

ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО ГФ ПГНИУ
EAGE PERM STUDENT CHAPTER
SEG PERM STUDENT CHAPTER
ПЕРМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ЕВРО-АЗИАТСКОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА (ЕАГО)



ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

**Сборник научных трудов
(по материалам X Международной научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых)**

В ДВУХ ТОМАХ

Том 2

Пермь, 2017

УДК 550.8+622(234.852)

ББК 26.3

Г 36

- Г 36 **Геология** в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам X Междунар. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых): в 2 т. / отв. ред. Р. Р. Гильмутдинов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2017. – Т.2. – 343 с.: ил.
ISBN 978-5-7944-2901-5 (т.2)
ISBN 978-5-7944-2899-5

В сборнике содержатся статьи студентов, аспирантов, молодых ученых (кандидатов наук) – участников X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Геология в развивающемся мире», состоявшейся 18 - 21 апреля 2017 г. на геологическом факультете Пермского государственного национального исследовательского университета. Рассматриваются проблемы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; минералогии, геохимии и петрографии; палеонтологии, стратиграфии и региональной геологии; геофизики; геологии нефти и газа; инженерной геологии и гидрогеологии; геоэкологии и охраны окружающей среды; геоинформационных систем в геологии.

Издание адресовано инженерам-геологам, гидрогеологам, геофизикам, минералогам, палеонтологам, нефтяникам и геологам широкого профиля.

УДК 550.8+622(234.852)

ББК 26.3

Печатается по решению ученого совета геологического факультета
Пермского государственного национального исследовательского университета

Редакционная коллегия:

Профессор, д.г.-м.н. Карасева Т.В.
Профессор, д.г.-м.н. Катаев В.Н.
Профессор, д.т.н. Костицын В.И.
Профессор, д.г.-м.н. Наумова О.Б.
Профессор, к.г.-м.н. Ожгибесов В.П.
Профессор, д.г.-м.н. Осовецкий Б.М.
Профессор, д.г.-м.н. Середин В.В.
Гильмутдинов Р.Р. – ответственный редактор
Боталов А.П.
Гусева Н.С.
Даутова Э.М.
Капатская И.И.
Мальгина Ю.О.
Ильющенко Е.Л.
Егорова А.Б.

ISBN 978-5-7944-2901-5 (т.2)
ISBN 978-5-7944-2899-5

© Пермский государственный национальный
исследовательский университет, 2017

ВЫДЕЛЕНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ УРЕНГОЙСКОГО
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АППАРАТУРОЙ АМК «ГОРИЗОНТ»

Р.Э. Агаев

Исовский геологоразведочный техникум, студент 4 курса, rauf-agaev00@mail.ru

Научный руководитель: преподаватель Динер Т.Г.

Аннотация: В статье приведены возможности выделения коллекторов ачимовских отложений методами ГИС в скважинах Уренгойского газоконденсатного месторождения аппаратурой АМК «Горизонт». При обработке и интерпретации материалов ГИС используются качественные и количественные признаки коллекторов.

Ключевые слова: скважина, интерпретация, петрофизика, глинистость, пористость.

DETECTION OF RESERVOIRS OF ACHIMOV DEPOSITS OF THE URENGOY OIL AND GAS
FIELD BY THE USE OF EQUIPMENT EMK «GORIZONT»

R.E. Agayev

Isovsky Geological Prospecting College, 4th year Student, rauf-agaev00@mail.ru

Research Supervisor: Lecturer T.G. Diner.

Abstract: The article is dedicated to the possibilities of selection of reservoirs of Achimov deposits in the wells of the Urengoy gas condensate field by the equipment EMK «Gorizont». In the processing and interpretation of well logging data qualitative and quantitative characteristics of the collectors are used.

Keywords: well, interpretation, petrophysics, the clay content on the porosity.

Уренгойское нефтегазоконденсатное месторождение в тектоническом отношении расположено в пределах внутренней области Западно-Сибирской плиты, в пределах Надым-Тазовской синеклизы и приурочено к структуре I порядка - Уренгойскому мегавалу [1].

Залежи месторождения - пластовые, сводового типа с обширной водоплавающей зоной. Продуктивные горизонты приурочены к Ачимовским отложениям.

Аппаратура АМК «Горизонт» это комплексный прибор, которым регистрируется не один метод, а несколько: ПС, КС, ГК, НГК и инклинометрия [2]. В программном обеспечении АМК "Горизонт" имеется возможность построения вертикального разреза скважины в интервале исследований, который может использоваться для сопоставления полученных данных с материалами по соседним вертикальным скважинам. На экран дисплея можно вывести вертикальные проекции диаграмм КСЗ, ПС, ГК и НГК для соответствующего интервала траектории скважины.

Как видно на рисунке 1 Ачимовские отложения вскрыты в интервале глубин 3980.8 - 4009.6 м. Региональный репер (баженовская свита) находится в интервале 4017.2 - 4043 м.

При выделении коллекторов используются как прямые геофизические признаки, свидетельствующие о проникновении в пласт фильтра промывочной жидкости, так и граничные значения геофизических ($\Delta J_{ГК}$, Δt) и петрофизических ($Kп$) параметров. Плотные прослои идентифицируются по максимальным показаниям методов ННК, минимальным - АК (Δt), ГК.

При обработке материалов ГИС используются приёмы и критерии интерпретации геофизической данных, установленные для ачимовских отложений Уренгойского месторождения. Коэффициент нефтегазонасыщенности определяется по петрофизическим зависимостям.

Коэффициент пористости определяется по методам АК и ННКт, формула:

$$Kn(AK) = 0.191\Delta t - 32.9 \quad (1)$$

где Δt - интервальное время.

К пластовым условиям коэффициенты пористости приводятся по формуле:

$$Kn^{nl} = 0.96 \cdot Kn^{amm} - 0.34 \quad (2)$$

Проницаемость коллекторов определяется по зависимости формула, рекомендованной «ТюменНИИГипрогаз»:

$$Knp = f(Kn) \quad (3)$$

Двойной разностный параметр ГК – dGK (отн.ед), рассчитывается по формуле:

$$dGK = (J_x - J_{\min}^{плот}) / (J_{\max}^{глин} - J_{\min}^{плот}), \quad (4)$$

где J_x - значения по кривой ГК, $J_{\min}^{плот}$ - значения по кривой ГК на плотном пласте, $J_{\max}^{глин}$ - значения по кривой ГК на глине. По значениям dGK производят расчленение разреза на коллектор/неколлектор, если $dGK > 0.38$, то пласт является неколлектором, если $dGK < 0.38$, то пласт является коллектором.

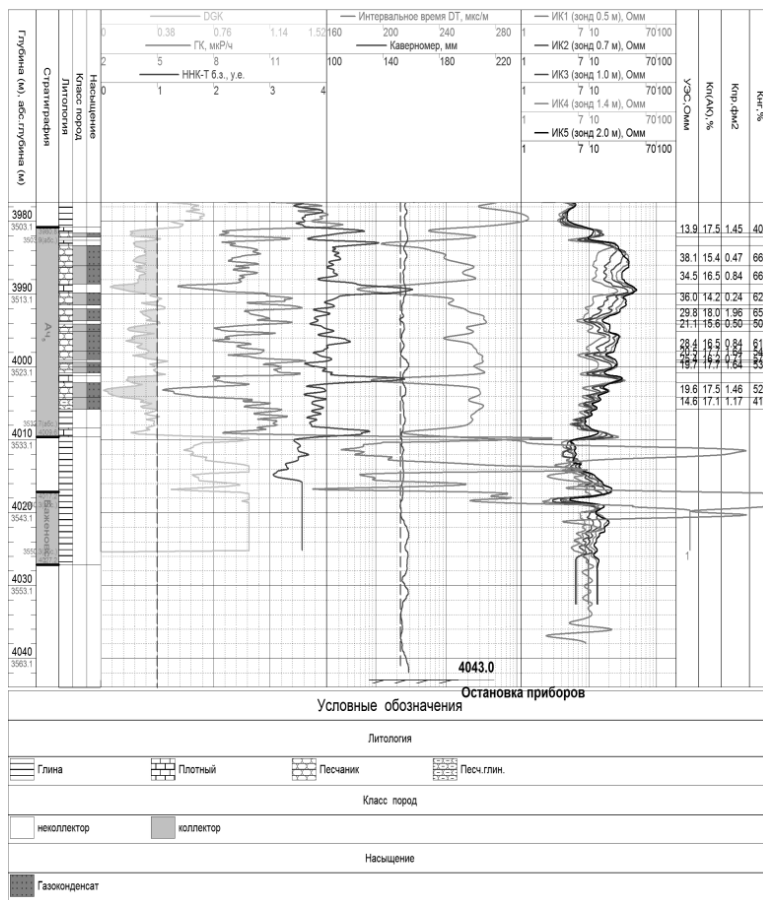


Рис. 1. Результаты обработки и интерпретации каротажных кривых в системе «ГЕОПОИСК» по скважине А30-3.

Выделение коллекторов в разрезе ачимовской свиты по традиционным качественным признакам на диаграммах ГИС не всегда возможно в связи с многообразием типов коллекторов, обусловленных разнородностью пород и присутствием глинистого материала, как в рассеянном виде, так и в виде тонких прослоев [3]. Таким образом, при выделении коллекторов помимо качественных признаков, необходимо использовать количественные критерии, основанные на характерных особенностях изучаемого разреза, прежде всего, сюда относятся параметры, отражающие степень глинистости пород, такие как $C_{гль}$, $\eta_{гль}$, ΔI_γ . Рекомендуется граничные значения параметров радиоактивных методов: ГК - $\Delta I_{\gamma,гр}$ (граничное значение двойного разностного параметра), определяемого по формуле и ННКт - $I_{ннкт,гр}$.

$$\Delta I_\gamma = (I_\gamma - I_{\gamma\min}) / (I_{\gamma\max} - I_{\gamma\min}). \quad (5)$$

На сопоставление ΔI_γ и $I_{ннкт}$ (у.е.) установлена область коллекторов, ограниченная значениями $\Delta I_\gamma = 0.38$ и $I_{ннкт,норм} = 7.5$ у.е.

По результатам исследований: породы-коллекторы изучаемой ачимовской толщи характеризуются коэффициентами пористости от 7 - 10 до 23 %. Коэффициенты проницаемости пород колеблются от 0.01 - 0.1 мД до 10 - 20 мД и в редких случаях достигают 100 мД и более. В разрезе преобладают алевритовые разности с коэффициентами проницаемости до 1 - 10 мД. Для комплексной интерпретации на Уренгойском нефтегазоконденсатном месторождении данных ГИС, полученных с аппаратурой АМК «Горизонт», используется система «ГЕОПОИСК».

Литература

1. Геология и полезные ископаемые России. Том 2. Западная Сибирь. Санкт-Петербург, ФГУП «ВСЕГЕИ» 2000. 477 с.
2. Геофизические методы исследования нефтяных и газовых скважин, Москва, «Недра», 1981. 152 с.
3. Проблемы освоения месторождений Уренгойского комплекса: П78 Сб. науч. тр. ООО «Уренгойгазпром». М.: ООО «Недра-Бизнес-центр», 2003. 351 с.

СЕЙСМОРАЗВЕДКА МОГТ И МПВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КАРСТООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В.В. Арапов, Р.Р. Гильмутдинов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студенты, geology.psu@gmail.com

Научный руководитель: к.т.н. Пригара А.М.

Аннотация: Исследуется участок в Кунгурском районе. Анализируются результаты интерпретации данных сейсморазведки МПВ и МОВ ОГТ для решения задачи по выявлению карстовой полости. Делаются выводы о предпочтительности комплексирования методов.

Ключевые слова: сейсморазведка, МПВ, МОГТ, МОВ ОГТ, ОСТ, сейсмическая томография, карст, карстовая полость, Кунгур.

SEISMIC EXPLORATION OF CMP AND SRM IN THE RESEARCH OF KARST DANGEROUS AREAS

V.V. Arapov, R.R. Gilmutdinov

Perm State University, Students, geology.psu@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Engineering Sciences A.M. Prigara.

Abstract: The site in the Kungur district is being investigated. The results of interpretation of the SRM and the CMP are analyzed to solve the problems of revealing the karstic cavity. They draw conclusions about the preference for combining methods.

Keywords: SRM, CMP, seismic tomography, karst, karstic cavity, Kungur.

Сейсморазведка может применяться для решения широкого круга инженерно-геологических задач и объединяет группу методов разведочной геофизики, основанных на выявлении особенностей распространения упругих волн для изучения геологического строения и физико-механических свойств грунтов. Применение сейсморазведки основано на различии грунтов по упругим свойствам [1].

Для выявления трещиноватых и закарстованных зон может применяться сейсморазведка. Ослабленные и нарушенные зоны характеризуются пониженными скоростями распространения упругих волн [2].

Целью настоящей работы является изучение возможностей и ограничений МОГТ и МПВ на конкретном геологическом примере.

Сейсмические наблюдения проводились в Кунгурском районе по методике многократных наблюдений. Интервал между пунктами возбуждения составлял 2 м, между пунктами приема – 2 м. Одновременно при работах использовалось 64 канала. Таким образом, общая длина расстановки составляла 126 м. Максимальная кратность наблюдений - 32. Для возбуждения упругих колебаний (продольные волны) использовался невзрывной источник - кувалда. Количество накоплений – 4.

Обработка данных МОГТ проводилась в программе SPS-PC (Н.А. Голярчук) [3] и включала следующие этапы:

- 1.1. Сортировка трасс по ОГТ и анализ волновой картины;
- 1.2. Регулировка амплитуд, полосовая фильтрация;
- 1.3. Формирование сейсмограмм для скоростного анализа;
- 1.4. Ввод кинематических поправок, построение временного разреза с последующим его пересчетом в глубинный.

В результате обработки данных МОГТ был сформирован сейсмический глубинный разрез, представленный на рисунке 1.

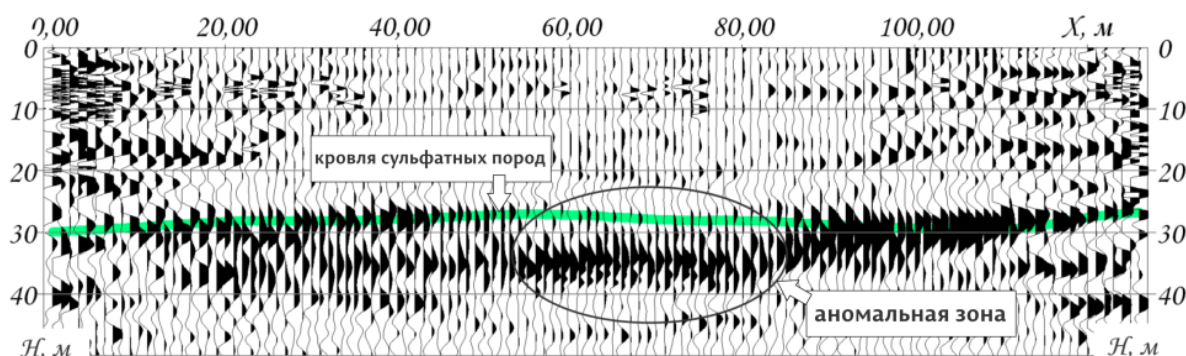


Рис. 1. Глубинный сейсмический разрез

На глубине 28-30 метров прослеживается ось синфазности, корреляция которой нарушается на 25-41 пикете. Заметно уменьшение интенсивности сигнала. На глубине 37-38 метров наблюдается еще одна ось синфазности.

Нарушение корреляции может быть связано с зоной понижения скоростей (зона разуплотнения). Уменьшение интенсивности сигнала является динамическим признаком наличия в разрезе аномалий, которые могут быть связаны с карстовой полостью.

Обработка МПВ проводилась в программе ZondST2d (А. Каминский) [4] и включала следующие этапы:

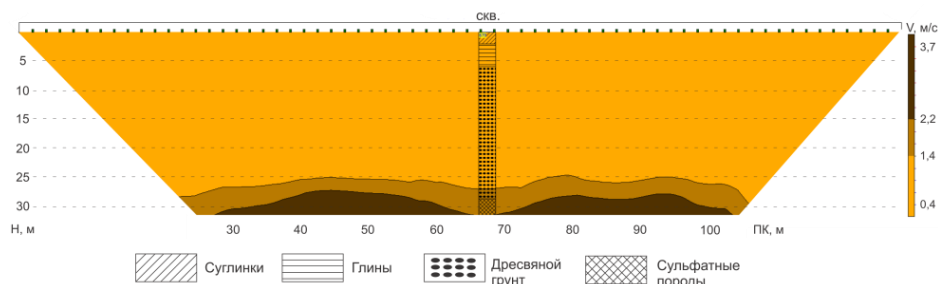
1.1. Пикировка времен первых вступлений и увязка систем годографов;

1.2. Выбор параметров сети и начальной модели среды;

1.3. Решение обратной задачи при помощи алгоритма *Smoothness constrained* (инверсия по методу наименьших квадратов с использованием сглаживающего оператора).

Обратная задача решалась при помощи методики сейсмотомографии [5], благоприятными предпосылками для использования которой является изометричная форма объектов, а также отличие их сейсмических свойств от вмещающей среды по ряду упругих параметров и структурных особенностей.

В результате обработки годографов первых вступлений был сформирован скоростной разрез (рис.2), несущий информацию о характере изменения скоростей и положении изучаемых границ в приповерхностной части участка.



Разрез представлен трехслойной средой. Толща пород выше верхней преломляющей границы представляет зону малых скоростей. Ниже по разрезу залегают границы, разделяющие толщи со скоростями от 1.4-2.2 м/с и 2.2-3.7 м/с. В разрезе между пикетами 27-38 на глубине 27-32 м наблюдается зона понижения скоростей.

Сравнительный анализ результатов интерпретации показал следующее: первая отражающая граница в МОГТ выделяется на глубине около 30 метров, а в МПВ преломляющая граница на глубине 25-27 метров. Вторая отражающая граница в МОГТ прослеживается на глубине 37-38 метров, в МПВ преломляющая на 27-28 м. Оба метода позволили выявить аномалию в центральной части исследуемой области, которая связана с разуплотненной зоной.

Полученная при помощи сейсморазведки информация подтверждается данными инженерно-геологического бурения. На пикете 33 сейсмического профиля пробурена скважина глубиной 43 метра. Породы иренского горизонта встречены на глубине 31.2 м (абс. отм. 157.8 м) и представлены сульфатными породами шалашнинской пачки иренского горизонта. Однако, в нижней части пачки на глубине 39 м вскрыты прослои плотного доломита. Покрывают шалашнинскую пачку рыхлые четвертичные отложения, представленные суглинками, глинами, дресвяными грунтами с суглинистым заполнителем. Скважиной в интервале 35,6-39,0 м зафиксирована незаполненная (свободное погружение бурового инструмента без вращения) карстовая полость.

Резюмируя результаты анализа, можно выделить достоинства и недостатки методов: при МОГТ достаточно просто и точно определяется глубина отражающих границ, и есть возможность наглядного представления временного разреза, как аналога геологического, но при этом волновое поле сильно осложнено помехами и невелика контрастность границ. В МПВ уверенно прослеживаются первые вступления, но для определения глубин целевых горизонтов необходим сложный математический аппарат, так же возможен эффект выпадения слоя.

Для пространственного анализа расположения разуплотненных зон при конкретных геологических условиях могут использоваться скоростные разрезы, полученные по МПВ и МОГТ. Однако, если в МПВ скоростной разрез получить достаточно легко, то при обработке МОГТ необходимо приложить дополнительные усилия.

Для уменьшения неоднозначности решения обратной задачи сейсморазведки при выявлении карстовой полости желательно комплексное использование данных МПВ и МОГТ.

Литература

1. РСН 66-87. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Сейсморазведка.
2. Методические указания по применению геофизических методов для исследования закарстованных участков. ВНИИ транспортного строительства. Москва, 1972.
3. Симонов А.К. SPS-PC – полевой обрабатывающий пакет сейсмической информации. Ноябрьск, 2006.
4. ZondST2d. Руководство пользователя. Zond geophysical software. Санкт-Петербург, 2001-2012.
5. Ефимова Е.А. Сейсмическая томография. Учебное пособие. – М.: Издательство МГУ, 2005. – 129 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ДЕТАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В ИНДИКАЦИИ ЭРОЗИОННЫХ ВРЕЗОВ

А.Н. Ахметов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, аспирант 3 года обучения, azatakhmetovn@gmail.com

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент Мухаметшин Р.З.

Аннотация: Статья посвящена различным подходам в выделении границ эрозионных врезов. На основе проведенной работы предлагается несколько вариантов индикации эрозионных врезов.

Ключевые слова: песчаный пласт, эрозионный врез, детальная корреляция, сейсморазведка.

POSSIBILITY DETAILED CORRELATION AND SEISMIC IN INDICATION EROSIONAL CHANNELS

A.N. Akhmetov

Kazan (Volga region) Federal University, 3^d year Post-graduate Student, azatakhmetovn@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader R.Z. Mukhametshin.

Abstract: The article is devoted to various approaches in the definition boundaries erosional channels. On the basis of this work the author proposes several options indication erosional channels.

Keywords: sand formation, erosional channels, detailed correlation, seismic.

Эрозионные врезы верейского и бобриковско-радаевского возраста широко распространены в центральных районах Урало-Поволжья. К рукавообразным палеоврезам приурочены мощные пласты высокопроницаемых песчаников, в которых встречаются залежи нефти, что служит для появления значительного интереса к их выявлению и изучению (рис.1).

Цель работы: рассмотреть различные подходы в выделении границ эрозионных врезов.

Рассмотрим основные методы с использованием: сейсморазведки, возможностей детальной корреляции и детальной корреляции вместе с сейсморазведкой.

Первый метод в выделении границ средне-нижнекаменноугольных врезов показан в работах В.А. Екименко, А.И. Хайдарова, 2012 [1] и других. Метод заключается в переработке и переинтерпретации полученных ранее сейсмических материалов 3D на новом технико-методическом уровне и в комплексе с данными вновь пробуренных скважин, что позволяет выявить песчаные тела во врезах, а также выделить границы самих врезов.

Второй метод – возможности детальной корреляции. При сопоставлении разрезов скважин применить принципы ручной корреляции, а именно: выделение реперного пласта и поочередное сравнение диаграмм ГИС по соседним скважинам, прослеживание коррелируемых реперов, пластов, пропластков по характерной конфигурации кривых ГИС.

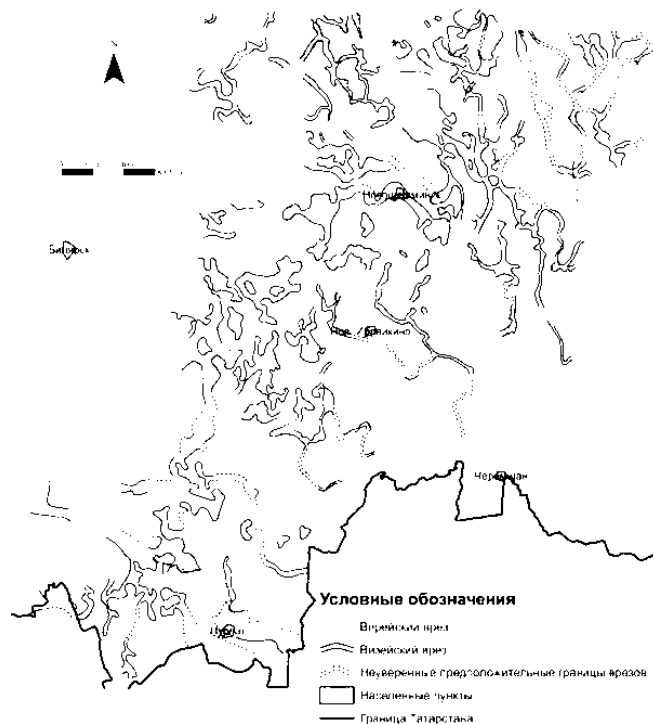


Рис. 1. Карта размещения нижнекаменноугольных и верейских врезов на востоке Татарстана

Для выделения границ пластов эффективно использовать способ инвариант (по А.В. Кузнецову [2]), то есть для участков проявления размыва границы эрозионной зоны представляют собой геометрическое русловое типа место точек с минимальными значениями эффективной толщины пластов.

Рассмотрим данный способ на примере отложений радаевско-бобриковского возраста. Используется следующий методический подход [3,4].

1. Строится серия поперечных относительно палеорула профильных разрезов (рис.2), на которых отмечаются границы всех пластов, их литологические и структурные особенности и т.д. В отложениях радаевско-бобриковского возраста выделяют пласты группы ВВ₀. Границы горизонтов группы ВВ₀ – это отдельные этапы развития эрозионной деятельности, в конце каждого из которых эрозионные ложбины заполнялись и нивелировались осадками терригенного состава.

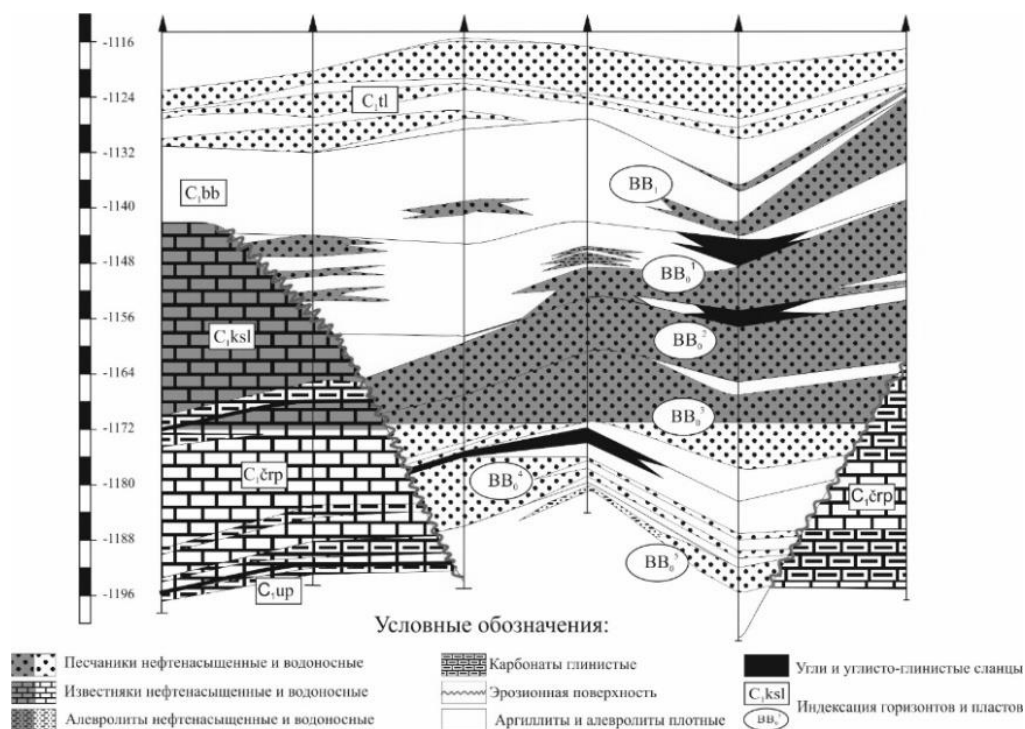


Рис. 2. Профильный разрез вкрест простирания рукавообразного палеовреза

2. Производится реконструкция поверхности турнейского яруса. Измеряется мощность нормальных отложений радаевско-бобриковского возраста (используется как эталон) и откладывается в эрозионной части разреза. Получаем «условную» поверхность турне.

3. Строится одна из поверхностей и по пластопересечению, которые были выделены в незатронутой части эрозией карбонатного разреза турнейского яруса, проверяем и корректируем кровлю зонального интервала.

4. В итоге получается серия структурных карт и карт изопахит, на которых показываются зоны отсутствия коллектора, границы эрозионных врезов (элементарных залежей) и ВНК.

Третий метод – самый рациональный и эффективный. Данный метод в выделении эрозионных врезов рассматривается и реализован на ряде объектов.

На основе проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. При выделении эрозионных врезов нужно использовать данные интерпретации и переинтерпретации сейсморазведки и возможности детальной корреляции.

2. При отсутствии сейсморазведки положительный результат в выделении границ эрозионных врезов дает детальная корреляция.

Литература

1. Екименко В.А., Хайдарова А.И. Целесообразность переобработки архивных съёмок 3D для прогнозирования геологических моделей на примере одного из месторождений Татарстана // *Геофорум*, № 2, 2012. С. 21-24.
2. Кузнецов А.В. О методике составления пластовых карт и реконструкции палеогеографических условий отложения коллекторов // *Физико-геологические факторы при разработке нефтяных и нефтегазовых месторождений*. Москва: Недра, 1969. С. 45-56.
3. Мухаметшин Р.З. Палеоврезы и их роль в освоении трудноизвлекаемых запасов нефти. Москва: ООО «Геоинформмарк», 2006. 80 с.
4. Ахметов А.Н., Делев А.Н., Шарипов Б.Р. Обоснование одновременно-раздельной эксплуатации на сложнопостроенных месторождениях нефти на основе детальной корреляции // *Материалы 51-й Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс»: Геология*. Новосибирск: Изд-во Новосибир. гос. ун-та, 2013. С. 91.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ ДЛЯ МНОГОЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РАСПРОСТРАНЕНИЕМ ТАЛИКА В БЕРЕГОВОМ ПРИМЫКАНИИ ПЛОТИНЫ НА Р. СЫТЫКАН

К.И. Бажин

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, младший научный сотрудник, kbazhin@gmail.com

Аннотация: Использование современной аппаратуры и методики электроразведки такой как метод геоэлектрической томографии для изучения формирования таликовой зоны в правобережном примыкании плотины на р. Сытыкан позволил выявить изменения происходящих в структуре талой зоны и оценить связь её развития с атмосферными осадками.

Ключевые слова: электротомография, талик, мерзлота, мониторинг, геофизика.

THE USE OF ERT FOR LONG-TERM OBSERVATIONS OF THE SPREAD TALIK LANDFALL IN DAM ON THE RIVER SYTYKAN

K.I. Bazhin

Melnikov permafrost institute SB RAS, Junior Researcher, kbazhin@gmail.com

Abstract: The use of modern equipment and techniques such as electrical method geoelectric tomography to study the formation of thawed area in right-bank abutment of the dam on the river Sytykan revealed the changes occurring in the structure of the melt zone and to evaluate its relationship with the development of precipitation.

Keywords: ERT, talik, permafrost, monitoring, geophysics.

Наблюдение за состоянием плотины и её береговых примыканий любого гидроузла является необходимым критерием его безопасной эксплуатации. Геофизические методы являются методами неразрушающего контроля, что очень важно при изучении состояния гидроузла, а также в зависимости от метода могут не только комплексно оценить состояние, но и применяться в любые сезоны года, что позволяет вести круглогодичные наблюдения.

Сытыканский гидроузел построен в зоне распространения многолетнемерзлых пород, мощностью 300 м. Мощность деятельного слоя составляет 0.7-3.1 м, в зависимости от литологического состава пород. В геологическом строении территории гидроузла доминируют терригенно-карбонатные отложения верхнего кембрия, перекрытые с поверхности рыхлыми четвертичными образованиями. Полускальные терригенно-карбонатные породы отличаются сильной трещиноватостью и льдистостью [1].

В результате техногенного воздействия водохранилища на вмещающие породы произошло частичное оттаивание вечномерзлых скальных пород и образование в правобережном примыкании плотины талика. В оттаявших породах в настоящее время образовался фильтрационный поток в талике с появлением выходов (грифонов и потоков-ручeyков) в зоне нижнего бьефа. В связи с необходимостью наблюдения за развитием таликовой зоны в правобережном примыкании плотины были проведены геофизические работы методом геоэлектрической томографии. Для работ была применена многоканальной многоэлектродной станцией «Syscal Pro Switch 72» производства фирмы Iris Instruments (Франция).

Для решения задачи определение динамики распространения таликовой зоны в течение 5 лет (2012-2016) были выполнены измерения более чем по 40 профилям вокруг водохранилища. В данной работе рассматриваются результаты по одному профилю, который располагался на правом берегу водохранилища на р. Сытыкан (рис.1).



Рис. 1. Сытыканский гидроузел (Google Earth) с нанесенной линией профилей электротомографии по которым проведены многолетние наблюдения.

Метод ЭТ заключается в многократном использовании одних и тех же электродов в качестве приемных и питающих по заранее определенной последовательности, которая описывается в протоколе измерений [2]. Для проведения работ методом ЭТ на заранее намеченном профиле раскладываются четыре электроразведочные

косы по 18 электродов на каждой с шагом 5 м. В качестве электродов использовались стальные штыри длиной 400 мм. Для проведения работ использовался протокол для 3-х электродной установки Шлюмберже. Обработка данных проводилась в программе 2-х мерной инверсии данных Res2Dinv.

В результате обработки данной методики получены геоэлектрические разрезы (рис.2) на которых выделяется таликовая зона. Все разрезы имеют схожее геоэлектрическое строение. За критерий определения границ талой зоны при обработке полевых материалов принят расчет, что грунты в талом состоянии (для данной территории) характеризуются удельным электрическим сопротивлением менее 1000 Ом*м. Область распространения таликовой зоны по профилям, фиксируется на всю длину профилей, в интервале абсолютных отметок 250 м – 315 м.

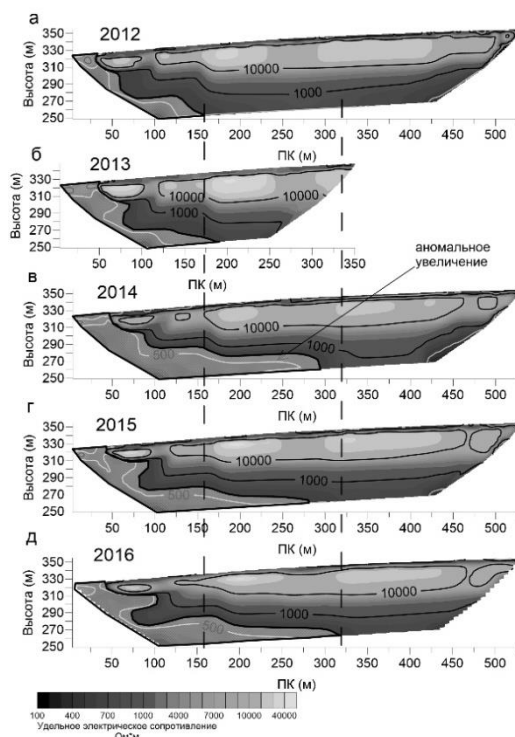


Рис. 2. Геоэлектрические разрезы за 2012-2015 годы.

На абсолютных отметках 310 м – 350 м выделяется слой выше 5 000 Ом*м, который соответствует мерзлым плотным известнякам. Участки с удельным сопротивлением от 1000 Ом*м до 5 000 Ом*м соответствуют породам, находящимся в пограничном состоянии. Данные распределения были получены при опытно-методических работах около скважины вблизи участка работ. При сопоставлении всех разрезов нами была обнаружено изменение положения области с удельным сопротивлением менее 600 Ом*м [3]. В 2012 году положении области было на ПК160, в 2013 – на ПК190, в 2014 – ПК295, в 2015 на ПК280, а в 2016 на ПК320. При анализе геоэлектрических разрезов нами были использованы метеорологические наблюдения. За период с июня 2011 года по июнь 2012 года выпало 317 мм осадков, за аналогичный период 2012-2013 года выпало 253 мм осадков, за 2013-2014 годы выпало 732 мм осадков, за 2014-2015 – 340 мм осадков, а за 2015-2016 – 393 мм осадков [4]. Сопоставляя результаты электротомографии и наблюдений за количеством выпавших осадков отмечается увеличение зоны со значением удельного сопротивления менее 600 Ом*м в глубь берега. Уровень водохранилища при всех измерениях находился на отметке примерно 316.5-317 м. Наблюдается увеличение площади занимаемой низкоомными породами, что может говорить об их разрушении. Интенсивность этого процесса, возможно, связана с погодными условиями, такими как количество осадков и среднегодовая температура. Из погодных данных следует, что в 2014 году выпало 732 мм осадков, тогда как в остальные годы 300-350 мм, а среднегодовая температура имела следующие значения -5.1°C – 2014 г, -11.6°C – 2013 г, -10.2°C – 2015 г, -7.5°C – 2016 г.

Литература

1. Теляев В.А., Мюсин Р.Ю. и др. Отчет об инженерно-геологических изысканиях, проведенных для обоснования проектного задания строительства Сытыканской водохранилищной плотины на алмазном месторождении Удачная. ЯКУТНИПРОАЛМАЗ, 1961.
2. Бобачев А.А., Горбунов А.А., Модин И.Н., Шевнин В.А. Электротомография методом сопротивлений и вызванной поляризации // Приборы и системы разведочной геофизики. Саратов, ЕАГО, 2006. С. 14–17.
3. Великин С.А., Бажин К.И., Марченко Ю.Л. и др. Отчет о выполнении геофизических исследований по теме: «Геофизический мониторинг на ГТС Удачинского ГОКа АК «Алроса» (ОАО)», п. Чернышевский. 2015.
4. Информационный портал «Расписание погоды» <http://www.rp5.ru>.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ TERRAGINTEL ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС В МАЛОГЛУБИННЫХ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

Х.Ч-Х. Батаев, А.А. Киргизбаев

Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, студенты 4 курса, timersno@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Эзирбаев Т.Б.

Аннотация: В статье дается краткое описание геотермальных месторождений, в частности месторождения Ханкальское. Обсуждается вопрос выбора автоматизированной системы обработки и интерпретации данных ГИС и рациональной методики их обработки. Приводятся основные доводы в пользу выбранной методики и практические результаты, полученные на основе предлагаемой технологии обработки и интерпретации.

Ключевые слова: геотермальное месторождение, скважина, алгоритм, интерпретация.

USE OF TERRA GINTEL TECHNOLOGY FOR INTERPRETATION DATA OF GSW IN LOW-DEEP GEOTHERMAL WELLS

Kh. Bataev, A. Kirgizbaev

Grozny State Oil Technical University Name of the Academician M.D. Millionshchikov, 4th year Students, timersno@mail.ru

Research supervisor: Candidate of Engineering Sciences, Reader T.B. Ezirbayev.

Abstract: In article the short description is given to geothermal fields generally, and in particular to an object of a research of this work – to field Hankalskoye. The question of the choice of a technique of data processing of the geophysical surveys of wells conducted on this site is discussed. Advantage of the chosen technique is described and the practical results received on the basis of the offered technology of processing and interpretation are given.

Keywords: geothermal field, well, algorithm, interpretation.

В настоящее время использованию тепла геотермальных вод для получения альтернативных источников энергии в мире уделяется большое внимание.

Чеченская Республика находится на третьем месте среди регионов России (1-е место – Камчатка, 2-е – Дагестан) по подтвержденным запасам геотермальных вод (по категориям А+В+С – 64.680 тыс. м³/сут) [6].

Одним из наиболее перспективных геотермальных месторождений Чечни в плане ввода в эксплуатацию является Ханкальское. Месторождение находится на юго-восточной окраине столицы республики – г. Грозного в 8-12 км к юго-востоку, в правобережной части бассейна реки Сунжи [2,3].

5 декабря 2015 г. в Чеченской Республике недалеко от г. Грозный ввели в эксплуатацию станцию, ее пиковая мощность – 8.7 МВт тепловой энергии.

В рамках реализации этого проекта на этапе обработки и интерпретации данных геофизических исследований скважин активное участие принимала кафедра прикладной геофизики и геоинформатики ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова.

Выбор рационального комплекса ГИС и наиболее подходящей технологии и методики обработки и интерпретации данных геофизических исследований скважин является одним из важнейших этапов строительства и ввода в эксплуатацию скважин.

Было решено использовать систему автоматизированной визуальной интерпретации результатов геофизических исследований скважин Gintel [1] опыт работы в которой (оцифровка и переинтерпретация ряда скважин из нескольких нефтяных месторождений ЧР) уже имелся у сотрудников кафедры [4,5]. В данной статье будет показан пример обработки и полученный результат интерпретации данных ГИС не глубоких отложений по технологии TERRA на примере добывающей скважины ДГТ-1.

Основой технологии TERRA являются файл описания методики, составляемый пользователем на специализированных панелях, и программный модуль, составляемый на языке LC. Файл описания методики задает интерпретационную схему и ее настройку на конкретные геологические условия, а программный модуль описывает полный алгоритм интерпретации данных ГИС на отдельном кванте глубины вдоль ствола скважины.

Технология TERRA позволяет выполнить пакетную переобработку заданного массива скважин с учетом нового взгляда на месторождение, сформированного в процессе уточнения петрофизических моделей, используемых в интерпретационных схемах [7].

Преимущество данной технологии в том, что интерпретацию нужных интервалов она позволяет делать по собственному алгоритму. Иначе говоря, в среде данной геоинформационной системы можно задать нужный алгоритм и параметры для определения тех или иных свойств пород т.е. интерпретатор может проводить отладку на вычислительном модуле исходя из своих задач.

Так как исследуемая скважина бурилась под термальную воду, глубина ее была относительно не большой (до 1000 м) и интерпретаторы столкнулись с большими погрешностями в показаниях электрических методов исследования скважин, поэтому было решено взять за основу алгоритма вычислений показания гамма методов для вычисления двойного разностного параметра $iGR = (GR - GR_{min}) / (GR_{max} - GR_{min})$. По показаниям электрометрии пористость $(PHI = (R_w/R_t)^{1/2})$ напротив таких «рыхлых» пород решено было не считать,

поэтому цикл был набран в модуле (с расчётом для дальнейшего использования методик в других геологических условиях), но закрыт для вычислений, на диаграмме были выбраны «опорные точки». Во вкладке «константы» для вычислительного модуля были заданы параметры коллекторов/неколлекторов.

После того как программа корректно пройдет этап обработки мы можем сформировать конечный результат т.е. планшет обработки результатов с геологической моделью и литологической колонкой вдоль всего обрабатываемого участка.

Как уже было сказано выше, скважина закончена и сдана в эксплуатацию. Соответственно проведена перфорация напротив предполагаемого продуктивного интервала и полученные с помощью описанной методики результаты интерпретации были подтверждены притоком. Оценка достоверности полученных результатов путем сравнения с данными лабораторного анализа, а в частности с результатами опробования скважины позволяет утверждать, что принятая за основу технология обработки дает достоверные результаты и ее можно рекомендовать для дальнейшего использования в подобных случаях.

Литература

1. Афанасьев В.С., Афанасьев С.В. Методика автоматизированного восстановления свойств пород в терригенном разрезе по данным ГИС в системе Gintel (Методика ТАВС). - Москва: ООО "Геоинформационные технологии и системы", 2008.
2. Мальшев Ю.Н., Таймасханов Х.Э., Заурбеков Ш.Ш., Минцаев М.Ш. Перспективы развития геотермальной энергетики в Чеченской Республике. Устойчивое развитие горных территорий, №1 (19), Владикавказ, 2014, С. 63-67.
3. Мачигова Ф.И., Шапов А.А., Бекмурзаева Л.Р., Черкасов с.в. Геохимические исследования термальных вод ханкальского месторождения Чеченской Республики. Устойчивое развитие горных территорий, №2 (20), Владикавказ, 2014, с. 61-64.
4. Хасанов М.А., Эзирбаев Т.Б. Система автоматизированной визуальной интерпретации результатов геофизических исследований скважин «Gintel» на примере терригенных отложений Терско-Сунженской нефтегазоносной области. Вестник академии наук Чеченской Республики, №2 (13), Грозный, 2010, С. 73-77.
5. Эзирбаев Т.Б., Хасанов М.А. Применение автоматизированной системы визуальной интерпретации результатов геофизических исследований скважин («Gintel»). Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в производстве, науке и образовании», том 1, Грозный 2010, С. 69-71.
6. Фархутдинов А.М., Фархутдинов И.М., Исмагилов Р.А. История открытия и разработки Ханкальского месторождения термальных вод. Вестник Башкирского университета. 2014. Т. 19. №1.
7. ООО "ГИФТС". Официальный сайт URL: <http://gintel.ru/products/gintel/usermodules/> (дата обращения 18.02.2017).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ 2D И 3D ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

В.Ю. Бобров

Горный институт Уральского отделения Российской академии наук, аспирант 2 года обучения,
bvy1692@gmail.com

Научный руководитель: д.т.н., профессор Санфинов И.А.

Аннотация: Сейсморазведка является отличным инструментом при решении инженерных задач. Чтобы сделать выбор в пользу 2D или 3D сейсморазведки, необходимо учесть плюсы и минусы каждой системы. В данной статье рассматривается информативность материалов, полученных с помощью 2D и 3D инженерной сейсморазведки, в частности их амплитудный спектр.

Ключевые слова: инженерная сейсморазведка, спектральный анализ.

COMPARATIVE SPECTRAL ANALYSIS OF DATA OF 2D AND 3D ENGINEERING SEISMIC EXPLORATION

V.Yu. Bobrov

Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Geology and Mineralogy,
Post-graduate Student, bvy1692@gmail.com

Research supervisor: Doctor of Engineering Sciences, Professor I.A. Sanfirov.

Abstract: Seismic exploration is the excellent tool at the solution of engineering tasks. To make a choice in favor of 2D and 3D seismic surveys, it is necessary to consider the pros and cons of each system. This article discusses the information content of the seismic data obtained by 2D and 3D seismic explorations, in particular their amplitude spectrum.

Keywords: engineering seismics, spectrum analysis.

В последние годы инженерная сейсморазведка находит все большее применение при изучении приповерхностной части разреза. Это обусловлено как прогрессом в аппаратуре, так и повышающимися требованиями к инженерно – геологическим задачам [1]. К основным задачам инженерной сейсморазведки относятся контроль свойств и состояния приповерхностных отложений, а так же достоверный прогноз техногенных неоднородностей в верхней части разреза (ВЧР). Возможно и изучение физико–механических свойств пород [2]. Классическая профильная (2D) сейсморазведка вполне справляется с данными задачами [3].

Однако, для изучения сложно залегающих объектов, появляется необходимость в применении пространственных съемок (3D).

Пространственная сейсморазведка является одним из самых развитых геофизических методов при поисках и разведке углеводородов. Несмотря на это, опыт ее использования при инженерных исследованиях невелик. Существует множество проблем, связанных с применением пространственных исследований. Пространственная система имеет повышенную кратность, что в свою очередь подразумевает существенное подавление помех, но при этом за счет осреднения и накопления временных сдвигов, понижается частотный диапазон полезных отражений. В большинстве случаев применения инженерной сейсморазведки основной задачей является выделение мелкомасштабных физико-геологических неоднородностей. В связи с этим необходимо четко представлять, как преимущества пространственных систем, так и их возможные недостатки. С этой целью проведен сравнительный анализ сейсмограмм (рис.1) и временных разрезов (рис.2), полученных при работах в пределах одного из потенциально опасных участков в районе ВКМКС (Верхнекамское месторождение калийных солей).

Проведение сейсморазведочных работ осуществлялось по технологии МОВ МОГТ. С учетом теоретических предпосылок, профильная (табл.1) и пространственная (табл.2) системы регистрации имели параметры, адаптированные для конкретных сейсмологических условий.

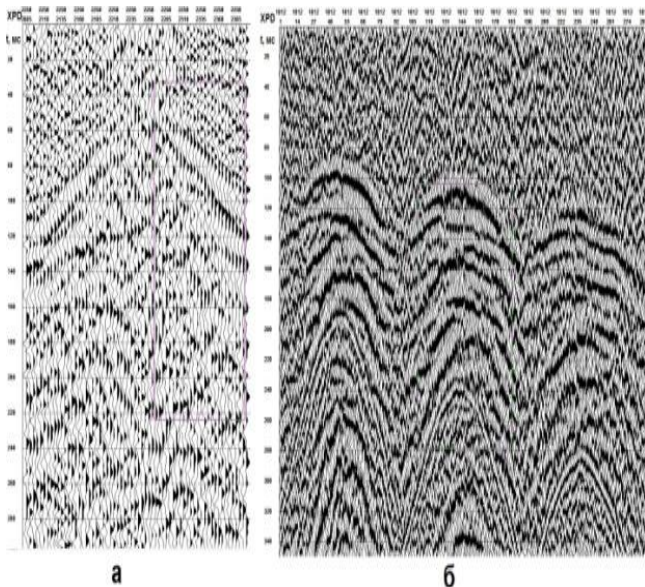


Рис. 1 а) сейсмограмма 2D, б) сейсмограмма 3D

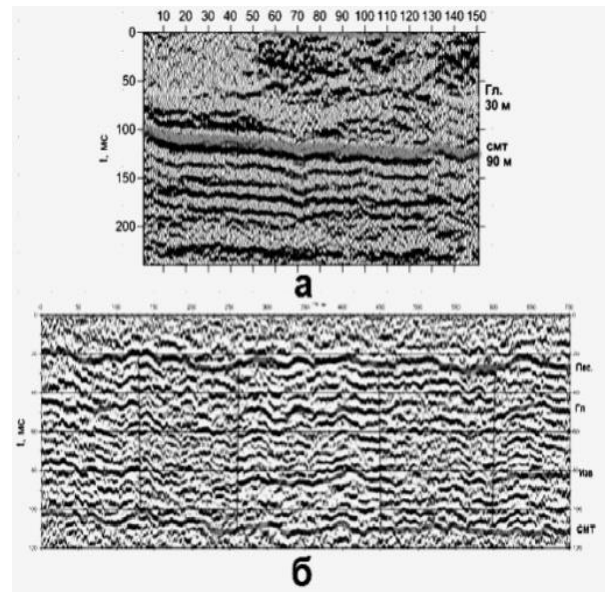


Рис. 2 а) разрез куба сейсмических данных, б) временной разрез

Таблица 1

Параметры системы наблюдений 2D	
Минимальное удаление ПВ от ПП - X_{min}	2 м
Максимальное удаление ПВ от ПП - X_{max}	от 64 до 128 м
Расстояние между ПВ - $\Delta X_{ПВ}$	2 м
Расстояние между ППк - $\Delta X_{ПП}$	2 м
Кратность наблюдений - N	32

Таблица 2

Параметры системы наблюдений 3D	
Размер бина в направлении in-line (B_x), м	2
Размер бина в направлении cross-line (B_y), м	2
Шаг ПП, м	16
Шаг ПВ, м	16
Шаг Δ ПП, м	2
Шаг Δ ПВ, м	2
Число линий приема ($N_{ПП}$)	18
Число линий возбуждения ($N_{ПВ}$)	18
Максимально минимальный вынос ($maxX_{min}$), м	1
Максимальное удаление (L_{max}), м	167
Общее количество сейсмограмм ОПВ	3705
Общее количество пунктов приема колебаний	4032
Средняя кратность	109

Если рассмотреть профильную и пространственную сейсмограммы (рис.1), очевидны различия в интервалах регистрации отраженных волн. В случае 3D, начало регистрации сдвигается за счет выносов при реализации пространственных систем. На 2D сейсмограмме можно отметить, что начало записи осуществляется с 20 мсек, в то время как при 3D работах она начинается с 80 мсек. Этот недостаток влечет за собой потерю части информации. Данная технологическая особенность видна и на временных разрезах (рис.2) – на

представленном разрезе куба отсутствуют два отражающих горизонта (ОГ), в частности ОГ песчаник и ОГ известняк, которые в свою очередь выделяются на временном разрезе 2D.

Результаты спектрального анализа, представленные на (рис.3), показывают, что профильная сейсморазведка имеет наиболее широкий частотный диапазон, чем пространственная.

Одним из важных параметров в сейсморазведке является разрешающая способность системы. С ее помощью можно проанализировать насколько точно могут быть решены поставленные задачи.

В сейсморазведке МОВ вертикальную разрешающую способность сейсморазведки принято рассчитывать на основе условия Вайдса [4], как $(1/4-1/8)$ длины волны, а горизонтальную разрешающую способность – с использованием формулы:

$$R = 1/4d\phi = 1/4\sqrt{2\lambda H + \frac{\lambda^2}{4}} = 1/4\sqrt{\frac{2VH}{f} + \frac{(V/f)^2}{4}}$$

Вертикальная и горизонтальная разрешающие способности 2D системы составили 1.5 м и 4.2 м соответственно. В свою очередь, вертикальная разрешающая способность 3D системы составила 4.7 м, а горизонтальная 7.3 м.

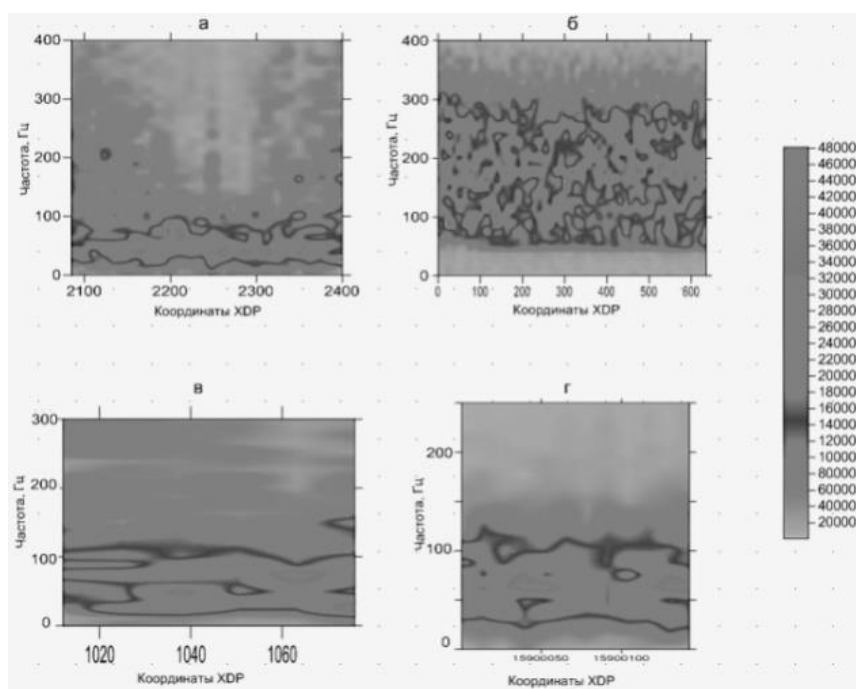


Рис. 3. Результаты спектрального анализа: а) амплитудный спектр сейсмограммы 2D, б) амплитудный спектр временного разреза 2D, в) амплитудный спектр сейсмограммы 3D, г) амплитудный спектр части сейсмического куба 3D

Однако, несмотря на минусы, пространственные системы имеют повышенную кратность и поэтому характеризуются более высоким отношением сигнал/помеха (С/П), а это в свою очередь указывает на качество сейсмического материала. Отношение С/П при 2D системе составило 4.4. При 3D составило 6.7.

Таким образом, выполненные сравнения показывают, что 2D и 3D сейсморазведки являются эффективным инструментом при изучении приповерхностной части разреза. Однако, необходимо обосновать экономическую целесообразность пространственной сейсморазведки, так как она имеет весьма узкое применение при решении инженерных задач и в большинстве случаев имеется возможность замены профильной сейсморазведкой, которая хорошо справляется с поставленными задачами.

Литература

1. *Advances in Near-surface Seismology and Ground-penetrating Radar* / Miller R., Bradford J., Holliger K. / *Geophysical Developments*. No.15. Tulsa: SEG. 2010. ISBN 978-1-56080-224-2.
2. *Основы геофизических методов: учебник для вузов* / В.К. Хмелевской, В.И. Костицын; Перм. ун-т. – Пермь, 2010. – 400 с.
3. Санфиоров И.А., Ярославцев А.Г., Жикин А.А., Глебов С.В., Герасимова И.Ю. *О перспективах малоглубинной сейсморазведки 3D на Верхнекамском месторождении солей* // *Геофизика*. 2015. № 5. С. 6-11.
4. Спасский Б.А. *Сейсмостратиграфия: учеб.-метод. пособие* / Б.А. Спасский, И.Ю. Герасимова. – Пермь: Изд-во ПГУ, 2007. – 245 с.: ил.

КИСЛОТНО-ПЕРФОРАЦИОННЫЙ РАЗРЫВ ПЛАСТА

К.А. Вдовкин, Т.Т. Шапагат

Карагандинский государственный технический университет, магистранты 1 года обучения,
applebulla@gmail.com, shapagat.tolkyn@gmail.com

Научный руководитель: к.т.н., доцент Садчиков А.В.

Аннотация: В данной статье рассмотрены способы интенсификации нефтеотдачи пластов. Проанализированы преимущества и недостатки современных методов химической обработки пласта и метода перфорации с применением термогазокумулятивного воздействия. Выявлена и обоснована необходимость совместного использования этих методов. Автором предлагается объединить два технологических процесса и представить новый технологический процесс, который позволит объединить преимущества обеих технологий.

Ключевые слова: перфорация, увеличение нефтеотдачи, кислотная обработка, вторичное вскрытие пластов, сваблирование, прискважинная зона, кумулятивный заряд.

ACID-PERFORATIVE FRACTURING

K.A. Vdovkin, T.T. Shapagat

Karaganda State Technical University, 1st year Master's Degree Students, applebulla@gmail.com,
shapagat.tolkyn@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Engineering Sciences, Professor A.V. Sadchikov.

Abstract: In this article ways of an intensification of oil recovery of layers are considered. Advantages and shortcomings of the modern methods of a chemical treatment of layer and a method of perforation with application of thermogas-cumulative influence are analysed. Need of sharing of these methods is revealed and proved. The author offers to unite two technological processes and to present new technological process which will allow to unite advantages of both technologies.

Keywords: perforation, enhanced oil recovery, acid treatment, secondary opening of layers, swabbing, near-well region, cumulative charge.

После проведения бурения и вскрытия продуктивных пластов начинается процесс освоения скважины, то есть комплекс операций по вызову притока пластового флюида из продуктивных горизонтов. На первое место встает вопрос интенсификации нефтеотдачи пластов.

В нефтепромысловой практике хорошо известны методы интенсификации глубоко проникающей перфорации с применением термогазокумулятивного воздействия (перфорации с созданием трещин до 4 метров). Данные методы в последнее время зарекомендовали себя и нашли широкое применение при первичном и вторичном вскрытии пластов. Однако у этого метода интенсификации имеются определенные недостатки. При создании депрессии более 30 Мпа происходит схлопывание микротрещин под воздействием горного давления и смещения частиц горной породы, что приводит к снижению проницаемости горных пород [1].

Другим способом увеличения продуктивности скважин являются методы химической обработки пласта, позволяющие увеличить коэффициент продуктивности за счет растворения части скелета пласта и образования каналов дренирования нефти. У методов химической обработки пласта также имеются определенные недостатки. При закачке химических реагентов в пласт, в первую очередь прорабатываются наиболее проницаемые пропласты, и таким образом в процесс эксплуатации не вовлекаются менее проницаемые, что в свою очередь приводит к неполной выработке коллектора [2].

На практике стоит применить комплексный подход к решению вышеперечисленных проблем, объединив два технологических процесса, и представить новый технологический процесс, позволяющий значительно увеличить возможности обеих технологий. Сущность заключается в проведении глубоко проникающей перфорации с одновременной закачкой химических реагентов в пласт, с целью проработки и закрепления созданных трещин в пласте, что приводит к значительному увеличению притока пластового флюида в скважину.

Кислотно-перфорационный разрыв пласта состоит из 3 стадий:

1. Перфорация-реперфорация продуктивного интервала

В скважину на колонне НКТ в зависимости от мощности обрабатываемого пласта спускается аппарат комплексного воздействия необходимой длины. Внутреннее наполнение аппарата представляет собой каркас, снаряженный кумулятивными и газогенерирующими зарядами. Наружная часть корпуса перфоратора, в зависимости от результатов программного моделирования дизайна обработки, также может быть оснащена газогенерирующей оболочкой. Аппарат приводится в действие с помощью гидромеханической иницирующей головки путем повышения давления в колонне НКТ до заданного значения, либо сбрасыванием ударной штанги с устья скважины [3]. Глубина пробития в зависимости от мощности и веса взрывчатого вещества кумулятивного заряда может достигать 1600 мм.

2. Термо-газовое воздействие

После вскрытия пласта кумулятивной перфорацией, которая в свою очередь приводит в действие газогенерирующие внутренние и наружные заряды практически сразу создается нагружение коллектора давлением разрыва непосредственно в каналы перфорации.

Давление поднимает столб жидкости в скважине. После прихода отраженного от поверхности скважинной жидкости импульса, давление в зоне обработки становится меньше гидростатического и продукты реакций с песчано-глинистыми частицами удаляются из трещин коллектора. Длительность таких циклов «депрессия-репрессия» составляет примерно 101–102 с, что способствует очистке прискважинной зоны пласта с одновременным созданием протяженных каналов в коллекторе, а также эффективно улучшает гидродинамическую связь скважины с пластом в широком диапазоне значений пористости и проницаемости.

3. Кислотная обработка с последующим извлечением продуктов реакции

После спада давления разрыва, происходит сброс давления в колонне НКТ заполненной активным реагентом. В пласт начинает поступать реагент, заполняя образовавшиеся трещины. Одновременно на устье скважины включается в работу насосный агрегат, продавливающий расчетный объем приготовленного состава. После заполнения объема трещин происходит дальнейшая закачка реагента для воздействия на удаленную зону пласта [4].

Реагирование происходит в течение 6-12 часов в зависимости от концентрации активного вещества, приемистости и скорости закачки.

По окончании указанного времени, происходит извлечение продуктов реакции из пласта. Это операция является обязательной. Она позволяет очистить образовавшиеся трещины от вторичных осадков и очистить каналы фильтрации.

Таким образом, благодаря комбинированию метода перфорации с применением термогазокумулятивного воздействия и методов химической обработки пласта можно добиться ликвидации недостатков обоих методов и расширить возможности этих методов.

Литература

1. Иванов С.И. Интенсификация притока нефти и газа к скважинам. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. 565 с.
2. Байков Н.М. Новые технологии кислотных обработок продуктивных пластов // Нефтяное хозяйство. 2003. №3. С. 114.
3. Маскет М. Физические основы технологии добычи нефти. М.: Институт компьютерных исследований, 2004. 609 с.
4. Федоров Ю.В. Повышение эффективности технологии кислотного гидравлического разрыва пласта // Нефтепромысловое дело. 2010. №11. С. 39.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

М.Д. Вершинина

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
mary.vershinina2010@yandex.ru

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Колесников В.П.

Аннотация: В статье исследуются возможности применения классических методов интерпретации результатов съемки 2D - электротомографии. Получены результаты количественной интерпретации, проведенные по системе программ «ЗОНД», которые позволили более отчетливо выделить аномальные зоны с оценкой глубины залегания.

Ключевые слова: 2D-электротомография, вертикальные электрические зондирования, интерпретация, электроразведка.

STUDY OPPORTUNITIES OF MODERN TECHNIQUES ELECTRICAL SOUNDING THE EXAMPLE OF SOLVING ARHEOLOGICAL PROBLEMS

M.D. Vershinina

Perm State University, 4th year Student, mary.vershinina2010@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Engineering Sciences, Professor V.P. Kolesnikov.

Abstract: Study the possibility of using classical methods of interpreting the results of 2D shooting - electrical tomography. The results of quantitative interpretation obtained by the "ZOND" program system, which made it possible to more clearly distinguish the anomalous zones with an estimate of the depth of occurrence.

Keywords: 2D-electrical tomography, vertical electrical sounding, interpretation, electrical prospecting.

Электроразведка является одним из базовых методов геофизики. Этот метод успешно применяется при решении широкого круга задач, связанных как с поисками и разведкой месторождений многих полезных ископаемых, так и с проведением различного рода инженерно-геологических, гидрогеологических, экологических, археологических и других видов изысканий.

Благодаря несложности приемов наблюдения, низкой себестоимости и экологичности полевых работ, постоянному совершенствованию приемов и методов интерпретации, сфера применимости метода непрерывно расширяется.

Одним из таких методов является 2D электротомография, которая отличается повышенной оперативностью съемки. Метод успешно используется в последние годы при проведении малоглубинных исследований.

Целью работы являлось исследование возможности применения классических методов интерпретации результатов съемки 2D - электротомографии.

Сущность методов электрического зондирования заключается в исследовании геологического разреза по вертикальной плоскости путем измерения элементов поля на земной поверхности в одной точке при возрастающей глубине проникновения электрического тока в землю. Измерения могут проводиться на суше, в море, в воздухе, скважинах, шахтах и горных выработках.

Для изучения геоэлектрических разрезов, значительно отличающихся от горизонтально-слоистых, применение электротомографии является необходимым условием для надежной интерпретации. Такое сложное строение обычно характерно для рудных зон и зон тектонических нарушений, оползней, насыпных и искусственных грунтов в зонах городской застройки, многолетнемерзлых пород, при крутом падении слоев и при наличии карста.

Электротомография (ЭТ) - это раздел электроразведки методом сопротивления и вызванной поляризации, относящийся к технологии электрических зондирований и включающий в себя методику полевых наблюдений, алгоритмы обработки и интерпретации полевых данных, направленные на получение моделей среды, имеющих двумерное строение. Ее особенностью является многократное использование в качестве питающих и измерительных одних и тех же электродов, установленных на профиле наблюдений. Это приводит к уменьшению общего числа рабочих положений электродов при существенном увеличении плотности измерений по сравнению с обычным методом вертикальных электрических зондирований. Такой подход позволяет, с одной стороны, работать с современной высокопроизводительной аппаратурой, используя электроразведочные косы, а, с другой стороны, применять эффективные алгоритмы моделирования электрического поля и инверсии. Интерпретацию данных электротомографии проводят в рамках двумерных и трехмерных моделей.

Программное обеспечение метода электротомографии сильно отличается от обычных, классических ВЭЗ технологией выбраковки и обработки сигналов, их представления и интерпретации, направленной на получение двумерного геоэлектрического разреза. При этом в основе алгоритма инверсии полевых данных лежит произвольная двумерная модель, которая автоматически подбирается в процессе интерпретации [1,2].

Качественная интерпретация широко используется на практике при истолковании результатов электрического зондирования. Суть ее заключается в получении начального представления о пространственном изменении электрических свойств исследуемой среды непосредственно по результатам полевых наблюдений.

В основе качественной интерпретации лежат два основных положения, вытекающих из теории электрического зондирования – зависимость эффективной глубины проникновения электрического тока от разности измерительной установки и связь характера поведения кривой зондирования с изменением истинных электрических сопротивлений пород с глубиной.

Количественная интерпретация является одним из сложнейших этапов истолкования электроразведочных материалов. В общем случае она включает два основных этапа – физическую интерпретацию, в результате которой определяются численные значения физических параметров модели среды, и геологическую, осуществляющую переход от физических параметров к геологическим характеристикам разреза.

Существующие способы решения обратной задачи можно условно разделить на способы, реализующие метод подбора, прямые численные методы и, так называемые, эвристические способы, использующие те или иные эмпирические зависимости между наблюдаемыми данными и параметрами среды [3].

Целью проведения съемки по методике 2D-электротомографии было обнаружение захоронения Пермского и Кунгурского Архиепископа Андроника (Никольского), погибшего в 1918 году. Исследуемый участок расположен в южной части г. Перми, в районе МАОУ СОШ №94 (ул. Героев Хасана, 117), вблизи которой расположен памятный крест. Схема участка представлена на рисунке 1.

Основным признаком наличия искомого объекта служило присутствие зоны пониженных сопротивлений в интервале глубин 1.5 – 2.0 метра. Исходя из этого критерия, была проведена качественная и количественная интерпретация, которая проводилась по системе наблюдений, состоящей из шести субпараллельных профилей, включающих от 32 до 47 пикетов.

Исходя из условия, что качественная интерпретация дает лишь начальное представление об электрических свойствах среды, с целью определения истинных электрических сопротивлений была проведена количественная интерпретация. Результаты количественной интерпретации (рис.2) позволили более отчетливо выделить аномальные зоны с оценкой глубины залегания.

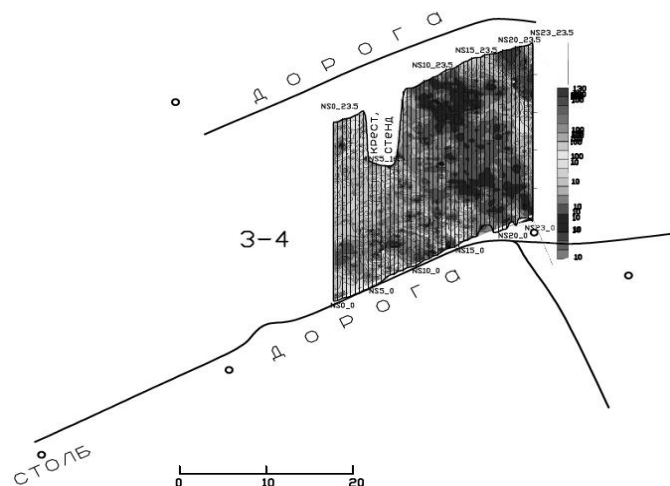


Рис. 1. Схема участка электротомографической съемки.

В итоге комплексного анализа исходных материалов было выделено порядка семи потенциальных участков наличия искомого объекта. Полученные результаты требуют дополнительной проверки с использованием физико-механических методов исследования.

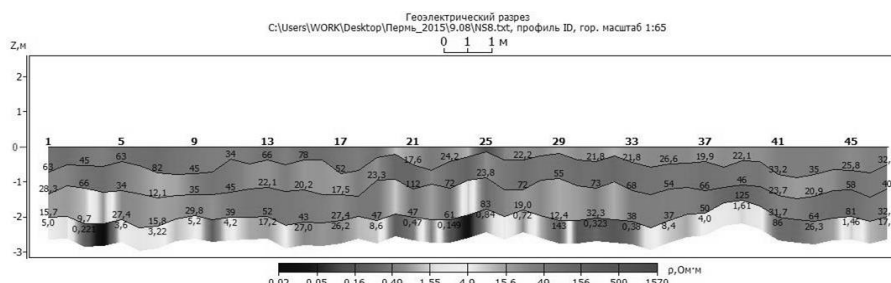


Рис. 2. Геозэлектрический разрез по профилю 9.

Литература

1. Бобачев А.А., Модин И.Н. Электротомография со стандартными электроразведочными комплексами. // Разведка и охрана недр. 2008, №1. С. 43-47.
2. Бобачев А.А., Яковлев А.Г., Яковлев Д.В. Электротомография - высокоразрешающая электроразведка на постоянном токе. // Инженерная геология, сентябрь 2007. С. 31-35.
3. Колесников В.П. Основы интерпретации электрических зондирований. – М: Научный мир, 2007. – 248 с.

ПРОГНОЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНВЕРСИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ САНДИВЕЙСКОЙ СТРУКТУРЫ ХОРЕЙВЕРСКОЙ ВПАДИНЫ

Н.Э. Диброва

Кубанский государственный университет, студент 5 курса, nikitadibrova@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Курочкин А.Г.

Аннотация: Статья посвящена вопросам использования инверсионных преобразований для Сандивейской структуры Хорейверской впадины. Определены условия и требования к исходному материалу и направление эффективного использования инверсионных преобразований.

Ключевые слова: неантиклинальные ловушки, коллектор, инверсионные преобразования, пористость, коэффициент отражения.

FORECAST OF USE OF INVERSE TRANSFORMATIONS FOR THE SANDIVEYSKAYA STRUCTURE OF THE KHOREYVERSKAYA DEPRESSION

N.E. Dibrova

Kuban State University, 5th year Student, nikitadibrova@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader A.G. Kurochkin.

Abstract: The article is devoted to the use of inversion transformation for Sandiveyskoy structure Khoreyverskaya depression. Defined the conditions and requirements for the source material and the direction of the effective use of the inversion transformation.

Keywords: non-anticline trap collector inversion conversion porosity reflectance.

Объект исследования расположен в пределах Хорейверской впадины – отрицательной геотектонической структуры I порядка Печорской плиты [1]. Влияние древнего погребённого Большеземельского палеосвода во многом предопределило значительное количество ловушек различного типа, в его пределах большое развитие получили рифовые постройки, барьерные рифы и другие органогенные образования, с которыми связаны высокоёмкие ловушки углеводородов (УВ).

В южной части Хорейверской впадины нефтегазоносность имеет широкий возрастной интервал от ордовик-силурийских до нижнепермских карбонатных отложений включительно, основные нефтегазоносные комплексы карбонатного состава приурочены к: средне ордовикско-нижнедевонским; доманиково-турнейским; верхневизейско-артинским отложениям.

К сожалению, в пределах Сандивейского месторождения залежей в нижнем комплексе (НГК) не выявлено, хотя нефтегазоносность этого интервала доказана на Баганском, Шор-Сандивейском, Ср-Макарихинском месторождениях

Необходимо отметить, что месторождения в Хорейверской впадине, в большинстве своём, открыты в период с 1970 по 1995 гг., с использованием 2-х мерных наблюдений МОГТ, с плотностью наблюдений недостаточной для детализации рифогенных объектов различного характера.

Переход к 3Д-МОГТ обеспечивает возможность поисков и разведки не только антиклинальных, но и неантиклинальных объектов различного типа с использованием технологии инверсионных преобразований. Однако, при постановке этих работ должны обеспечиваться высокие требования к исходному материалу в спектрально-динамическом отношении, а также с позиции эффективного подавления регулярных волн-помех и оптимизации инверсионных преобразований.

К сожалению, спектральный состав исходных данных, как правило, в том числе и для Сандивейского поднятия достаточно ограничен. Доминантная частота порядка 15 Гц. Ширина спектра не выходит за пределы 50-60 Гц, что при высокоскоростном характере целевого разреза является недостаточным.

Консервативность систем наблюдения, ориентированная на определённый интервал целевых отражений, не обеспечивает оптимальных условий выделения полезного сигнала в пределах всего разреза.

Представление о характере разреза и параметрах коллекторов даётся на примере одной из скважин данной площади (рис.1), на котором представлены (по материалам «НТЦ-Роснефть»). Для интервала карбонатного разреза, включая и верхнедевонский комплекс отложений, кривые АК наглядно отражают дифференцированность свойств разреза и характер смены палеоситуаций в разрезе.

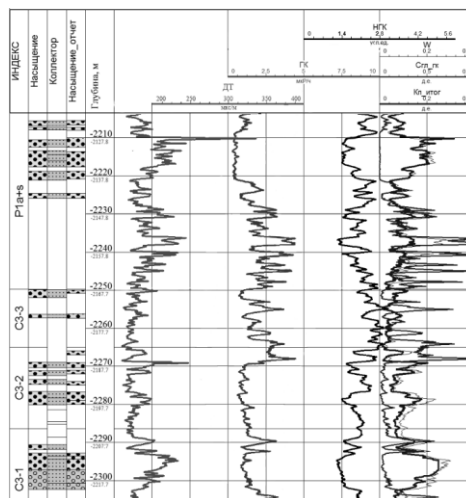


Рис. 1. Фрагмент данных ГИС по Сандивейской площади

Исходя из параметров коллекторов и вмещающих комплексов пород, проведены оценки характера изменения свойств карбонатных коллекторов в зависимости от пористости и насыщения, когда перекрывающая толща представлена плотными известняками и глинами для условий акустической модели при однородном насыщении. Проведены расчёты изменения скорости и плотности коллекторов в зависимости от пористости и соответствующих параметров для пластовой воды и нефти, что и позволяет оценивать особенности изменения коэффициентов отражения для реального диапазона изменения пористости и соответственно классифицировать их проявление в различных ситуациях.

Оптимизация условий для AVO-анализа и инверсионных преобразований для условий упругой модели дана через расчёты коэффициента отражения в аппроксимационном варианте Шуэ.

На рисунке 2 (а, б) приведены графики коэффициентов отражения в зависимости от угла уточняющие классификацию моделей, оптимальный диапазон углов для определения градиента коэффициента отражения в зависимости от угла, а также оптимальные интервалы удалений в расстановках МОГТ.

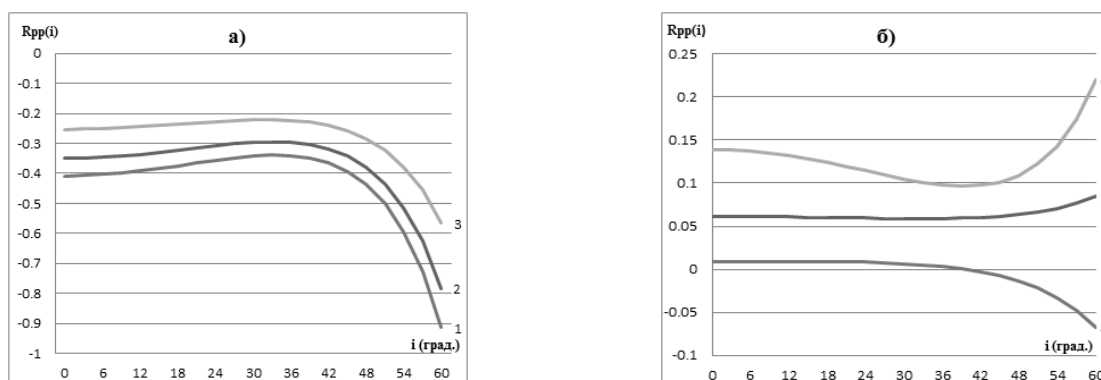


Рис. 2. Графики коэффициентов отражения от кровли коллекторов в зависимости от пористости и характера насыщения, когда покрывка представлена: а) плотными известняками ($K_p = 15\%$), а коллектор насыщен нефтью разной плотности (кривые 1, 2) или водой (кривая 3); б) глинами ($K_p = 10\%$), а коллектор насыщен нефтью разной плотности (кривые 4, 5) или водой (кривая 6)

Показано, что продуктивно насыщенные коллекторы характеризуются различными классами представления коэффициентов отражения от угла. Пределы угловых допущений по аппроксимационным уравнениям, как видно из графиков, ограничиваются 40 градусами. Максимальные удаления взрыв-прибор в расстановках МОГТ при реализации аппроксимационных уравнений будут меняться от 0 до 1.6 км для интервала карбон-нижнепермских отложений, увеличиваясь до 3.0-3.5 км на уровне ордовико-силурийских комплексов. Реализация инверсионных преобразований наблюдаемого поля в параметры модели среды является основным направлением в прогнозной оценке свойств геологического разреза в целом и выявляемых коллекторов и реализуется в вариантах акустической и упругой инверсии [2].

Очевидно, что основным вариантом является вариант упругой модели, обеспечивающий получение расширенной параметризации модели среды, включающей не только акустические, но и упруго-деформационные комплексные параметры (K, μ, E, λ, ν – коэффициент Пуассона, $\gamma - \nu_s/\nu_p$).

Получение комплексных параметров (γ и ν) позволяет перейти к оценке геодинамических параметров: горного давления, боковых напряжений, давлений гидроразрыва пласта и других [2]. Однако, для эффективного использования инверсионных преобразований необходимо в целевых интервалах разреза использование полноволнового акустического каротажа с получением параметров упругой модели среды, чего на сегодняшний день для данного района практически нет.

Литература

1. Каламкаргов Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран., М.: «Нефть и газ», РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. 570 с.
2. Курочкин А.Г., Борисенко Ю.Д., Калайдина Г.В. Изучение упругих и геодинамических свойств геологического разреза с применением технологий «ПЕТРОСЕЙС» // Геология, Геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ОАО «ВНИИОИГ» №8, 2012. С. 33-39.

РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР РЛП–12Т ДЛЯ ГОРНЫХ И ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

О.С. Ефименко, С.А. Ефименко

ТОО «Корпорация Казахмыс», молодой ученый, serg_yef@mail.ru

А.Д. Маусымбаева

Карагандинский государственный технический университет, aliya_maussym@mail.ru

Научный руководитель: д.т.н., профессор Портнов В.С.

Аннотация: Разработан и всесторонне испытан в ПО «Жезказганцветмет» современный полевой EDXRF спектрометр РПП-12Т для опробования руд и продуктов их переработки. РПП-12 оснащен: SDD детектором; беспроводной схемой передачи сигнала, операционной системой Android (смартфон вместо блока обработки), GPS модулем, фотокамерой, системой самодиагностики. Обсуждены результаты испытаний РПП-12Т на стандартных образцах, разведочных скважин и вагонных пробах.

Ключевые слова: медное месторождение Жезказган, энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр, медь, серебро, смартфон.

X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETER RLP-12T FOR MINING AND MINERAL PROCESSING NONFERROUS METALLURGY ENTERPRISES

O.S. Yefimenko, S.A. Yefimenko

JCS «Kazakhmys Corporation», Young Researchers, serg_yef@mail.ru

A.D. Maussymbayeva

Karaganda State Technical University, aliya_maussym@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Engineering Sciences, Professor V.S. Portnov

Abstract: Developed and extensively tested in "Zhezkazgancvetmet" modern field EDXRF spectrometer PSC-12T for testing ores and their processing products. PSC-12 is equipped with: SDD detector; Wireless signal transmission scheme, the Android operating system (instead of the processing unit smartphone), GPS module, camera, self-diagnostic system. They discussed the results of tests the PSC-12T at the standard samples, core exploration wells and car samples.

Keywords: Zhezkazgan copper deposit, ED-XRF spectrometer, copper, silver, smartphone.

Обеспечение эффективного контроля за качеством руд и продуктов их переработки на предприятиях Горно-производственного и Обогачительно-производственного комплексов ТОО «Корпорация Казахмыс» – ПО «Жезказганцветмет» является одной из наиболее актуальных задач. Эта задача успешно решается с 1979 года с помощью полевых и лабораторных энергодисперсионных рентгенофлуоресцентных (EDXRF) спектрометров.

Требования производства к точности рентгенофлуоресцентного метода опробования и анализа сырья, к списку определяемых элементов, к количеству решаемых аналитических задач постоянно растут. И задача вновь созданного Управления инструментальной системы аналитического контроля Департамента контроля качества и инспектирования технологических процессов не только идти в ногу с этими требованиями, но и работать на опережение.

Цель данной работы состоит в расширении круга аналитических задач, решаемых на предприятиях ТОО «Корпорация Казахмыс» с помощью ядерно-геофизических технологий опробования и анализа руд. В частности, речь идет об определении содержания серебра в рудах (естественное залегание, отбитая горная масса, керн разведочных скважин, шлам эксплуатационно-разведочных скважин) и продуктах переработки руд. Задача очень сложная, так как размах содержаний серебра в объектах опробования и анализа находится в пределах $2 \div 25$ ppm. Для переносных EDXRF спектрометров задача усложняется необходимостью проведения анализа с относительно невысокими экспозициями измерения в каждой точке наблюдения.

В работе [1] подробно обсужден мировой рынок носимых EDXRF спектрометров. В ТОО «Корпорация Казахмыс» предпочтение отдается казахстанскому производителю EDXRF спектрометров – ТОО «Аспап Гео» [2,3], сотрудничество с которым было начато в 1996 году. У данной фирмы уровень математического, методического и программного обеспечения чрезвычайно высок. Также важно, что фирма обеспечивает запуск аппаратуры «под ключ», максимально адаптирует её к реальным производственным условиям эксплуатации, вещественному составу руд и продуктов их переработки, оперативно сопровождает свою аппаратуру в течение всего срока ее службы на предприятии.

С годами ужесточились требования безопасности при проведении рентгенорадиометрического опробования (РРО) руд и повысились требования к информативности и точности данных РРО (полный список требований изложен в работе [1]).

Под поставленную аналитическую задачу в ТОО «Аспап Гео» был разработан современный полевой EDXRF спектрометр РПП-12Т (рис.1). Его возможности во многом аналогичны возможностям носимого EDXRF спектрометра РПП-12 [1]. Используется кремниевый дрейфовый детектор (SDD) с коллиматором и рентгеновская трубка 50 кВ, 4 Вт (вместо радиоактивного источника плутоний-238). Этой новацией: значительно повысили точность РРО; расширили (до 34: Cu, Zn, Pb, Ag, Cd, As, Se, Ba, Fe, Mo, Mn, Ti, V, Cr, Co, K, Ca, Ni, Ga, Br, Rb, Sr, Zr, Y, In, Pd, Nb, Sn, Sb, Te, Bi, W, Th, U) список определяемых элементов; увеличили (до $4 - 5$ см²) площадь обзора поверхности объекта опробования. При работе на горизонтально залегающих залежах Жезказгана РРО может выполняться только на высоту горной выработки до 3.5 м.

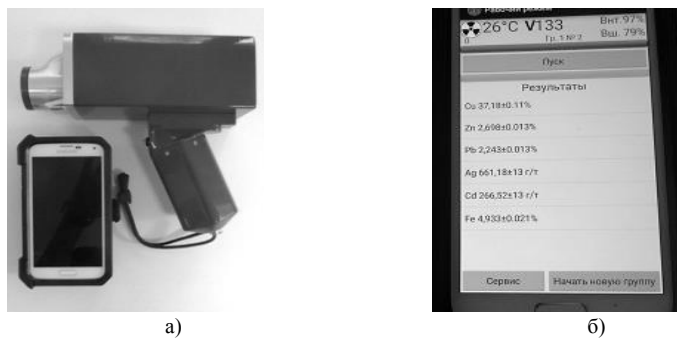


Рис. 1. Полевой EDXRF спектрометр РПП-12Т: а) Общий вид; б) Результаты РРО

На крутопадающих рудных телах, когда горная выработка или забой опробуется горизонтальными сечениями, на рудных складах, керне разведочных скважин и поисковых маршрутах с таким РПП–12Т может работать один специалист. Экспозиция измерения в одной точке – от 5 сек. Пределы обнаружения для большинства рудных элементов находятся в диапазоне от $n \cdot 10^{-4}\%$ до $n \cdot 10^{-3}\%$.



Рис. 2. Объекты испытаний спектрометра РПП–12Т: а) РРО керна скважин; б) РРО вагонных проб ОТК на ЖОФ–2

Спектрометр РПП–12Т был испытан на: карьере «Клубный», государственных стандартных образцах жезказганских руд и концентратов (ГСО), разведочных скважинах и на вагонных пробах ОТК, поступающих на жезказганскую обогатительную фабрику ЖОФ–2 (рис.2, табл. 1-3).

Таблица 1

Результаты апробации РПП–12Т на ГСО						
Номер ГСО	Метод анализа	Содержание элементов, % (* – ppm)				
		Cu	Pb	Zn	Ag*	Cd*
2887	РПП–12Т	0.537	0.0356	0.0121	8.6	6.9
	х/а	0.55	0.037	0.011	9.3	не атт.
2888	РПП–12Т	1.533	0.1019	0.0243	24.6	7.1
	х/а	1.55	0.103	0.023	25.9	не атт.
2889	РПП–12Т	3.149	1.8866	0.7861	34.9	70.2
	х/а	3.16	1.90	0.80	35.0	71.0
2891	РПП–12Т	40.312	2.2430	2.8689	701.48	286.52
	х/а	40.40	2.25	2.89	707.7	290.0

Выводы. В результате совместных исследований, методических и аппаратных разработок с ТОО «Аспап Гео», ТОО «Корпорация Казахмыс» получила универсальный EDXRF спектрометр, способный определять рентгенофлуоресцентным методом содержания серебра в рудах и продуктах их технологической переработки. При этом спектрометр устойчиво работает и в диапазоне низких содержаний серебра ($2 \div 25$ ppm). Одновременно с серебром определяются содержания еще 33 элементов. В результате, область применения ядерно–геофизических технологий на предприятиях ПО «Жезказганцветмет» существенно расширена.

Таблица 2

Результаты апробации РПП–12Т на керне разведочных скважин									
№№ п/п	Интервал керна, м			Содержание элементов, % (* – ppm)					
	от	до	длина	Cu		Ag*		Cd*	
				х/а	РПП	х/а	РПП	х/а	РПП
1	131.5	132.5	1.0	0.93	0.898	50.7	48.7	0.003	0.0033
2	135.5	136.5	1.0	0.50	0.483	20.8	17.4	0.004	0.0033
3	136.5	137.5	1.0	0.46	0.432	21.3	19.0	0.004	0.0036
4	137.5	138.5	1.0	0.43	0.439	16.8	15.7	0.004	0.0038
5	138.5	139.5	1.0	0.34	0.316	17.8	19.5	0.005	0.0038
6	139.5	140.5	1.0	0.22	0.231	6.1	6.1	0.005	0.0041
7	140.5	141.5	1.0	0.42	0.418	22.6	24.8	0.005	0.0042
8	141.5	142.5	1.0	0.54	0.579	20.7	23.7	0.005	0.0064
9	142.5	143.5	1.0	0.44	0.449	24.6	25.1	0.004	0.0037
10	143.5	144.5	1.0	0.20	0.204	6.8	5.9	0.004	0.0034
Среднее			10.0	0.448	0.445	20.82	20.59	0.0043	0.0040

Таблица 3

Результаты апробации РПП–12Т на вагонных пробах ОТК							
Номер состава	Метод анализа	Содержание элементов, % (* – ppm)					
		Cu	Pb	Zn	Ag*	Cd*	Fe
1 (35 точек)	РПП–12Т	1.653	0.0015	0.0135	14.8	3.7	2.48
	х/а	1.69	0	0.01	15.3	3.3	2.44
2 (40 точек)	РПП–12Т	0.883	0.0373	0.0237	7.0	5.7	2.58
	х/а	0.86	0.04	0.02	6.6	5.5	2.60

Литература

1. Ефименко О.С., Диханов Н.Е., Ефименко С.А. Рентгенофлуоресцентный спектрометр для разведочных и добычных работ // *Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам IX Междунар. Науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых) в 2 т. : Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2016. – Т. 1. С. 273 – 277.*
2. Ефименко О.С., Диханов Е.Н., Ефименко С.А. Рентгенорадиометрическое опробование руд на шахтах ТОО «Корпорация Казахмыс» с помощью спектрометров РПП – 12 // *Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXVI Всероссийской молодежной конференции (г. Иркутск, 20–25 апреля 2015 г.). – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2015. С. 72–73.*
3. Yefimenko S, Yefimenko O, Makarov D. Environmental nuclear-geophysical ore monitoring in mines of Corporation Kazakhmys PLC // *Journal of Environmental Science and Health, Part A. 2014. V. 49. N 10. P. 1163–1170.*

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ МЕТОДОВ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ПОДРАБОТАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

А.А. Жикин, И.Ю. Герасимова, А.В. Чугаев

ГИ УрО РАН, Пермский государственный национальный исследовательский университет, инженер alexzhikin@gmail.com, к.г.-м.н., gerasimova@mi-perm.ru, к.т.н., chugaev@mi-perm.ru

Аннотация: В статье представлена технология проведения режимных сейсмоакустических исследований, направленных на изучение различных типов и классов волн, позволяющих с большей долей вероятности обнаружить и локализовать различные аномальные зоны в подработанном массиве. Организация данной технологии основана на оригинальных подходах к регистрации, обработке и интерпретации данных малоглубинной сейсморазведки в районах с высоким уровнем техногенных помех.

Ключевые слова: малоглубинная сейсморазведка, многоволновые исследования.

INTEGRATION OF SEISMIC METHODS IN MONITORING OF THE UNDERMINING TERRITORY

A.A. Zhikin, I.U. Gerasimova, A.V. Chugaev

Mining Institute of the Ural Branch of the RAS, Perm State University, engineer, alexzhikin@gmail.com, Candidate of Geology and Mineralogy, gerasimova@mi-perm.ru, Candidate of Engineering Sciences, chugaev@mi-perm.ru

Abstract: The article presents the technology of seismic monitoring investigations designed to research various types and classes of waves that provides an opportunity to detect and locate anomalous zones on the undermining territory. The organization of this technology is based on an original approach of registration, processing and interpretation of shallow seismic data in areas with high level of industrial noise.

Keywords: shallow seismic, multi-wave research.

В последние годы в России и за рубежом в практику инженерно-геологических изысканий активно внедряются сейсморазведочные наблюдения 2D по методике общей глубинной точки (МОГТ) с применением отраженных волн по методике многократных перекрытий (ММП). Основными ее преимуществами на современном этапе являются: возможность квазинепрерывного скоростного анализа и управляемое за счет выбора кратности отношение сигнал/помеха. Накапливание сейсмических сигналов по ОГТ представляется минимально необходимым условием при проведении сейсморазведочных исследований в условиях градопромышленных агломераций, где уровень случайных помех сравним с полезным сигналом, а площади исследований, как правило, ограничены инфраструктурными объектами [1].

Кроме того, традиционно в инженерной сейсморазведке применяется метод преломленных волн (МПВ), отличающийся простотой определения граничных скоростей и оперативностью обработки. Основные объемы работ выполняются для обслуживания метода отраженных волн (МОВ): определение априорных статических поправок и скоростей распространения упругих волн.

Приповерхностная часть разреза исследуется активно развивающимся методом поверхностных волн (MASW), который позволяет получать информацию о приконтурной части массива – для глубин сопоставимых с длиной поверхностной волны.

Среди контролируемых на территории г. Березники различных потенциально-опасных участков, опираясь на предварительные мониторинговые исследования (геодезические, сейсмологические,

геохимические и гидрогеологические), выделяются зоны активного развития негативных деформационных процессов в подработанном массиве. В пределах данных зон проводятся режимные сейсморазведочные наблюдения с различной периодичностью.

Для примера выбран участок, на котором производилось комплексирование различных видов сейсморазведочных исследований на базе единой системы наблюдения с использованием технологий невзрывной сейсморазведки высокого разрешения. Система наблюдений имела следующие параметры: расстояние между пунктами приема и пунктами возбуждения $\Delta X_{пп} = \Delta X_{пв} = 8$ м, длина записи – 1500 дискрет, шаг дискретизации – 0.5 мс, канальность сейсмостанции – 64 активных канала. Возбуждение упругих волн осуществлялось ударным источником, регистрация проводилась с использованием телеметрической системы сбора сейсморазведочных данных «IS-128».

Параметры системы наблюдения выбирались с учетом приоритета методики ОГТ, имеющую наибольшую информативность. Цифровая обработка данных представляла собой последовательное применение процедур обработки сигнала. Итоговый результат цифровой обработки данных сейсморазведки – конечный суммарный временной разрез ОГТ (рис.1), дающий представление о геологическом строении массива. По итоговым данным проводится скоростной анализ и осуществляется расчет скоростной характеристики разреза, которая вместе с динамическим временным разрезом и разрезом комплексного параметра составляет базу этапа интерпретации.

Комплексирование сейсморазведочных методов на базе единой системы наблюдения позволяет привлекать дополнительную информацию о строении приповерхностной части разреза на основе преломленных и поверхностных волн.

Для обработки данных МПВ применяется способ нагоняющих годографов. В результате строятся графики распределения средних и кажущихся скоростей по разрезу, определяется положение преломляющих границ. Анализируя данные режимных наблюдений, появляется возможность оценивать развитие деструктивных процессов в приповерхностной части разреза.

В настоящее время для более детального исследования приконтурной части массива привлекается метод поверхностных волн. Глубинность исследования данным методом сопоставима с длиной поверхностных волн, регистрируемых на сейсмограммах ММП и несущих информацию о самых верхних слоях пород. В отличие от преломленных волн, поверхностные более информативны в случае наличия резких скоростных неоднородностей. После начальной редакции для каждой сейсмограммы строится частотно-временное распределение, с которого снимается дисперсионная кривая. Методом итерационного подбора определяется модель среды, которая относится к середине интервала, на котором регистрируется поверхностная волна. Полученные наборы таких моделей на каждом этапе мониторинговых наблюдений пересчитываются в скоростные разрезы. Оценка изменений скоростных характеристик разреза позволяет прогнозировать ослабление физико-механических свойств приповерхностной части массива.

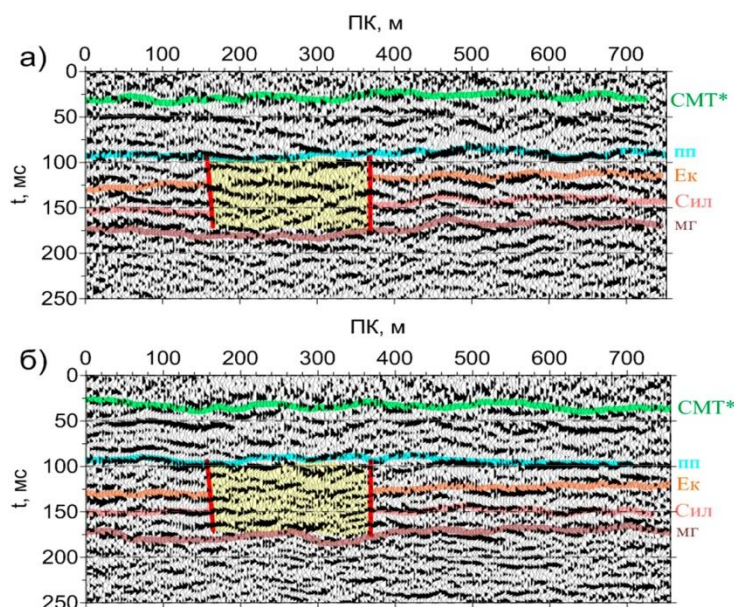


Рис. 1. Временные разрезы с прослеженными отражающими границами и выделенной аномалией волнового поля по результатам исследований 2014 года; а) июльский этап исследований; б) августовский этап исследований

Итоговым результатом обработки данных сейсморазведки ММП является комплексный сейсмогеологический разрез, основанный на анализе независимых количественных характеристик различных волновых полей (частота, скоростные характеристики, амплитуда, отношение сигнал/помеха), регистрируемых на базе единой системы наблюдения. Подобные результаты при мониторинге месторождений полезных ископаемых позволяют оценить влияние глубинных изменений напряженно-деформированного состояния породного массива на инженерно-активную зону, повысить информативность режимных наблюдений и

прогнозировать изменения физических и механических параметров верхней части разреза для обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №16-45-590050-р_а-05).

Литература

1. Ярославцев А.Г., Никифорова А.И., Жикин А.А., Байбакова Т.В. Место и роль инженерных сейсморазведочных исследований в системе обеспечения безопасности подземной разработки месторождения водорастворимого полезного ископаемого // Проблемы безопасности и эффективности освоения георесурсов в современных условиях: материалы научно-практической конференции, посвященной 25-летию Горного института УрО РАН. Пермь, ГИ УрО РАН, 2014. С. 412.

ПРИМЕНЕНИЕ ШАХТНОЙ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОДОЗАЩИТНОЙ ТОЛЩИ НА ВЕРХНЕКАМСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ СОЛЕЙ

А.Е. Захаров

Пермский государственный национальный исследовательский университет, аспирант 1 года обучения, terrazah73@mail.ru

Научный руководитель: д.т.н., профессор Колесников В.П.

Аннотация: Рассмотрены информационные возможности шахтной электрометрии по изучению водозащитной толщи на рудниках Верхнекамского месторождения солей, на основе анализа материалов с учётом особенностей распространения электрических полей.

Ключевые слова: электрометрия, водозащитная толща.

USAGE OF ELECTROMETRY DURING INVESTIGATION OF THE WATERPROOF LAYER ON THE UPPER KAMA POTASH DEPOSITS IN MINE TERMS

A.E. Zaharov

Perm State University, 1st year Post-graduate Student, terrazah73@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Engineering Sciences, Professor V.P. Kolesnikov

Abstract: The informative possibilities of electrometry in mines conditions on study of the waterproof layer at mines of upper Kama potash deposits, on the basis of analysis of the materials taking into account features of distribution of the electrical fields.

Keywords: electrometry, waterproof layer.

Верхнекамское месторождение калийных солей (ВКМКС) расположено на северо-востоке Пермского края, является единственной и уникальной сырьевой базой калийной промышленности современной России. Калийное месторождение располагается внутри контура соляной залежи. Особенностью Верхнекамского месторождения является безводность соляных отложений и обильная обводненность пород, вмещающих соляную залежь. На контакте с каменной солью располагается рассольный горизонт.

В рамках обеспечения безопасности горных работ и охраны недр геофизические исследования направлены на предотвращение водопроявлений на калийных рудниках, вызванные геологическими особенностями строения подработанного массива, вследствие нарушения водонепроницаемости ВЗТ (водозащитной толщи) под влиянием горных работ.

Благодаря высокой чувствительности электропроводности солей к их влагосодержанию, а также существенному влиянию минерализации подземных вод на результаты измерений методы электроразведки являются ведущими при выделении участков повышенной обводненности соляных пород, выявлении линз рассолов в около штрековом пространстве и возможных путей их миграции [1].

После аварии на БКПРУ-3 в 1986 году, вследствие нарушения водозащитной толщи и проникновение подземных вод в шахту, приведшее к значительным потерям природных запасов, для повышения информативности о свойствах и строении геологической среды месторождения было принято решение о проведении электроразведочных работ в подземных условиях.

Сравнительная однородность по составу горных пород нижнего полупространства, представленного подстилающей каменной солью, обеспечивает влияние в виде фоновой составляющей поля и относительно высокое сопротивление подстилающей каменной соли, во много раз превышающим среднее продольное сопротивление пород верхнего полупространства. Это указывает на то, что коэффициент пропускания тока в верхнее полупространство в данном случае почти на порядок выше, чем в нижнее. Все это во многом объясняет преобладающее направление электроразведочных работ и позволяет судить об электрических сопротивлениях основных пачек соляных пород слагающих ВЗТ.

В настоящее время, учитывая многочисленные факторы, влияющие на однозначность результатов, методы электрометрии, применяемые на рудниках ВКМКС, носят рекогносцировочный характер. Заключение о состоянии ВЗТ делается на основе материалов качественной интерпретации, выявленные аномальные зоны изучаются сейсморазведочными методами.

Возможности применения электроразведочных исследований базируются на распространении плотности токовых линий, которая обусловлена как естественными геологическими, так и техногенными причинами. Участки обводнённых пород, отражаются в электромагнитном поле локальными низкоомными аномалиями, в свою очередь высокоомные аномалии характерны для участков трещиноватых пород, заполненных газами. Такие участки имеют ослабленные физико-механические свойства и при подработке, испытывая давление вышележащего массива, разрушаются в первую очередь.

В качестве примера приведены результаты электроразведочных работ, выполненных на Втором Березниковском руднике, в пределах шахтного поля которого был выделен Зырянский региональный сдвиг. Объект прогнозируется по ряду признаков: наличию вязких разрывов, участков минералообразования в продуктивных пластах, многочисленные признаки тектонической «переработки» в породах ВЗТ субвертикальной направленности выявлены по разрезам скважин.

Исследования проводились по трём параллельным профилям в юго-восточной части шахтного поля (2011 г.), разбитые поперёк оси предполагаемого регионального сдвига. Зондирование выполнялось по методике профилирования трёхэлектродной установкой AMN, В ∞ , размеры измерительной установки 100 м, 200 м, 300 м, прямыми и обратными наблюдениями. На разрезах кажущихся сопротивлений, полученные в результате обработки полевых данных с помощью пакета программ «Зонд 2», выделяются аномальные зоны с интенсивным изменением кажущихся сопротивлений, окружённые участками с пониженными фоновыми значениями.

Для изучения динамики изменения кажущегося сопротивления были построены кривые комбинированного профилирования (AMN-MNA) для различных установок, с целью сопоставления искомых величин относительно поверхности наблюдения. На всех графиках было выявлено пересечение кривых, что обусловлено уменьшением ρ_k относительно опорного горизонта, вследствие уменьшения плотностей тока. Понижение плотности тока возможно при наличии в среде объекта с пониженным сопротивлением относительно вмещающих пород, в противном случае, обладающий высоким сопротивлением объект приводит к увеличению плотности тока, и как следствие, увеличение сопротивления.

Области между кривыми на комбинированных графиках рядом с характерной точкой пересечения различны по размерам, обусловленные распределением плотности тока, отражают наклонный характер объекта [2]. Ширина выявленной аномальной зоны значительно меньше величин измерительной установки, что говорит о небольшой протяжённости объекта.

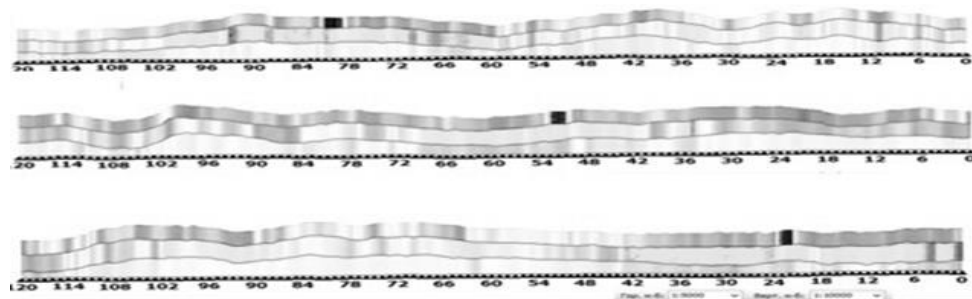


Рис. Геоэлектрические разрезы: 1) профиль 156; 2) профиль 149; 3) профиль 162 (сверху вниз)

В итоге изучения материалов качественной интерпретации, на этапе количественной оценки была получена геоэлектрическая модель среды (рис.), характеризующая особенности строения и физического состояния пород в интервалах глубин залегания всех основных пачек калийных пород ВЗТ. Анализ результатов позволил уточнить сведения о геологических особенностях исследуемой территории, в частности выделены три опасных участка, связанные с изменением геологических условий и физического состояния пород в субвертикальном направлении.

Аномально выделенные участки по низким значениям электрического сопротивления стратиграфически приурочены к отложениям покровной каменной соли и нижней части соляно-мергельных отложений. Учитывая сходство признаков выделения аномальных областей, а также их пространственное положение, можно предположить, о том, что природа их возникновения связана с наличием Зырянского регионального сдвига.

Наличие динамической разнородности каменной соли, связано с перетирированием пород в областях разлома, с последующим появлением в горном пространстве разуплотнённых и трещиноватых зон, которые со временем из-за разницы давлений могут быть заполнены флюидом, что нашло отражение в результатах проведённых исследований.

Реализуя возможности современных методов интерпретации электромагнитных аномалий с использованием априорной геологической информации, можно успешно решать сложные геологические задачи, выделять участки повышенной опасности при отработке продуктивных пластов.

Литература

1. Колесников В.П. Основы интерпретации электрических зондирований. – М: Научный мир, 2007. – 248 с.
2. Справочник геофизика. Электроразведка. Том третий. Под редакцией докт. физико-математ. наук, проф. А. Г. Тархова. Москва: Гостоптехиздат – 1963.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПРИТОКА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ МЕТОДАМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

А.А. Захарова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 2 года обучения,
ZacharovaAnna0@gmail.com

О.Л. Сальникова

ПАО «ПЕРМНЕФТЕГЕОФИЗИКА», Главный геолог ЦОИ, Salnikovaol@pngf.com

Аннотация: В работе рассматриваются геофизические методы и их особенности для определения профиля притока при эксплуатации горизонтальных скважин.

Ключевые слова: профиль притока, горизонтальная скважина, термометрия, расходомерия.

DETERMINATION PROFILE FLOW OPERATION OF HORIZONTAL WELLS

A.A. Zaharova

Perm State University, 2nd year Master's Degree Student, ZacharovaAnna0@gmail.com

O.L. Salnikova

PAO «PERMNEFTEGEOFIZIKA», Chief geologist of information processing center, Salnikovaol@pngf.com

Abstract: The paper discusses the geophysical methods and their characteristics to determine the inflow profile during the operation of horizontal wells.

Keywords: inflow profile, horizontal wells, temperature measurement, flow measurement.

Определить границы интервалов притоков (профиль притока) в скважинах можно по методам термометрии (ТМ), термокондуктивной расходомерии (СТИ) и по замерам механической расходомерии (РГД).

По термометрии интервалы поступления жидкости в скважину отмечаются по изменению температуры относительно геотермической за счет дроссельного эффекта (обычно нижние интервалы) и эффекта калориметрического смешивания (верхние интервалы). Нижняя граница притока соответствует точке с максимальной крутизной участка повышения температуры. Верхняя граница притока соответствует точке нарушения монотонности повышения температуры при движении по кривой сверху вниз к кровле перфорированного пласта [1].

Определение интервалов поступления жидкости в скважинах с горизонтальным окончанием имеет ряд особенностей. Как правило, приток при первичном освоении горизонтальных скважин вызывают с помощью компрессора. При этом отмечается разнообразие термических эффектов, что осложняет интерпретацию. Особенности температурного поля в таких условиях определяются конвективным переносом, теплообменом, адиабатическим эффектом и смешиванием потоков в работающих интервалах. Также установлено, что на изменение температуры притока влияют протяженность горизонтального ствола скважины, сложность траектории и другое. На термогидродинамическом стенде в БашГУ установлено, что во время притока жидкости в зависимости от конфигурации участка горизонтального ствола отмечаются формирования потоков различного направления. Так на восходящих участках будет всегда отмечаться образование обратных вихревых потоков. Данный факт следует учитывать при определении интервалов поступления жидкости в скважинах с горизонтальным окончанием.

На рисунке 1 приведен пример определения профиля притока и разделения интервалов притока по составу поступающей жидкости при компрессорном освоении скважины Уньвинского месторождения.

Границы работающих интервалов определены по методу ТМ с учётом изменения забойного давления на различных этапах компрессорного освоения. Установлено, что источником высокого процента воды в продукции скважины является прорыв воды закачки по наиболее проницаемому участку. С учетом эффекта инверсии для нефти и воды удалось выявить интервалы горизонтального участка ствола скважины, через который в скважину поступает вода.

Следует отметить, что определение границ интервалов, отдающих нефть или воду, по данным методов состава некорректно, т.к. при изменении траектории или угла наклона ствола изменяются толщины фаз и даже направление движения каждой из фаз. Наблюдается эффект «растекания» границ. Так, в интервале 2105-2130 м отмечается изменение минерализации жидкости, связанное с поступлением воды из интервала 2098-2102 м и нефти с водой из интервала 2123-2136 м. По данным термометрии границы работающих интервалов определяются более четко [2].

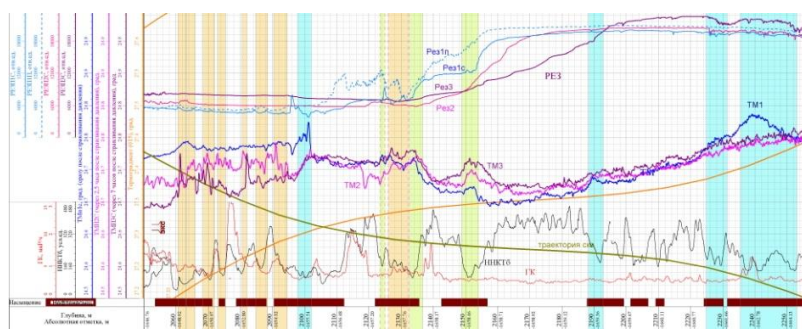


Рис. 1. Определение границ нефтеводопитока в УГС Уньвинского месторождения

При исследовании в условно горизонтальных скважинах использование метода СТИ для определения границ работающих интервалов возможно только в условиях однородного состава внутрискважинного флюида. В условиях же многофазного потока, при особенностях распределения нефти, воды и газа на восходящих и нисходящих участках горизонтального ствола, метод СТИ реагирует в большей степени на смену состава жидкости, чем на приток из пласта.

При определении профиля притока в условиях горизонтального ствола на месторождениях Пермского края количественно оценить интенсивность поступающего флюида зачастую не удастся из-за небольшого удельного дебита (до $25 \text{ м}^3/\text{сут}$) на большой протяженности интервалов перфорации или при исследованиях в открытом стволе. Методы расходомерии (механической) пакерной и беспакерной (РГД) чаще неработоспособны и не несут информации о работающих пластах. Только при больших дебитах более или менее однозначно можно рассчитать количественные параметры расхода.

При эксплуатации высокодебитных скважин (выше $80 \text{ м}^3/\text{сут}$) расходомерия становится одним из основных методов выделения интервалов притока, мест нарушений колонны. На рисунке 2 представлен пример геофизических исследований, проведенных при выводе притока при помощи компрессора. Дебит жидкости на момент исследования составил $136 \text{ м}^3/\text{сут}$. Датчики РГД четко зафиксировали интенсивность притока на различных участках горизонтального ствола. Определен также интервал нарушения в колонне, через который поступала жидкость. По причине интенсивного потока жидкости и её калориметрического смешивания данные термометрии не выразительны (синий цвет - кривые 2), кроме кривой отражающей прием жидкости в процессе работы компрессора при $\text{Рзаб} > \text{Рпл}$ (зелёный цвет - кривая 1).

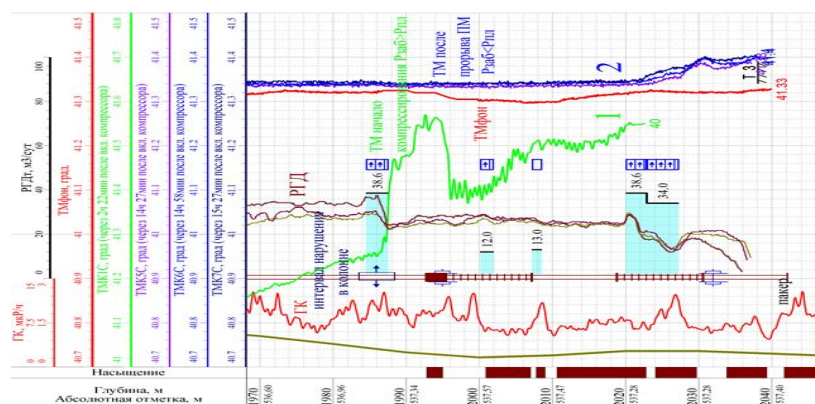


Рис. 2. Определение профиля притока по данным РГД. Кривая 1 - термограмма зарегистрированная в процессе компрессирования, $\text{Рзаб} > \text{Рпл}$; кривые 2 – термограммы, зарегистрированные после прорыва пусковых муфт, $\text{Рзаб} < \text{Рпл}$.

Выводы

1. При определении профиля притока значимыми факторами, влияющими на показания датчиков геофизического прибора, в условиях УГС являются: изменение траектории ствола скважины, угла наклона, способ вызова притока, время замера и соотношения величин давления забойного (Рзаб), пластового (Рпл) и насыщения (Рнас), состав поступающей жидкости.
2. Использование метода термокондуктивной расходомерии (СТИ) возможно только в условиях однородного состава внутрискважинного флюида.
3. В малодебитных скважинах определить границы работающих интервалов можно по методу термометрии, но оценить интенсивность можно лишь на качественном уровне.
4. В высокодебитных скважинах одним из основных методов по определению профиля притока, мест нарушений колонны и других задач, становится метод расходомерии.

Литература

1. Валиуллин Р.А., Яруллин Р.К., Геофизические исследования и работы в скважинах: исследования действующих скважин, том 3. Уфа: ООО «Информреклама», 2010. С. 27-41.
2. Сальникова О.Л. Определение состава поступающего флюида при эксплуатации горизонтальных скважин: НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2014. Вып. 10 (244). С. 37-46.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГАММА-АЛЬБЕДНОГО МЕТОДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ

И.Б. Ибрагимов

Карагандинский государственный технический университет, студент 3 курса, fibrajrr@mail.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Пак Д.Ю.

Аннотация: Предложен радиоизотопный гамма-альбедный метод экспрессного определения зольности угля, позволяющий минимизировать влияние непостоянства элементного состава минеральной массы. Показано, что интегральная интенсивность вторичного излучения, ослабленного фильтром определенной толщины служит однозначным показателем зольности. Определены условия полезности фильтра и аналитические модели для оптимизации параметров фильтрации.

Ключевые слова: контроль зольности, гамма-альбедный метод, интегральная интенсивность вторичного излучения, оптимизация толщины фильтра.

OPTIMIZATION OF GAMMA-ALBERGO METHOD FOR QUALITY CONTROL OF COAL

I.B. Ibragimov

Karaganda State Technical University, 3^d year student, fibrajrr@mail.ru

Research Supervisor: Senior Lecturer D.Yu. Pak

Abstract: There is a radioisotope gamma-albedo method for a rapid determination of the ash content in a coal, this method can minimize the effect of volatility of the elemental composition of the mineral mass. It is shown that the integrated intensity of the secondary radiation which is attenuated by a certain thickness is a unambiguous ash indicator. There are some conditions of the filter operability and some analytical models for the filtration parameters optimization. There are some main words: control of the ash content, gamma-albedo method, intensity of the secondary radiation, filter thickness optimization.

Keywords: ash control, gamma-albedo method, the integrated intensity of the secondary radiation, optimizing the thickness of the filter.

Потребность в получении оперативной информации о качестве угля в процессе его добычи и переработки и несовершенство стандартного термовесового способа определения зольности угля, обусловленная его деструктивностью, низкой экспрессностью и малой представительностью анализа, стали причиной для разработки более совершенных инструментальных физических методов. Среди них особое место занимает гамма-альбедный метод, основанный на регистрации рассеянного углем гамма-излучения [1,2].

В основу гамма-альбедного метода контроля зольности угля положена связь между эффективным атомным номером Z как интегральной характеристики угля и его зольностью A . Уголь как объект ядерно-физического контроля - сложное соединение, включающее органическую массу и многокомпонентную смесь минеральных компонентов, представленную как легкими (Na, Mg, Al, Si), так и тяжелыми (Ca, Fe) элементами. Более 94% всей золообразующей массы приходится на соединения алюминия, кремния, кальция и железа. Причем алюмосиликаты составляют значительную (более 75%) и наиболее устойчивую часть минеральной массы углей большинства месторождений.

Устойчивость взаимосвязи эффективного атомного номера угля и его зольности определяется компонентным составом минеральной (золообразующей) части угля и колебаниями содержания отдельных компонентов, прежде всего тяжелых. Расчетными исследованиями установлено, что при изменении зольности угля на 10% (при среднем составе золы: Al_2O_3 - 20%; SiO_2 - 55%; CaO - 15%; Fe_2O_3 - 10%) значение эффективного атомного номера угля меняется на 0.85 ед. При естественной флуктуации величины Z только на 0.1 ед. погрешность определения зольности составит 1.2% абс.

В практике радиоизотопного гамма-альбедного метода контроля зольности угля известны методические приемы, позволяющие снизить мешающее влияние железа на результаты определения зольности. При использовании спектрометрии рассеянного на малые углы гамма-излучения можно добиться некоторого ослабления влияния непостоянства содержания железа [3].

Важным аспектом практической реализации гамма-альбедного анализа углей является выбор оптимальных параметров метода, обеспечивающих высокую чувствительность и точность контроля зольности в условиях действия возмущающих факторов. Теоретическими [2] и экспериментальными исследованиями гамма-альбедного метода установлено, что чувствительность к зольности от энергии первичного гамма-излучения имеет инверсионный характер с максимумом в интервале около (8-20) кэВ.

Согласно результатам исследований величины альбеда гамма-излучения при использовании первичного гамма-излучения с энергией выше E_k железа изменение содержания железа в золе только на 3% приводит к ошибке определения зольности (1,7-2,2) % абс. Учесть возмущающее влияние колебаний концентрации железа можно путем возбуждения и регистрации его рентгеновской флуоресценции. Ранее [4] установлено, что интенсивность рентгеновской флуоресценции железа используется в качестве корректирующего параметра, компенсирующего влияние непостоянства железа на результаты определения зольности по величине альбеда гамма-излучения. Качественно различный характер изменения интенсивностей рассеянного углем гамма-излучения и флуоресцентного излучения железа при вариации содержания железа в золе позволяет компенсировать влияние непостоянства содержания железа путем измерения интегральной интенсивности вторичного излучения. Выбором определенной толщины ослабляющего фильтра из легкого элемента можно

добиться равенства обратных по знаку абсолютных приращений интенсивностей флуоресцентного и рассеянного излучений при вариации содержания железа в золе.

Оптимальная толщина ослабляющего фильтра, найденная с точки зрения минимальной чувствительности интегральной интенсивности вторичного излучения к железу, сложным образом зависит от зольности угля и диапазона колебаний железа в золе.

Независимость суммарной интенсивности вторичного излучения при колебании содержания кальция в золе обеспечена путем фильтрации вторичного излучения. В качестве фильтрующего элемента выбран алюминий, у которого массовый коэффициент ослабления рентгеновской флуоресценции кальция почти в 4 раза превышает таковой для рассеянного излучения [5].

Исследованиями установлено, что интенсивность рентгеновской флуоресценции кальция связана с его содержанием в золе линейной зависимостью, закономерно изменяющейся от зольности угля. Величина аналитического сигнала находится в сложной зависимости от концентрации CaO в золе, зольности угля и степени фильтрации (толщины фильтра).

При толщине фильтра 3 мг/см^2 в ограниченном диапазоне изменения зольности (15–25) % наблюдается инвариантность интегральной интенсивности при колебании CaO в интервале (5–15) %. Для высокозольных углей независимость аналитического сигнала от вариаций CaO достигается при большой толщине ослабляющего фильтра. Повышение и снижение интегральной интенсивности вторичного излучения в зависимости от концентрации кальция в золе вызваны недокомпенсацией флуоресцентного излучения при малой, либо перекомпенсацией при большой толщине фильтра.

Предложено оптимальную величину ослабляющего фильтра определять из условия минимальной чувствительности аналитического сигнала к кальцию S_{Ca} как мешающему фактору и максимальной чувствительности к зольности S_A как к определяющему параметру по соотношению:

Таким образом, выбор оптимальной толщины ослабляющего фильтра с точки зрения минимума методической погрешности за счет вариаций концентрации CaO в золе является сложной функцией, зависящей от зольности угля, диапазона ее колебаний и содержания в золе CaO. Значения d , A и m , при которых отношение чувствительностей S_{Ca}/S_A принимает наименьшую величину, следует признать близкими к оптимальным.

Литература

1. Клемнер К.С., Васильев А.Г. *Физические методы контроля зольности угля.* – М.: Недра, 1978.
2. Старчик Л.П., Пак Ю.Н. *Ядерно-физические методы контроля качества твердого топлива.* – М.: Недра, 1985.
3. Васильев А.Г., Онищенко А.М., Кузнецова А.И. // *ФТПРПИ*, 1979, №12.
4. Пак Ю.Н. *Оптимизация гамма-альбедного метода контроля зольности угля переменного химического состава // Заводская лаборатория*, 1983, №12.
5. Сторм Э., Исраэль Х. *Сечения взаимодействия гамма-излучения.* М.: Атомиздат, 1973.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ МНОГОКАНАЛЬНОГО ВОЛНОВОГО АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА МЕТОДОМ КИМБАЛЛА – МАРЗЕТТА

Ю.В. Кирьянова

Кубанский государственный университет, студент 4 курса, startsmiling.777@gmail.com

Научный руководитель: д.т.н., профессор Гуленко В.И.

Аннотация: Работа посвящена опробованию и оценке эффективности метода Кимбалла – Марзетта для обработки данных многоканального волнового акустического каротажа на модельных и реальных экспериментальных данных. Разработка программных средств выполнена в системе компьютерной математики MathCAD 14. Полученные в результате программные средства позволяют выполнять обработку реальных данных многоканального волнового акустического каротажа и рассчитывать интервальные скорости V_P , V_S и V_{St} в исследуемом разрезе.

Ключевые слова: многоканальный волновой акустический каротаж, продольные волны, поперечные волны, волны Стоунли, интервальные времена, интервальные скорости.

DATA PROCESSING MULTI-CHANNEL WAVE ACOUSTIC LOGGING BY METHOD KIMBALL - MARZETTA

Yu. V. Kiryanova

Kuban State University, 4th year Student, startsmiling.777@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Engineering Sciences, Professor V.I. Gulenko.

Abstract: The work is dedicated to testing and evaluating the effectiveness of the method of Kimball - Marzetta for processing multi-channel wave acoustic logging on model and real experimental data. Development of software executed in the computer mathematics system MathCAD 14. The resulting software tools allow you to perform the processing of real data multi-channel wave acoustic logging and calculate the interval velocities V_P , V_S and V_{St} in the test section.

Keywords: multi-channel wave acoustic logging, longitudinal waves, transverse waves, Stoneley wave, interval time, interval velocities.

Цель данной работы – разработка и исследование алгоритма обработки данных многоканального волнового акустического каротажа на основе метода Кимбалла – Марзетта [1].

Достижение этой цели предполагает решение следующих задач:

- разработка программы в системе компьютерной математики MathCAD 14;
- моделирование восьмиканальных трасс применительно к прибору АКД-8;
- опробование программы с модельными и реальными трассами и оценка эффективности рассматриваемого метода.

Модельные трассы создавались путем суперпозиции (наложения) волновых пакетов. Для моделирования итоговой волновой картины были использованы волны P, S и St со скоростями 2000 м/с, 1200 м/с и 800 м/с соответственно, затем выполнялись сдвиги сигналов P, S и St согласно заданным скоростям (рис.1).

Далее проведем вычисления с помощью метода Кимбалла-Марзетта (STC) [1]. Результирующая функция в программе MathCAD выглядит следующим образом:

$$R_{\tau, s} = \frac{\sum_{m=\tau}^{\tau+w} \left[\left(\sum_{k=0}^{K-1} F_{k, m+s-k} \right)^2 \cdot dt \right]}{K \cdot \sum_{k=0}^{K-1} \sum_{m=\tau}^{\tau+w} \left[(F_{k, m+s-k})^2 \cdot dt \right]} \quad (1)$$

В соответствии с формулой (1) расчет функции STC производится суммированием отсчетов по всем трассам в пределах окна с заданной шириной w. При этом для каждого значения τ производится сканирование волновой картины с изменением параметра s (медленность) и угла наклона окна (рис.1). Совпадение окна с любой модельной волной будет ярко выражено на итоговом графике функции STC (рис.2).

Данный график представляет собой распределение «медленности» s. Далее вычисляем скорости, учитывая дискретность записи (dt) и шаг между приемниками (dx) по формуле:

$$V = \frac{dx}{s \cdot dt} \quad (2)$$

где s – значение медленности.

Применяя эту формулу к трем снятым значениям, получаем: $V_P = 2007$ м/с; $V_S = 1191$ м/с; $V_{St} = 794$ м/с.

Погрешность работы алгоритма в этом случае составляет <1%, что допустимо ($\delta V_P = 0,33\%$; $\delta V_S = 0,72\%$; $\delta V_{St} = 0,72\%$)

Теперь рассмотрим работу алгоритма на примере реальных данных, снятых прибором АКД-8. Волновая картина представлена на рисунке 3, результат вычисления функции STC – на рисунке 4.

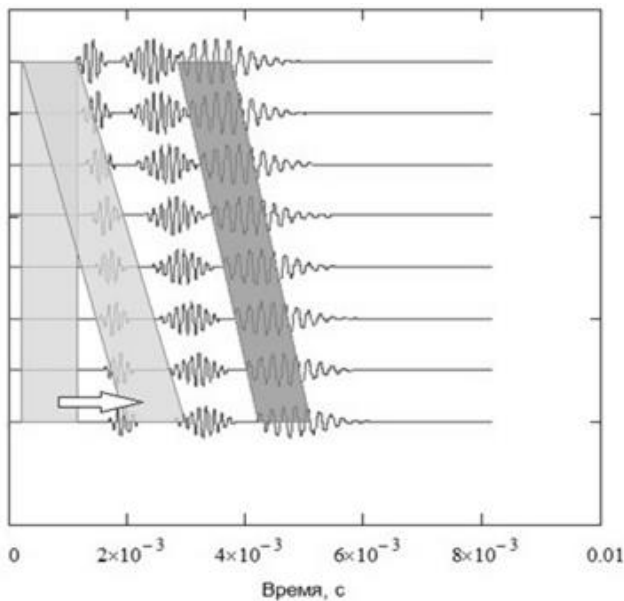


Рис. 1. Модельные трассы и демонстрация окон вычисления функции $R_{\tau, s}$

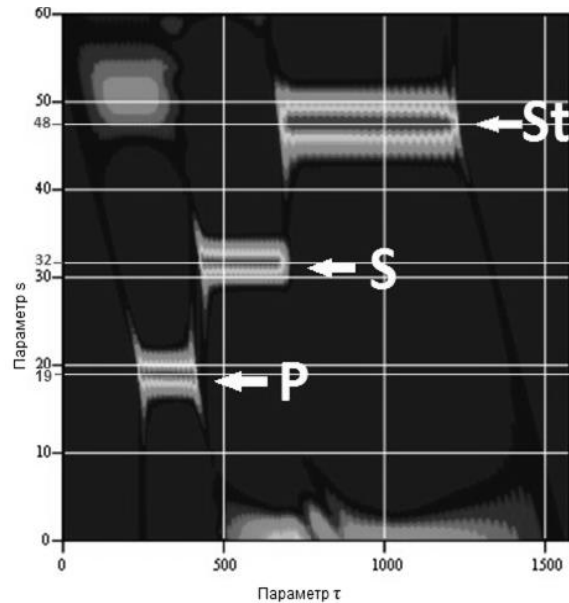


Рис. 2. График функции STC для модельной волновой картины

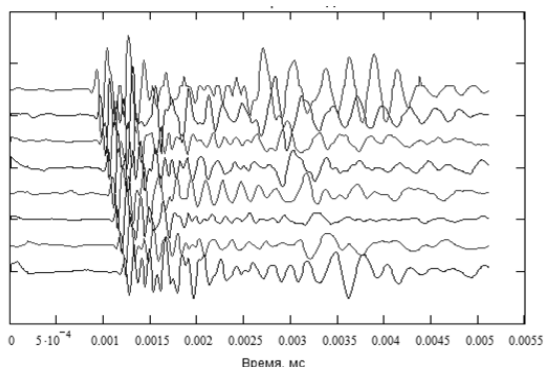


Рис. 3. Реальная волновая картина, полученная с прибором АКД-

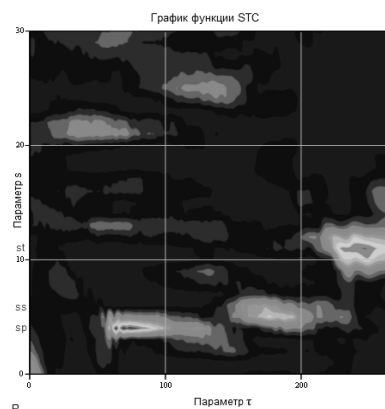


Рис. 4. График функции STC для реальной волновой картины

Применяя формулу 2 к трем снятым значениям, получаем: $V_P = 2.50 \cdot 10^3$ м/с; $V_S = 1.667 \cdot 10^3$ м/с; $V_{St} = 0.909 \cdot 10^3$ м/с.

Полученные значения интервальных скоростей позволяют определить ряд физико-механических свойств горных пород [2]. Так, по значениям скоростей V_P и V_S определяются значения коэффициента Пуассона, а при известной объемной плотности пород могут быть также получены и модули объемного сжатия и сдвига. Параметры затухания и другие динамические характеристики волн Стоунли иногда используют для определения коэффициентов проницаемости горных пород.

Таким образом, полученный алгоритм, созданный на основе метода Кимбалла-Марзетта, позволяет в кратчайшие сроки выполнить обработку данных многоканального волнового акустического каротажа. Проведение тестового опробования метода на модельной волновой картине показало сравнительно небольшую погрешность вычислений, что позволяет использовать его при работе с реальными данными для расчета интервальных скоростей V_P , V_S и V_{St} в исследуемом разрезе.

Данный метод обработки в перспективе можно разработать для обработки данных классической полевой сейсморазведки.

Литература

1. Kimball C., Marzetta T. *Semblance processing of borehole acoustic array data* // *GEOPHYSICS*. 1984. VOL. 49. P. 274-281.
2. Смирнов Н.А., Пивоварова Н.Е. *Методическое руководство по применению аппаратуры волнового акустического каротажа АВАК-11*. // Тверь. 2011. 74 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ В УСЛОВИЯХ СОЛЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Н.В. Князев, Т.А. Ласкина

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 2 года обучения, knayzevnikita@mail.ru, аспирант 3 года обучения, ognewatania@yandex.ru

Научный руководитель: д.т.н., профессор Колесников В.П.

Аннотация: На основе численного моделирования выполнена оценка информативности методов электрометрии в условиях соляного месторождения на примере участка затопленного рудника в пределах Верхнекамского месторождения калийных солей, а также выделены характерные особенности проявления процессов соляного карстообразования в электромагнитных полях.

Ключевые слова: электроразведка, зондирование, численное моделирование, информативность, соляное месторождение.

INVESTIGATION OF THE ELECTROMETRY METHODS INFORMATIVITY UNDER THE CONDITIONS OF SALT DEPOSITS ON THE BASE OF NUMERICAL MODELLING

N.V. Knyazev, T.A. Laskina

Perm State University, 2nd year Master's Degree Student, knayzevnikita@mail.ru, 3^d year Post-graduate Student, ognewatania@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Engineering Sciences, Professor Kolesnikov V.P.

Abstract: On the basis of numerical modeling, the estimation of the informative efficiency of electrical methods under the conditions of salt deposits has been conducted on the example of the flooded mines territory of the Verchnekamskoe potash salt deposit. Also the characteristic features of the salt karst processes manifestation in the electromagnetic fields have been determined.

Keywords: electromagnetic, numerical modeling, magnetotelluric sounding.

В целях разработки наиболее оптимального комплекса геофизических методов для решения определенной задачи необходимо выполнить предварительную оценку информативности рассматриваемых методов в конкретных условиях. Одним из наиболее удобных и широко распространенных подходов в этом случае является численное моделирование. Данное исследование выполнено на примере моделирования данных методов электротометрии в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС). При этом отдельное внимание уделяется территории затопленных калийных рудников, которая характеризуется высокой степенью опасности развития процессов соляного карстообразования, что обуславливает необходимость контроля изменения физических свойств среды. Оценка чувствительности методов электротометрии в этом случае позволяет выполнять обоснованные мониторинговые исследования физического состояния разреза для контроля и прогноза развития процессов карстообразования и их возможных последствий.

ВКМКС разрабатывается подземным горным способом. Вскрытие шахтных полей производится в центре 2-3-шахтными стволами. Система разработки камерная с оставлением междукамерных ленточных целиков. Способ отработки руды в основном комбайновый (80 %), реже буровзрывной. Глубина отработки рабочих пластов солей в 2007 г. составила 240–380 м. Горно-геологические и горно-технические условия эксплуатации месторождения очень сложные из-за наличия мощного надсолевого и подсолевого водоносных комплексов, аномалий геологического строения, зон замещения солей, газоносности пород, землетрясений, площадей городской застройки и других причин [2].

В связи с этим актуальными задачами в условиях ВКМКС являются: обеспечение безопасности отработки месторождения, в том числе защиты рудников от затопления, а также комплексное освоение недр и др.

Основной целью данной работы являлось изучение характерных особенностей проявления процессов соляного карстообразования в электромагнитных полях. Оценка чувствительности методов электротометрии к изменениям физических свойств пород, связанным с развитием процесса карстообразования, на основе данных численного моделирования для оценки и прогноза этих негативных процессов в условиях затопленного рудника с различными параметрами отработки.

Исследование проведено с учетом данных, полученных в результате электроразведочных работ, в том числе мониторинговых исследований, выполненных на ряде участков ВКМКС [3], с использованием априорной информации об особенностях геологического строения и горно-технических условиях [2].

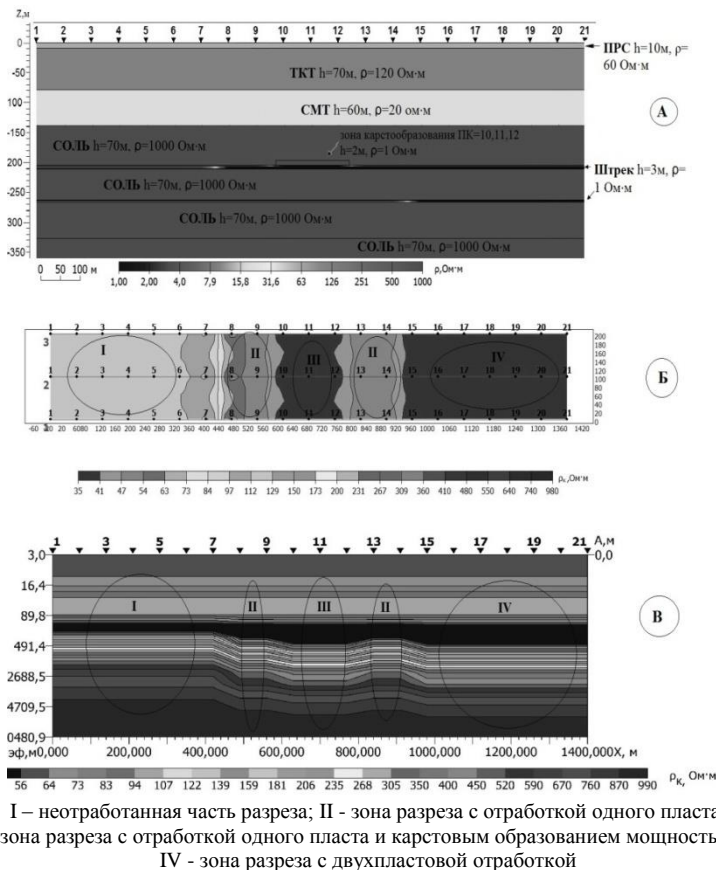


Рис. 1. Физико-геологическая модель месторождения (а), карта кажущихся сопротивлений (б) и разрез кажущихся сопротивлений по профилю 2 (в)

На основании анализа данных материалов в программе «Model2» [1] была построена физико-геологическая модель месторождения (рис.1 а). При моделировании была использована система наблюдений,

приближенная к применяемой в вышеотмеченных работах, расстояние между пикетами составляло 70 м, а между профилями – 100 м. Геологическое строение исследуемого интервала глубин было представлено шестью геоэлектрическими горизонтами: 1) почвенно-растительный слой и четвертичные отложения (Q), $h=10$ м, $\rho=60$ Ом·м; 2) теригенно-карбонатная толща (ТКТ), $h=70$ м, $\rho=120$ Ом·м; 3) соляно-мергельная толща (СМТ), $h=60$ м, $\rho=20$ Ом·м; 4) соляные отложения, $h=70$ м, $\rho=1000$ Ом·м; 5) штрек, заполненный рассолом, $h=3$ м, $\rho=1$ Ом·м; 6) соляные отложения, $h=60$ м, $\rho=1000$ Ом·м. Развитие процесса карстообразования при моделировании выражалось понижением сопротивления в пределах области мощностью от 1 до 3 м ($\rho=1$ Ом·м) над затопленным штреком в районе ПК-10,11,12.

С помощью программы численного моделирования для данной модели был выполнен расчет кривых зондирования на основании математического подхода, используемого в методе магнитотеллурического зондирования.

Обработка и интерпретация полученных данных выполнена в системе Зонд [1]. На этапе качественной интерпретации были построены карты и разрезы кажущегося электрического сопротивления. Анализ результатов показывает, что методы электротометрии достаточно чувствительны к изменению параметров отработки месторождения, при этом аномальная зона, связанная с развитием процессов карстообразования в исследуемом интервале глубин, уверенно проявляется в электромагнитном поле при размере 2 м и более.

Таким образом, на основе численного моделирования была обоснована информативность методов электротометрии в условиях соляного месторождения и высокая чувствительность к изменению физических свойств разреза, сопровождающему процесс соляного карстообразования.

Литература

1. Колесников В.П., Кутин В.А., Мокроносов С.В. Система программ ЗОНД. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2004611865 от 11.01.2005.
2. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей. Пермь, ГИ УрО РАН, 2001.
3. Колесников В.П., Ласкина Т.А. Электроразведка в условиях урбанизированных территорий // Геофизика. 2014. №5. С. 33-40.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ОБВОДНЕНИЯ НЕФТЯНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Н.В. Кулакова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 2 года обучения,
kulakva@gmail.com

О.Л. Сальникова

ПАО «ПЕРМНЕФТЕГЕОФИЗИКА», главный геолог ЦОИ, salnikovaol@pngf.com

Аннотация: Определение источников обводнения нефтяной продукции при эксплуатации горизонтальных скважин возможно при проведении ГИС-контроля с помощью специальной аппаратуры с распределенными датчиками, которая обеспечивает сканирование физических полей в потоке флюида по сечению ствола скважины. Не исключается также применение доступных отечественных комплексных приборов, но при решении задачи по определению состава поступающего флюида необходимо использовать методические приемы интерпретации с использованием эффекта инверсии температурных аномалий для нефти и воды, а также учитывать значения коэффициента Джоуля-Томсона.

Ключевые слова: горизонтальная скважина, нефть, вода, коэффициент Джоуля-Томсона, флюид.

IDENTIFY THE SOURCES OF WATER-FLOODING OIL PRODUCTION IN THE OPERATION OF HORIZONTAL WELLS

N.V. Kulakova

Perm State University, 2nd year Master's Degree Student, kulakva@gmail.com

O.L. Salnikova

PAO «PERMNEFTEGEOFIZICA», chief geologist, salnikovaol@pngf.com

Abstract: To identify sources of flooding oil production in the operation of horizontal wells is possible when conducting GIS-control with the help of special instruments with distributed sensors that provides a scan of the physical fields in the fluid flow over the cross section of the wellbore. Not excluded the application of available domestic integrated devices, but the task of determining the composition of the incoming fluid, you must use methods of interpretation using the effect of the inversion temperature anomalies for oil and water, and take into account the values of the coefficient Joule-Thomson.

Keywords: horizontal wells, oil, water, coefficient Joule-Thomson, fluid.

В современных условиях перед геофизиками все острее ставится задача по определению интервалов обводнения нефтяной продукции в эксплуатационных скважинах с горизонтальным окончанием. Решение этой

задачи имеет ряд особенностей, главная из которых заключается в том, что в условиях сложной траектории условно горизонтального участка ствола скважины, состоящего из восходящих, нисходящих и горизонтальных интервалов не позволяет однозначно определить места поступления воды. Вызвано это тем, что измерения приходится проводить в условиях постоянно изменяющихся толщин каждой из фаз по мере продвижения геофизического прибора вдоль интервала исследований. Показания датчиков характеризуют только локальные свойства флюида, находящегося в пределах диаметра глубинного прибора, который, как правило, не центрируется и располагается в нижней части ствола. В итоге, даже в скважинах с продуктивными интервалами со 100% содержанием нефти, показания датчиков состава в горизонтальных и пониженных участках будут отражать наличие воды, которая, практически, всегда присутствует в стволе скважины (фильтрат бурового раствора, технологическая жидкость глушения) [1,3]. Частично обеспечить эффективность решения задачи по определению состава флюида может специальная аппаратура с распределенными датчиками обеспечивающей сканирование физических полей в потоке флюида по сечению ствола скважины.

В настоящий момент специалистами ПАО «Пермнефтегеофизика» успешно была опробована и используется аппаратура «СОВА-С9» с дополнительным 6-ти рычажным модулем влагометрии «Сова-С9ВЛ6-42Т-80», разработанная фирмой «НИИД-50», г. Уфа (рис.1). Аппаратура обеспечивает оценку состава флюида по сечению ствола скважины.



Рис. 1. Комплексный геофизический прибор «СОВА-С9» с модулем «СОВА-С9ВЛ6-42Т-80»

На рисунке 2 приведен пример оценки состава поступающей жидкости на различных этапах компрессорного освоения горизонтального участка скважины Аптугайского месторождения. Очевидно, что датчики влагомера четко фиксируют изменение состава жидкости, заполняющей ствол скважины. Каналы измерения зенитного и апсидального углов позволяют определить пространственное расположение прибора, что дает возможность дифференцировать характеристики слоистого потока в скважине. Наибольшее содержание нефти отмечается в интервалах 1426-1503 м и 1517-1534 м, совпадающих с интервалами наиболее проницаемых коллекторов исследуемого участка.

Различные трудности при доставке геофизического оборудования к забю и особенности проведения исследований в условиях горизонтального ствола, заставляют исследователей заниматься разработкой новых технологических приемов исследований, методик проведения измерений и интерпретации геофизических материалов в горизонтальных скважинах. Установлено, что основными информативными методами исследований большинством современных приборов Российского производства, при выполнении ГИС-контроля в горизонтальных скважинах, являются высокочувствительная термометрия и барометрия.

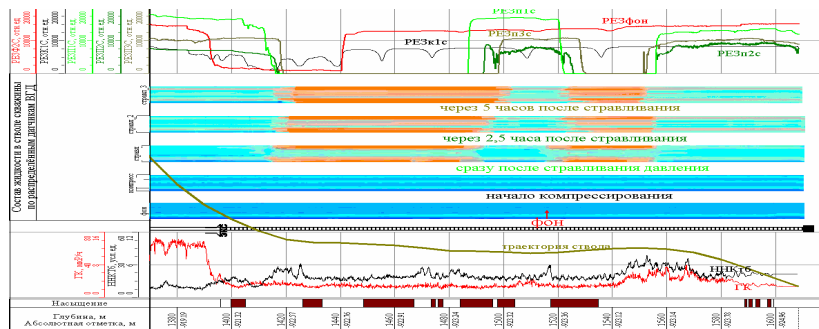


Рис. 2. Определение состава поступающей жидкости по данным 6-датчикового модуля влагометрии на горизонтальном участке

При стационарной фильтрации температура флюида изменяется: жидкости разогреваются, газы охлаждаются. Величина установившегося изменения температуры (дрессельная аномалия) зависит от коэффициента Джоуля - Томсона флюида и депрессии на пласт.

Если подвижность флюида в интервале притока нефти меньше, чем подвижность воды, в начальные моменты времени притока за счет большего удельного дебита вода может разогреваться сильнее нефти. Затем будет наблюдаться нормальное изменение температуры нефти и воды ($T_H > T_B$). В этом смысле можно говорить об инверсии дрессельного эффекта для нефти и воды. Объясняется инверсия различием подвижностей воды и нефти: более подвижная вода за одно и то же время проходит большую часть воронки депрессии, чем нефть и разогревается сильнее [2].

На рисунке 3 приведен пример компрессорного освоения скважины на месторождении «ЛУКОЙЛ-Коми» при определении профиля притока и источника обводнения.

В процессе компрессирования, после срабатывания пусковых муфт, скважина перешла в режим отдачи ($R_{заб} < R_{пл}$ – кривая 1). В интервале, отмеченном голубым цветом (3565-3620 м), отмечается наибольший рост температуры за счет притока жидкости из пласта. Через 2 суток работы скважины температура в этом интервале понизилась, а в интервале с коричневой заливкой (3720-3740 м) выросла более чем на 1 град (кривая 2). Эти изменения, согласно эффекту инверсии для нефти и воды, позволяют сделать вывод, что первый интервал отдает воду, а нижний нефть. Установленный факт подтверждается данными текущего состояния эксплуатации на месторождении.

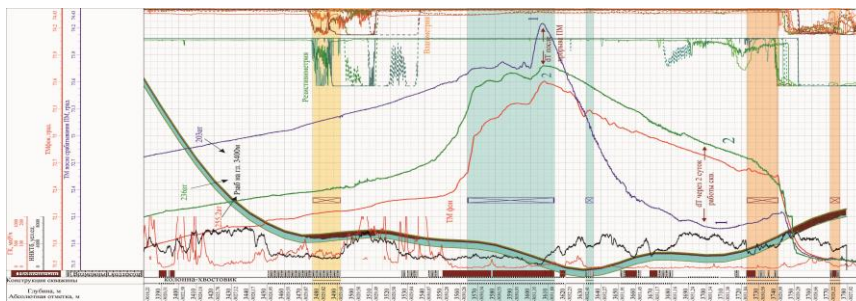


Рис. 3. Определение интервала поступления воды в горизонтальной скважине

Литература

1. Валиуллин Р.А, Яруллин Р.К., *Геофизические исследования и работы в скважинах: исследования действующих скважин, том 3*. Уфа: ООО «Информреклама», 2010. С. 27-41.
2. Сальникова О.Л. *Определение состава поступающего флюида при эксплуатации горизонтальных скважин*. НТВ «Картажник». Тверь: АИС. 2014. Вып.10 (244) С. 37-46.
3. Савич А.Д., Сальникова О.Л., Шумилов А.В., *Использование эффекта инверсии и эффекта Джоуля-Томсона для определения мест поступления воды в горизонтальных скважинах*. *Геофизика*, 2012. 5. С. 60-64.

ТИПЫ АЛГОРИТМОВ ДЕКОНВОЛЮЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

В.С. Леденева

Российский государственный геологоразведочный университет, студент 5 курса, valeriya_ledeneva@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Романов В.В.

Аннотация: В работе рассматриваются типы алгоритмов деконволюции, применяемые в сейсморазведке. Среди них — стандартная деконволюция сжатия, виброреконволюция и аддитивная деконволюция. На примере показаны эффективность различных разновидностей деконволюции и место этих процедур обработки в стандартном графе.

Ключевые слова: деконволюция, обработка, сейсморазведка.

DECONVOLUTION USED IN SEISMIC DATA PROCESSING

V.S. Ledeneva

Russian State Geological Prospecting University, 5th year Student, valeriya_ledeneva@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Engineering Sciences, Reader V.V. Romanov.

Abstract: In this paper we consider the types of deconvolution algorithms used in seismic survey. Among them - spiking deconvolution, vibrodeconvolution and additive deconvolution. The example shows the effectiveness of different types of deconvolution and the place of deconvolution in processing processing flow.

Keywords: deconvolution, processing, seismic.

В последнее время в сейсморазведке возросли требования к разрешенности сейсмической записи. Для получения максимально возможной разрешенности применяется такая процедура обработки, как деконволюция [9]. Деконволюция может быть применена к различным данным, полученным с помощью наземной сейсморазведки МОВ ОГТ, ВСП, а так же к данным, полученным с помощью морской сейсморазведки [8]. Далее будут рассмотрены возможности и области применения различных типов деконволюции, решающие такие задачи, как подавление кратных волн, сжатие сейсмических импульсов, подавление случайных помех.

Процедура (f-x) деконволюции предназначена для подавления случайных помех, выделения сигнала на фоне помех с целью извлечения новой полезной информации. На рисунке представлены волновые поля до и после применения деконволюции. В результате применения процедуры (рисунок справа) шум почти не преобразуется в ложные локальные фрагменты регулярных синфазностей. Основными параметрами процедуры (f-x) деконволюции являются размер окна, порядок модели авторегрессии, а также параметр регуляризации. Процедура может быть применена к сейсмотрассам, представленным в различных сортировках, но рекомендуется применять фильтрацию к суммарным разрезам [4].

Для повышения точности измерения времен вступления сейсмических волн на виброграммах, которые характеризуются узким спектром частот, и вследствие чего получаются растянутыми во времени и имеют низкую контрастность вступления сейсмических волн, используется метод обратной фильтрации. Деконволюция сжатия позволяет сжать сигнал во времени до единичного импульса и расширить спектр частот [2].

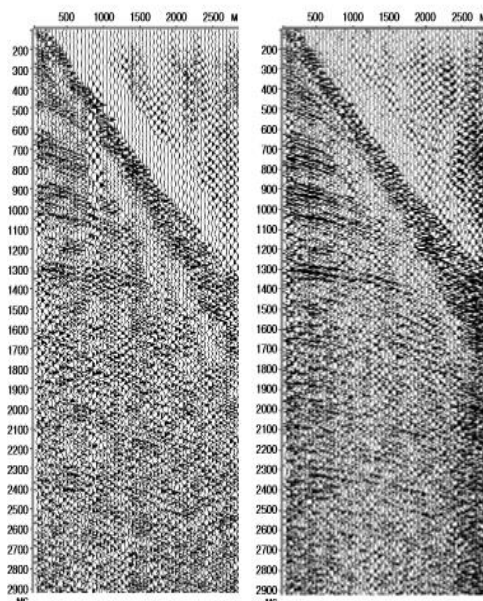


Рис. Пример использования f-x деконволюции. Слева - до применения, справа - после применения

Вибродеконволюция применяется для повышения разрешенности сейсмических записей. Процедура деконволюции виброграмм обратным фильтром, рассчитанным по реальному свип-сигналу, позволяет получить результаты в полосе частот свип-сигнала, совпадающие с теми, какие бы получались при импульсном возбуждении [10]. Вибродеконволюция данных ВСП, использующая свип-сигнал, полученный внутри среды, позволяет получать сейсмограммы с высокой разрешенностью по сравнению с коррелограммами, получаемые с помощью обработки виброграмм с опорным электрическим сигналом [1].

Аддитивная деконволюция отличается от классической, в которой сеймотрасса сворачивается с коэффициентами отражения [3]. Данная деконволюция применяется для сжатия импульсов и ослабления кратных волн, основана на представлении сеймотрассы в виде суммы взвешенных сигналов известной формы, которые различаются по амплитуде, форме и шумовой составляющей. Процедура может применяться для выделения вступлений импульсов разной формы, если она заранее известна. В результате расчета весовых коэффициентов получается одиночный импульс, который близкий к нуль-фазовому по форме и достаточно хорошим отношением сигнал/помеха [7].

Для морских данных деконволюция применяется для подавления кратных волн отраженных от морского дна. В этом случае деконволюция применяется после процедуры суммирования [5]. А так же деконволюция может быть применена для повышения разрешенности отраженных волн и корреляции целевых отражающих горизонтов [6].

Деконволюция может занимать различное место в графе обработки, как в процессе редактирования волнового поля, так и в блоке предобработки.

Литература

1. Антипов Ю.Г., Якупов М.Т. Дискуссии о виброкорреляции и вибродеконволюции записей сейсмических колебаний // Технологии сейсморазведки. 2012. №4. С. 76-79.
2. Воскобойникова Г.М. Повышение точности определения моментов вступления сейсмических волн с помощью метода обратной фильтрации метода динамического программирования // Интерэкспогео-сибирь . 2008. №2. С.283-289.
3. Денисов М.С. Деконволюция: сигнатурная или аддитивная// Технологии сейсморазведки. 2007. №4. С.26-30
4. Денисов М.С., Фиников Д.Б. Особенности алгоритма (F-X) деконволюции // Технологии сейсморазведки. 2010. №2. С. 3-12.
5. Мирзоян Ю.Д., Фукс И.Б. Комплексирование данных ГИС, ВСП и морской сейсморазведки для детального изучения нефтегазовых структур (на примере штокмановской площади) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2000. №5. С. 42-47.
6. Мирзоян Ю.Д., Фукс И.Б. Об увязке волновых полей ВСП и МОВ ОГТ и стратиграфической привязке волн при наблюдениях на море // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2000. №10. С. 28-33.
7. Редекон В.А., Помазанов В.В., Риле Д.Г., Тихонов А.А. Аддитивная деконволюция // Технологии сейсморазведки. 2007. №2. С. 29-35.
8. Табаков А.А., Баранов К.В., Рыковская Н.В., Копчиков А.В. Методика и некоторые результаты данных МОГ и 3D ВСП // Технологии сейсморазведки. 2006. №2. С. 8-15.
9. Холмянская Н.Ю. Оптимизация методики обработки сейсморазведочных данных МОГТ с целью изучения верхнеюрских отложений// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2001. №7. С. 43-46.

10. Шехтман Г.А., Кузнецов В.М. Деконволюция виброграмм ВСП-альтернатива корреляционной обработке или ее подспорье // Технологии сейсморазведки. 2005. №2. С.80-89.

АНАЛИЗ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ОСНОВАНИЯ РАСТРОВОГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА QUANTA 200I

М.А. Минтаев

Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, студент 5 курса, mansur.mintaev@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н. доцент Гайсумов М.Я.

Аннотация: Выполнены измерения микроколебаний грунтов основания электронного микроскопа. Проведен спектральный анализ. Для сравнительной оценки уровня микросейсм выполнены расчеты основного тона собственных колебаний оснований, значений декремента и проведена оценка точности.

Ключевые слова: микросейсм, декремент затухания, микроскоп.

MICROSEISMIC OSCILLATIONS ANALYSIS OF BASE OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPE QUANTA 200I

M.A. Mintaev

Grozny State Oil Technical University, 5th year Student, mansur.mintaev@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader M.Y. Gaysumov.

Abstract: Measurements of soil micro vibrations electron microscope base was carried out, conducted a spectral analysis. For a comparative assessment of the level of microseisms calculations of the basic tone of own oscillations of the bases, the values of the decrement and the evaluation of accuracy was performed. The study determined the optimal location if the electronic microscope setup.

Keywords: microseisms, spectral characteristics, damping decrement, electron microscope, geophysical survey methods.

Для обеспечения высокоточных измерений микроскопом Quanta 200i, необходимым условием является низкий уровень как периодических (вибрационных) так и непериодических колебаний основания микроскопа [6].

Для определения величины и характеристик сейсмических и техногенных колебаний был использован известный метод определения амплитудно-частотных характеристик колебательного процесса, а для оценки микроколебаний выполнены расчеты основного тона собственных колебаний оснований [1,4,5].

Измерения выполнялись в дневное время с целью оценки при максимальном уровне природных и техногенных воздействий.

Продолжительность сейсмической записи не менее 300 сек. (для набора достаточной статистики), трех компонент X, Y и Z. При этом однообразно для всех измерений: компонента X – по направлению север-юг, а компонента Y – по направлению восток-запад, Z- вертикальная.

Запись микросейсм производилась с использованием сейсмологической аппаратуры: регистратора сейсмических колебаний «Дельта-03» и 3х компонентного велосиметра А0531 со столбовой характеристикой в диапазоне регистрации 0.5-100 Гц [2,3].

Результаты измерений показали, что максимальные амплитуды ускорений микросейсм находятся в диапазоне частот 2.0 - 3.5 Гц. Ниже в таблице 1 приведены полученные значения скоростей, максимальных частот и преобладающих периодов

Анализ таблицы показывает, что в основном скорости смещений довольно высоки и имеют значения от 45.11 до 85.46 мм/с ($\times 10^{-3}$). Распределение частот в спектре записи в корпусе Б (Точка 1) имеют практически одинаковое значение, а в главном корпусе на компоненте -Y (сдвиговая компонента) отмечается повышение амплитуды скоростей и частот максимума спектра, которое практически вдвое превышает значения на других компонентах.

Дальнейшая обработка заключалась в определении основного тона собственных колебаний оснований корпуса Б и главного корпуса Университета. По известной методике выполнены расчеты основного тона собственных колебаний и значений декремента затухания [5].

Таблица 1

Амплитудно-частотная характеристика микроколебаний оснований на частотах 0=30 Гц

№№ ТЗМ	Компоненты	Максимальная амплитуда скоростей, в мм/с ($\times 10^{-3}$)	Частота максимума спектра f, Гц	Преобладающий период T, сек.
1	2	3	4	5
Точка 1	X	45.67	2.44	0.41
	Y	45.11	2.69	0.37
	Z	46.22	2.69	0.37
Точка 2	X	45.43	2.20	0.45

	Y	70.79	4.42	0.22
	Z	45.14	2.20	0.45
Точка 3	X	45.71	2.18	0.48
	Y	72.68	4.44	0.23
	Z	45.11	2.18	0.48
Точка 4	X	45.69	2.30	0.43
	Y	85.46	4.45	0.20
	Z	46.82	2.30	0.43

Для определения значений f_H и f_B предусмотрен следующий алгоритм:

- находят ближайшие к максимуму $p_{norm} = 1$ пары точек дискретизации сигнала A_K, A_{K+1} и B_m, B_{m+1} , между которыми функция $Y(x) = P^{norm}(x) - 0.5$ меняет знак;
- по известным координатам этих точек $X_{AK}, Y_{AK}, X_{AK+1}, Y_{AK+1}$ и $X_{Bm}, Y_{Bm}, X_{Bm+1}, Y_{Bm+1}$ решая уравнения, находят значения f_H и f_B :

$$(f_H - X_{AK}) / (0.5 - Y_{AK}) = (X_{AK+1} - Y_{AK}) / (Y_{AK+1} - X_{AK}), \quad (1)$$

$$(f_B - X_{Bm}) / (0.5 - Y_{Bm}) = (X_{Bm+1} - X_{Bm}) / (Y_{Bm+1} - Y_{Bm}). \quad (2)$$

Значение декремента для каждой из n записей вычисляют по формуле:

$$D_i = \pi [(f_B)_i - (f_H)_i] / f_i. \quad (3)$$

Таблица 2

Исходные параметры расчета			
X, Гц		Y	
A _K	1.59	A _K	0.45
A _{K+1}	1.71	A _{K+1}	0.53
B _m	3.54	B _m	0.56
B _{m+1}	3.66	B _{m+1}	0.47
f	2.44		
n	f _H	f _B	T
1.00	1.67	3.62	0.41
		f	D
		2.44	2.52
			Q
			1.25

В соответствии с [1,2] абсолютные погрешности измерения периода и декремента соответственно, составляют:

$$\Delta_T = \mu \cdot \sigma_T, \quad (5)$$

$$\Delta_D = \mu \cdot \sigma_D, \quad (6)$$

где μ (n, p) определяют по таблице функции распределения Стьюдента при $n \leq 20$ или по таблице функции Лапласа при $n \geq 20$.

Выполнены измерения микроколебаний в трех точках главного корпуса Университета и для сравнительного анализа в лаборатории нанотехнологий – корпус Б. Измерения выполнены с использованием велосиметра А0531 и регистратора «Дельта Геон 03» с выводом данных в скоростях смещений. Средние значения скоростей смещений составляют $(45.11 \div 85.46)$ мм/с ($\times 10^{-3}$).

Преобладающие спектры частот варьируются от 2.20 Гц до 4.45 Гц. При этом максимальные значения более 4 Гц соответствуют сдвиговой компоненте при измерениях в главном корпусе Университета. Для оценки динамических свойств оснований микроскопа выполнен расчет декрементов затухания и основного тона собственных колебаний оснований. Совместный анализ полученных данных свидетельствует, что параметры собственных колебаний зданий (обоих корпусов) различаются незначительно и основное приращение мощности микроколебаний главного корпуса обусловлено техногенным фактором.

Литература

1. Володин А.А. Методы и результаты изучения спектрального состава и вариаций микросейсм // Сб. "Алгоритмы, методика и результаты интерпретации геофизических данных". Киев, "Наукова думка", 1985. С. 45-48.
2. Руководство по эксплуатации. Регистратор сейсмических сигналов «Дельта-02М». ИТЛЯ. 416611.004 РЭ. 2009.
3. Руководства оператора. Программа управления регистратором сейсмических сигналов «Дельта-02М». ИТЛЯ.00019.01 34 ЛУ. 2009.
4. ГОСТ Р 53964-2010 Вибрация. Измерения вибрации сооружений. Руководство по проведению измерений. Национальный стандарт РФ. М.: Стандартинформ, 2012.
5. ГОСТ 31937-2011. ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Межгосударственный стандарт. М.: ГУП МНИИТЭП, 2011.
6. Технические характеристики Quanta 3D 200i. Эл. ресурс: <http://www.fei.com> (дата обращения 16.06.2016).

ПРОГРАММА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ МАТЕРИАЛОВ СЕЙСМОКАРОТАЖА

А.С. Мурыськин

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 3 курса,
muriskinas@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Митюнина И.Ю.

Аннотация: Данная работа посвящена разработке программы автоматизированной интерпретации материалов сейсмического каротажа для однородно-слоистой среды. Программа написана на языке программирования FreePascal. В программе реализован алгоритм автоматического расчета физических параметров пластов – мощности и скорости распространения упругих волн.

Ключевые слова: сейсмический каротаж, программа, скоростная модель, вертикальный годограф, автоматизированная интерпретация.

PROGRAM OF AUTOMATED INTERPRETATION OF MATERIALS SEISMIC LOGGING

A.S. Muryskin

Perm State University, 3^d year Student, muriskinas@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.Yu. Mityunina

Abstract: This paper deals with creating computer program of an automated interpretation of seismic logging for homogeneous medium. A program is written in the Free Pascal programming language. Realized in the program the algorithm automatically calculates physical parameters of the layers - thickness and velocity of elastic waves.

Keywords: seismic logging, program, velocity model, vertical hodograph, automated interpretation.

Сейсмический каротаж – метод скважинной сейсморазведки, основанный на возбуждении упругих колебаний на поверхности (или в небольших скважинах) и регистрации времени прихода проходящей волны при помощи сейсмической косы, расположенной в исследуемой скважине [1]. Пункты возбуждения находятся на определенном расстоянии от устья скважины.

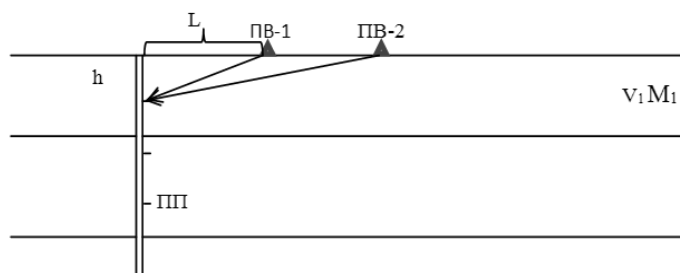


Рис. 1. Схема проведения сейсмического каротажа

Здесь ПВ – пункт возбуждения, ПП – пункт приема, V_1 и M_1 – скорости распространения упругих волн и мощности для соответствующих слоев разреза, L – удаление пункта возбуждения от устья скважины, h – глубина расположение пункта приема.

Как видно на приложенной схеме, время пробега регистрируется пунктом приема при достижении пункта фронтом проходящей волны. При проведении исследований используют несколько пунктов возбуждения на различном удалении от устья скважины. После внесения поправок за удаление пунктов возбуждения, полученные дискретные данные подвергаются аппроксимации, и результатом проделанных операций является вертикальный годограф, который применяется непосредственно для интерпретации данных каротажа. Вкратце, интерпретация вертикального годографа сводится к анализу углов наклона разных участков годографа – наклон характеризует скорость на исследуемом интервале, резкое изменение наклона графика указывает на границу между пластами с различной акустической жесткостью.

Целью данной работы является создание программного обеспечения, способного выполнять автоматизированную интерпретацию по данным вертикального годографа – выделение пластов и расчет скоростей прохождения упругих волн, построение по этим данным теоретической кривой каротажа, а также скоростной модели исследуемого разреза. Программа предназначена для использования в учебном процессе при определении скоростной модели разреза по данным сейсмического каротажа.

Постановка задачи:

Вернемся к рисунку 1. Время прихода волны в ПП-1 будет определяться следующим образом:

$$t_1 = \frac{dH}{V_1}, \quad (1)$$

где dH – шаг измерений. Далее распространяясь скорость упругих колебаний будет изменяться от слоя к слою и значение времени пробега до следующих пунктов можно представить себе как сумму времен прохождений

волной каждого вышележащего слоя. Для решения прямой задачи итоговая формула (2) будет выглядеть следующим образом:

$$t_i = \sum_1^i \frac{H_i}{V_i}. \quad (2)$$

Выбрав модель, с которой мы аппроксимируем разрез, станет возможным расчет синтетического годографа для нее. Позже, сравнив с реальными значениями вертикальных времен, будет видно, насколько они совпадают – данный этап необходим для проверки качества полученной интерпретации.

Решение задачи:

В основе функции автоматического выделения пластов лежит следующий алгоритм: на каждом измеренном интервале определяется средняя скорость распространения упругих волн. Так как в задаче рассматривается однородно-слоистая модель среды, то границы слоев будут характеризоваться резкими скачками скоростей проходящих волн – скорости на соседних интервалах сравниваются друг с другом и, если отклонение превышает определенный порог (по умолчанию 3%), то в окна для решения прямой задачи заносятся параметры вышележащего слоя. Информация о среде, полученная путем автоматизированной интерпретации, используется для построения теоретического вертикального годографа и скоростной модели среды.

Для написания программы и создания графического интерфейса использовался язык программирования FreePascal и среда разработки ПО Lazarus.

Исходные данные – текстовый файл с данными для построения вертикального годографа.

Программа позволяет рассчитать вертикальные годографы для заданных моделей сред (вручную, с использованием функции автоматического выделения слоев), а также построить по ним скоростную модель среды. Результат решения задачи сохраняется в виде 2 изображений – кривые каротажа и скоростная модель среды (рис.2.а,б), а также текстового файла, в котором записаны мощности слоев и соответствующие пластовые скорости распространения упругих волн. На рисунке 2а изображены исходные данные и теоретически рассчитанная кривая, отклонения в данном примере порядка 0.1%, что подтверждает практически полное совпадение данных каротажа и результатов автоматизированной интерпретации.

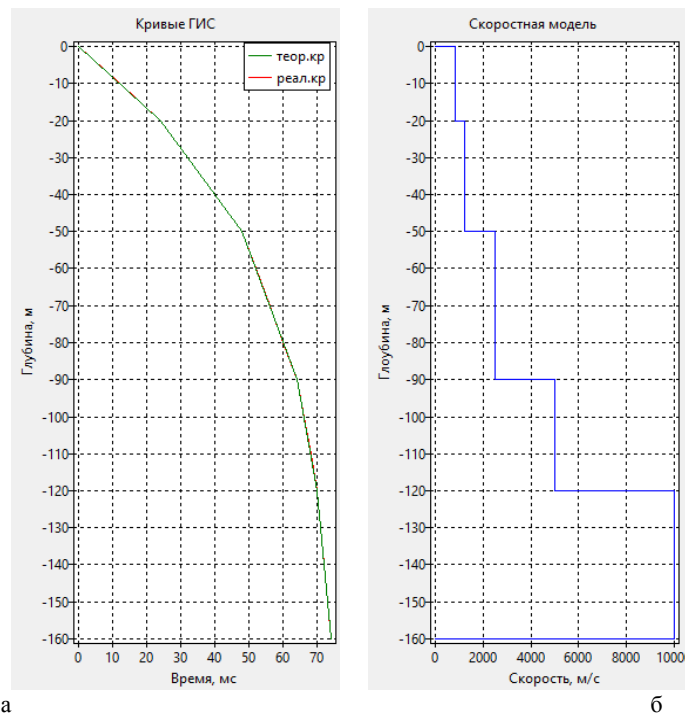


Рис. 2. а – кривые каротажа теоретическая и реальная, б – скоростная модель среды

Литература

1. Стрельченко В.В. Геофизические исследования скважин. Учебник для вузов, – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008.- 551 с.

ВОЗМОЖНОСТИ РЕШЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА ПРОГРАММ GNU OCTAVE

Д.С. Обернебесов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 2 курса,
obernebesov@gmail.com

Научный руководитель: PhD, доцент Ковин О.Н.

Аннотация: Данная статья написана для демонстрации возможностей использования свободно-распространяемого инструмента программирования GNU Octave для реализации научных и образовательных проектов в геофизике. При помощи данного программного обеспечения будет решена задача по нахождению гравитационного потенциала шара.

Ключевые слова: GNU Octave, геофизика, гравитационный потенциал шара.

ABOUT THE POSSIBILITY OF SOLVING GEOPHYSICAL PROBLEMS WITH THE GNU OCTAVE PROGRAMING SOFTWARE

D.S. Obernebesov

Perm State University, 2nd year Student, obernebesov@gmail.com

Research Supervisor: PhD, Reader O.N. Kovin.

Abstract: This article is written to demonstrate the feasibility of usage the programming software GNU Octave for realization of the scientific and educational projects in geophysics. With the help of this software, the problem of finding the gravitational potential of the ball will be solved.

Keywords: GNU Octave, geophysics, gravitational potential of a ball.

GNU Octave является свободным интерпретирующим языком для решения задач вычислительной математики [1]. Программа использует язык программирования высокого уровня, который совместим с пакетом прикладных программ MATLAB. GNU Octave способна работать как на ОС Windows, так и на других операционных системах. Преимуществами данного пакета программ является множество встроенных функций для быстрого решения математических задач, среди которых расширения для решения линейных алгебраических задач, нахождения корней нелинейных уравнений, решения дифференциальных уравнений, вычисления интегралов, решения линейных и нелинейных оптимизационных задач, построения графиков, работа с полиномами [2].

Пакет программ совместим с известным языком MATLAB на уровне синтаксиса, но при этом софт имеет бесплатное распространение, что представляется наиболее выгодным для конечного пользователя. Программа имеет качественно проработанную систему визуализации данных в виде двумерных или трехмерных графиков, что является наиболее привлекательным для решения геофизических задач с последующей интерпретацией в подобном виде.

После запуска программы мы можем наблюдать сверху строку меню, ниже панель инструментов и разделенные на два окна журнал выполненных команд и командное окно, а для того, чтобы быстро отредактировать файл можно воспользоваться вкладкой редактор (рис. 1). Признаком того, что система готова к работе, является наличие знака приглашения `>>`, после чего происходит ввод команд и программа производит решение задачи.



Рис. 1. Интерфейс журнала выполненных команд и части командного окна, в котором можно заметить знак приглашения `>>`

Пакет программ не является широко распространенным методом решения задач в российских научно-образовательных организациях, но определенно имеет потенциал для математических и инженерных расчетов, интересен к применению в области геологии и геофизики, а также лёгок в построение графиков с удобной двумерной или трёхмерной интерпретацией.

Для тестирования программы GNU Octave решим геофизическую задачу по нахождению гравитационного потенциала шара по формуле:

$$V = \frac{M}{r} \quad (1)$$

где V – гравитационный потенциал искомого объекта; M – масса объекта; r – расстояние до центра данного объекта. И вспомогательная формула по нахождению квадрата расстояния до центра искомого объекта:

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2, \quad (2)$$

где r – расстояние до центра искомого объекта; x – координаты по оси абсцисс; y – координаты по оси ординат; z – координаты по оси аппликат.

При решении задачи программа будет иметь следующий текст (рис.2).

```
tx = ty = linspace (-80,80,41);
[xx, yy] = meshgrid (tx, ty);
r = sqrt (xx .^ 2 + yy .^ 2+256);
tz = 100./r;
mesh (tx, ty, tz);
```

Рис. 2. Текст программы по нахождению гравитационного потенциала шара в GNU Octave

Центр сферы будет находиться в точке с координатами 0, 0, 16. Тогда квадрат глубины будет равняться 256. Произвольно взятая масса сферического объекта 100 кг. После выполнения расчетов, программа строит 3D модель гравитационного потенциала сферы (рис.3).

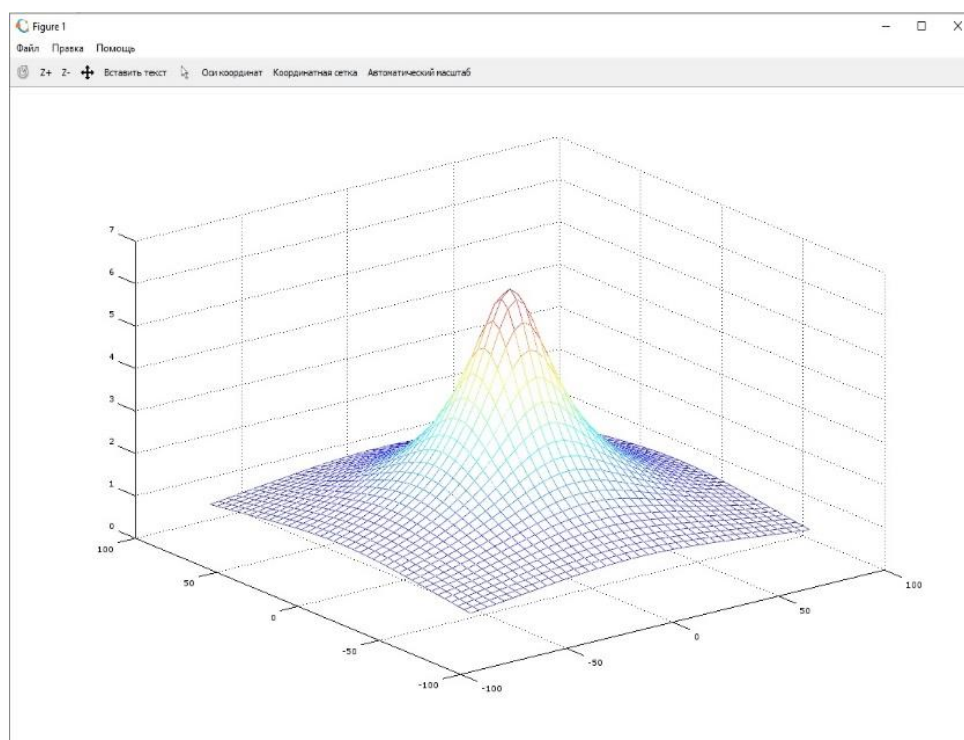


Рис. 3. 3Dмодель гравитационного потенциала сферы

С помощью пакета программ GNU Octave возможно решить круг геофизических задач, в связи с чем можно сказать что пакет удобен для использования в геофизике. Он значительно упрощает обработку и интерпретацию геофизических данных и является достаточно понятным конечному пользователю. Пакет может быть также использован для подготовки графических материалов для публикаций.

Литература

1. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. Введение в Octave для инженеров и математиков. М.: ALTLinux, 2012. С. 8.
2. Шамарай Н.Б. Краткое руководство по работе с пакетами GNU Octave и Gnu plot. Владивосток: ДВФУ. 2011. С. 2.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИНВЕРСИИ КРИВЫХ ВЭЗ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ СЪЕМКИ НАД КУНГУРСКОЙ ПЕЩЕРОЙ

Е.А. Овчинникова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 2 курса, owli97@yandex.ru

Научный руководитель: PhD, доцент О.Н. Ковин

Аннотация: В статье представлены результаты электроразведочной съемки, проведенной на территории природного комплекса «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера» в период полевого геофизического лагеря “Karst Scene Investigation”. Данная работа проведена в целях обучения студентов младших курсов основам проведения научно-исследовательских работ.

Ключевые слова: электроразведка, Кунгурская пещера, автоматическая инверсия.

THE USE OF AUTOMATIC INVERSION OF VES CURVES FOR PROCESSING AND INTERPRETATION OF SURVEY DATA OVER THE KUNGUR ICE CAVE

E.A. Ovchinnikova

Perm State University, 2nd year Student, owli97@yandex.ru

Research Supervisor: PhD, Reader O.N. Kovin

Abstract: This article presents the results of an electrical survey conducted on the territory of the natural complex "Ice Mountain and the Kungur Ice Cave" with an aim to explore unknown karst voids. This work was carried out in the learning purposes.

Keywords: electrometry, Kungur Ice Cave, automatic inversion.

Кунгурская Ледяная пещера и Ледяная гора представляют собой единый историко-природный комплекс, отличающийся сложным геологическим строением и повсеместным развитием карстово-суффозионных процессов. Протекающие процессы карста и суффозии способствуют развитию в толще горы полостей, а на земной поверхности – образованию провалов и воронок [1].

Массив Ледяной горы в районе Кунгурской пещеры сложен карбонатными (известняк, доломит) и сульфатными (гипс, ангидрит) породами. В большом количестве присутствуют локальные карстовые формы рельефа глубиной от 0.5 до 11 м (рис.1).

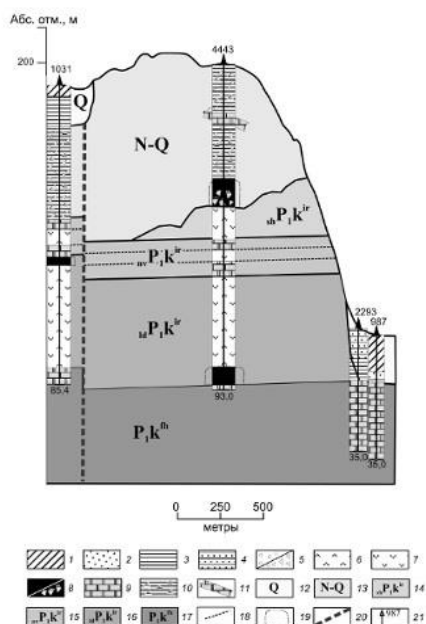


Рис. 1. Геологический разрез Ледяной горы на участке Кунгурской пещеры по материалам 2014 года. [1]

Условные обозначения: 1 – суглинок; 2 – песок; 3 – глина; 4 – супесь; 5 – гравийно-галечниковый/дресвяно-щебневый грунт; 6 – ангидрит; 7 – гипс; 8 – провалы инструмента/щебнево-глыбовый материал в карстовой полости; 9 – доломит; 10 – глина известковистая; 11 – фрагмент ксенолита елкинской пачки; 12 – четвертичные отложения; 13 – неоген-четвертичные отложения; 14-16 – пачки (14 – шалашинская, 15 – неволинская, 16 – ледянопещерская); 17 – филипповский горизонт; 18 – границы между карбонатными и сульфатными породами неволинской пачки; 19 – карстовая полость; 20 – линии предполагаемых разломов; 21 – скважина и ее номер

В период с 1 по 10 августа 2016 года на территории Кунгурской пещеры и Ледяной горы был проведен полевой геофизический лагерь “Karst Scene Investigation”, организованный при финансовой поддержке общества Society of Exploration Geophysicists, отделением общества в ПГНИУ – Perm SEG Student Chapter. Целью этого лагеря было изучение локальной гравиметрической аномалии, которая может быть проявлением карстовой полости в теле Ледяной горы.

Для достижения этой цели участниками лагеря проводились комплексные геофизические исследования, включавшие электроразведочные наблюдения ВЭЗ по 4 профилям [2]. Для обработки и интерпретации полевых данных ВЭЗ использовались специализированные программы RES1D фирмы GeoTomo и Surfer. Так как данная работа проведена в целях обучения, то обработка и интерпретация данных производилась только по одному из комплексных профилей (профиль №1, рис.2). Обработка и интерпретация электроразведочных данных проводились в рамках градиентной модели среды.

Наблюденные кривые ВЭЗ преимущественно относятся к типу А. При обработке кривых ВЭЗ была применена автоматическая инверсия данных в программе RES1D, в результате чего были получены одномерные модели среды в каждой точке наблюдения. Далее в программе Surfer одномерные данные были проинтерполированы для построения двумерного геоэлектрического разреза (рис.3).

Анализ полученного разреза распределения геоэлектрических свойств пород по профилю и глубине позволил выявить зоны высоких значений кажущихся сопротивлений, которые можно соотнести с наличием предполагаемых карстовых полостей.

Таким образом, можно предположить, что на участке от 0 до 100 метров находится обширная карстовая полость или полости, заполненные обломками вышележащих пород. Это подтверждают данные бурения в скважинах 1031 и 4443 где выявлены полости на глубине 40-60 м. Аномальный участок 250-350 м так же можно соотнести с соседней карстовой воронкой. Участок 500-600 м находится над пещерой на глубинах 20-40 м и может быть связан с полостями верхних этажей карстующегося массива. Сама исследованная часть пещеры на разрезе не выделяется в связи с недостаточной глубиной исследования.

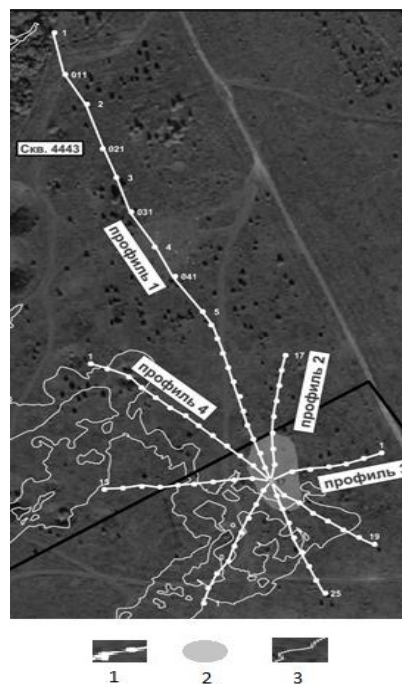


Рис. 2. Расположение точек наблюдения ВЭЗ на изучаемой территории [2]
1- профиля ВЭЗ; 2- предполагаемая карстовая аномалия; 3 – контур Кунгурской пещеры

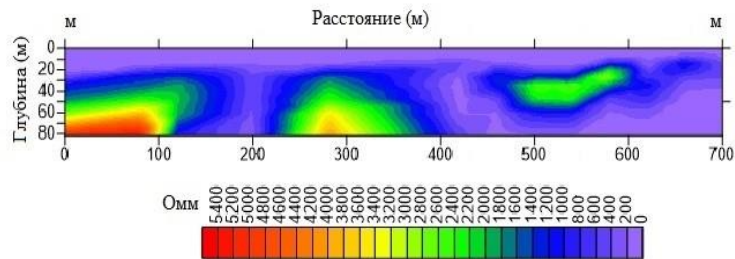


Рис. 3. Геоэлектрический разрез кажущихся сопротивлений по профилю 1

Литература

1. Пугин А.В., Мичурин А.В., Симанов А.А., Хохлова В.В, Новикова П.Н. *Опытно-методические геофизические работы на территории историко-природного комплекса «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера»* // Вестник КРАУНЦ. Наука о Земле. 2014. Выпуск № 24. С. 191-197.
2. Ворошилов В.А., Селетков И.А., Тихомиров Ф.А. *Комплексные геофизические исследования карстующегося массива Ледяной горы* // Восемнадцатая уральская молодежная научная школа по геофизике: Сборник науч. материалов. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2017. С. 36-50.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА ОБЩЕГО В РУДАХ
ГУСЕВОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОЙ
СТАНЦИИ «КАРЬЕР-2М»**

А.П. Пожарских

Исовский геологоразведочный техникум, студент 4 курса, diner74@mail.ru

Научный руководитель: преподаватель Динер Т.Г.

Аннотация: В статье рассматриваются возможности определения процентного содержания железа методом каротажа магнитной восприимчивости с помощью программно-управляемой станции «КАРЬЕР-2М» в рудах Гусевогорского месторождения Качканарского ГОКа с целью оперативного контроля качества руды на подготавливаемых к добыче участках.

Ключевые слова: титаномагнетитовые руды, процентное содержание железа, магнитная восприимчивость.

**DETERMINATION OF THE PERCENTAGE CONTENT OF TOTAL IRON IN ORES
GUSEVOGORSK DEPOSIT BY MEANS OF PROGRAM-CONTROLLED LOGGING UNITS
«QUARRY-2M»**

A.P. Pozharskyh

Isovsky Geological Prospecting College, 4th year Student, diner74@mail.ru

Research Supervisor: Lecturer T.G. Diner.

Abstract: The article is about the possibility of determining the percentage of iron by the method of logging of magnetic susceptibility using program-controlled station «QUARRY-2M» in Gusevogorsk ore deposit of GOK Kachkanarsky for the purpose of operational quality control of ore in the prepared mining areas.

Keywords: titanium magnetite ore, with the percentage of iron, magnetic susceptibility.

Промышленное оруденение Гусевогорского месторождения представлено преимущественно вкрапленностью титаномагнетита в пироксенитах различного состава и приурочено к одноименному массиву сложной габбро-пироксенитовой интрузии, относящейся к Платиноносному поясу Урала [3]. Железо, связанное с титаномагнетитом, является основным полезным компонентом руд Гусевогорского месторождения, количество его невелико и составляет 8-14% при общем содержании железа в рудах 14-20%. Рудные минералы представлены магнетитом и ильменитом. Содержание титаномагнетита максимальное в диаллагитах и минимальное в габбро (менее 14%). Обобщенные за все годы наблюдений и систематизированные данные о магнитных свойствах горных пород Гусевогорского месторождения приводятся в таблице.

Таблица

Физические свойства горных пород и руд

Наименование горных пород	Количество образцов	Магнитная восприимчивость (10 ⁻⁶ CGS)		
		Мин.	Мак.	Ср.
Пироксенит	50	400	67000	2300
Титаномагнетит	50	11000	350000	150000
Перидотит	50	100	1700	800
Дунит (серпентинизированный)	50	125	6200	2440
Порфирит	50	950	2100	1660
Амфиболит	50	6	75	30
Габбро	50	0	20000	6600
Горнблендит	50	38	13500	8150
Туфы порфиритов	50	32	62	50

Как видно из таблицы, наиболее магнитными породами Гусевогорского месторождения являются породы основного и ультраосновного составов; средняя магнитная восприимчивость которых составляет от 2300 до 6600*10⁻⁶CGS. Кислые и туфогенно-осадочные породы месторождения являются слабомагнитными, магнитная восприимчивость которых колеблется от 30 до 50*10⁻⁶ CGS [2].

Магнитные свойства руд определяются степенью оруденения. Для определения процентного содержания железа в руде на месторождении применяется каротаж магнитной восприимчивости (КМВ) [1].

Тесноту связи уменьшают колебания примесей в титаномагнетитах двуокиси титана и пятиокиси ванадия, разнообразие текстурных особенностей руд, анизотропия их магнитных свойств и вторичные изменения, непостоянство состава вмещающих пород и связанных с ними рудных компонентов.

Содержание железа в руде определяют по графикам корреляционных уравнений, устанавливающих связь между магнитной восприимчивостью, определяемой по данным КМВ, и содержанием железа, определяемого по результатам химических анализов. В выборке данных для корреляции участвуют скважины с равномерным

оруденением по всему стволу скважины, для снижения статистической погрешности определения содержания железа (рис.1).

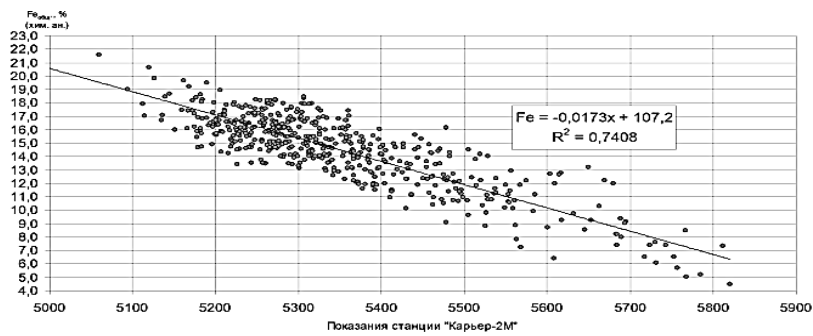


Рис. 1. Корреляционная зависимость Fe общего по хим. анализу и показаний аппаратуры станции КАРЬЕР-2М. Северный карьер. 546 шламовых проб

В связи с геологическими особенностями месторождения магнитная восприимчивость и содержание железа в руде на данном месторождении характеризуются резкой изменчивостью в пространстве в горизонтальном, и в вертикальном направлении, поэтому для каждого карьера строятся свои корреляционные уравнения. Измерения методом КМВ выполняются цифровой программно-управляемой каротажной станцией «КАРЬЕР-2М» в буровзрывных скважинах до 15 метров по сети 5x5 метров. Данные измерений регистрируются по всему стволу скважины каждые 0,1 м скважинным зондом. Весь объём каротажа копируется в единую базу данных и производится обработка данных каротажа в геоинформационной системе Surgras, далее по уравнению корреляционной зависимости рассчитывается содержание железа в буровзрывном блоке. Далее выполняется построение 3D модели буровзрывного блока с разбиением на параллелепипеды высотой 1,5 метра. Блочная модель в геоинформационной системе Surgras показывает содержание железа общего с присвоением каждому параллелепипеду определённого цвета (рис.2). Так же система Surgras способна построить качественный разрез в любой плоскости.

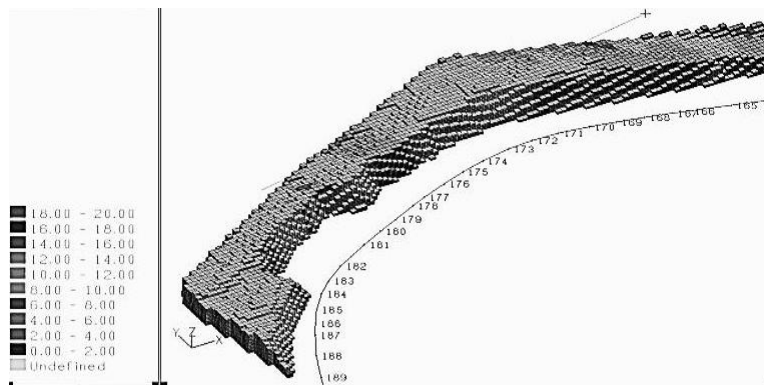


Рис. 2. Блочная модель с раскраской по содержанию железа общего в руде

Результатом работы с современным техническим и программным обеспечением стал полный переход на планирование горных работ в геоинформационной системе, что влечет за собой множество положительных эффектов.

Во-первых, это возможность быстрого и в тоже время достоверного подсчета качественных показателей в планируемом месте. Достоверность подсчета достижима благодаря использованию интервальных проб (интервалы от 10 см). Во-вторых, обеспечивается необходимая для работы наглядность, в том числе обеспечен просмотр в 3-х направлениях и под любым углом, просмотр вдоль интересующего участка работ, цветовая раскраска по содержанию полезного компонента, а также использование вертикальных разрезов.

Таким образом, планирование горных работ в геоинформационной системе обеспечивает информативность и оперативность поступления данных по содержанию железа на подготавливаемых к добыче участках Гусевогорского месторождения, что позволяет улучшить качественные показатели руды.

Литература

1. Инструкция по проведению геофизических исследований в рудных скважинах. ВИРГ - Рудгеофизика, 2000. 414 с.
2. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика) / Справочник геофизика / Под ред. Дортман Н.Б. - 2-е изд. - М.: Недра, 1984. 455 с.
3. Фоминых В. Г. и др. Петрология и рудогенезис Качканарского массива. УНЦАН СССР, 1987. 84 с.

АНАЛИЗ ГОДОГРАФОВ ОТРАЖЕННЫХ ВОЛН

М.С. Рыжиков, С.С. Скидан

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студенты 4 курса,
kolos-412@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Огородова И.В.

Аннотация: В статье рассмотрена теоретическая составляющая метода отраженных волн, описаны способы изучения недр с разным количеством параметров, поставлены цель и задачи исследования. Построены годографы отраженных волн для двух случаев: с постоянным углом наклона отражающей границы и изменяющейся глубиной ее залегания, и постоянной глубиной залегания отражающей границы, но изменяющимся углом ее наклона.

Ключевые слова: сейсмическая разведка, метод отраженных волн, пункт приёма, пункт взрыва, размерность, сейморазведка, сейсмическая волна, профилирование, годограф отраженных волн.

ANALYSIS OF TRAVEL TIME CURVES OF REFLECTED WAVES

M.S. Ryzhikov, S.S. Skidan

Perm State University, 4th year Students, kolos-412@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.V. Ogorodova.

Abstract: The article considers the theoretical component of the method of reflected waves, described methods of exploration with a different number of parameters; identify goals and objectives of the study. Built the hodograph of reflected waves for the two cases: with a constant angle of inclination of the reflecting boundary and changing its depth and the constant depth of the reflecting boundary, but changing its tilt angle.

Keywords: seismic prospecting, reflection wave method, point of reception, point of explosion, dimension, seismic, seismic wave, profiling, hodograph of reflected waves.

Метод отраженных волн основан на изучении особенностей распространения упругих волн, отразившихся от границы раздела двух геологических слоев, различающихся по своим физическим свойствам. Измеряя времена пробега упругой волны от источника до нескольких точек наблюдения на поверхности земли, в процессе последующей обработки этих данных можно получить представление, как о пространственном положении отражающей границы, так и о некоторых свойствах среды, лежащей выше отражающей границы [2].

Цель настоящего исследования: анализ годографов отраженных волн, полученных с изменением параметров глубины залегания отражающей границы и угла наклона отражающей границы.

Регистрация сейсмических волн от одного источника колебаний, расположенного в пункте взрыва (ПВ), производится, как правило, несколькими приёмниками (или группами приёмников), находящимися на различном расстоянии от ПВ. Расстановкой пунктов приёма (ПП) называется совокупность ПП, регистрирующих колебания от одного ПВ. Взаимное расположение ПП и возбуждения ПВ сейсмических колебаний называют системой наблюдений [1].

Все стандартные сейсмические наблюдения ведутся по методике непрерывного профилирования, то есть ПП и ПВ располагают по линии так, чтобы в получаемых данных не было пропусков. Основной критерий выбора системы наблюдений – получение максимума информации о полезных сейсмических волнах при наименьших затратах на производство работ [4].

В настоящем исследовании были рассчитаны и построены годографы отраженных волн. Перечислим условия построения: среда, покрывающая изучаемую границу, однородна и изотропна, характеризуется скоростью V_0 . Пункт возбуждения находится в середине расстановки. Расстояние в обе стороны от пункта возбуждения 1000 м в масштабе 1:100.

Время прихода отраженной волны рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{1}{V_0} \sqrt{4h^2 + x^2 \pm 4hx \sin \varphi},$$

где V_0 - скорость распространения волн над отражающим горизонтом (ОГ); h - глубина залегания отражающей границы; t - время прихода отраженной волны; x - расстояние по профилю относительно пункта возбуждения; φ - угол наклона отражающей границы.

В первом случае установим следующие значения: $\varphi = 0^\circ$; $V_0 = 1200$ м/с; $h = 0; 50; 100; 400; 1000$ м. По полученным значениям времен прихода отраженных волн (ОВ) строим годографы отраженных волн (рис. 1).

Во втором случае устанавливаем стационарными следующие значения: $h = 500$ м; $V_0 = 1200$ м/с; Рассчитываем значения t , изменяя угол наклона ОГ: $\varphi = 0^\circ; 10^\circ; 20^\circ; 30^\circ$. Аналогично, строим годографы ОВ с полученными значениями (рис.2).

По рассчитанным и построенным годографам отраженных волн, целесообразно сделать следующие выводы. После построения годографов, мы видим, что они имеют форму гипербол. В первом случае, с

увеличением глубины залегания отражающей границы, у годографа отраженной волны увеличивается в n раз значение времени t_0 , а также кривизна годографа в минимуме уменьшается.

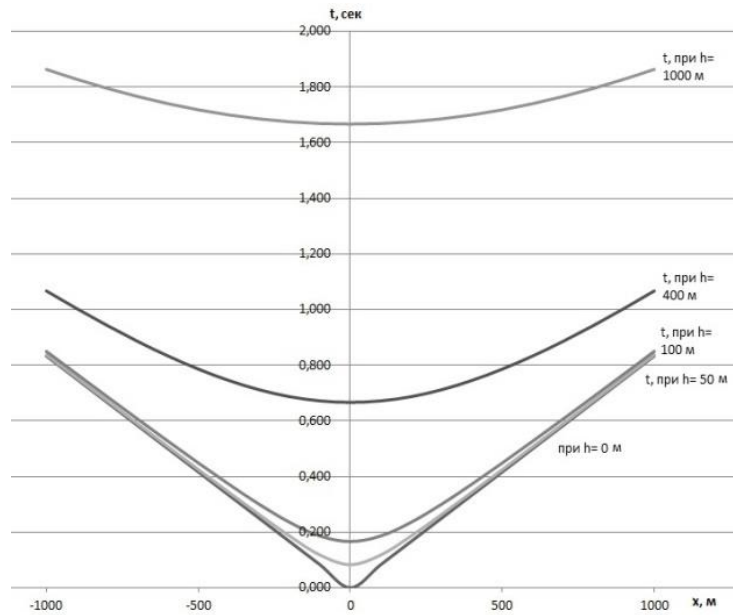


Рис. 1. Годографы отраженных волн с изменением глубины залегания ОГ

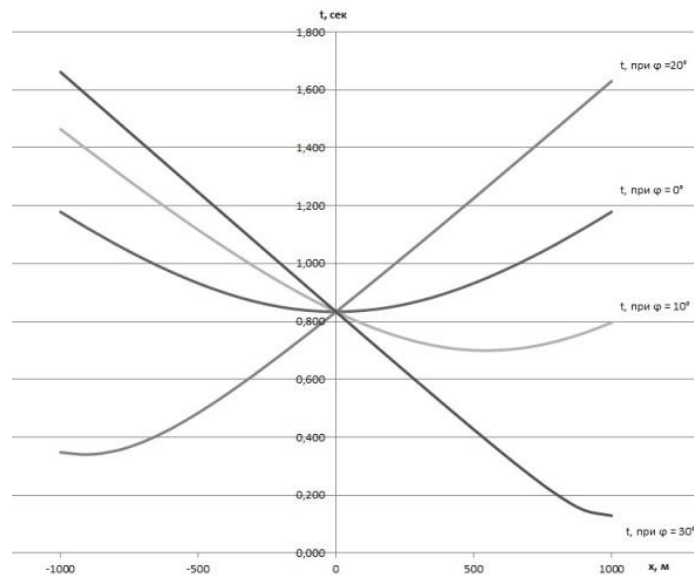


Рис. 2. Годографы отраженных волн при изменении угла наклона ОГ

Во втором случае, при увеличении угла наклона отражающей границы, очевидно, что вершина годографа на сейсмограмме смещается относительно источника S в сторону восстания (подъема) границы, так же у годографа отраженной волны уменьшается в n раз значение времени t_0 , а кривизна годографа увеличивается в минимуме.

Заключение

Построены и проанализированы годографы отраженных волн с изменением параметров глубины залегания отражающей границы и угла наклона отражающей границы. Проведенный анализ может быть полезен, при определенных ограничениях, при решении обратной задачи сейсморазведки.

Литература

1. Гайнанов В.Г. Сейсморазведка. М: издательство МГУ, 2005. 149 с.
2. Гурвич И.И., Боганик Г.Н. Сейсмическая разведка. М.: «Недра», 1980. 23 с.
3. URL: http://csm07.narod.ru/T6_2007/T6_2007_Seismics_Lecture_07.pdf // Системы наблюдений МОВ и их изображение. Однократные и многократные системы наблюдений. Подборки ОПВ, ОПП, ОСТ, ОУ. Годографотражённой волны ОСТ (датаобращения: 09.02.2017).

МИКРОГРАВИРАЗВЕДКА НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ. АНАЛИЗ ПОМЕХ

Г.А. Семериков

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 3 курса,
blind.sofa@gmail.com

Научный руководитель: к. ф.-м. н., доцент Пугин А.В.

Аннотация: В данной статье анализируются источники помех, оказывающее наибольшее влияние на показания гравиметра при измерениях силы тяжести в условиях городов и промышленных зон. Приводится оценка реально достижимой погрешности микрогравиметрических измерений в условиях антропогенных помех. Показано, что нет никаких особых препятствий для выполнения гравиметрических исследований на урбанизированных территориях с использованием современной гравиметрической аппаратуры, подобной гравиметру AutogravCG-5 (ScintrexLtd, Канада).

Ключевые слова: микрогравиразведка, анализ и оценка помех, город, промышленная зона.

MICROGRAVITY PROSPECTION IN URBAN AREAS. INTERFERENCE ANALYSIS

G.A. Semerikov

Perm State University, 3^d year Student, blind.sofa@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Physics and Math, Reader A.V. Pugin.

Abstract: Sources of noises distorting gravimeter readings, when microgravity carries out in cities and industrial zones, are analyzed in the article. The paper presents realistic estimation of an error of gravity measurements in case of anthropogenic noises. It is shown the usage of modern gravimeters like Autograv CG-5 makes microgravity investigations applicable on urban territories.

Keywords: microgravity, analysis of noises, city, industrial area.

При повышении разрешающей способности метода и общей точности измерений всегда возрастает относительное влияние помех. Если ранее помехи малой интенсивности, например, с амплитудой, 0.01-0.02 мГал существенно не мешали интерпретации, поскольку амплитуда полезных аномалий намного превышала эту величину, то при малоглубинных исследованиях, то есть при изучении слабых и низкоконтрастных аномалий от объектов с незначительной аномальной массой такие помехи уже нельзя игнорировать. Возникает необходимость анализа этих помех и того, насколько они мешают микрогравиразведке решать поставленные задачи.

В качестве одного из основных источников помех в городской среде чаще всего упоминают микросейсмические колебания земной поверхности. За ними по значимости следуют кратковременные или импульсные колебательные воздействия (ветер и создаваемые им колебания почвы вблизи деревьев, проезжающий транспорт, пешеходы). По интенсивности они могут значительно превосходить микросейсмический шум. Очевидно, что они также воспринимаются измерительной системой прибора и изменяют ее показания.

На показания гравиметра в значительной мере влияет рабочий режим. Без арретирования эталонная масса в упругой кварцевой системе всегда остается в свободно подвешенном состоянии. Механические воздействия при переноске гравиметра в рейсах при микрогравиметрической съемке неблагоприятно сказываются на величине нелинейного остаточного смещения (дрейфа) нуля-пункта гравиметра и, как следствие, на погрешности измерений.

В совокупности с другими, менее значительными факторами, описанные выше воздействия приводят к тому, что гравиметр всегда измеряет приращения силы тяжести с определенной погрешностью. Основным критерием качества гравиметрических измерений является среднеквадратическая погрешность единичного наблюдения, вычисляемая на основе сходимости контрольных наблюдений с первичными [1].

За прошлые годы накоплен большой опыт микрогравиметрических измерений с гравиметрами AutogravCG-5 в условиях населенных пунктов и промышленных территорий Пермского края. Так, например, в целях анализа микросейсмических воздействий гравиметр AutogravCG-5, установленный на первом этаже здания в центре г. Перми, в течение нескольких часов снимал показания циклами по 256 секунд с частотой 6 Гц (рис.). Анализ следующих друг за другом серий измерений свидетельствует: несмотря на достаточно интенсивные микросейсмические ускорения, местами превышающие ± 0.05 мГал, средние арифметические значения серий остаются близкими либо совпадают с точностью до третьего знака (до разрешающей способности гравиметра, составляющей 0.001 мГал). Малые расхождения средних отсчетов при неподвижном гравиметре определяются в основном длительным линейным дрейфом нуля-пункта кварцевой упругой системы вследствие явлений усталости и ползучести.

В качестве одного из показательных примеров приведем наблюдения на территории кампуса ПГНИУ. Гравиметрические пункты располагались на расстоянии около 200 метров от железнодорожных путей федерального значения и трамвайных линий. Среднеквадратическая погрешность единичного измерения составила ± 0.003 мГал. Особенности датчика AutogravCG-5 допускают расхождение соседних по времени отсчетов на величину до ± 0.005 мГал. Учитывая это, столь малая погрешность представляется хорошим примером того, что влияние основных искажающих факторов может быть сведено к минимуму квалифицированными действиями оператора и хорошим состоянием прибора.

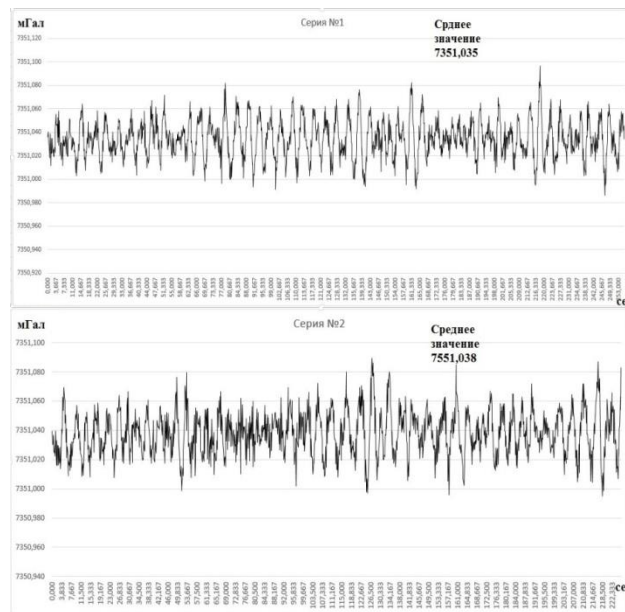


Рис. Две последовательные серии отсчетов гравиметра CG-5 на одном пункте длительностью 256 секунд

Опыт показывает, что наиболее интенсивные кратковременные помехи создают пешеходы, проходящие в непосредственной близости от гравиметра. Данная проблема легко разрешима, если оградить окрестность пункта наблюдений в радиусе нескольких метров сигнальной лентой. Второй проблемой является автотранспорт, который всегда можно переждать. Отметим, что воздействие проезжающих легковых автомобилей на гравиметр ощущалось лишь на расстоянии менее 5 метров до точки наблюдений.

Оценки по данным других измерений в населенных пунктах свидетельствуют, что среднеквадратическая погрешность в пределах 0.010 мГал вполне достижима при микрогравиметрической съемке, а значит, принципиальная возможность картирования слабых аномалии силы тяжести существует даже при повышенном уровне антропогенных помех. Хотелось бы выразить уверенность, что микрогравиразведка наконец-то займет заслуженное место при решении малоглубинных задач.

Литература

1. Инструкция по гравиразведке. – М., 1980.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В ПЛАВНЕВО-ЛИМАННОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

А.Р. Сергеев

Кубанский государственный университет, магистрант 1 года обучения, arsen007@mail.ru

Научный руководитель: д.т.н., профессор Гуленко В.И.

Аннотация: В статье рассмотрены возможности использования пневматического излучателя ПИК-3 при проведении сейсморазведочных работ МОГТ 2D в условиях плавнево-лимманной зоны Краснодарского края, а также приведен анализ результатов, полученных при опытных работах Краснодарского филиала ОАО «Союзморгео» КОМЭ на Славянско-Темрюкском лицензионном участке.

Ключевые слова: сейсморазведка МОГТ 2D, возбуждение упругих колебаний, погружной пневмоисточник, опытные работы, соотношение сигнал/помеха.

THE BEST CONFIGURATION OF SEISMIC ENERGY EXCITATION IN SEISMIC SURVEY IN THE FIRTH ZONE OF KRASNODAR TERRITORY

A.R. Sergeev

Kuban State University, 1st year Master's Degree Student, arsen007@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Engineering Sciences, Professor V.I. Gulenko

Abstract: This article examines the possibility of using the PIC-3 pneumatic source during the 2D seismic CDP under the flooded Lima zone of Krasnodar territory, as well as an analysis of the results obtained in the experimental work of the Krasnodar branch of "Soyuzmorgeo" at Slavyansko-Temrukskiy license area.

Keywords: CDP seismic 2D, the excitation of elastic vibrations, air gun, experimental work, the signal/noise ratio.

Проведение сейсморазведки в плавнево-лиманной, или так называемой «транзитной» зоне Краснодарского края накладывает свои ограничения на выбор источника упругих колебаний.

С позиций сейсморазведки предельное мелководье – это акватория, где применение буксируемой морской сейсмокоды невозможно из-за малых глубин, использование типовых плавсредств в качестве носителей сейсмической аппаратуры практически также невозможно, как и применение типовой методики морской сейсморазведки. Правильное согласование сейсмоприемников со средой затруднено, так как использование взрывчатых веществ в качестве источника запрещено, а обычный вибросейсмический источник не дает нужного эффекта из-за слабости грунта. Кроме того, в пределах плавнево-лиманной зоны повышаются требования к экологической безопасности проведения работ, и возрастает сложность их организации.

Однако, все эти трудности перекрывает высокая нефтегазоперспективность этих территорий. Месторождения мелководных участков наиболее доступны для поисково-разведочного бурения и эксплуатации месторождений нефти и газа, не требуют протяженных морских трубопроводов и громоздких свайных оснований, что может сделать рентабельной разработку даже сравнительно мелких месторождений. [1]

Краснодарская опытно-методическая экспедиция ОАО «Союзморгео» имеет многолетний опыт проведения сейсморазведки в этих условиях и в настоящее время ведет полевые работы МОГТ 2D с применением пневматических излучателей.

В статье проанализированы результаты опытных работ, проведенных в 2013 году на Славянско-Темрюкском лицензионном участке для определения оптимальных параметров возбуждения, а именно, количества накоплений для одного физического наблюдения.

При проведении полевых работ применялась симметричная центральная система наблюдений с 256 активными каналами расстановки. Шаг по пунктам приема и взрыва равнялся 25 м, максимальное удаление возбуждение-прибор составило 3200 м.

Система регистрации включает в себя усовершенствованную сейсмостанцию «Прогресс-155Т», влагозащищенные коды и сейсмоприемники, сгруппированные в герметичных контейнерах по 4 последовательно соединенных датчика GS-20DX.

Возбуждение упругих волн производилось в скважинах глубиной 6 метров с помощью погружного пневмоизлучателя ПИК-3, установленного вместе с буровым станком на базе гусеничного транспортера ГТСМ, и составленного из 4-х 1-литровых секций.

Для опытных работ выбраны участки с характерными для данной площади условиями возбуждения. Так, участки на пикете 1090 и 1356 представляли собой заросли камыша, а участок на пикете 1002 находился на просеке в пределах рисового чека. Кроме того, на пикете 1090 при работе была безветренная погода, что характерно отображается на графике зависимости отношения сигнал/помеха от количества накоплений.

Анализ качества сейсмической информации проводился по волновому полю, зарегистрированному на сейсмограммах ОПВ. Сейсмический материал, полученный в районе работ, отличался значительной сложностью и разнообразием. Рисунок сейсмической записи менялся вдоль профилей в соответствии с изменением поверхностных сейсмогеологических условий.

Обработка полученного полевого материала проводилась с использованием программного комплекса «Field Navigator Expert».

Вычисление характеризующих значений сейсмограмм проводилось в следующих окнах, изображенных на рисунке 1, которые соответствуют основным зонам для определения критериев качества сейсмического материала.

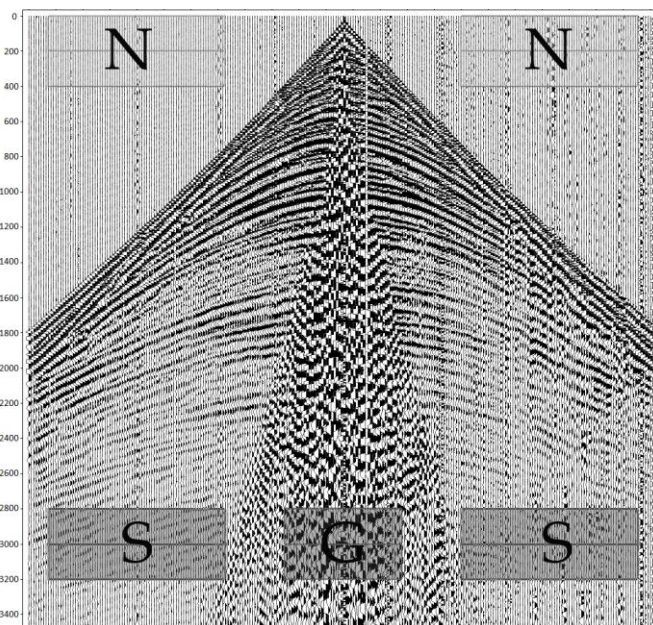


Рис. 1. Окна для расчета уровня амплитуд: S – сигнала в зоне целевых отражений, N – шума до первых вступлений, G – поверхностных волн

После визуального анализа исходных сейсмограмм и результатов динамического анализа было установлено, что на сейсмограммах с увеличением количества накоплений, существенно изменяются и величины отношения сигнал/микросейсмы (рис.2), однако при этом они характеризуется более низкочастотным спектральным составом и сужением ширины спектра полезного сигнала.

Сейсмический материал с увеличением количества накоплений значительно отличается по своим амплитудно-частотным характеристикам (АЧХ). Наблюдается четкая зависимость АЧХ сейсмической записи от количества накоплений.

Следует упомянуть, что при отстреле на пикете 1090 ветер стих, что отразилось высоким для данных условий соотношением S/N.

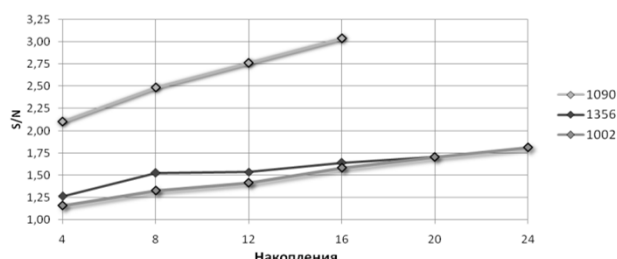


Рис. 2. График зависимости отношения сигнал/помеха от количества накоплений

Как видно из вышеприведенного графика, значительное увеличение количества накоплений в данных условиях возбуждения не дает ощутимого прироста в соотношении уровня сигнал/помеха, поэтому для обеспечения качественных данных без потери производительности 12-16 накоплений на ф.н. вполне достаточно [2].

Литература

1. Долинин А.Н. Алиев Г.А. Мочульский М.В. «Проектна проведение полевых сейморазведочных работ МОГТ-2Д на Северо-Войсковой площади Славянско-Темрюкского лицензионного участка». 2013.
2. Сергеев А.Р. Отчет о результатах проведения полевых сейморазведочных работ МОГТ-2Д на Северо-Войсковой площади Славянско-Темрюкского лицензионного участка, 2014.

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕЙСМИЧЕСКОГО ТРИГГЕРА STA/LTA

С.С. Скидан, М.С. Рыжиков

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студенты 4 курса,
Serga.1995@bk.ru

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Дягилев Р.А.

Аннотация: Проведен подбор оптимальных параметров сейсмического триггера STA/LTA для обнаружения реального сигнала от телесеизмических землетрясений путем определения влияния длин окон, в которых он рассчитывался, на результативность автоматического обнаружения сейсмического события.

Ключевые слова: сейсмология, триггер STA/LTA.

SELECTING THE OPTIMAL PARAMETERS OF A SEISMIC STA / LTA TRIGGER

S.S. Skidan, M.S. Ryzhikov

Perm State University, 4th years Students, Serga.1995@bk.ru

Research Supervisor: Candidate of Physics and Math R.A. Dyagilev

Abstract: Selection of optimal parameters Seismic trigger STA / LTA for detecting a real signal from teleseismic earthquakes by determining the effect of the lengths of windows in which it was calculated on the effectiveness of automatic detection of a seismic event.

Keywords: Seismology, STA / LTA trigger.

Результаты современной сейсмологии используются в инженерном деле для проектирования сейсмостойких сооружений, в разведке полезных ископаемых и при поиске месторождений нефти и природного газа. Другая область использования сейсмологических данных связана с важнейшими политическими, экономическими и социальными проблемами, касающимися обнаружения ядерных взрывов (и распознаванием их среди естественных землетрясений). А также, и с сокращением возможного сейсмического риска, путем выявления сейсмически опасных участков при строительстве крупных промышленных сооружений и плотин.

Есть целый ряд методов, используемых для обнаружения истинных сигналов события и отличающих их от фоновых шумов, но для практических целей широко используются только два типа: пороговый триггер и триггер STA/LTA [2].

В данной работе был произведен расчёт отношения STA/LTA для двух сейсмограмм (чистой и зашумленной) и определение влияния длин временных окон на обнаружение событий.

Были произведены вычисления четырех различных параметров STA и LTA с использованием следующих формул:

$$STA_i = STA_{j-1} + \frac{X_j - STA_{j-1}}{NSTA} \quad (1)$$

$$LTA_i = LTA_{j-1} + \frac{X_j - LTA_{j-1}}{NLTA} \quad (2)$$

$$R_j = \frac{STA_j}{LTA_j} \quad (3)$$

где X_j - сигнал (отфильтрованный или неотфильтрованный), STA – осреднение в коротком окне; LTA – осреднение в длинном окне, R – их отношение, и $NSTA$, $NLTA$ – число точек в окнах STA и LTA в указанном порядке соответственно.[1]

Варианты параметров:

- 1) $LTA=10$ с, $STA=1$ с;
- 2) $LTA=10$ с, $STA=10$ с;
- 3) $LTA=1$ с, $STA=1$ с;
- 4) $LTA=1$ с, $STA=0.1$ с.

В первом случае были взяты $LTA=10$ с, $STA=1$ с и порог триггера равный 4. Данные параметры STA/LTA триггера способствовали правильному определению данного события на чистой сейсмограмме, также есть одно ложное срабатывание на 78-й секунде записи, а на зашумленной сейсмограмме заданные параметры длин STA и LTA привели к правильному определению события триггером.

Во втором случае использование длинных окон $STA=10$ с и $LTA=10$ с и порога триггера равным 4 положительно сказалось на определении события на чистой сейсмограмме, но на зашумленной отношении STA/LTA даже не достигло порога триггера, означает, что событие не было определено.

В третьем случае были использованы длины окон STA и LTA равными 1 секунде, что способствовало на чистой сейсмограмме, кроме истинного события, определению ложных срабатываний в 70% случаев, но на зашумленной записи длины окон STA и LTA в одну секунду повели себя по-другому, и данное событие было выявлено успешно.

В четвертом случае короткие длины окон $STA=0.1$ с и $LTA=1$ с привели к появлению ложных срабатываний, доля которых составила 90%, но в случае зашумленной сейсмограммы так же, как и в третьем случае, короткие длины окон правильно выявили данное событие.

В результате расчетов из 4 вариантов оптимальные значения для обнаружения сигнала телесейсмических землетрясений представлены в 1 варианте исследования (рис.1,2).

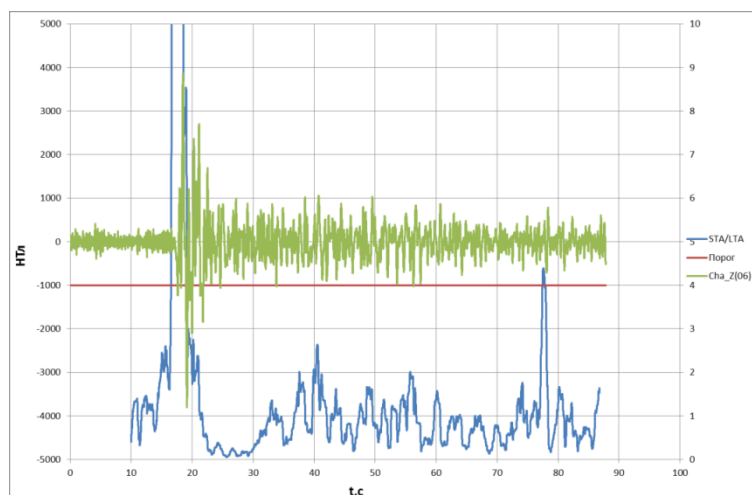


Рис. 1. STA/LTA триггер для чистой сейсмограммы

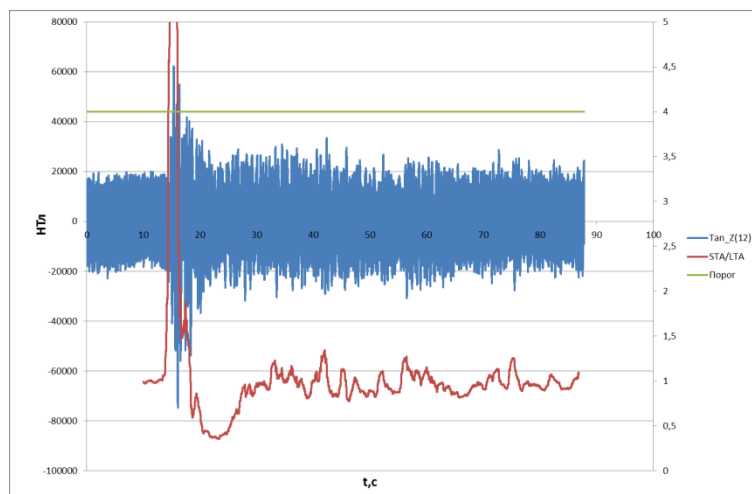


Рис. 2. STA/LTA триггер для зашумленной сейсмограммы

Вывод

Результативность автоматического обнаружения сейсмического события триггером STA/LTA зависит от выбора параметров временных окон:

1. Короткое время STA делает триггер более чувствительным к краткосрочным изменениям в сигнале, в то время как более длинный STA лучше в составлении средних колебаний.

2. Время LTA лучше использовать длинное, чем слишком короткое, чтобы приспособиться к медленным изменениям фонового шума и достаточно долго избегать снижения чувствительности к срабатыванию на низких амплитудах. Так как естественный фоновый шум обычно изменяется очень медленно.

Еще можно сказать, что все описанные выше варианты триггера похожи тем, что они используют алгоритмы, не смотрящие вперед, т.е. приведенные значения параметров триггера зависят только от нынешних и прошлых значений сигнала. Это делает их легко реализуемыми с помощью простых рекурсивных, в реальном времени, операций. Интерпретатор выполняет это совершенно другим способом: он обнаруживает событие, просматривая всю запись целиком, и дает оценку пройденным, нынешним и последующим значениям трассы, чтобы принять решение о наличии события и времени его начала.

Литература

1. Jens Havskov, Gerardo Alguacil, *Instrumentation in Earthquake Seismology*, Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen Norway, 2002.
2. Kaitii Aki, Paul G. Richards, *Quantitative Seismology: Theory and Methods V.1*, Massachusetts Institute of Technology, 1983.

ВЫДЕЛЕНИЕ НЕФТЕНАСЫЩЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ В ГЛИНИСТОМ РАЗРЕЗЕ

М.С. Сундукова

Самарский государственный технический университет, студент 3 курса, mashasundukova@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Чемоданов В.Е.

Аннотация: В работе показано, что методика выделения нефтенасыщенных пластов с помощью статистического распределения требует определения глинистости пластов. Без учета глинистости возможны ошибки в оценке типа насыщения пласта, причем ошибка вода-нефть более вероятна, чем ошибка нефть-вода.

Ключевые слова: коэффициент пористости, коэффициент глинистости, коэффициент водонасыщенности, УЭС, статистическое распределение.

ALLOCATION OF OIL ZONES IN A CLAY SECTION

M.S. Sundukova

Samara State Technical University, 3^d year Student, mashasundukova@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader V.E. Chemodanov.

Abstract: According to the article, allocation of oil zones with help of statistical distribution demands definition of layers shaliness. Without taking it into account shaliness, errors in assessment of layer saturation nature are possible, and the mistake water-oil is more probable.

Keywords: porosity fractions, shaliness index, water saturation value, resistance, statistical distribution.

При интерпретации ГИС одной из сложных задач, с которой сталкивается геолог, является определение характера насыщения пласта.

Оценка характера насыщения коллектора и установление его промышленной нефтегазоносности основаны на определении удельного сопротивления пласта по данным электрического каротажа. Низкие сопротивления пород обычно характерны для водонасыщенных пластов, высокие сопротивления – для нефтенасыщенных пластов. Однако практика показывает, что единой четкой границы между величинами удельных сопротивлений, соответствующих тому или иному характеру насыщения пласта, не существует. В этом и заключается сложность интерпретации данных электрометрии, с целью выделения нефтенасыщенных интервалов.

Одна из методик, позволяющая определить граничное значение удельного сопротивления, называемое критическим сопротивлением ($\rho_{кр}$), базируется на изучении статистического распределения значений сопротивлений (ρ_n) для коллекторов, давших при испытании промышленный приток нефти (продуктивные пласты) и чистую воду (водонасыщенные пласты) [1].

Для скважин одного из месторождений Сибири результаты испытаний и ГИС по данной методике выглядят следующим образом (рис.1). Необходимо отметить, что разрез по скважинам сильно глинистый, и в нем было выделено 104 пласта.

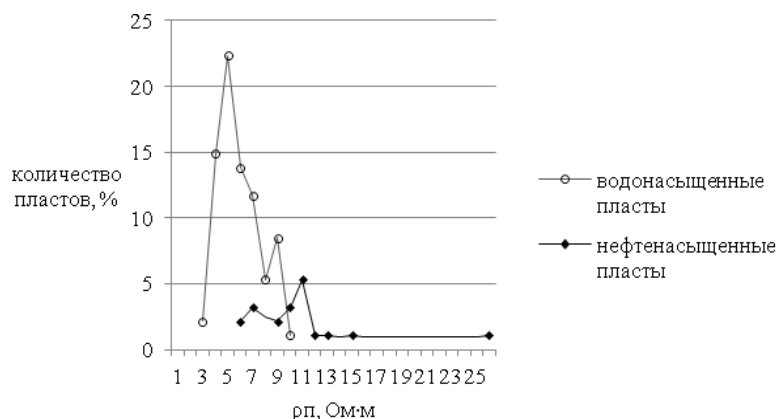


Рис. 1. Статистическое распределение значений сопротивлений для нефтенасыщенных и водонасыщенных коллекторов

Совмещая кривые распределения для двух типов коллекторов, получаем их точку пересечения, которой соответствует определенное значение $\rho_{кр}$. Это значение и считается границей между продуктивными и непродуктивными коллекторами. На рисунке 1 видно, что интервал неопределенности от 6 Ом·м до 10 Ом·м, а величина критического сопротивления равна 9.3 Ом·м. Значение критического сопротивления позволяет оценить характер насыщения пластов, которые по данным испытаний не определены.

В данном случае пласты с неясным характером насыщения и величиной УЭС 10 и 11 Ом·м были определены как нефтенасыщенные пласты. Возможность применения метода подтверждена результатами лабораторного изучения керна, отобранного в скважинах Тюменской области. Породы насыщались газом и водой, а затем проводились измерения их УЭС [2].

Очевидно, что величина интервала неоднозначности насыщения пласта по УЭС зависит от колебаний коэффициента пористости, глинистости и водонасыщенности пластов. Для рассеянных глин были проведены расчеты влияния колебаний глинистости и пористости на величину интервала неоднозначности по УЭС между нефтенасыщенными и водонасыщенными пластами (рис. 2,3), с помощью уравнения Simandoux:

$$S_w = \frac{\alpha R_w}{2k^m} \left(\left(-\frac{V_{sh}}{R_{sh}} \right) + \sqrt{\left(\frac{V_{sh}}{R_{sh}} \right)^2 + \frac{4k^m}{\alpha R_t R_w}} \right),$$

где R_w - сопротивление пластовой воды, R_t – сопротивление пласта, R_{sh} - сопротивление глин, α – коэффициент связи, m – коэффициент цементации, V_{sh} - коэффициент глинистости, S_w - коэффициент водонасыщенности.

УЭС в нефтеносных породах при водонасыщенности менее 0.4 сильно зависит от глинистости. Колебания пористости в меньшей степени оказывают влияние на интервал неоднозначности, а в области высокой водонасыщенности значения УЭС нивелируются.

Проведенные исследования показали: увеличение глинистости пластов приводит к смещению интервала неоднозначности по УЭС, причем кривая УЭС нефтенасыщенных пластов смещается в область низких значений УЭС; эффективность методики разделения нефте-, водонасыщенных пластов по данным статистического распределения с учетом глинистости пластов более 0.3 резко снижается; вероятность ошибки вода-нефть при высокой глинистости больше, чем вероятность ошибки нефть-вода.

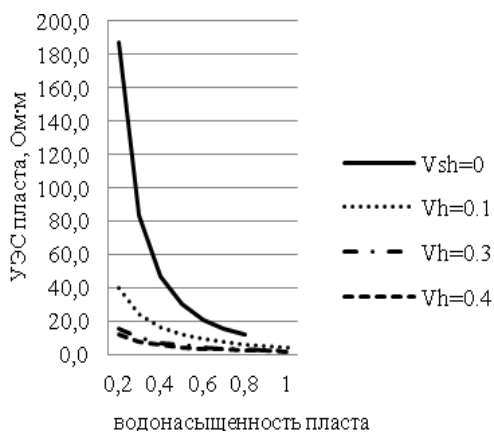


Рис. 2. Изменение УЭС пласта в зависимости от водонасыщенности при изменении глинистости

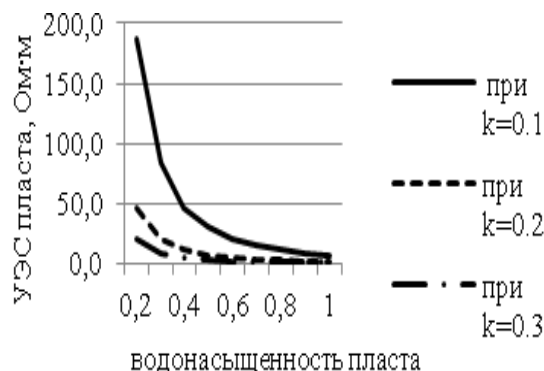


Рис. 3. Изменение УЭС пласта в зависимости от водонасыщенности при изменении пористости

Литература

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.Н. Промысловая геофизика. М.: Недра, 1986, С. 209-210
2. Жбаков В.А., Петров А.В., Лапердин А.Н., Панов С.Ф., Румак Н.П., Селиванова Е.Е., Таужнянский Г.В. Методика определения коэффициентов пористости и газонасыщенности коллекторов сеномана месторождений Тюменской области // Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа. Екатеринбург: ООО «Издательский Дом «ИздатНаукаСервис», 2005.

КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАД ПРЕДПОЛОГАЕМОЙ ПОЛОСТЬЮ В ТЕЛЕ ЛЕДЯНОЙ ГОРЫ

Ф.А. Тихомиров, И.А. Селетков, В.А. Ворошилов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 3 курса, магистранты, vlad13a@gmail.com

Научные руководители: к.г.-м.н., доцент Герасимова И.Ю., к.ф.-м.н., доцент Пугин А.В.

Аннотация: в августе 2016 года на участке Ледяной горы выполнялись геофизические исследования пятью методами (микрогравиметрия, магниторазведка, сейсморазведка, электроразведка и радиометрия) в окрестности локальной отрицательной аномалии силы тяжести, выявленной в результате гравиметрических исследований 2014 года. Предполагается, что данная аномалия обусловлена наличием крупной карстовой полости в теле горы. Геофизические исследования получили финансовую поддержку американского общества Society of Exploration Geophysics в виде гранта на проведение полевого лагеря «Karst Scene Investigation».

Ключевые слова: Ледяная гора, карстовая полость, микрогравиметрия, электроразведка, сейсморазведка, магниторазведка, радиометрия.

COMPLEX OF GEOPHYSICAL EXPLORATION OVER PROSPECTIVE CAVITY IN BODY OF ICE MOUNTAIN

F.A. Tikhomirov, I.A. Seletkov, V.A. Voroshilov

Perm State University, 3^d year Student, Master's Degree Students, vlad13a@gmail.com

Research Supervisors: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.Y. Gerasimova, Candidate of Physics and Math, Reader A.V. Pugin.

Abstract: In August 2016, five geophysical methods (magnetics, microgravity, vertical electrical sounding, seismics and radiometrics) were applied to investigate the geological structure of Ice Mountain near karst cave proposed from microgravity in 2014. Society of Exploration Geophysicists supported these works financially under Field Camp «Karst Scene Investigation». The article presents the first results of combined data interpretation to prove the presence of proposed karst cave or to disprove it.

Keywords: Ice Mountain, karst cave, microgravity, vertical electrical sounding, seismics, magnetics, radiometrics.

В период с 1 по 10 августа 2016 года студенты России, Казахстана, Англии и Франции приняли участие в полевом лагере «Karst Scene Investigation». Объектами изучения участников лагеря являлись Ледяная гора, вмещающая Кунгурскую Ледяную пещеру. Этот уникальный природный памятник расположен в Пермском крае в окрестностях с. Филипповка, Кунгурского района.

В комплекс геофизических исследований входили наземные гравиметрические, магнитометрические, сейсморазведочные, электроразведочные и радиометрические наблюдения (рис.1).

Радиометрические наблюдения выполнялись в модификации гамма-съемки. Оценка естественного гамма-излучения пород в 2016 г. проводилась в пределах площадки исследований в 158 точках наблюдений. В

каждой из точек наблюдений выполнялось измерение мощности эквивалентной дозы (МЭД). При работах использовался радиометр-дозиметр РКС-107. В результате исследований установлено, что в пределах участка интенсивность естественного гамма-излучения изменяется от 9 до 23 мкР/ч.

Магнитометрические наблюдения. Изменения магнитного поля не являются характерными при развитии карстовых процессов. Магнитометрическое оборудование было представлено двумя протонными магнитометрами GSM-19 (Scintrex Ltd). Магнитометрическая съемка выполнялась в двух режимах: профильном, с остановкой на предварительно обозначенных магнитометрических пунктах (МП) и площадном, с измерениями в автоматическом режиме с интервалом времени между замерами в 1 секунду и произвольным передвижением по участку.



Рис. 1. Общая схема расположения профилей на исследуемом участке Ледяной горы

Электроразведочные наблюдения на Ледяной горе проводили в модификации вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) по 4 профилям, что соответствует 38 т.н. При изысканиях использовалась аппаратура АМС -1. Длина питающей линии АВ (400 метров) подбирались таким образом, чтобы эффективная глубина зондирования метода соответствовала глубине расположения забоя ближайшей скважины № 4443.

Одной из составляющих геофизического комплекса являлись **сейсморазведочные наблюдения**. Профильные линии располагались непосредственно над ледяной пещерой, над предполагаемой карстовой полостью, и над частью массива, предположительно не затронутой карстово-суффозионными процессами. В общей сложности отработано 10 сейсморазведочных профилей общей протяженностью 940 м. Применялась центральная ассиметрично-симметричная система наблюдений с раскрытием и закрытием, шаг между пунктами возбуждения выбран равным шагу между пунктами приема и составлял 2 м, база наблюдений – 94 м, количество каналов – 48. В качестве источника возбуждения упругих колебаний использовалась кувалда весом 5 кг, а регистрация осуществлялась с помощью сейсмоприемников типа GS-20 DX и многоканального телеметрического сейсмоакустического регистратора IS48.03.

Гравиметрическая съемка производилась гравиметром Autograv CG-5 по предварительно подготовленным профилям по методике однократных измерений со стопроцентным повторением. Съемка проводилась в едином условном уровне с измерениями 2014 года [1]. Среднеквадратическая погрешность единичного наблюдения с гравиметрами составила 0,004 мГал.

В результате обработки и интерпретации данных гравиметрических наблюдений определено, что отрицательная аномалия, предположительно обусловленная карстовой полостью, не изменила свою форму и амплитуду, что свидетельствует об отсутствии интенсивных плотностных изменений массива за период с 2014 по 2016 год. Аномалии физических параметров среды в данной области отмечаются также по данным сейсморазведки и электроразведки. Применение электроразведки позволило выделить зону повышенных значений кажущегося сопротивления в месте предполагаемой карстовой полости. Если полость в данном месте существует, то ее обводнение маловероятно. Интерпретация магнитометрических данных затруднена в силу наличия магнитных помех. На данном этапе магниторазведка не принесла полезной информации о разрезе, однако позволила внести некоторую ясность в вопрос с техногенной электромагнитной помехой. В результате

гамма-съемки над предполагаемой полостью зафиксированы в целом пониженные значения естественной радиоактивности, диапазон изменений которой в пределах участка незначителен.

В заключении авторы выражают благодарность своим научным руководителям - Герасимовой Ирине Юрьевне, Пугину Алексею Витальевичу и сотруднику ГИ УрО РАН Тайницкому Александру Александровичу за конструктивное обсуждение результатов работ.

Литература

1. Пугин А.В., Мичурин А.В., Симанов А.А., Хохлова В.В, Новикова П.Н. Опытные-методические геофизические работы на территории историко-природного комплекса «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера». Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2014. ВЫПУСК № 24. С. 191-197.

ПОЛУЧЕНИЕ СПЕКТРОВ УГЛОВ НАКЛОНА ОТРАЖАЮЩИХ ГРАНИЦ ПО СЕЙСМОГРАММАМ ОБЩЕЙ ТОЧКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ (ОТВ)

А.В. Харченко

Уральский государственный горный университет, студент 5 курса, hav652@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., профессор Крылатков С.М.

Аннотация: В работе показана важность знания углов наклона отражающих границ в сейсмическом разрезе для построения корректных изображений геологической среды. Рассматривается один из возможных способов определения этих углов по сейсмограммам общей точки возбуждения. Приводятся примеры получения спектров углов наклона отражающих границ.

Ключевые слова: метод общей глубинной точки, угол наклона отражающей границы, несимметричное формирование сейсмограмм.

OBTAINING SPECTRA THE ANGLES OF INCLINATION OF THE REFLECTING BOUNDARIES BY SEISMOGRAMS OF THE COMMON EXCITEMENT POINTS

A.V. Kharchenko

Ural State Mining University, 5th year Student, hav652@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Professor S.M. Krylatkov

Abstract: The work shows off importance of knowing the inclination angles of the reflecting boundaries in the seismic section for constructing the correct images of the geological environment. Is being considered the one of the possible methods of determining these angles by seismograms of the common excitement points. Examples are given of obtaining spectra of the inclination angles of reflecting boundaries.

Keywords: common depth point method, angle of inclination of the reflecting boundary, asymmetric formation of seismograms.

Практическое использование метода отраженных волн в сейсморазведке основано на том, что в геологической среде всегда существуют области, в которых значение акустической жесткости (произведение плотности пород на величину скорости распространения упругих волн в них) отличается от значений в смежных областях. Чаще всего такие области разделяются границами, которые могут быть протяженными и непрерывными в пространстве или иметь локальный характер. Сейсмические волны, в процессе своего распространения встречаясь с такими границами, частично отражаются, частично проходят вглубь среды и рассеиваются. Та часть энергии падающих волн, которая отражается на границах, возвращается к поверхности земли в форме отраженных волн.

Основным современным вариантом реализации метода отраженных волн является метод общей средней (глубинной) точки (МОГТ). Принципиальными основами метода являются: выполнение полевых наблюдений по сложным специальным системам многократных перекрытий, выборка трасс по принципу принадлежности их к общей средней точке из сейсмограмм общей точки возбуждения. В основе обработки данных и получении изображений среды в МОГТ лежит предположение о том, что границы плоские и субгоризонтальные. Допущения о субгоризонтальности всех сейсмических границ, являются сильно упрощенными предположениями о строении реальных геологических сред.

Принятый способ формирования трасс временного разреза не учитывает того факта, что реальная сейсмическая трасса может представлять собой не только запись отражений от субгоризонтальных границ, расположенных под общей средней точкой, но и может нести информацию о других отраженных волнах, порожденных различными по положению и наклону отражающими границами внутри среды. Это приводит к тому, что на временном разрезе наблюдается явление сейсмического сноса. Без учета этого факта такой способ получения изображения может приводить к потере пространственной разрешенности итогового сейсмического разреза.

Для повышения пространственной разрешенности на получаемых сейсмических изображениях среды необходимо в процессе обработки предусмотреть получение значений углов наклона отражающих границ по сейсмограммам ОТВ.

Описываемый ниже способ [1] лишен отмеченного выше недостатка, что позволяет надеяться на получение с его помощью более достоверных сейсмических изображений геологической среды. Способ предназначен для получения временных или глубинных сейсмических изображений геологического разреза по результатам проведения стандартных сейсморазведочных работ по методике многократных перекрытий МОГТ-2D.

Для успешной реализации необходима технология изучения углов наклона отражающих границ по наблюдаемому волновому полю. Основу этой технологии может составить использование сейсмограмм несимметричного способа формирования МОВ-ОГП (рис.1).

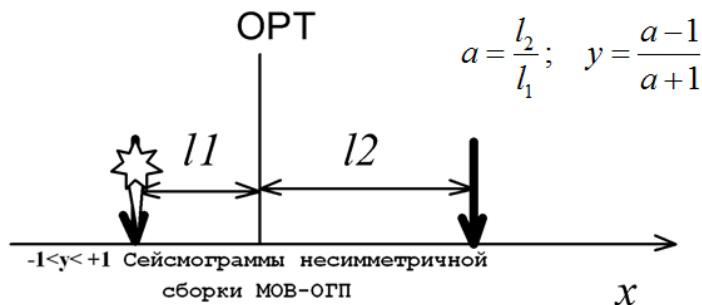


Рис.1. Несимметричный способ формирования сейсмограмм МОВ-ОГП

Сейсмограммам ОСТ (ОГТ) соответствует значение параметра $a=1$ и $y=0$, а сейсмограммам ОТВ соответствует значение параметра $a=\infty$ и $y=1$.

Несимметричный способ формирования сейсмограмм позволяет получать новые типы временных разрезов по сейсмограммам МОВ-ОГП и производить определение угловых элементов залегания отражающих границ.

Модель среды показана на рис.2а. Для показанного сечения среды рассчитана сейсмограмма ОТВ (рис.2б).

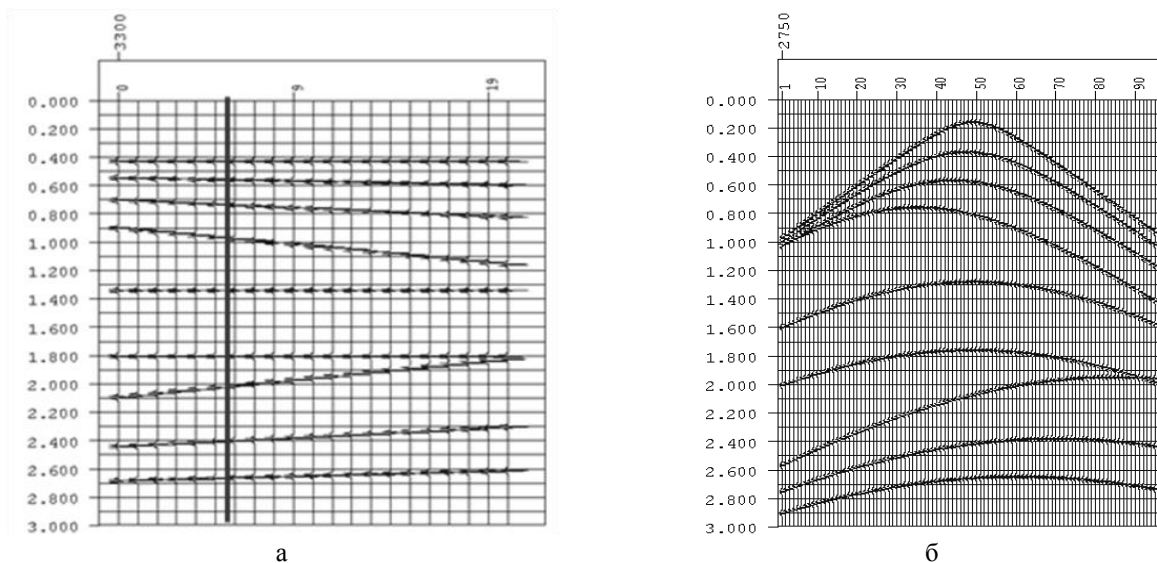


Рис.2. а) модель среды; б) расчетная сейсмограмма

По совокупности таких сейсмограмм на профиле можно несимметрично собрать сейсмограмму с некоторым параметром асимметрии a , например, $a=1.5$ (рис.3а). Такую сейсмограмму будем называть “ a – сейсмограммой”. Соответствующий ей спектр углов наклона показан на рис.3б. На модельных a -сейсмограммах хорошо видны преобладающие направления осей синфазности для 9 границ. Их углы наклона совпадают по знаку и пропорциональны по величине углам наклона границ в разрезе. Особенно ярко величины углов наклона элементов границ проявляются на суммолентах, где мы наблюдаем так называемые разрастания. Положение разрастаний по вертикали соответствует глубине границы, а отклонение по горизонтали относительно центральной оси дает точное значение наклона границы.

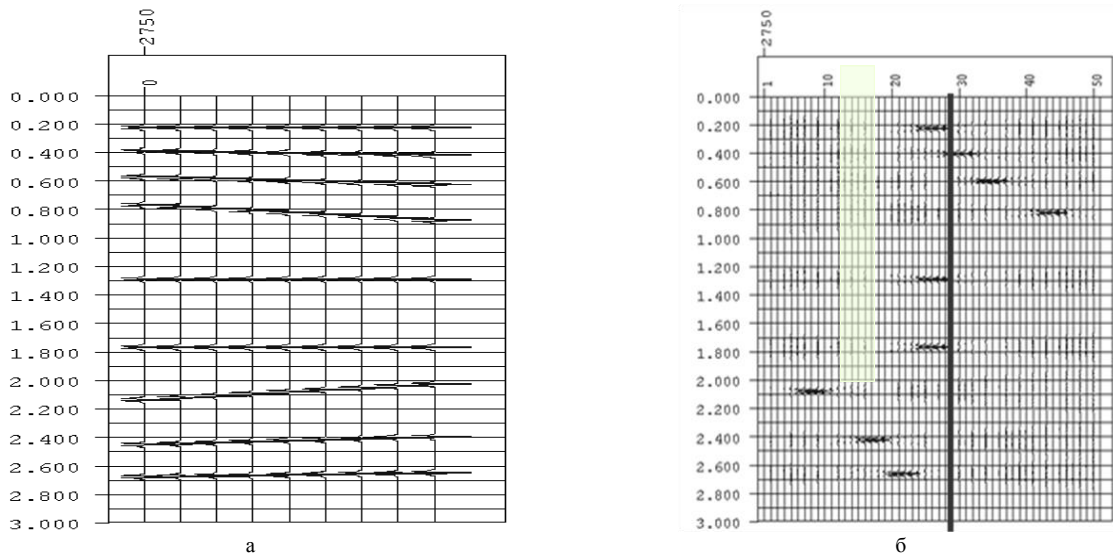


Рис.3. а) «а – сейсмограмма»; б) спектр углов наклона

Указанная технология позволяет получать значение углов наклона отражающих границ по глубине и по профилю и в последующем использовать эти значения для построения мигрированных сейсмических изображений геологической среды.

Литература

1. Бондарев В.И., Крылатков С.М. Новые технологии анализа данных сейсморазведки. Научное издание. - Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2006. –126 с.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНВЕРСИИ 3-D ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Харьковская Е.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт геологических, геофизических и геохимических систем (ВНИИ геосистем), научный сотрудник, hedge_hog@inbox.ru

Научный руководитель: к.т.н, доцент Романов В.В.

Аннотация: Дается краткая характеристика методов, использующих при моделировании пространственной корреляции различных петрофизических свойств. Рассматриваются особенности инверсии данных 3-D сейсморазведки с использованием геостатистических алгоритмов, которые относятся к группе стохастических методов. Особое внимание уделяется особенностям алгоритма, а именно: использование стратиграфической сети и частотные ограничения различными способами.

Ключевые слова: геостатистическая инверсия, сейсморазведка, стратиграфическая сеть, акустический импеданс.

GEOSTATISTICAL INVERSION OF 3-D SEISMIC DATA AND ITS BASIC CHARACTERISTICS

E.V. Kharkovskaya

State Russian Research Institute of geological, geophysical and geochemical systems (VNII geosystem), Research assistant, hedge_hog@inbox.ru

Research Supervisor: Doctor of Engineering Sciences Romanov V.V.

Abstract: In this article there is a brief introduction into variogram-based petrophysical modeling. Also it reviews different features of geostatistical inversion of 3-D seismic data based on stochastic modeling methods. Such features of this algorithm as usage of stratigraphic grid and methods of frequency constraint are emphasized.

Keywords: geostatistical inversion, seismic survey, stratigraphic grid, acoustic impedance.

Теория, описывающая взаимосвязь пространственных переменных, предложенная Ж. Матероном, положила начало развитию широкого комплекса геостатистических методов, которые повсеместно используются и развиваются в геологической отрасли.

Методы моделирования, основанные на пространственной корреляции различных петрофизических свойств, подразделяются О. Дюбрулом [1] на две группы. Первая – детерминистической геостатистики, которая, не смотря на периодическое использование стохастических моделей, характеризуется единственностью решения. Вторая – стохастической геостатистики, использующая различные вероятностные методы (напр.: Монте-Карло) для получения целого комплекса «реализаций» решения, которые сравнимы с исходными данными.

Необходимость учета разномасштабных методов при комплексной интерпретации, а также их интеграция в рамках единой модели/объекта, и последующее сравнение с исходными данными результатов моделирования, привела к созданию алгоритмов геостатистической инверсии, которые можно отнести к группе стохастической геостатистики [1].

Данный алгоритм был представлен А. Хаасом и О. Дюбрулом в 1994 г. [2], и сводился к вычислению волнового поля для каждой реализации решения, полученной в процессе моделирования, и сопоставлению полученного поля с наблюдаемым. При этом критерием отсеивания реализаций стала минимизация невязки [3].

Характерной особенностью геостатистической инверсии является использование 3-х мерной стратиграфической сети, которая является основой для построения модели с набором дифференцированных - по петрофизическим особенностям (по характеру насыщения, по пористости, глинистости и т.д.) - упругих свойств (Z_p – упругий импеданс, Z_s – сдвиговый импеданс, ρ - плотность). Вертикальная размерность ячейки подобной сети зависит от шага дискретизации скважинных данных, при котором сохраняются все закономерности распределения прогнозируемых свойств пород. Тогда как горизонтальный шаг зависит от размерности бина сейсмической съемки.

На каждом пространственном отсчете стратиграфической сети (x,y) генерируется определенное число трасс акустического импеданса, которые в последствие сворачиваются с сейсмическим сигналом и сравниваются с исходной сейсмической трассой. Те, из полученных модельных трасс, которые покажут лучшее соответствие реальным данным, сохраняются, и процесс переходит к следующему случайному отсчету [4].

Размерность сети зачастую состоит из отсчетов по 1-2 мс (по вертикали). Подобная детальность не может быть разрешена стандартным набором данных 3D сейсморазведки, который может контролировать изменение импеданса только в пределах сейсмического диапазона частот. Таким образом, более высокочастотные изменения не имеют единственного значения и варьируются при переходе от реализации к реализации. Для минимизации подобных изменений высокочастотные компоненты ограничиваются моделью вертикальной вариограммы, а низкочастотные – статистическими методами (σ , μ), применяемыми к значениям акустического импеданса внутри каждого слоя стратиграфической сети [1].

Геостатистическая инверсия позволяет генерировать большое количество реализаций акустического импеданса, которые будут существовать в пределах ограничений, наложенных наблюдаемым полем, таким образом, вариативность реализаций – характерная черта подобного алгоритма.

В результате, после заполнения всей сети, получают множественные равновероятные и высокоразрешенные модели упругих параметров, которые не только дают возможность рассчитать эффективные параметры (пористость, емкость, эффективную мощность), но и позволяют оценить неопределенность полученных данных.

Литература

1. Dubrule O., *Geostatistics for Seismic Data Integration in Earth Models*. USA, SEG, 2003;
2. Haas A., Dubrule O. *Geostatistical inversion – a sequential method of stochastic reservoir modeling constrained by seismic data // First Break v. 12, № 11. EAGE 1994.*
3. Яковлев И.В., Амтилов Ю.П., Филиппова К.Е., Почти все о сейсмической инверсии (Ч.2) // *Технологии сейсморазведки, №1. Новосибирск, ИНГГ СО РАН, 2011. С. 5-15.*
4. Яковлев И.В., Амтилов Ю.П., Филиппова К.Е., Барков А.Ю., Приезжев И.И. Почти все о сейсмической инверсии (Ч.1) // *Технологии сейсморазведки, №4. Новосибирск, ИНГГСОРАН, 2009, С. 3-16.*

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СОВРЕМЕННОГО КОМПЛЕКСА ИССЛЕДОВАНИЙ

А.С. Чухлов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, соискатель степени кандидата наук, ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», ведущий геолог Отдела геофизики Andrej.Chukhlov@lp.lukoil.com

Аннотация: в работе рассматриваются возможности комплексирования современных геофизических методов исследования при проведении окончательных каротажей и оценке качества цементирования обсадных колонн. Повышение информативности исследований должно привести к снижению вероятности обводнения нефтяной продукции.

Ключевые слова: скважинный акустический сканер, сканирующая акустическая цементометрия, качество цементирования, заколонный переток.

INCREASE OF INFORMATIVITY OF GEOPHYSICAL METHODS AT THE APPLICATION OF THE MODERN COMPLETION OF THE RESEARCH

A.S. Chukhlov

Perm State University, LLC «LUKOIL-PERM», leading geologist of the Department of Geophysics, Andrej.Chukhlov@lp.lukoil.com

Abstract: The paper discusses the possibilities of combining modern geophysical methods of investigation during final logging and evaluation of cementing quality of casing strings. Increasing the information content of research should lead to a reduction in the likelihood of flooding oil products.

Keywords: acoustic scanner, scanning acoustic metering, cementing quality, overflow.

Разработка залежей углеводородов, приуроченных к сложным типам коллекторов, в общем балансе запасов углеводородов продолжает постоянно возрастать. Для нефтяных месторождений Пермского края характерен тип разреза с коллекторами сложной структуры пустотного пространства. Этот фактор создает определённые трудности при интерпретации геофизических данных не только при исследованиях открытого ствола в процессе строительства скважины, но и при контроле качества обсадки скважин.

Ещё одним важным обстоятельством, характерным для месторождений ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь», остается высокая скорость обводнения нефтяной продукции. Для исключения возможных перетоков пластовой воды требуется применение расширенного комплекса ГИС как при проведении каротажей в процессе бурения, так и при оценке качества крепи нефтегазовых колонн.

При проведении окончательных каротажей рекомендуется применять современные методы, позволяющие уточнить структуру пустотного пространства, выделенного по данным стандартного комплекса ГИС. К таким методам относятся высокочастотное акустическое сканирование (аппаратура САС-90 производства ОАО НПФ «Геофизика», г. Уфа).

Акустический сканер САС-90 предназначен для исследования скважин и получения цветного графического изображения развертки стенки скважины, заполненной промывочной жидкостью.

Данные высокочастотного акустического сканирования: стенки скважины обрабатываются и интерпретируются с целью определения интервалов вывалов и определения их ориентации, выявление кавернозных, трещинно-кавернозных зон, отдельных трещин. Кроме того, данные САС использованы для уточнения границ пластов – коллекторов и их структуры порового пространства, выделенных по стандартному комплексу ГИС [1].

Регистрируемые и расчетные параметры:

А – амплитудный параметр. Амплитуда ультразвуковой волны, отраженной от стенки скважины, по которой визуально, посредством программного обеспечения, определяются трещины.

Т – временной параметр. Время пробега ультразвуковой волны, отраженной от стенки скважины, по которой рассчитываются профили ствола скважины (от 2-72 секторов).

Для оценки качества крепи обсадных колонн на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» комплекс методов АКЦ, СГДТ, ЭМДСТ расширяется аппаратурой сканирующего акустического каротажа (АКЦ-С) – прибор МАК-СК (производства ОАО НПФ «Геофизика», г. Уфа).

МАК-9СК представляет собой модуль интегрально-сканирующего акустического цементомера с восемью датчиками-приёмниками, равномерно расположенными по окружности корпуса прибора [2].

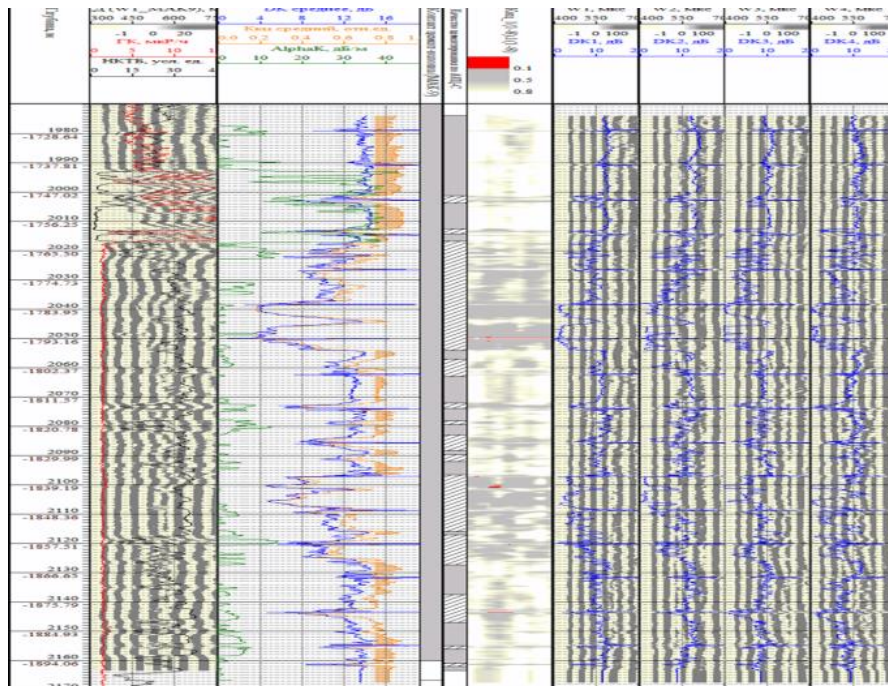


Рис. 1. Пример обработки данных комплекса АКЦ-ВС и АКЦ-С в скв. X Гагаринского месторождения

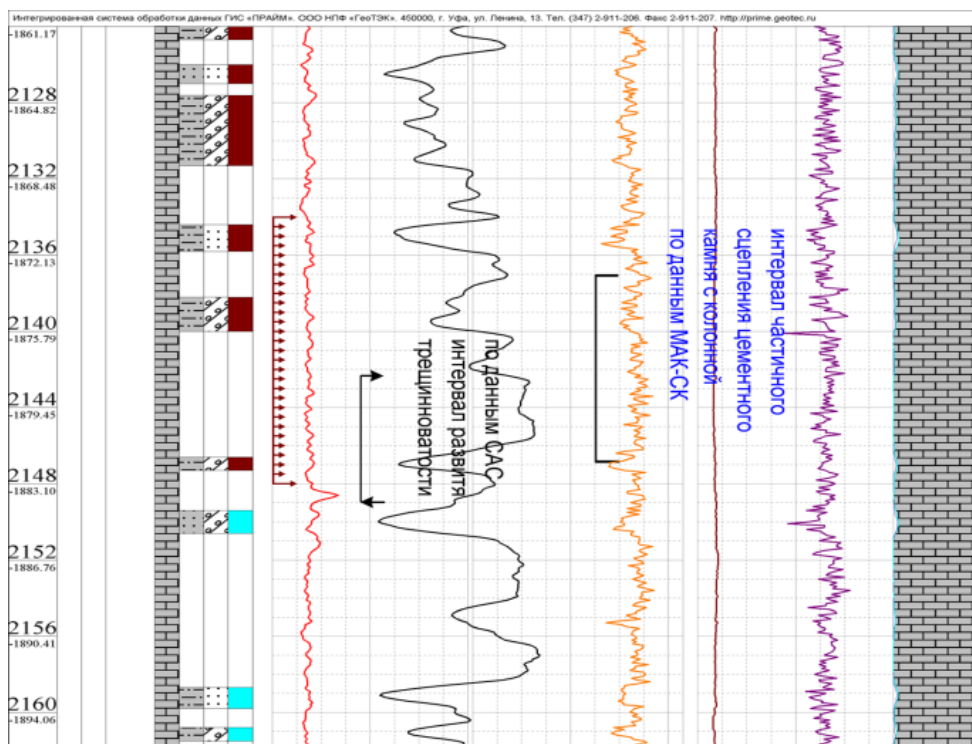


Рис. 2. Фрагмент количественной интерпретации с расширенным комплексом ГИС в скв. X Гагаринского месторождения

Преимущества сканирующего метода АКЦ перед стандартным (интегральным) АКЦ состоят в следующем:

- определение состояния сцепления цементного камня с обсадной колонной по ее периметру;
- определение состояния сцепления цементного камня с колонной и горными породами при скоростях распространения упругих волн в породах до 7000 м/с;
- визуализация в виде цветовой карты состояния сцепления цементного камня с обсадной колонной с привязкой получаемых данных к апсидальной плоскости скважины;
- распознавание дефектов цементирования различных типов (объемные – вертикальные каналы в цементном камне, разрывы сплошности, каверны; контактные – микрозоры на границе цемент-колонна), оценка их размеров и пространственной ориентации относительно апсидальной плоскости скважины.

По результатам оценки качества цементирования эксплуатационной колонны в скважине X Гагаринского месторождения по данным МАК-СК (секторной акустики) выявлен интервал частичного крепления цементного камня с колонной 2137.5-2147 м (рис.1), который расположен в зоне развития слабой трещиноватости 2146.0-2149.0 м (по данным САС) и водонасыщенного коллектора 2149-2150.5 м (рис.2).

Суммируя информацию можно спрогнозировать развитие заколонного перетока снизу и обводнения нефтяной продукции в процессе эксплуатации. Это необходимо учитывать при определении интервалов перфорации и депрессии на пласт при освоении скважины. Ниже глубины 2134.0 м намечать интервалы перфорации не рекомендуется.

Литература

1. Сальникова О.Л., Чухлов А.С. Решение задачи по оценке трещиноватости горных пород методом скважинного акустического сканирования // Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Пермского университета, 85-летию геол. ф-та, 65-летию спец. «Геофизика», 90-летию со дня рождения проф. Б.К. Матвеева. 2016. С. 193-199.
2. Сальникова О.Л., Чухлов А.С. Повышение информативности геофизических исследований при определении качества цементирования обсадных колонн методом сканирующей акустической цементометрии на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» // Сборник тезисов 13-го конкурса молодых работников ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» на лучшую научно-техническую разработку. 2015. 12 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИЗУЧЕНИИ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В.Н. Дурнаева

Институт геологии Уфимского научного центра Российской академии наук, молодой ученый,
vera.durnaeva@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Абдрахманов Р.Ф.

Аннотация: исследования в области геоинформационных технологий дают возможность обработки больших объемов пространственных данных. Территория Республики Башкортостан подвержена широкому развитию карстовых процессов. Использование ГИС «Карта 2011» при составлении карты опасных геологических процессов позволяет учитывать многофакторность развития геологических процессов, осуществлять более точное картирование территории.

Ключевые слова: геоинформационные системы, опасные геологические процессы, карст, база данных, картирование.

THE USE OF GIS TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF GEOHAZARDS

V.N. Durnaeva

Institute of Geology Ufa Science Centre Russian Academy of Sciences, Young Researcher, vera.durnaeva@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor R.F. Abdrakhmanov

Abstract: Research GIS technologies offer the possibility of processing large volumes of spatial data. The territory of the Republic of Bashkortostan subject to a wide development of karst processes. The use of GIS "Map 2011" with the mapping of hazardous geological processes allows to take into account the multifactorial nature of the development of geological processes, to provide more accurate mapping of the territory.

Keywords: geographic information systems, geohazards, karst, database, mapping.

В последние годы в стране интенсивно ведутся исследования и разработки в области геоинформационных технологий. Геоинформационные системы предназначены для работы с большими объемами пространственных данных и решают задачи сбора, анализа, хранения и визуализации таких данных.

В настоящее время для описания процессов и явлений традиционно применяются статистические, картографические и данные дистанционного зондирования Земли. Часто их подборка и систематизация осуществляется вручную. Более кардинальным является подход, когда в сборе, накоплении и обработке данных об объектах, процессах и явлениях используется компьютерная техника и обработка данных проводится с применением информационных систем и технологий. Это особенно актуально в связи со сложностью прогнозирования геологических явлений и процессов.

Территория Республики Башкортостан сложена различными геологическими образованиями с широким развитием карста в этих породах. Наибольшее развитие он имеет в Башкирском Предуралье и на западном склоне Южного Урала. Карстующиеся карбонатные и сульфатные отложения пермского, каменноугольного и девонского возраста здесь во многих местах выходят на поверхность, либо залегают близко от нее, создавая характерные формы наземного и подземного карстового рельефа в виде различных форм (западин, блюдец, воронок и озер, оврагов, суходолов, провалов, пещер и др) [2].

Большой накопленный материал о карсте и результаты его изучения нашли освещение в многочисленных публикациях в академических, отраслевых и вузовских изданиях, специальных карстоведческих, спелеологических, гидрогеологических и инженерно-геологических сборниках и журналах, материалах научных и научно-практических конференций и совещаний, туристских путеводителях и ряде монографий [1].

Вместе с тем, несмотря на достигнутые успехи в изучении карста, Башкортостан остается без обобщающей работы, дающей целостную комплексную характеристику региональных особенностей формирования и проявления карста с оценкой его практического значения при различных видах хозяйственной деятельности. Потребность в труде подобного рода стала особенно ощущаться в последние годы в связи с возрастающим включением закарстованных территорий Республики в строительство, необходимостью проведения противокарстовых и водоохраных мероприятий, использованием карстовых вод, отрицательным воздействием техногенного карста и решением геоэкологических проблем и др.

Для решения практических задач предложены схемы районирования карста и его картографического отображения. Выявлены роль и значение техногенных факторов в развитии карстовых процессов. Разработана методика инженерно-геологических противокарстовых мероприятий строительства на закарстованных участках. Изучение пещер подняло значение спелеологии и археологических исследований в изучении древних обитателей Башкортостана и культурного наследия первобытного человека.

Задачи дальнейших исследований заключаются в совершенствовании методов изучения карста, в частности, в количественной оценке карстового процесса, предотвращении его катастрофических последствий, ухудшающих геоэкологическую обстановку и представляющих угрозу для жизнедеятельности человека [1].

ГИС (географическая информационная система) - это современная компьютерная технология для картирования и анализа пространственных объектов. Технология объединяет традиционные операции при работе с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта. Эти возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре решения практических задач, связанных с анализом и прогнозом явлений. С помощью ГИС может быть организован эффективный доступ к большому объему информации об объектах.

В настоящее время в Институте геологии УНЦ РАН проводится составление карты опасных геологических процессов на территории Республики Башкортостан масштаба 1:500 000 средствами ГИС «Карта 2011» (КБ «Панорама») с подключением комплекса геологических задач. Кроме того, инструментальные средства ГИС применяются для анализа и комплексного исследования геологической среды. Применение этого комплекса позволяет обрабатывать данные инженерно-геологических изысканий местности, формировать графические документы с результатами моделирования. Геоинформационная система автоматизирует процессы обработки и анализа данных. Она предназначена для оперативной оценки и прогноза развития наблюдаемых событий с использованием ГИС-технологий пространственного и временного анализа данных, позволяет учитывать многофакторность развития геологических процессов, осуществлять более точное картирование территории.

Анализ методических рекомендаций и нормативных документов позволяет обобщить полный комплекс геологических факторов, используемых при построении карт. Структура электронного классификатора карты состоит из нескольких слоев, в каждом из которых расположены характерные для данного слоя объекты. Для каждого объекта разработан код, ключ, семантика, позволяющие осуществлять связь и проводить операции по выборке данных, построению карт, математическим расчетам. База данных геологических карт представленных в растровом или векторном виде, состоит из наборов разных по масштабу карт, схем. Система ввода предусматривает ввод и обработку архивной информации с бумажных носителей. Архивная информация анализируется, приводится в соответствие с современными нормативными документами, проверяется координатная привязка. Карты на бумажной основе сканируются, трансформируются, затем выполняется их координатная привязка, а также векторизация в ГИС «Карта 2011». Хранение данных осуществляется в базе, состоящей из нескольких взаимосвязанных таблиц в формате DB. Растры геологических карт, схем, хранятся в формате RSW, а пользовательские векторные карты — в формате SIT [3].

Литература

1. Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Смирнов А.И. и др. *Карст Башкортостана*. Уфа: Информреклама, 2002. 383 с.
2. *Гидрогеология СССР / Под ред. Е. А. Зубровой*. М.: Недра, 1972. Т. 15. 344 с.
3. Соколова И.А. *Методика структурирования данных для информационного моделирования геологической среды // Геопрофи*, 2007, № 6, С. 14-18.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В АНАЛИЗЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

А.Л. Киндеев

Белорусский государственный университет, студент 3 курса, Akindeev@tut.by

Научный руководитель: д.с.-х.н., профессор Клебанович Н.В.

Аннотация: были выявлены зоны повышенной кислотности почв и зависимость степени окисления от гипсометрии рельефа. Произведен анализ статистических показателей значений кислотности, что позволило выявить зоны, где доминируют повышенные параметры определенного показателя почвы (кислотности), что в свою очередь позволило выделить факторы, влияющие на распределение кислотности почв, а также выявить географические закономерности в ее распределении.

Ключевые слова: геостатистика, кислотность, почва, геоинформационные системы, рельеф, коэффициент вариации, картограмма кислотности почв, коэффициент корреляции.

APPLICATION OF GIS SYSTEMS IN THE ANALYSIS OF SOIL ACIDITY

A.L. Kindeev

Belarusian State University, 3^d year student, Akindeev@tut.by

Research Supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Professor Klebanovich N.V

Abstract: The soil acidity area and the dependence of the degree of oxidation of hypsometry relief were identified. The analysis of statistical indicators of pH values, allowing to identify the areas where the parameters specified index increased soil (acidity) dominated, which in turn helped identify factors affecting the distribution of the acidity of the soil, as well as to identify geographic patterns in its distribution.

Keywords: geostatistics, acidity, soil, geographic information systems, terrain, coefficient of variation, soil acidity cartogram, the correlation coefficient.

Применение геостатистических методов исследования в изучении почвенного покрова получает все большее распространение в научных изысканиях. Геостатистика рассматривает почвенные свойства как набор случайных процессов и характеризует их варьирование, чаще всего с помощью вариограмм [1]. Согласно этой теории, любая характеристика почвы имеет определенную пространственную структуру, которую можно отличить от случайной. Геостатистика предлагает несколько математических процедур (расчет дисперсии, построение вариограмм, кригинг и другие), которые содействуют более адекватному отражению пространственных особенностей свойств почв [2]. Для целей мониторинга чрезвычайно важна возможность, предоставляемая геостатистикой [3], а именно: перейти от изучения свойств почв в разрезе к ключевой делянке и далее к полю, ландшафту, водосбору, то есть перейти от изучения вертикальной к горизонтальной и в целом к пространственной (объемной) анизотропности (векторной вариабельности) свойств почв.

Целью данной статьи является анализ кислотности почв на исследуемом участке с помощью вышеописанных методов, что позволит с большой долей вероятности выявить зоны, где доминируют повышенные параметры определенного показателя почвы (кислотности), что в свою очередь позволит выделить факторы, влияющие на распределение кислотности почв, а также выявить географические закономерности в ее распределении.

На исследуемой территории было отобрано 80 образцов, координаты точек отбора определялись с помощью системы GPS, абсолютные высоты точек были высчитаны с помощью приложения ArcMap GIS ArcGIS. Интерфейс данного приложения использовался для построения вариограмм, картограмм, а также для расчета геостатистических показателей.

Для большей наглядности распределение кислотности на исследуемой территории, с помощью инструментов интерполяции приложения ArcMap GIS ArcGIS была построена картограмма кислотности, на котором отображены контрольные точки с их показателями pH.

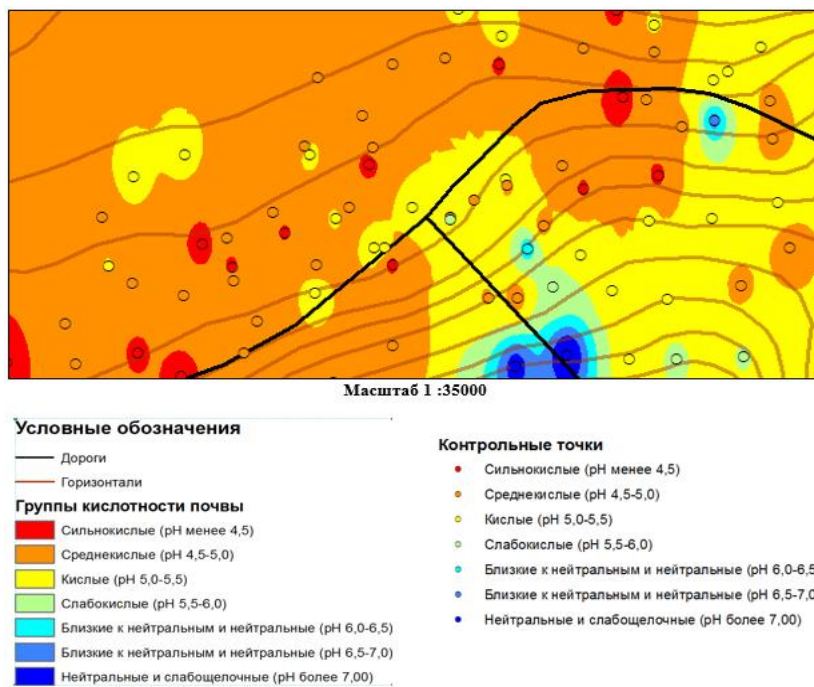


Рис. Картограмма кислотности почв

Рельеф данной территории представлен плоско-волнистой равниной, абсолютные отметки высот которой колеблются от 156 до 162 м. Горизонтали проведены через 0,5 м. Доминируют дерново-подзолистые автоморфные почвы, при продвижении на северо-запад с уменьшением абсолютных высот (ниже 158 м) появляются дерново-подзолистые полугидроморфные почвы.

При анализе распределения кислотности почв наблюдается преобладание среднекислых почв (pH 4,5–5,0) с отдельными участками сильнокислых почв (pH меньше 4,5) в северо-западной части исследуемой территории. В свою очередь, юго-восточная и восточная части территории в основном заняты кислыми почвами (pH 5,5–6,0), однако, встречаются места с почвами с нейтральной средой (pH больше 7,0) и близкими к нейтральной (pH 6,0–7,0).

Обобщая полученный материал, можно сказать, что в ходе анализа данных исследуемого участка, было выделено 7 групп кислотности, максимальные и минимальные значения pH в КСИ составили 7,75 и 4,19 соответственно, коэффициент вариации концентрации H^+ – 82,18 %, что говорит о значительной вариации кислотности на относительно небольшой территории (16,7 ГА) с однородным растительным покровом. Эти факты свидетельствуют, о том, что такое свойство почвы, как реакция почвы, имеет сложный механизм протекания и зависит от совокупности отдельных факторов.

С помощью построенной методом интерполяции картограммы распределения кислотности, а также вариограммы, было установлено, что для данной территории типичными значениями рН в КСИ являются значения 2 и 3 групп кислотности, однако, также присутствуют области с нейтральной и слабощелочной средой. При сопоставлении значений рН с абсолютными высотами местности была установлена значительная степень корреляции между ними, что доказывает взаимосвязь гипсометрии и кислотности на основании которой была выявлена следующая закономерность – гипсометрия рельефа влияет на степень увлажнения территории – в пониженных участках степень увлажнения увеличивается, что способствует выщелачиванию почвы и, как следствие, увеличению ее степени подкисления.

Также, в ходе отдельного геостатистического анализа зависимости кислотности автотрофных и полугидроморфных почв участка от колебаний высот, с помощью коэффициента корреляции и ковариации была установлена, что кислотность полугидроморфных почв на исследуемой территории имеет обратную корреляцию. Этот факт не противоречит описанной выше закономерности и в то же время дает повод предполагать, что взаимодействия разных типов почв с гипсометрией рельефа имеет более сложные закономерности, для выявления которых требуются дополнительные исследования на более обширном фактическом материале.

Литература

1. Баркалов С.А. Статистика. / Курносое Воронеж. гос. арх. – строит. ун-т. 2010. – 693 с
2. Геостатистика и гис-технологии [электронный ресурс] // Студенческая библиотека онлайн, перспективы развития мониторинга земель – Режим доступа: http://studbooks.net/875035/ekologiya/geostatika_tehnologii – Дата доступа: 15.01.2017.
3. KILIC, K., S. KILIC and R. KOCYIGIT. Assessment of spatial variability of soil properties in areas under different land use. Bulg. J. Agric. Sci., 18: p.722-732

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С.С. Кузнецов

Северо-Восточный государственный университет, аспирант 2 года обучения, stepankuznetsovmgdn@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н. Михалицына Т.И.

Аннотация: дополнение блочной модели содержаний данными технологических сортов руд с помощью программного обеспечения Datamine.

Ключевые слова: Datamine, блочная модель.

COMPOSITION OF GEOLOGICAL-TECHNOLOGICAL MODEL OF GOLD AND SILVER MINE

S.S. Kuznetsov

North-Eastern State University, 2nd year Post-graduate Student, stepankuznetsovmgdn@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy Mikhailitsyna T.I.

Abstract: Addition data of ore grade to the composition of block model via Datamine software.

Keywords: Datamine, block model.

В настоящее время многие добывающие предприятия Российской Федерации применяют горно-геологические информационные системы для планирования добычных работ. Оконтуривание выемочных единиц проводится на основе принятой системы разработки и блочной модели содержаний по бортовому содержанию, которое зависит от рыночных цен металлов, затрат на производство, извлечения металла при переработке и т.д., но в выемочные единицы зачастую попадают различные по технологическим свойствам сорта руд, что приводит к низкому проценту извлечению при переработке руды иными словами: «неотходу» металла.

В условиях действующих предприятий технологические характеристики руды могут учитываться тремя способами: 1) Технологической типизацией руды и оконтуриванием достаточно крупных геологических объемов с рудами одинаковых сортов с последующей селективной выемкой и усреднением; 2) Использованием зависимостей между показателями качества руды и извлечением полезного компонента в концентрат непосредственно в процессе обогащения путем изменения режимов рудоподготовки, флотации и т.д.; 3) Построением блочной геолого-технологической модели [1,2,3,4].

В своей практике встречался только с первым способом геолого-технического картирования. Наверно единственным его недостатком является постоянное запаздывание данных технологических испытаний, из-за этого распределение добытой руды по технологическим свойствам на рудных складах становится затруднительным делом, а планирование промежуточных складов большой площади не всегда выгодно, особенно на небольших месторождениях.

В отличие от первого, третий способ учета технологических характеристик руды методом построения блочной модели позволяет оптимизировать процесс переработки руды путем расчета контуров выемочных единиц не только по содержаниям, но и по предполагаемому извлечению металла.

Для построения геолого-технологической модели золото-серебряного месторождения были использованы следующие данные: результаты исследования проб геолого-технологического картирования (ГТК), отобранных на стадии опережающей и сопровождающей эксплуатационной разведки; база данных колонкового бурения; результаты исследования проб ГТК, отобранных непосредственно во время отработки месторождения со взорванной массы рудных блоков.

На основании геологического описания керна скважин в базе данных опробования, на основании которой строится блочная модель содержаний, было добавлено дополнительное поле «*benefication*» и всем пробам присваивался код принадлежности к сорту руды: 1-легкообогатимые, 2-среднеобогатимые, 3-труднообогатимые. На основании этой кодировки были построены гистограммы распределения сортов руды, которые сравнивались с гистограммами построенными по результатам технологических исследований. Явных несоответствий обнаружено не было.

Каркасы рудных тел были разделены по оси Z на множество каркасов, и влияние проб ограничивалось этими каркасами т.к. пробы ГТК характеризуют пятиметровый уступ. Для каждого каркаса был построен свой прототип модели, по которым каркасы заполнялись пустой блочной моделью и индикаторным кригингом в ячейки пустых блочных моделей были интерполированы значения, полученные при прямых технологических испытаниях проб ГТК. Далее поуступные модели сортов руд были объединены с блочной моделью содержаний.

В результате в блочной модели содержаний добавились два новых поля: «*benefication*» (обогащение), данные присваивались по визуальному исследованию руды в керне скважин разведочного бурения и поле «*extract*» (извлечение), данные, полученные при технологических испытаниях проб геолого-технологического картирования и интерполированные в блочную модель.

К сожалению, проверить полученную геолого-технологическую модель не удалось, т.к. пока нет данных по результатам переработки руды на золотоизвлекательной фабрике. Полученная модель является экспериментальной, принципы ее построения еще будут дополняться и корректироваться.

Литература

1. Изотько В.М. Технологическая минералогия и оценка руд // СПб:Наука, 1997. С. 419-459.
2. Мазуров А.К., Гаврилов Р.Ю. Основы подсчета запасов рудных месторождений с использованием современных компьютерных технологий // Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. С. 35-49.
3. Петин А.Н. Геоинформатика в рациональном недропользовании // Белгород: НИИ БелГУ, 2011. С. 105-112.
4. Петров С.В., Мишулович П.М., Смоленский В.В. Принципы построения блочной геолого-технологической модели месторождения // Технологическая минералогия, 2010. № 6. С. 34-38.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА КОТЛОВИНЫ ГОЛУБЫХ ОЗЕР НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА

О.В. Павлова, А.Т. Горшкова, О.Н. Урбанова

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, м.н.с., зав. лаб., с.н.с., pavlova.oksanaipen@yandex.ru

Аннотация: в этой статье представлены батиметрические карты в виде цифровой модели рельефа (ЦМР) дна водоемов Голубых озер. Полученные цифровые батиметрические модели были использованы для расчета морфометрических характеристик котловин и поверхностей Голубых озер. Модели позволили отметить, что котловины озер вытянутые, извилистые, имеют контрастность и нестандартную форму рельефа дна с четко очерченными карстовыми воронками.

Ключевые слова: морфометрия, батиметрия, геоинформационные системы, цифровая модель.

MORPHOMETRIC RELIEF ANALYSIS OF BLUE LAKES WHEN USED METHODS OF DIGITAL TERRAIN MODELING

O.V. Pavlova, A.T. Gorshkova, O.N. Urbanova

Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Junior Researcher, Head of laboratory, Senior Researcher, pavlova.oksanaipen@yandex.ru

Abstract: This article presents a digital elevation model (DEM) bathymetric maps of bottom relief waters of the Blue Lakes. Digital bathymetric models were used to calculate the morphometric characteristics of surfaces and hollows of the Blue Lakes. Models indicate that hollow elongated lakes, meandering, have a contrast ratio and a non-standard form of the bottom topography with distinct sinkholes.

Keywords: morphometry, bathymetry, GIS, digital model.

Данные о подводном рельефе дна водоемов широко используются в геологии и геоморфологии, картографии и палеогеографии, геоэкологии и гидроакустике, а также других прикладных направлениях исследований [1].

Цель данной работы заключалась в морфометрическом анализе рельефа дна с помощью построения цифровой модели рельефа котловин Голубых озер, расположенных в Республике Татарстан, в двухмерном и трехмерном изображении с использованием возможностей программного пакета ArcGIS for Desktop 10.1.

Известное Большое Голубое озеро с двумя карстовыми воронками, именуемыми Большой и Малой Пучинами территориально отнесено к Ново-Савиновскому району Казани. Все другие более мелкие Голубые озера находятся в пределах территории Высокогорского лесничества, в их числе и Малые Голубые озера. Расположены озера по правобережью реки Казанка, территориально привязаны к п. Щербаково. Озёра находятся на территории государственного природного заказника регионального значения комплексного профиля «Голубые озера» и подлежат режиму особой охраны.

Голубые озера относятся к азональному типу водоемов, редко встречаемых не только в пределах Республики Татарстан, но и всего Среднего Поволжья – солоноватоводным, сульфатным, карстовым озерам [2]. Данные последних гидрологических исследований (2009, 2014, 2015 гг.) указывают на сохранение водной массы в озерах в вековой временной проекции измерения. Интенсивность водообмена в Малом Голубом озере составляет 1.9 часа, т.е. вода меняется 12.6 раз в сутки, в Проточном Голубом озере – 2.9 часа, т.е. 8.2 раза в сутки, в Большом Голубом озере – 8.2 часа, т.е. 2.9 раза за сутки. Система озер образована мощными родниками с дебитом воды до 600 л/сек [3].

Для построения двухмерной и трёхмерной морфометрической модели Голубых озер были использованы космические снимки сервиса Яндекс; батиметрическая карта оз. Большое Голубое [4]; данные измерений, проведенных в период летней межени в 2014 году сотрудниками лаборатории гидрологии Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан.

В ходе производства камеральной обработки были получены батиметрические карты всех трех озер в 2D и 3D формате (рис.1). Карты, построенные с помощью ГИС, рельеф ложа озер представлены сечением горизонталей 0.5 м. Ранее батиметрическая карта была построена только для Большого Голубого, для Малого Голубого-1 (проточное) и Малого Голубого-2 (купальня) таких карт нет.

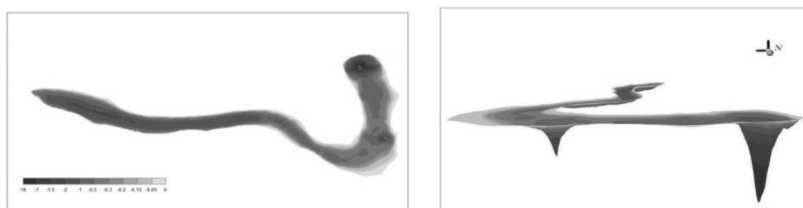


Рис. 2D – модель и 3D- модель котловины Большого Голубого озера

Полученные цифровые батиметрические модели были использованы для расчета морфометрических характеристик котловин и поверхностей Голубых озер. Два Малых Голубых озера, вытянутых с запада на восток вдоль р. Казанка, имеют длину 182 м и 276 м (при средней ширине 17.7 и 8.6 соответственно). Большое Голубое озеро протянулось с севера на юг на расстоянии 555 метров (при средней ширине 49.2 м). У озер нестандартные формы котловин с контрастным рельефом дна, средней глубиной 0.6-0.8 метров для всех озер и максимальной глубиной от 2 м до 16 м в Большом Голубом озере. Озера питаются подземными родниками.

Для проверки корректности этих моделей сделано сравнение автоматически рассчитанных в ArcGIS морфометрических характеристик и рассчитанных вручную. Их идентичность в очередной раз подтверждает правильность подхода в построении цифровой модели рельефа водоемов и возможности использование ЦМР котловин для морфометрических измерений.

Литература

1. Никифоров С. Л., Кошель С. М., Сорохтин Н. О., Козлов Н. Е. Цифровые модели рельефа дна и некоторые возможности их морфометрического анализа // Вестник МГТУ, том 18, № 2, 2015. С. 287-294.
2. Мингазова Н.М., Голубков С.М., Яковлев В.А., Монасытов М.А., Назарова Л.Б. Макрозообентос солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья // Уникальные экосистемы солоновато-водных карстовых озер Среднего Поволжья. Казань: Изд-во КФУ. 2001. С. 175-203.
3. Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Павлова О.Г., Бортникова Н.В., Валетдинов А.Р. Возможности использования водных карстообразований в качестве туристических аттракторов в регионе Республики Татарстан // Туризм и рекреация: инновации и гис-технологии: Материалы VIII Международной научно-практической конференции 27- 28 мая. – Астрахань. – Издательский дом «Астраханский университет». - 2016. - С. 31- 37
4. Геология Приказанского региона. Путеводитель по полигонам учебных геологических практик/Науч. ред. А.И.Шевелев. – Казань: ЗАО «Новое знание». 2007. 208 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ARCGIS ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ РАЗРАБОТКИ

М.Н. Швецова, П.С. Згогурина

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса, студент 3 курса, koltourist@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Митюнина И.Ю.

Аннотация: в настоящей работе представлена технология определения наиболее выгодного участка для получения лицензии на разработку залежи полезного ископаемого. С этой целью в геоинформационной системе ArcGIS была составлена модель геообработки с учетом ряда факторов, влияющих на выбор эффективности разработки.

Ключевые слова: ArcGIS, лицензионный участок, буферные зоны, факторы отбора, модель геообработки.

APPLICATION OF ARCGIS GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM TO SEARCH FOR THE BEST SITES DEVELOPMENT

M.N. Shvetsova, P.S. Zgogurina

Perm State University, 4th year Student, 3^d year Student, koltourist@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.Y. Mityunina

Abstract: This paper deals with technology of determining the most profitable site for obtaining a permit for the development of a deposit of minerals. For this purpose, a geoprocessing model was compiled in the geographic information system ArcGIS, taking into account a number of factors influencing the choice of development efficiency.

Keywords: ArcGIS, license area, buffer zones, sampling factors, geoprocessing model.

В настоящее время ГИС широко используются для решения геолого-геофизических задач. Целью данной работы является создание в рамках геоинформационной системы ArcGIS модели геообработки для нахождения наиболее экономически выгодного участка для разработки полезного ископаемого. Размер участка не должен превышать 9 км².

В качестве исходной информации использовался топографический материал и данные о залегании пластообразной залежи полезного ископаемого в местах расположения скважин.

Анализ исходного материала показал, что район работ отличается сложным физико-географическим положением (рис. 1). Изучаемая территория располагается в пределах лесного массива, развита речная сеть, высотные отметки колеблются в широких пределах (от 100 до 280 м). В пределах участка исследований расположен целый ряд населенных пунктов, связанных сетью автодорог, трубопроводов и линий электропередач, проходит железнодорожная магистраль. В подобных условиях выбор оптимального положения лицензионного участка зависит от множества факторов, поэтому решение задач проводилось в несколько этапов.

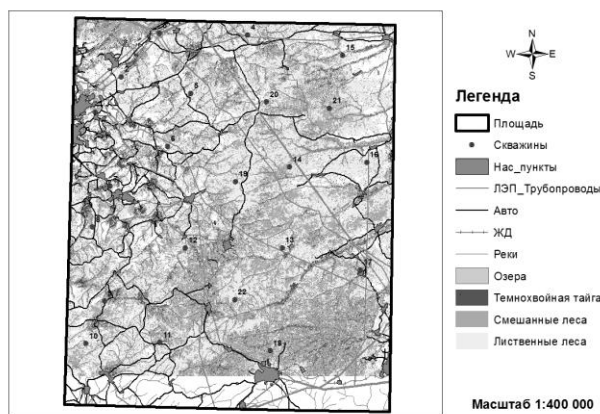


Рис. 1. Карта фактических данных

На первом этапе были определены участки территории, где разработка полезных ископаемых запрещена, т. к. может нанести ущерб окружающей среде. С этой целью было осуществлено построение буферных зон [1] вокруг населенных пунктов, железных и автомобильных дорог, линий электропередач и трубопроводов, а также гидрографических объектов. Кроме того, из рассмотрения были исключены участки территории вблизи нерестовых рек.

В результате была получена схема классификации территории на участки, доступные и запрещенные для разработки полезного ископаемого (рис.2). При этом установлено, что требованию по размеру лицензионного участка (9 км²) удовлетворяют лишь 4 участка, обозначенные номерами 1, 2, 3 и 4.

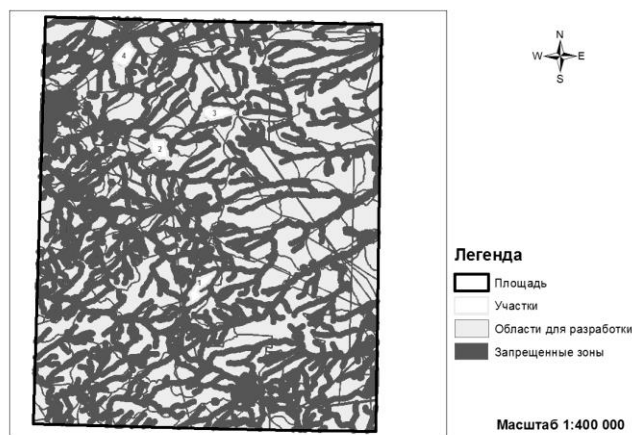


Рис. 2. Схема районирования территории по возможности разработки полезного ископаемого

С целью выбора оптимального участка на получение лицензии была проведена оценка издержек на разработку каждого из выделенных участков. Как известно, издержки обусловлены различными факторами: глубиной залегания залежи, состоянием дорожной инфраструктуры, возможностью электроснабжения, удаленностью от центров снабжения, в том числе и рабочей силой, воздействием горного производства на экосистему.

Для оценки затрат на извлечение полезного ископаемого по скважинным данным была построена карта глубин залегания подошвы залежи (рис.3). Это позволило выделить участки территории, где возможна добыча полезного ископаемого наиболее дешевым открытым способом.

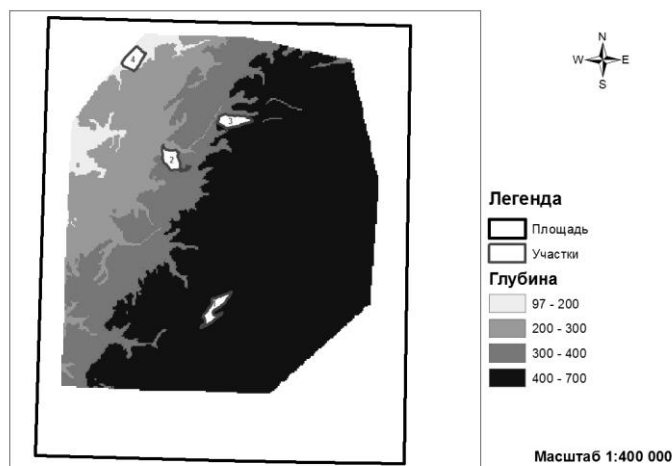


Рис. 3. Карта глубин залегания подошвы залежи полезного ископаемого

Для определения издержек на потерю лесного массива предварительно был проведен анализ космоснимка с целью районирования территории по типам лесов: темнохвойные, смешанные и лиственные.

Результаты оценки издержек на разработку полезного ископаемого, обусловленных вышеперечисленными факторами, сведены в таблицу и вычислены суммарные затраты для каждого из выбранных участков. Выявлено, что наиболее рентабельным по сумме издержек является участок № 4.

На заключительном этапе нами была создана модель геообработки [2], позволяющая автоматизировать процесс выбора оптимального участка разработки полезного ископаемого с учетом глубины залегания залежи и особенностей инфраструктуры изучаемой территории.

Таблица

Затраты на разработку в зависимости от следующих факторов								
Участки	Площадь, км ²	Автомобили, у.е.	Железные дороги, у.е.	Трубопроводы, у.е.	Населенные пункты, у.е.	Лесные массивы, у.е.	Глубина залегания, у.е.	Общая стоимость, у.е.
1	9.176412	1	1	1	3	14	5	25
2	9.06129	1	3	1	4	10.72	3	22.72
3	9.004591	1	3	1	5	10.5	5	25.5
4	8.929343	1	1	1	3	8.5	1	15.5

Литература

1. Создание и публикация карт, аналитики и данных. URL: <http://desktop.arcgis.com/ru> (дата обращения 05.03.17).
2. Зейлер М. Руководство ESRI по проектированию базы геоданных: Моделирование нашего мира. ESRI Press, 1999. 254 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕРЗЛОТНО-ЛАНДШАФТНОМ АНАЛИЗЕ ОСВАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЯКУТИИ

А.А. Шестакова, Я.И. Торговкин

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, молодой ученый, научный сотрудник, aashest@mail.ru

Аннотация: впервые получена количественная характеристика геокриологических условий, сложившихся в ряде осваиваемых территорий в пределах Якутии. Составлена серия крупномасштабных (1:25 000) и среднемасштабных (1:200 000) мерзлотно-ландшафтных карт различного уровня детальности, содержащих базу данных по структуре компонентов природно-территориальных комплексов (ПТК). Выявлена пространственная дифференциация мерзлотных ландшафтов и их составляющих на уровне типов урочищ, типов ландшафтов и местностей по мерзлотным критериям – температуре, льдистости, влажности и мощности сезонно-талого слоя грунтов.

Ключевые слова: мерзлотный ландшафт, пространственная дифференциация, ГИС, природно-территориальный комплекс, криоиндикационные связи, температура грунтов, мощность сезонно-талого слоя, льдистость грунтов, карст, влажность грунтов.

GIS TECHNOLOGIES IN PERMAFROST LANDSCAPE ANALYSIS OF DEVELOPMENT AREAS OF YAKUTIA

A.A. Shestakova, Y.I. Torgovkin

Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Young Researcher, Researcher, aashest@mail.ru

Abstract: This study provides the first quantitative characteristics of permafrost conditions in several areas of Yakutia affected by human activities. A series of large - (1:25 000) and medium-scale (1: 200 000) permafrost-landscape maps were compiled at different levels of detail. These maps contain a database on the structure of the components of natural-territorial complexes. The GIS analysis indicates spatial differentiation in ground temperature, ice content, moisture content, and active layer thickness for different landscape units identified in the study area.

Keywords: permafrost landscape, spatial differentiation, GIS, natural-territorial complex, permafrost indicators, ground temperature, active layer thickness, ice content, karst, moisture content.

Результаты ландшафтно-криоиндикационных исследований весьма эффективны при использовании ГИС-технологий в мерзлотоведении и, в первую очередь, в цифровом картографировании с применением атрибутивных данных слоя карт [3]. Целью исследований является – проведение мерзлотно-ландшафтной оценки осваиваемых территорий и выявление закономерностей их пространственной дифференциации. В качестве примера в статье рассмотрены объекты - каскад Тимптонской ГЭС и нефтегазоносное месторождение «Ванкорское».

Выполнение поставленной цели осуществлялось с использованием следующих программ, материалов и методов: ArcGIS 10.1, ArcView GIS 3.2a, Google Earth; топографические карты масштаба 1:200 000, мерзлотно-ландшафтная карта Якутии масштаба 1:2 500 000; комплекс полевых исследований; дистанционные методы (дешифрирование аэрофотоснимков); методы создания баз геоданных на основе ArcGIS. В основе классификационных построений лежит разработанная А.Н. Фёдоровым методика картографирования мерзлотных ландшафтов [2]. При этой разработке была использована известная таксономическая схема Ф.Н. Милькова [1].

Каскад Тимптонской ГЭС. Исследования проводились на р. Тимптон по проектируемым водохранилищам ГЭС, по трем створам: Иджекскому, Канкунскому и Нижне-Тимптонскому. Всего было классифицировано 6 типов местности - плакорный, крутосклонный, среднесклонный, пологосклонный, склоновый ложбинный и мелкодолинный, а также 9 типов ландшафтов. Карта типов местности бассейна р. Тимптон выглядит пестрой в связи с тем, что ареалы типов местности достаточно обширны (рис. 1). Всего на карте отражены 413 объектов, имеющих отдельные контуры.



Рис. 1. Фрагменты карты типов местности, растительности и ПТК бассейна р. Тимптон

Значительные территории заняты плакорным (25% от общей площади), пологосклоновым (31%) и среднесклоновым (30%) типами местности. Ландшафты на многолетнемерзлых породах занимают 15%, ландшафты с сезонно-промерзающими грунтами занимают 85% территории. По криогенной текстуре и льдистости поверхностных отложений мерзлотные ландшафты можно оценить следующим образом: с массивной и корковой криогенной текстурой занимают 3%, линзовидной и корковой - 5%, линзовидно-слоистой, атакситовой и поясковой - 7% рассматриваемой территории. Значения СТС-СМС дают следующее распределение (% общей площади): СМС 2-3 м - 85, СТС 0.5-1.0 м - 7, СТС 1.0-1.5 м - 5 и СТС 1.5-2.5 м - 3. Развитие экзогенных мерзлотно-геологических процессов (% общей площади территории): карст - 12; сочетание карста и эрозии - 32; эрозии и плоскостного смыва - 44; морозобойного растрескивания, эрозии и солифлюкции - 9; морозобойного растрескивания, пучения и термокарста - 3.

Нефтегазоносное месторождение «Ванкорское». На рассматриваемой территории преобладают супеси, суглинки, пески (79%, или 293.6 км²). На значительных территориях влажность грунтов от 0.2 до 0.3 лежит в пределах 79% общей территории. На достаточно больших площадях влажность грунтов 0.3-0.4 (11%). Грунты со значениями 0.4-0.5 - 2%, больше 0.5 - 1.7% менее представлены. По всей картируемой территории на большей площади преобладают грунты со значением температуры -0.5-1°C и -1.5-2°C (56 и 27%, соответственно) (рис.2).

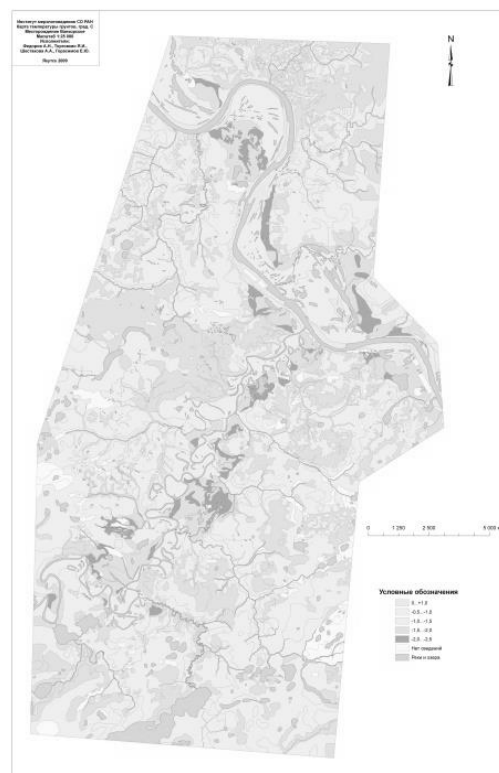


Рис. 2. Карта температуры грунтов Ванкорского месторождения нефти

На остальной территории распространены грунты с температурами -1-1.5°C (3%), -2-2.5°C (2%) и 0+1°C (1%). Распределение СТС-СМС по значениям (% всей рассматриваемой территории): СТС 0.6-0.8 м и 0.8-1.0 м - 45 и 37, соответственно. СТС 1.0-1.2 м - 6, СТС 1.2-1.4 м - 4 и СТС 0.4-0.6 м - 1. Сезонное промерзание

занимает 1.4% всей рассматриваемой территории. Интенсивно развиты процессы морозобойного растрескивания и образования пятен-медальонов (58% или 214.01 км²). Значительно распространены эрозия плоскостная и линейная (11%), морозобойное растрескивание и термокарст (9%). На незначительных площадях отмечаются пучение (1.3%) и солифлюкция (1%).

Проведенные работы раскрывают содержание мерзлотных ландшафтов и структуру отдельных физико-географических районов, что позволит более детально изучить степень изменчивости ландшафтов в ходе строительства и оценить устойчивость ландшафтов в период эксплуатации.

Литература

1. Мильков Ф.Н. Ландшафтная сфера Земли. – М.: Мысль, 1970. – 207 с.
2. Федоров А.Н. Мерзлотные ландшафты Якутии: методика выделения и вопросы картографирования. – Якутск: Институт мерзлотоведения СО АН СССР, 1991. – 140 с.
3. Шестакова А.А. Ландшафтная индикация многолетнемерзлых пород и составление картографических моделей для оценки устойчивости мерзлотных ландшафтов с применением ГИС // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Проблемы территориальной организации природы и общества», посвященной 90-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора Юрия Петровича Михайлова, г. Иркутск, 30 октября – 1 ноября 2012 г. - с. 329-331.

ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В ГЛИНАХ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

А.В. Анюхина, М.В. Федоров

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студенты 4 курса,
anuhina.com@gmail.com, fedorovmaxim5035@gmail.com

Научные руководители: д.г.-м.н., профессор Середин В.В.; к.г.-м.н., доцент Минькевич И.И.

Аннотация: при нагружении горных пород вокруг дефектов возникают концентрации напряжений, которые вызывают рост и распространение трещин. Выдвинута гипотеза, что разрушение горных пород протекает в два этапа: первоначально формируется магистральная трещина разрыва, затем происходит сдвиг горной породы по этой трещине.

Ключевые слова: глины, напряжения, потеря массы, термический анализ.

CHANGES OF WATER IN CLAY AT HIGH PRESSURE

A.V. Anukhina, M.V. Fedorov

Perm State University, 4th year Students, anuhina.com@gmail.com, fedorovmaxim5035@gmail.com

Research Supervisors: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor Seredin V.V.; Candidate of Geology and Mineralogy, Reader Minkevich I.I.

Abstract: When rocks are loaded, stress concentration appears around defects leading to growth and spread of fractures. Hypothesized, that the destruction of rocks takes place in two stages: initially formed backbone fracture gap, then the rock is a shift for this crack.

Keywords: clay, voltage, weight loss, thermal analysis.

Глины в ходе литогенеза изменяют состав, структуру и свойства, в том числе и физико-химические [1,2,3]. Исследованиями формирования и количественной оценки связанной воды в глинах занимались многие ученые [4]. Выявлено, «чем мельче глинистые минералы, тем резче кривые дегидратации расходятся в области высоких температур». При уплотнении водонасыщенных глин в первую очередь удаляется «свободная» вода крупных пор, затем при нагрузках 1-3 МПа осмотическая вода, а при давлении более 10 МПа начинается удаление «структурированных гидратных слоев» адсорбционно-связанной воды. По данным Кривошеевой З.А. и др. ближайшие, к твердой поверхности несколько слоев воды, близкой к «максимальной гигроскопической», не отжимаются нагрузками в десятки МПа, а «монослой» в сотни МПа.

Целью данной работы является изучение закономерностей изменения содержания (массы) воды в глинах в зависимости от давлений, оказываемых на образец глины. Объектом исследования являются монтмориллонитовая и каолининовая глины.

Изучение осуществлялось поэтапно. На первом этапе исследовался минеральный состав рентгенографическим фазовым анализом (РКФА). На втором производили подготовку образцов глины для термического анализа. Для этого к исходному образцу глинистого грунта подавалось вертикальные давления – напряжения ступенями, первая ступень $\sigma=0$ МПа; вторая $\sigma=1000$ МПа; третья – $\sigma=1500$ МПа и на четвертой – $\sigma=2000$ МПа. На третьем этапе проводили термический анализ (ДСК/ТГ) образцов на синхронном термоанализаторе STA 409 PC Luxx. Результаты термического анализа отражаются на термограммах в виде изменения массы вещества [5].

Исследования показали, что в монтмориллонитовой глине содержание минералов группы монтмориллонита составляет 75%, а каолинита – 3,6%. В каолининовой глине монтмориллонита содержится 15,6%, а каолинита – 76,7%. Результатом являлась оценка величины потери массы вещества при нагревании образцов монтмориллонитовой и каолининовой глин.

Для исследуемых образцов потеря массы обусловлена выделением различных форм воды – рыхлосвязанной, прочносвязанной и конституционной, также изменениями в интервале перекристаллизации минералов. Нами была принята классификация, предложенная в работе Сергеева М.Е. и др. так как в данный момент нет единой классификации [4,5].

Для монтмориллонитовой глины определены следующие температуры эндотермических эффектов: 1) 97-109°C, связан с потерей рыхлосвязанной воды от 6,6% до 9,3%; 2) 520°C, обусловлен потерей прочносвязанной воды от 2,1-9,5%; 3) 690-702°C, обусловлен потерей вещества слагающей примеси глин (карбонаты) с уменьшением массы от 0,8% до 5,5%. 4) 880-960°C, определен потерей оставшейся части вещества связанной с разрушением кристаллической решетки обезвоженного монтмориллонита и кристаллизацией новых фаз (экзотермический эффект).

Общая потеря массы в пределах эксперимента изменяется от 10,9% до 28,5%.

Для каолининовой глины: 1) 75,6-105,9°C, обусловлен потерей рыхлосвязанной воды от 3,6% до 6,8 %; 2) 486,9-527,3°C, связан с выделением прочносвязанной воды в количестве 6,1-9,1%; 3) 700-715,0°C, обусловлен потерей вещества слагающей примеси глин и с уменьшением массы от 0,1% до 2,0%. 4) 961,6-970,3°C,

обусловлен кристаллизационными реакциями с появлением муллита или корунда, а также (более высокотемпературного) кристобалита (экзотермический эффект).

Общая потеря массы каолининовой глинистой фракции в пределах эксперимента составляет от 10,7% до 17%.

В таблице приведены среднее и стандартное отклонение по потерям массы вещества в каолининовой и монтмориллонитовой глинах. Из таблицы видно, что монтмориллонитовая глины теряет больше массы воды в процентном соотношении, чем каолининовая. Потеря же прочносвязанной воды, наоборот, ниже в 1,6 раза.

Таблица

Статистические показатели термогравиметрических данных

Тип глин	Монтмориллонитовая		Каолининовая	
	Среднее	Стандартное отклонение	Среднее	Стандартное отклонение
Потеря массы рыхлосвязанной воды, %	7,875	1,1529	4,825	1,4751
Потеря массы прочносвязанной воды, %	4,3	3,4976	7,025	1,3937
Потеря массы вещества слагающей примеси глин, %	2,625	2,1156	0,675	0,8921
Потеря массы связанной с разрушением кристаллической решетки минералов, %	2,125	2,8406	0,625	0,9251
Общая потеря массы, %	16,925	8,0608	13,15	2,7331

После проведения серии опытов выяснилось, что в каолининовой глине наблюдается следующая закономерность – при нагревании образца первоначально теряется незначительное количество рыхлосвязанной воды, затем потери массы возрастают за счет прочносвязанной воды. После повышения температуры потери вещества, слагающие примеси глин резко уменьшаются до уровня потерь масс перекристаллизации минералов.

В монтмориллонитовой глине при нагревании первоначально теряется значительная масса рыхлосвязанной воды, затем наблюдается уменьшение масс прочносвязанной воды и слагающие примеси глин, а также отмечается потеря массы перекристаллизации минералов.

Экспериментально определен минеральный состав монтмориллонитовой и каолининовой глин. В составе обнаружены глины кварца, калиевых полевых шпатов, альбита, кальцита.

Выявлено, что содержание рыхлосвязанной и прочносвязанной форм воды, а также вещества слагающие примеси глин и перекристаллизация минералов контролируется не только составом, строением и свойствами кристаллической решетки, но и величиной давлений. Установлено, что общая потеря массы воды при увеличении напряжения в каолининовой глине меньше ($m=13,2\%$), чем в монтмориллонитовой ($m=16,9\%$).

Термический (ДСК/ТГ) анализ проб глины проводился на оборудовании Сектора наноминералогии Пермского государственного национального исследовательского университета под руководством д. г.-м.наук, профессора Б.М. Осовецкого, которому автор выражают свою глубокую благодарность.

Литература

1. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами// Инженерная геология. 2014. № 6. С. 50-55
2. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины// Инженерная геология. 2015. № 4. С. 26-29
3. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешикова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе// Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
4. Сергеев Е.М., Голодковская Г.А., Зиангиров Р.С., Осипов В.И., Трофимов В.Т.// Грунтоведение. М.: МГУ, 1973. 388 с.
5. Иванова В.П., Касатов Б.К., Красавина Т.Н., Розинова Е.Л. // Термический анализ минералов и горных пород. Л.: Недра, 1974. 400 с.

ОБЗОР МЕТОДОВ УСТРОЙСТВА ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ

Е.С. Бабешко, М.С. Захарова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, магистранты 1 года обучения, fameleone@ua.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: в статье приводится обзор методов устройства искусственно улучшенных оснований сложенных слабыми водонасыщенными глинистыми грунтами. Рассмотрены технологии использования промежуточных песчаных подушек, грунтовых свай, устройства песчаных дрен, струйная цементация грунта.

Ключевые слова: искусственные основания, грунтовые сваи, струйная цементация грунта.

REVIEW OF METHODS FOR ARTIFICIAL GROUNDS

E.S. Babeshko, M.S. Zakharova

Perm National Research Polytechnic University, 1st year Master's Degree Student, fameleone@ua.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader Makovetskiy O.A.

Abstract: The article provides an overview of methods for artificially enhanced grounds stacked on soft water-saturated clay soils. The technology using intermediate sand pits, soil piles, devices, sand drains, jet grouting of the soil.

Keywords: artificial ground, ground piles, jet grouting soil.

Искусственно улучшенные основания, по мнению Р.А. Мангушева [1], устраиваются в тех случаях, когда естественные основания оказываются недостаточно прочными или сильно сжимаемыми и их использование, как и применение свайных фундаментов, является технически и экономически нецелесообразным. При этом используются как конструктивные методы улучшения работы грунтов основания, к которым относятся: устройство грунтовых подушек, применение шпунтового ограждения, создание боковых пригрузок, армирование грунта и другие, так и методы улучшения свойств оснований посредством их усиления и закрепления.

Рассмотрим наиболее распространенные способы устройства искусственных оснований. Искусственные основания при строительстве зданий и сооружений на слабых глинистых грунтах создаются зачастую в виде песчаных подушек. Песчаные подушки позволяют: уменьшить глубину заложения фундаментов; снизить давление от здания или сооружения на сильно сжимаемый естественный грунт до величины, которая может быть воспринята этим основанием; обеспечить практически равномерную осадку сооружения и быструю ее стабилизацию за счет направления вытесняемой грунтовой воды по кратчайшему пути в песчаную подушку.

Особенно возрастает роль песчаной подушки в качестве дренирующего слоя. В этом случае под действием внешней нагрузки происходит отжатие поровой воды и процесс консолидации слабых оснований значительно ускоряется.

Традиционно глубинное уплотнение выполняют с помощью грунтовых свай. Сущность этого способа заключается в устройстве на определенном расстоянии друг от друга скважин, которые заполняют уплотненным грунтом. Для образования скважин применяют способы, основанные на вытеснении природного грунта из объема, занимаемого скважиной. Вследствие этого и происходит уплотнение грунта между сваями. Деформируемость основания снижается и за счет самих грунтовых свай, в которых грунт доводится до состояния требуемой плотности.

Как правило, грунтовые сваи в основании размещают в шахматном порядке так, чтобы центры трех соседних свай образовывали равносторонний треугольник. При таком размещении достигается наибольший эффект уплотнения. Расстояния между осями свай (шаг свай) выбирают из условия получения необходимой плотности грунта межсвайного пространства.

Основным недостатком данного метода, требующего тяжелого и дорогостоящего оборудования на производстве, является низкая эффективность устройства грунтовых свай большого диаметра.

Вертикальные дрены [2], т.е. вертикальные скважины, засыпанные песком, применяются для ускорения уплотнения слабых глинистых о под действием веса насыпей или нагрузок от возводимых сооружений.

На поверхности вертикальных песчаных дрен устраивается песчаная подушка. Комбинированная конструкция дренажной системы (песчаная подушка и вертикальные дрены) обеспечивают ускорение уплотнения загружаемого основания вследствие сокращения путей фильтрации воды, отжимаемой из пор грунта.

Песчаные дрены используются для обеспечения устойчивости больших площадях нагружения, для которых требуется стабилизация осадки в короткие сроки путем ускорения процесса фильтрационной консолидации.

В настоящее время на территории Российской Федерации применяется несколько технологий устройства геотехногенного массива. Одна из распространенных технологий – применения методов высоконапорного инъецирования для закрепления или стабилизации основания. Армирующие элементы могут выполняться как буроинъекционные сваи, к другой конкурирующей технологии относится устройство структурного геомассива при помощи струйной цементации.

Улучшение свойств массива грунта методом струйной цементации путем устройства в массиве грунта жестких грунтобетонных армирующих элементов. Грунтобетонные элементы располагают с определенным шагом в плане и по глубине. Отличительной особенностью данного метода от инъекционных способов (цементации) служит то, что нет необходимости создания сплошного закрепленного массива. В грунте на необходимой глубине по технологии Jet-2 выполняются жесткие грунтобетонные элементы. В зависимости от назначения барьера его конструкция может быть выполнена в сплошном варианте (диаметр грунтобетонных элементов больше расстояния между ними в осях и они пересекаются между собой) и разреженном варианте, когда расстояние между элементами 2...3 диаметра. Разреженный горизонтальный геотехнический барьер - «структурный геомассив» является искусственно улучшенным основанием с проектируемыми физико-механическими характеристиками. Он устраивается в тех случаях, когда строительные свойства основания весьма неудовлетворительны, и компенсация их воздействия модификацией других компонентов системы является нецелесообразной или экономически неэффективной [3].

К составляющим реализующим низкие строительные характеристики системы следует отнести: литологическую несогласованность слоев грунта; явно выраженную неоднородность строения грунта в пределах одного генетического слоя; возможность перехода грунтов в структурно-неустойчивое состояние; низкие прочностные и деформационные характеристики грунта, заведомо не обеспечивающие надежную эксплуатацию системы;

Такие строительные характеристики основания могут быть достигнуты в течение всего жизненного цикла системы: определены в ходе проектно-изыскательских работ; спрогнозированы в результате анализа возможных изменений геотехнической ситуации на период эксплуатации; зафиксированы в ходе эксплуатации (чаще всего по характерным признакам поведения системы).

Литература

1. Мангушев Р.А. Методы подготовки и устройства искусственных оснований // Мангушев Р.А., Усманов Р.А., Ланько С.В. М.: АСВ, 2012. 280 с.
2. Коновалов П.А., Зехниев Ф.Ф., Безволев С.Г. Расчет эффективности укрепления слабых оснований нагрузением, дренированием и армированием// Основания, фундаменты и механика грунтов. 2003. №1. С. 2 – 8.
3. Маковецкий О.А., Зуев СС., Тимофеев М.А., Селетков С.Ф., Травуш В.И. Устройство системы вертикальных и горизонтальных геотехнических барьеров при строительстве высотных зданий на слабых грунтах// Жилищное строительство. 2016. №9. С. 40 – 44.

**ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
АЛЛЮВИАЛЬНЫХ И БИОГЕННЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ**

Е.В. Бакулина

Воронежский государственный университет, магистрант 1 года обучения, geo-vrn2010@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Курилович А.Э.

Аннотация: Анализ взаимосвязи показателей свойств грунтов должен осуществляться на основании генетического подхода с широким использованием фондовых материалов инженерно-геологических изысканий, выполненных на конкретных территориях. Использование выявленных закономерностей в дальнейшем позволит существенно сократить объемы и, соответственно, стоимость лабораторных работ в процессе проведения новых изысканий.

Ключевые слова: физико-механические свойства грунта, инженерно-геологические изыскания, нормативные документы, коэффициент корреляции, оптимизация комплекса, апробирование методики.

**MEASURING THE LINKAGES BETWEEN PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND
NUTRIENT ALLUVIAL CLAY SOILS**

E.V. Bakulina

Voronezh State University, 1st year Master's Degree Student, geo-vrn2010@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader A.E. Kurilovich.

Abstract: Analysis of the relationship parameters of soil properties should be carried out on the basis of the genetic approach to the widespread use of library materials engineering and geological surveys carried out in specific areas. Using the identified patterns in the future will greatly reduce the volume and, accordingly, the cost of laboratory operations in the course of new researches.

Keywords: physic-mechanical properties of the soil, engineering geological survey, correlation coefficient, complex optimization, testing methods.

Качественное проведение инженерно-геологических изысканий в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [1] является необходимым условием обеспечения устойчивости объектов капитального строительства, как в период их возведения, так и в течение всего срока эксплуатации. Одной из первоочередных задач, стоящих перед инженерами-геологами, работающими в условиях рыночной экономики в настоящее время, является оптимизация проведения комплекса инженерно-геологических изысканий для обоснования проектирования зданий и сооружений различного назначения [2]. Главная цель такого рода исследований заключается в снижении трудоемкости, сроков выполнения, и, соответственно, себестоимости изыскательских работ при обеспечении их высокой информативности. На наш взгляд, такого рода оптимизация может осуществляться путем поиска корреляционных зависимостей между различными показателями свойств грунтов, развитых на конкретных территориях [2,3].

Между свойствами грунтов существуют взаимосвязи. Зависимости между величинами могут быть корреляционными и функциональными [4]. Функциональные зависимости позволяют по значению одних величин получать точные значения других. Корреляционная же зависимость существует между независимыми величинами и носит вероятностный характер. Корреляционные зависимости отражают реально существующие причинно-следственные связи между явлениями. С практической точки зрения установление корреляционных зависимостей между показателями свойств грунтов позволяет оценить с определенной точностью показатели технически трудно определяемых свойств на основе более легко получаемых. Мерой такой зависимости между коррелируемыми величинами является коэффициент корреляции (r), величина которого заключена строго в интервале $-1 < r < +1$. При наличии функциональной зависимости $r = \pm 1$, при $r = 0$ – корреляция теряется, $r > 0,9$ – корреляция весьма тесная, $r = 0,9 - 0,7$ – корреляция тесная, $r = 0,7 - 0,5$ – слабая корреляционная связь. Эмпирическое выявление зависимости между показателями свойств x и y начинают с нанесения результатов эксперимента на соответствующую координатную плоскость. Если нанесенные эмпирические точки образуют

«облако», то производится их статистическая обработка и подбирается простейшая линейная зависимость типа:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_n x_n$$

где y , x_1 , x_n – показатели свойств грунтов, либо простейшие преобразования этих свойств (например, логарифмы); a_0, \dots, a_n – эмпирические коэффициенты.

Коэффициенты данной зависимости рассчитываются по методу наименьших квадратов. Для прогноза на основе корреляционных связей показателей физико-механических свойств используются такие показатели состава и строения грунта как влажность (W), коэффициент пористости (e), пористость (n), число пластичности (Ip), влажность на границе текучести (Wl), влажность на границе раскатывания (Wp) и др. Предпочтение отдается наиболее информативному и непосредственно определяемому показателю или их совокупности. Например, для глинистых водонасыщенных грунтов наиболее тесные связи показателей прочности наблюдаются со значениями, характеризующими строение грунта (плотность, пористость, содержание глинистых частиц и др.). Для лессовых грунтов наблюдается тесная связь деформационных показателей с влажностью и пористостью, для песчаных грунтов прочностные и деформационные свойства наиболее тесно связаны с коэффициентом пористости, степенью плотности и размером частиц. Для скальных грунтов физико-механические свойства удовлетворительно коррелируют с такими показателями, как плотность, степень выветрелости, пористость и трещиноватость [4].

Для апробирования данной методики были использованы материалы инженерно-геологических изысканий выполненных Воронежским филиалом ОАО «ГИПРОДОРНИИ» по объекту: «Строительство автомобильной дороги Юго-Восточный обход г. Боброва в Бобровском муниципальном районе Воронежской области». По этому объекту в период прохождения производственной практики автор принимал непосредственное участие, как в полевых, так и камеральных работах.

Объектом исследования являлся участок мостового перехода через р. Битюг в г. Бобров Воронежской области. Инженерно-геологический разрез на участке проектируемого строительства представлен глинистыми и песчаными отложениями неогеновой (N_2) и четвертичной (Q) систем.

Поиск корреляционной зависимости показателей свойств глинистых грунтов проводился для аллювиальных и биогенных суглинков.



Рис. 1. График зависимости значений влажности на границе раскатывания (Wp) от влажности на границе текучести (Wl) для биогенных суглинков

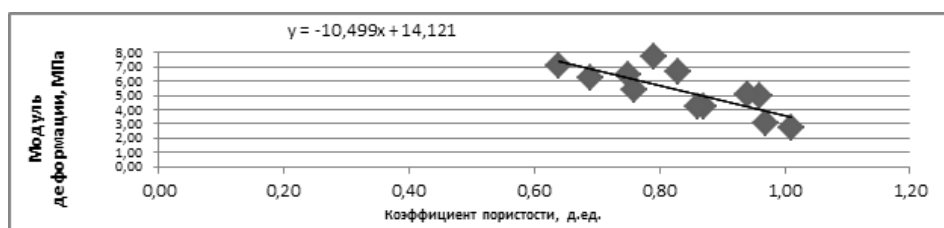


Рис. 2. График зависимости значений модуля деформации (E) от коэффициента пористости (e) для аллювиальных суглинков

Анализ данных графиков показывает, что зависимость между значениями влажности на границе текучести и влажности на границе раскатывания является прямой и весьма тесной, коэффициент корреляции (r) равен 0,99. Обратная зависимость модуля деформации от коэффициента пористости является тесной, значение коэффициента корреляции составляет $-0,79$.

Таким образом, полученные результаты показывают перспективность дальнейших работ в данном направлении. Анализ взаимосвязи показателей свойств грунтов должен осуществляться на основании генетического подхода с широким использованием фондовых материалов инженерно-геологических изысканий, выполненных на конкретных территориях. Использование выявленных закономерностей в дальнейшем позволит существенно сократить объемы и, соответственно, стоимость лабораторных работ в процессе проведения новых изысканий. Также результаты этих обобщений могут быть использованы при составлении региональных таблиц нормативных и расчетных значений показателей физико-механических свойств грунтов.

Литература

1. Свод правил СП 47.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М.: Госстрой РФ, 2013.
2. Курилович А.Э. Пути оптимизации комплекса инженерно-геологических изысканий // Вестник ВГУ. Геология. -2014. -№3. - С.98-102.
3. Курилович А.Э. Изучение показателей пластичности флювиогляциальных глинистых отложений на территории г. Воронежа // Вестник ВГУ. Геология. -2014. -№1. –С 130-135.
4. Сергеев Е.М. Грунтоведение: учеб. / Е.М. Сергеев -М.: Изд-во МГУ, 1983. – 398 с.

ГЕОДИНАМИКА ПОБЕРЕЖИЙ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.В. Белобородов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, молодой ученый,
beloborodov.lpmg@mail.ru

Аннотация: рассматриваются основные условия и инженерно-геологические процессы переформирования побережий Саратовского водохранилища, показана актуальность проведенных исследований, приводятся данные по гидролого-морфологическому районированию акватории водохранилища.

Ключевые слова: геодинамика побережий водохранилищ, процессы переформирования побережий, Саратовское водохранилище, гидролого-морфологическое районирование.

GEODYNAMICS COASTS SARATOV WATER RESERVOIR

A.V. Beloborodov

Perm State University, Young Researcher, beloborodov.lpmg@mail.ru

Abstract: considered the basic conditions and geological processes reshaping coasts Saratov water reservoir, shows the relevance of the research, considered the data on hydrological and morphological zoning of the reservoir water area

Keywords: geodynamics coastal zone of water reservoirs, the processes of reorganization of the coasts, the Saratov water reservoir, hydrological and morphological zoning.

Объектом исследований является Саратовское водохранилище – крупный равнинный водоем долинного типа (при НПУ (28,0 м БС) площадь зеркала – 1728,5 км², объем – 10,04 км³, длина – 328 км, средняя ширина – 5,1 км, максимальная – 14,5 км) [1], расположенный на территории Самарской, Ульяновской и Саратовской областей (от Жигулевской ГЭС в районе городов Жигулевск и Тольятти до Саратовской ГЭС в г. Балаково). Водохранилище осуществляет ограниченное суточное и недельное регулирование стока. Водоем является сложным в морфологическом и морфометрическом отношении, что обусловлено его плановой конфигурацией, характеризующейся чередованием больших озеровидных расширений со значительными по длине сужениями, изгибающимися в некоторых случаях под углом практически 90°, наличием обширных мелководных зон в центральной и левобережной части водохранилища.

Актуальность исследований. Расположение Саратовского водохранилища в звене водоемов Волжско-Камского каскада обусловило то, что в плане разносторонних исследований оно осталось «в тени» крупнейших «собратьев» – Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ. Публикаций, посвященных геодинамике побережий Саратовского водохранилища крайне мало (практически нет). При этом на его берегах располагается городская агломерация г. Самара, города Сызрань, Новокуйбышевск, Октябрьск, Хвалынский, Чапаевск, Балаково, объекты нефтеперерабатывающей и газовой промышленности, трубопроводного транспорта и хранения нефти и газа, Балаковская АЭС. Активно используются и осваиваются прибрежные территории для жилищного и рекреационного строительства, объектов сельского хозяйства и рыболовной промышленности. Все это определяет необходимость комплексного изучения и оценки инженерно-геологических условий побережий Саратовского водохранилища и условий их переформирования.

Основными условиями, влияющими на типы и скорости протекания процессов переформирования побережий Саратовского водохранилища, являются его геологические (литология пород берегового уступа) и гидрологические (ветровое волнение) условия.

Отличительной особенностью геологических условий побережий Саратовского водохранилища является разнообразие стратиграфических литолого-генетических типов пород, слагающих береговые уступы (полускальные и песчано-глинистые разности каменноугольного, юрского, мелового, неогенового и четвертичного возраста) [2]. Различные физико-химические и механические свойства пород разного возраста обуславливают и различные типы процессов переформирования побережий (табл.).

Условия развития процессов переформирования побережий Саратовского водохранилища

Берег водохранилища	Геоморфологическое положение	Возраст и литология отложений	Процессы переформирования побережий
Правый	Приволжская возвышенность	<i>Меловые (K₁₋₂):</i> глины с переслаиванием песков	Оползни, выветривание
		<i>Юрские (J₃):</i> глины с прослоями алевритов	Оползни, выветривание
		<i>Каменноугольные (C₃):</i> известняки массивные, кавернозные	Обвалы, осыпи, выветривание
		<i>Четвертичные (Q_{III}):</i> песчано-глинистые отложения	Волновая абразия, овражная эрозия
Левый	Низкое Заволжье	<i>Каменноугольные (C₃):</i> известняки массивные, кавернозные	Обвалы, осыпи, выветривание
		<i>Неогеновые (N₂):</i> глины с дресвой и щебнем	Оползни, овражная эрозия
		<i>Четвертичные (Q_{II-III}):</i> песчано-глинистые отложения	Волновая абразия, овражная эрозия, суффозия, подтопление

Резко различны и геоморфологические условия право- и левобережья водохранилища. На участке Сызрань-Балаково долина р. Волги обладает ярко выраженной асимметрией. Характерной особенностью морфоструктурного плана правого берега является крупная широтная ступенчатость рельефа, в которой выделяются верхняя ступень с абсолютными высотами 130-210 м и две нижние ступени с высотами 90-120 и 50-80 м. Для низкого левого берега характерно наличие фрагментарных участков разновозрастных террас р. Волга. Геоморфологическому строению соответствует двухъярусное геологическое строение побережий.

Гидрологические условия Саратовского водохранилища характерны для данного типа водоемов долинного типа: четкое разделение акватории на три зоны по типу морфолитогенеза, характеру развития ветрового волнения и течений.

Верхняя (речная) зона распространяется от плотины Самарской ГЭС до г. Октябрьск. Условий для образования высоких волн здесь нет, что, наряду с литологическим строением правого берега, обуславливает невысокую скорость обрушения абразионного уступа. Левобережье же большей частью защищено от волнобоя пойменными участками и островами. Основными гидрологическими факторами переформирования береговых уступов являются колебания уровней и стоковые течения.

Средняя (переходная) зона водохранилища заключена между г. Октябрьск и с. Екатериновка. В этой зоне проявляется воздействие на береговые уступы как стоковых и ветровых течений, так и воздействие колебаний уровней.

Нижняя (озерная) зона распространяется от суженной части водохранилища у с. Екатериновка до плотины Саратовской ГЭС. В озерной зоне, в силу морфологических условий (наибольший объем водной массы) наряду с благоприятными факторами волнообразования процесс ветро-волновой переработки берегов проявляется в максимальной степени.

Инженерно-геологические процессы. К основным процессам, определяющим облик береговых уступов Саратовского водохранилища, относятся: аккумуляция наносов, волновая абразия, подтопление, оползни и овражная эрозия. Ограниченное распространение в основном на водораздельных пространствах имеют карстовые процессы в пределах Самарской Луки и в районе устья р. Сок, при этом на их активизацию влияют колебания уровней подземных вод, связанные с подпором подземных горизонтов водными массами водохранилища.

Важной особенностью является наличие значительных по площади распространения подтопленных участков, являющихся фрагментами размытых надпойменных террас и низменными устьевыми участками заливов рек-притоков. Наиболее значительным по площади и по влиянию на прибрежные территории является участок в границах с. Екатериновка-г. Новокуйбышевск-г. Чапаевск. Режим поверхностных и подземных вод на этих участках определяется режимом работы ГЭС, прохождением прямых и обратных волн попусков.

Литература

1. Белобородов А.В. Обобщение новых морфометрических характеристик ряда водохранилищ по результатам исследований 2007-2012 гг.// Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Тр. Межд. научн.-практ. конф. Перм. гос. ун-та. Т. I. Пермь, 2015. С. 7-12.
2. Белобородов А.В. Инженерно-геологическое районирование побережий Саратовского водохранилища.// Сергеевские чтения. Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи. Выпуск 18. М., 2016 г. С.253-258.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ОСАДОК ОСНОВАНИЯ СЛОЖЕННОГО СЛАБЫМИ ВОДОНАСЫЩЕННЫМИ ГРУНТАМИ

Е.О. Богданова, Е.А. Лузгина

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, магистранты 1 года обучения, helen-30@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: в статье приводится пример использования струйной цементации грунта для обеспечения стабилизации неравномерных осадок высотного здания на основании сложном слабыми грунтами. Описаны принципы моделирования, конструирования и выполнения на строительной площадке жестких грунтобетонных элементов. Анализ результатов геодезических наблюдением за развитием осадок показал обоснованность предлагаемого конструктивного решения.

Ключевые слова: струйная цементация; «структурный геомассив».

STABILIZATION SEDIMENT BASE COMPOSED OF WEAK WATER-SATURATED SOILS

E.O. Bogdanova, E.A. Luzgina

Perm National Research Polytechnic University, 1st year Master's Degree Students, helen-30@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader O.A. Makovetskiy

Abstract: The article provides an example of the use of jet grouting for soil stabilization of nonuniform sediment high-rise buildings based on folded weak soils. Describes the principles of modeling, design and implementation on a construction site hard elements. Analysis of the results of geodetic monitoring of sediment showed the validity of the proposed design solutions.

Keywords: jet grouting; "structural geomassiv".

При строительстве высотных зданий основной задачей проектирования подземных частей является обеспечение развития в допустимых пределах осадок и кренов. В сложных инженерно-геологических условиях это бывает практически невозможно осуществить без проведения дополнительных мероприятий по устройству искусственно улучшенных основаниях [1,2].

Анализ развития осадок основания в строительный период показал их нелинейный рост по сравнению с возрастанием давления на основание. Основной рост нелинейности начался на сроке нагружения 5 месяцев, при нагрузке на основание 150 КПа.

Прогноз развития деформаций ползучести по зависимости показал недопустимые величины для данного здания, для обеспечения его безопасной эксплуатации требуется разработка комплекса стабилизирующих мероприятий. Для обеспечения выполнения проектных параметров по осадкам и кренам фундаментов было выполнено устройство в основании фундаментов разреженного горизонтального геотехнического барьера в виде «структурного геомассива» с эффективным модулем деформации 40 МПа. Последовательность выполнения работ по устройству «структурного геомассива» была определена в ходе компьютерного моделирования поведения системы основание – здание с учетом образования зон ослабления и повышения жесткости, относительно грунта естественного сложения. Работы выполнялись по всей ширине здания по отсекам в следующей последовательности осей: 2-3; 1-2; 5-6; 4-5; 3-4. Во время производства работ велся ежедневный геодезический мониторинг за вертикальными перемещениями контрольных марок. Графики наблюдений приведены на рис.2, 3.

Период производства работ по устройству «структурного геомассива» можно разделить на три характерных этапа (рис.1).

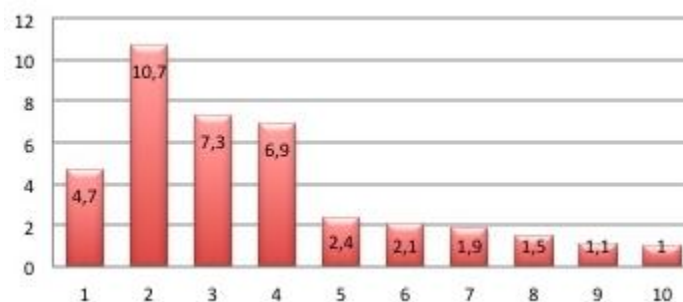


Рис. 1. Диаграмма изменения скорости развития осадок (мм/неделю) в процессе устройства основании «структурный геомассив».

Выполнение грунтобетонных армирующих элементов в начальный момент времени резко снизило скорость нарастания осадок (4,5...5,0 мм/неделю) за счет «опресовки» цементным раствором зоны контакта фундаментной плиты с грунтом. Затем по мере развития зон ослабления в основании при устройстве грунтобетонных элементов, (нулевая прочность которых в течение 14 часов первичной кристаллизации приводит к развитию технологических осадок) скорость развития осадок снова возросла до 10...11 мм/неделю.

По мере набора прочности материалом армирующих элементов (14...28 суток) скорость развития осадок постепенно снижалась (7,3...6,9 мм/неделю). Затем при достижении грунтобетоном проектной прочности и формировании жесткой сетки внутреннего армирования основания резко упала (2,0...2,4 мм/неделю), что говорит о затухании процесса ползучести и стабилизации осадок. Геодезические наблюдения за развитием осадок после окончания работ по устройству «структурного геомассива» и в процессе дальнейшего строительства здания (200 дней) показали необратимость этого процесса, величина дополнительной осадки после стабилизации процесса ползучести слабого грунта составила 15...20 мм, и находится в расчетных пределах [3].

Выполним прогноз развития осадок основания: расчетные периоды: 1...56 день – устройство и набор прочности грунтобетонных армирующих элементов; 56...280 день – стабилизация деформаций ползучести; При входящем соотношении: модуль исходного грунта $E_1 = 10,0$ МПа, модуль деформации грунтобетонного армирующего элемента $E_2 = 400$ МПа, вязкости грунтобетона $\eta = 6,0 \times 10^5$ (МПа•час) развитие осадки ползучести будет иметь следующий вид:

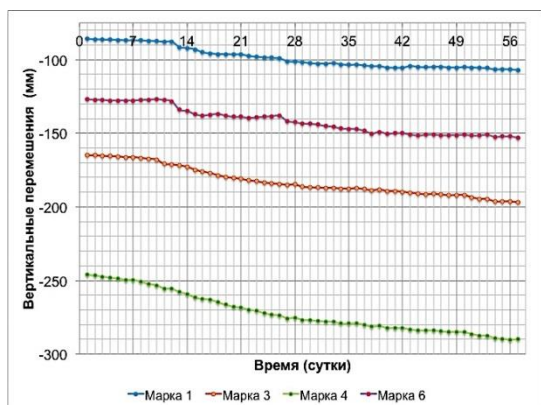


Рис. 2. График развития осадок здания в период производства работ

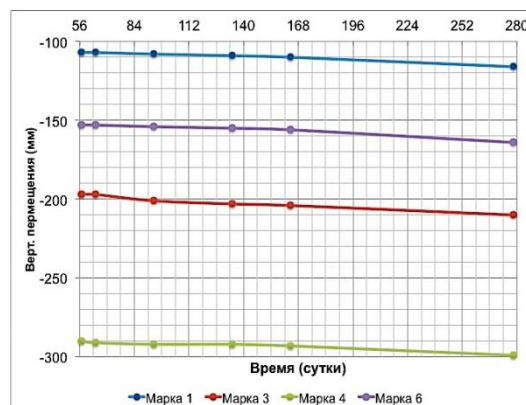


Рис. 3. График стабилизации осадок здания

Анализ результатов расчетов по определению реологических характеристик основания «структурный геомассив» показывает хорошую сходимость натуральных и лабораторных значений изменения модуля общих деформации грунтобетонного армирующего элемента в период набора им прочности (возраст 14...56 суток, «интенсивно стареющий грунтобетон») и в период стабилизации деформаций ползучести (56...360 суток «стареющий грунтобетон»), что говорит о возможности использования лабораторных данных по определению характеристик ползучести грунтобетона для оценки ползучести всего «структурного геомассива» по модели композитного материала.

Литература

1. Абелев М.Ю. *Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах.* - М.: Стройиздат, 1983. – 248 с.
2. Маковецкий О.А., Зуев С.С., Хусаинов И.И. *Обоснование применения искусственного основания структурный геомассив// Жилищное строительство. 2016, №9. – С.23 – 23*
3. Маковецкий О.А., Хусаинов И.И., Зуев С.С., Тимофеев М.А. *Обеспечение геотехнической безопасности строящегося здания// Жилищное строительство. 2014, №9.- С.34 – 37*

ОБЗОР МЕТОДОВ УСТРОЙСТВА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНОВ

А.В. Буравская

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, магистрант 2 года обучения,
buravskaya1992@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: в данной статье рассмотрены вопросы устройства геотехнического экрана и представлены виды растворов, применяемых для закрепления слабых грунтовых оснований инъекционным методом. Рассматривается перспектива применения технологии, аналогичной струйной цементации для устройства геотехнических барьеров и экранов. Технология, предложенная авторами, представляет собой лидерное бурение и последующую подачу под высоким давлением раствора бентонитовых глин. Под действием высоконапорной струи водобентонита грунт смешивается с раствором, что позволяет получить плотное тело так называемого «грунтобентонита».

Ключевые слова: геотехнический экран, инъекционный метод, инъекционный раствор, струйная цементация, раствор бентонитовых глин.

GEOTECHNICAL SURVEY OF THE BUILDINGS OF THE SERIAL CONSTRUCTION IN PERM

A.A. Buravskaya

Perm National Research Polytechnic University, 2nd year Master's Degree Student, buravskaya1992@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader O.A. Makovetskiy.

Abstract: In this article we go through the way the geotechnical barrier is structured. Moreover, it shows possible solutions used for soil densification by means of jet grouting. The article shows the perspective of using the technology that is on par with jet grouting for making geotechnical barriers. The technology suggested by the authors is connected with the pilot drilling and using bentonite clay, which is impacted by means of high pressure. Such a high pressure jet of waterbentonite makes the soil mix with the solution. It helps to get a more solid material.

Keywords: geotechnical barrier, jet grouting, grouting solution, bentonite clay solution.

Проблемы закрепления слабых грунтовых оснований являются актуальными для Пермского края. Исходя из этого, первостепенной задачей является обеспечение геотехнической безопасности и устройство защитных экранов для закрепления грунта.

Можно выделить основные методы устройства защитных экранов по типу используемых инъекционных материалов: цементация, силикатизация, смолизация. По методу введения раствора в грунт - на обычную инъекцию и высоконапорную. Метод закрепления грунтов выбирается на этапе проектирования строительного объекта на основании инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, требований экологии и технико-экономического сравнения вариантов укрепления грунта.

Инъекционные методы используются для повышения прочности и водонепроницаемости неустойчивых водонасыщенных дисперсных и скальных грунтов со значительными водопритоками, для повышения несущей способности, стабильности устойчивости грунтовых массивов.

В зависимости от инженерно-геологических условий, цели и принятого способа укрепления грунта следует применять инъекционные растворы на основе минеральных вяжущих или полимерных материалов, обладающих широким диапазоном реологических и физико-механических характеристик и обеспечивающих повышение прочности, противодиффузионной плотности грунтов или водоподавление.

Для закрепления грунтов используются цементные, цементно-глинистые, цементно-песчаные, цементно-полимерные, цементно-силикатные, растворы на основе тонкодисперсных цементов, -глинистые и глино-силикатные, силикатные и на основе полимерных смол, в том числе вспененные.

К инъекционным растворам предъявляются следующие требования: высокая проникающая способность; максимальный выход тампонажного камня; возможность регулирования технологических параметров; прочность и водонепроницаемость укрепленного грунта, соответствующая цели инъекции.

При выборе вида и состава инъекционного раствора следует учитывать: геологические и гидрогеологические условия конкретного участка; минералогический и химический состав грунта и грунтовых вод (карбонатность, загипсованность, содержание глинистых и гумусовых частиц; цель инъекции (повышение прочности, стабильности или водонепроницаемости грунтов, заполнение крупных пустот или трещин, предотвращение водопритока, и т.п.); назначение раствора (инъекционный, буровой, для устройства обоймы, грунтоцементных свай и др.); требования к физико-механическим характеристикам укрепленного грунта и к технологическим параметрам раствора (плотности, вязкости, срокам схватывания и др.); требования технологии приготовления (хорошая растворимость и смешиваемость материалов, простота приготовления, возможность полной механизации работ); стоимость и дефицитность исходных материалов; экологические требования к материалам для приготовления растворов; требования техники безопасности при приготовлении растворов и производстве инъекционных работ.

Для укрепления грунтов используются различные виды и рецептуры инъекционных растворов. Вид раствора определяется материалом, на основе которого его приготавливают, рецептура - различными компонентами, добавками, улучшающими и регулируемыми свойствами раствора [1].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что меняя рецептуру раствора, есть возможность создать «эталонный» раствор по составу и экономическим показателям, который позволит обеспечить геотехническую безопасность для любого вида грунта.

В последние годы наиболее эффективным способом устройства защитных экранов является метод струйной цементации грунта, который заключается в разрушении и перемешивании грунта высоконапорной струей цементного раствора. С помощью струйной геотехнологии в грунте создается армированный грунтобетонный массив с физико-механическими характеристиками, превышающими характеристики самого грунта [2].

Струйная цементация позволяет укреплять практически весь диапазон грунтов от гравийных отложений до мелкодисперсных глин и илов.

Важным преимуществом технологии является чрезвычайно высокая предсказуемость результатов укрепления грунтов. Это позволяет достаточно точно рассчитать геометрические и прочностные характеристики создаваемой подземной конструкции и создавать массивы грунтов с заданными свойствами [3].

Следует заметить, что на сегодняшний день закрепление слабых грунтов по методу струйной геотехнологии производится только на цементных растворах, несмотря на огромный диапазон закрепляющих растворов. Таким образом, направлением дальнейших исследований авторов является устройство

геотехнических барьеров и экранов по технологии, аналогичной струйной цементации с подачей под высоким давлением раствора бентонитовых глин. Под действием высоконапорной струи водобентонита грунт смешивается с раствором, что в дальнейшем позволит получить плотное тело так называемого «грунтобентонита».

Инъекционное закрепление горных пород карбамидными смолами является сложным технологическим процессом, требующим особой подготовки и оценки условий процесса строительства [4].

Контроль качества инъекционного закрепления достаточно надежно обеспечивается выполнением следующих контрольных мероприятий: проверкой качества исходных химических и других материалов; контролем исполнения при производстве работ заложенных в проект расчетных параметров закрепления и заданных им технических условий; проверкой соответствия требованиям проекта характеристик физико-механических свойств закрепленных грунтов, а также однородности их закрепления;

Характеристики физико-механических свойств закрепленных грунтов, необходимые для оценки и контроля качества закрепления, выбираются в зависимости от назначения закрепления и применяемого способа.

Литература

1. СТО НОСТРОЙ-16-2011. Укрепление грунтов инъекционными методами в строительстве. – М., 2011. – С. 8–12.
2. Бройд И.И. Струйная геотехнология. – М.: АСВ, 2004. – 448 с.
3. Гришко Д.А., Шуплик М.Н., Куликова Е.Ю., Перспективы применения струйной цементации в городском подземном строительстве с целью снижения экологических рисков// Научный вестник МГГУ. – 2011. – № 9 (18). – С. 16–22.
4. Маковецкий О.А., Зуев С.С. Закрепление неустойчивых грунтов методом смолизации главного и вспомогательного стволов при строительстве угольной шахты в Ростовской области// Маркшейдерия и недропользование. 2014. №5 (73) - С. 67-70.

ВЫБОР КЛАССИФИКАЦИОННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПРИ КАРСТОЛОГИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ

Е.В. Дробинина

Пермский государственный национальный исследовательский университет, аспирант 3 года обучения,
alenadrobinina@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н. профессор Катаев В.Н.

Аннотация: в статье рассмотрена проблема районирования территории по карстовой опасности на основании ряда факторов, определяющих протекание карстового процесса. Предварительное районирование территории при реализации интегральной оценки карстоопасности повышает точность прогнозирования посредством выделения квазиоднородных участков.

Ключевые слова: районирование, фактор, интегральная оценка карстовой опасности.

CLASSIFICATION INDEX CHOICE AT KARST ZONING

E.V. Drobinina

Perm State University, 3^d year Post-graduate Student, alenadrobinina@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.N. Kataev

Abstract: the problem of zoning by karst hazard on the basis of a number of factors determined the occurrence of karst process is considered in the article. The accuracy of prediction through an integrated assessment of karst hazard can be improved by allocation quasi-homogeneous areas as the result of preliminary zoning.

Keywords: zoning, factor, integrated assessment of karst hazard.

Рациональное освоение территорий различных по характеру инженерно-геологических условий предполагает их разделение на некоторые таксономические элементы, условно однородные по ряду признаков. Проведение инженерно-геологического районирования возможно посредством вероятностно-статистической оценки инженерно-геологических условий методом дисперсионного и корреляционного анализа, балльной оценки выделенных классификационных признаков. Критерии районирования выбираются в зависимости от целевого назначения исследования с условием безопасной эксплуатации сооружений, т.е. необходимо выбрать комплекс геологических параметров, оказывающих существенное влияние на устойчивость системы «геологическая среда – сооружение» [1,2,3].

Различный характер природных условий, отражающих структурно-тектоническое, геолого-гидрогеологическое и геоморфологическое строение исследуемой территории определяет разную степень опасности в отношении развития карстового процесса и его проявлений на земной поверхности. В зависимости от комплекса природных условий на исследуемой территории можно выделить карстовые участки, характеризующиеся общностью природного строения, в пределах которых условия развития карста характеризуются квазиоднородностью.

Целью работы является разработка методики выбора классификационного показателя для проведения карстологического районирования.

Исследуемая территория, расположенная в административном отношении в пределах Московской области, относится к району развития покрытого карбонатного карста и находится в пределах Центрально-Русской карстовой области [4].

В качестве определяющих критериев оценки карстовой опасности территории выбраны следующие показатели:

Структурно-тектонические факторы:

– приуроченность к тектоническим структурам I-II порядков: исследуемая территория расположена в пределах одной структуры второго порядка – Подмосковной впадины, осложняющей центральную часть Московской синеклизы.

Геолого-гидрогеологические факторы:

- мощность перекрывающих глин, м;
- глубина залегания карстующихся каменноугольных отложений, м;
- глубина вскрытия горизонта грунтовых вод, м;
- пьезометрический уровень трещинно-карстовых вод, м.

Геоморфологические факторы:

- приуроченность к геоморфологическим элементам разных порядков (водораздел, долина, в т.ч. русло, пойма, склон и т.д.)
- средний по площади уклон рельефа, градус (определен по топографической карте масштаба 1:2000).

Диапазоны количественных и качественных характеристик перечисленных факторов-критериев на основании результатов исследований процесса провалообразования [5,6] и данных нормативных документов [7] разбиты на категории по карстовой опасности (табл.).

Категории по глубине кровли карстующихся пород выделены на основании относительно медленно текущего процесса растворения карбонатных пород и формирования карстовых полостей. Развитие весьма крупных полостей в карбонатных породах, за срок службы большинства инженерных сооружений, явление весьма редкое – обычно такое возможно в случае техногенной активизации данного процесса [8] – что отличается от районов развития карбонатно-сульфатного карста.

Не менее важным фактором является мощность глин юрско-мелового и каменноугольного возраста, выступающих в качестве водоупора, препятствующего нисходящей фильтрации пресных атмосферных вод в толщу карстующихся пород и выносу дисперсного материала из перекрывающей толщи в пустотное пространство в карстующихся отложениях.

Таблица

Факторы-критерии, соответствующие разной степени карстовой опасности

Факторы-критерии оценки карстовой опасности	Вес критерия	Категория карстовой опасности		
		опасная	потенциально опасная	неопасная
Глубина кровли карстующихся пород, м	0,25	0-20	20-50	50 и более
Мощность перекрывающих глин, м	0,25	0-10	10-30	30 и более
Глубина появившегося уровня грунтовых вод, м	0,10	0-7	7-14	14 и более
Пьезометрический уровень трещинно-карстовых вод, м (ΔН)	0,20	менее 0	0-15	15 более
Геоморфологический элемент	0,10	водораздельное пространство	пойменная часть, низкие террасы	коренной склон
Уклон рельефа местности, град.	0,10	0-1	1-2	2 и более

Наименее опасной в отношении развития карстового процесса является территория, для которой характерно полное отсутствие горизонта грунтовых вод или его незначительная мощность, то есть чем ниже положение грунтовых вод, тем при прочих равных условиях менее карстоопасной является территория. Кроме того, карстовая опасность снижается в случае, если пьезометрический уровень совпадает с положением кровли водоупора или устанавливается выше нее [6].

Границы категорий по глубине кровли карстующихся карбонатных пород назначены согласно Инструкции по текущему содержанию железнодорожного пути в карстоопасных районах [7], для последних трех перечисленных факторов – экспертным путем по методу равных интервалов на основании численного разброса значений данных параметров на исследуемой территории. Исключением выступает пьезометрический уровень, где к опасной категории отнесены все участки со значениями ΔН меньшими 0.

Ведущими факторами развития карстового процесса из категории геоморфологических являются элементы рельефа и их распространение в районе работ, а также уклон земной поверхности в пределах данных элементов. Для террасированных аллювиально-делювиальных речных долин, широко развитых в районе работ, характерна следующая тенденция: с увеличением уклона местности повышается вероятность развития карстового и карстово-суффозионного процессов вследствие увеличения градиента фильтрации и, следовательно, скорости движения потока подземных вод. Однако данное правило не относится к крутым склонам с уклоном, превышающим 15-20°: в таких условиях инфильтрация атмосферных вод затруднена и

начинают преобладать эрозионные процессы. Исследуемая территория характеризуется в целом незначительным уклоном местности, в 95% случаев не превышающим 1,5-2,0 градуса, поэтому ранжирование данного критерия, как и в случае с геолого-гидрогеологическими показателями, проведено по методу равных интервалов.

Заключение. Разработана методика выбора классификационного показателя для проведения карстологического районирования. Исходя из природных условий исследуемой территории, путем суммирования баллов опасности с учетом веса исследуемых факторов получена итоговая категория карстоопасности для каждого участка. Карстовые участки с суммарным балом 1 относились к неопасным, 2 – к потенциально опасным, 3 – к опасным. Весовой параметр для выбранных показателей назначен исходя из представлений о роли выбранных факторов-критериев в развитии карстового процесса и приведен в таблице.

Литература

1. Середин В.В., Галкин В.И., Пушкарева М.В., Лейбович Л.О., Сметанин С.Н. Вероятностно-статистическая оценка инженерно-геологических условий для специального районирования // *Инженерная геология*. 2011. № 4. С. 42-47.
2. Середин В.В., Галкин В.И., Растегаев А.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В. Прогнозирование карстовой опасности при инженерно-геологическом районировании территорий // *Инженерная геология*. 2012. № 2. С. 40-45.
3. Середин В.В., Пушкарева М.В., Лейбович Л.О., Бахарева Н.С. Методика инженерно-геологического районирования на основе балльной оценки классификационного признака // *Инженерная геология*. 2011. № 3. С. 20-25.
4. Чикшиев А.Г. *Карст Русской равнины*. М.: «Наука», 1978. 195 с.
5. Хоменко В.П. *Закономерности и прогноз суффозионных процессов*. М.: ГЕОС, 2003. 216 с.
6. Кутепов В.М. *Оценка устойчивости закарстованных территорий методом анализа напряженного состояния массивов пород. Обзор и рекомендации*. М.: ЦП НТГО, 1986. 69 с.
7. *Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути в карстоопасных районах*. М., 2011. 56 с.
8. Толмачев В.В., Троицкий Г.М., Хоменко В.П. *Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий*. М.: Стройиздат, 1986. 176 с.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ НА СЕЗОННОПРОМЕРЗАЮЩИХ ГРУНТАХ

Е.С. Евдокимова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, магистрант 1 года обучения, evdokimova_ekat@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: рассмотрение вопроса о возможности и эффективности применения малозаглубленных фундаментов для строительства быстровозводимых зданий из легких металлических конструкций на основаниях сложенных пучинистыми грунтами. Предложены мероприятия снижающие воздействие морозного пучения на деформации каркаса здания.

Ключевые слова: пучинистые грунты, малозаглубленные фундаменты.

EFFECTIVE FOUNDATIONS FOR LIGHT METAL BUILDINGS FOR SEASONAL FREEZING SOILS

E.S. Evdokimova

Perm National Research Polytechnic University, 1st year Master's Degree Student, evdokimova_ekat@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader O.A. Makovetskiy

Abstract: Considered the question of the possibility and effectiveness of using weakly deepened foundation for the construction of prefabricated buildings of light metal structures on the grounds of stacked heaving soils. The proposed activities to reduce the impact of frost heave on the deformation of the building frame.

Keywords: heaving soils, weakly deepened foundation

В связи с широким распространением в условиях Пермского края пучинистых грунтов (более 90%) проблема строительства на таких грунтах является весьма актуальной применительно к легким (малонагруженным) зданиям из металлических конструкций. Применение таких зданий актуально при обустройстве площадок нефтяных месторождений, где устройство капитальных зданий и сооружений экономически не оправдано [1].

К типичным пучинистым грунтам относятся аллювиально-делювиальные отложения: суглинки, глины, мелкие и пылеватые пески, и др. При влажности больше критической эти грунты, замерзая в зимний период, значительно увеличиваются в объеме (пучатся) на 20 см и более в пределах глубины его промерзания, которая достигает 1,5-2,0 м и более [2].

При взаимодействии грунта, подверженного морозному пучению, с традиционными заглубленными фундаментами возникают значительные силы морозного пучения, способные неравномерно перемещать (выталкивать) фундаменты вместе с легким зданием вверх или оторвать верхнюю часть от нижней, если эти

силы больше передаваемых на фундаменты вертикальных нагрузок (легкие здания). Причем неравномерность деформации со временем становится больше, а деформации зданий знакопеременными, так как при промерзании грунтов происходит подъем (выпучивание) отдельных частей сооружения (особенно с различными температурными режимами в помещениях - отапливаемые и неотапливаемые), а при оттаивании - опускание (осадка-просадка).

В соответствии с требованиями норм проектирования оснований и фундаментов (СНиП 2.02.01-83*) действующие на фундамент касательные и нормальные силы морозного пучения должны уравниваться передаваемой на фундамент нагрузкой. Для исключения действия нормальных сил морозного пучения необходимо производить заложения фундаментов в пучинистых грунтах ниже расчетной глубины сезонного промерзания грунта на глубину 1,5-2,0 м. Но для малонагруженных (легких) зданий эта мера еще далеко не обеспечивает устойчивость их в пучинистых грунтах, так как неравномерные деформации зданий могут происходить за счет воздействия касательных сил морозного пучения. Следовательно, заложение фундаментов для малонагруженных сооружений и зданий ниже глубины промерзания (без принятия специальных мер) не является эффективным, а в ряде случаев даже недопустимым.

Уменьшение глубины заложения фундаментов (малозаглубленные) особенно актуально для малоэтажных (легких) зданий и сооружений, поскольку стоимость фундаментов таких зданий достигает до 45% от общих затрат на строительство. Для снижения стоимости строительства малоэтажных зданий в пучинистых грунтах и увеличения их эксплуатационной пригодности в ряде случаев целесообразно использовать малозаглубленные фундаменты. Применение их вместо традиционных заглубленных позволяет снизить стоимость фундаментов в 1,5-3 раза, повысить надежность легких зданий, сократить продолжительность строительства и одновременно резко повысить культуру производства работ, так как после устройства малозаглубленного или незаглубленного фундамента практически оказывается законченной и качественная подготовка для устройства конструкции чистого пола.

Устойчивость здания в пучинистых грунтах в значительной степени определяется инженерно-геологическими условиями (свойствами грунтов), типом и конструкцией фундамента, надземных конструкций (наружных и внутренних стен), гидрологическими и климатическими условиями площадки строительства, условиями эксплуатации.

При проектировании малозаглубленных фундаментов для легких зданий необходимо предусмотреть мероприятия, направленные не на преодоление сил морозного пучения, а на снижение вызванных ими деформаций до предельно допустимых величин для конкретного здания или сооружения.

Такие фундаменты закладываются на глубине 0,2-0,5 м от поверхности грунта или непосредственно на поверхности (незаглубленные фундаменты). Таким образом, на малозаглубленные фундаменты действуют незначительные касательные силы пучения, а при незаглубленных фундаментах они равны нулю. Как правило, под фундаментами устраиваются подушки толщиной 20-30 см из непучинистых материалов (песок гравелистый, крупный или средней крупности, мелкий щебень, котельный шлак и др.). Применением подушки достигается не только частичная замена пучинистого грунта на непучинистый, но и уменьшение неравномерных деформаций основания. Толщина подушек и глубина заложения фундаментов определяется расчетом.

Основной принцип конструирования мелкозаглубленных фундаментов зданий с несущими стенами на пучинистых грунтах заключается в том, что ленточные фундаменты всех стен здания объединяются в единую систему и образуют достаточно жесткую горизонтальную раму, перераспределяющую неравномерные деформации основания [3]. При мелкозаглубленных столбчатых фундаментах рама формируется из фундаментных балок, которые жестко соединяются между собой на опорах.

Указанные конструктивные мероприятия выполняются при строительстве на среднепучинистых, сильно- и чрезмернопучинистых грунтах. В остальных случаях - фундаментные элементы укладываются свободно, не соединяются между собой. Применение мелкозаглубленных фундаментов базируется на принципиально новом подходе к их проектированию, в основу которого заложен расчет оснований по деформациям пучения. При этом допускаются деформации основания (подъем, в том числе неравномерный), однако они должны быть меньше предельных, которые зависят от конструктивных особенностей зданий. При расчете оснований по деформациям пучения учитываются пучинистые свойства грунта, передаваемое на него давление, жесткость фундамента и надфундаментных конструкций на изгиб. Надфундаментные конструкции рассматриваются не только как источник нагрузок на фундаменты, но и как активный элемент, участвующий в совместной работе фундамента с основанием. Чем больше жесткость конструкций на изгиб, тем меньше относительные деформации основания.

Литература

1. Маковецкий О.А., Зуев С.С., Пономарев А.А. Инженерная подготовка территории для разведки и обустройства нефтяных месторождений// Нефтяное хозяйство. 2011, №7. - с. 108-110.
2. Симагин В.Г. Эффективные фундаменты на пучинистых грунтах: учеб. пособие. - Петрозаводск, ПГУ, 1997. - с. 90
3. Невзоров А.Л. Фундаменты на сезонно промерзающих грунтах: учеб. пособие. - М.:Изд. АСВ, 2000.

ЭКСПЕРТИЗА ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГРАЖДАНСКОМ И АРБИТРАЖНОМ ПРОЦЕССЕ

Е.Е. Ежова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, магистрант 2 года обучения,
expertstroitel@yandex.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: обеспечение безопасности возведения и эксплуатации зданий и сооружений является одним из приоритетов в строительной отрасли. При этом зачастую при проведении технической экспертизы большее внимание уделяется надземным конструкциям объектов, вместе с тем безопасность системы «сооружение–основание» не менее значима. Обосновывается необходимость разработки теоретических подходов и методических рекомендаций к организации, проведению и оформлению строительной-технической экспертизы геотехнической ситуации.

Ключевые слова: экспертиза геотехнической ситуации, геотехника, геотехническая среда, геотехнические конструкции зданий и сооружений.

THE GEOTECHNICAL FORENSIC ENQUIRY IN THE CIVIL AND ARBITRATION PROCEDURE

E.E. Ezhova

Perm National Research Polytechnic University,
2nd year Master's Degree Student, expertstroitel@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader O.A. Makovetskiy

Abstract. Ensuring the safety of the construction and operation of buildings and structures is a priority in the construction industry. While often during the technical examination the greater emphasis lies on overhead part of constructions, at the same time the safety of «construction-basis» of the system is no less important. Analysis identified the need to develop theoretical approaches and guidelines for arrangement, production and formalization of construction and technical expertise of the geotechnical situation.

Keywords: examination of the geotechnical situation, geotechnics, geotechnical environment geotechnical construction of buildings and structures.

Города растут вширь даже тогда, когда имеются территориальные ресурсы внутри существующих границ. Это связано с желанием освоить наиболее ценные в градостроительном отношении территории, оставляя в резерве неудобные земли, освоение которых требует специальных инженерных решений и больших капитальных затрат.

Вследствие чего первостепенной задачей становится обеспечение безопасности и сохранение нормального режима эксплуатации существующих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния нового строительства. Для обеспечения безопасности зданий и сооружений необходимо достоверное прогнозирование дополнительных деформаций, возможных осадок существующей застройки в «зоне влияния». При возникновении угрозы нормальной эксплуатации проектная организация должна разработать комплекс мероприятий, для защиты фундаментов и несущих конструкций.

Можно выделить несколько причин возникновения угрозы нормальной эксплуатации здания:

- Низкие строительные кондиции грунтового основания: литологическую несогласованность слоев грунта; явно выраженную неоднородность строения грунта в пределах одного генетического слоя; возможность перехода грунтов в структурно-неустойчивое состояние; низкие прочностные и деформационные характеристики грунта, заведомо не обеспечивающие надежную эксплуатацию системы. Такие кондиции основания могут быть достигнуты в течении всего жизненного цикла системы: определены в ходе проектно-исследовательских работ; спрогнозированы в результате анализа возможных изменений геотехнической ситуации на период эксплуатации; зафиксированы в ходе эксплуатации (чаще всего по характерным признакам поведения системы).

Деформации возникают в связи с изменением гидрогеологической ситуации в процессе ведения работ. Данный вид возникает в случае применения водопонижения. Прогноз гидрогеологической ситуации в ходе строительства на основании специализированных расчетов проводится с достаточной долей вероятности. Для обеспечения механической безопасности системы «основание + фундамент + здание» возможно управление всеми ее компонентами. При этом объект исследования следует рассматривать как сложную систему, применяя к ней системный подход [1].

Понятие строительной-технической экспертизы вытекает из общего представления об экспертизе. Экспертиза (эксперт от латинского expertus - знающий по опыту, опытный, испытанный, проверенный) понимается как «исследование, требующие использования профессиональных знаний» [2,3]. То есть это исследование, осуществляемое «экспертами на основе специальных познаний».

С этой точки зрения строительной-технической экспертиза (далее ССТЭ) обычно понимается как «исследование строительных объектов и территории, функционально связанной с ними, в том числе с целью проведения их оценки» [4].

Для формирования подходов к организации, проведению и оформлению строительно-технической экспертизы геотехнической ситуации необходимо решить следующие задачи:

- определить объект и предмет исследования экспертизы геотехнической ситуации;
- выделить условия и закономерности возникновения и развития процессов, влияющих на техническое состояние основания и конструкций объектов, признаки, индивидуализирующие каждую из причин влияния;
- проанализировать основные экспериментальные методы исследования геотехнической ситуации;
- выделить основные положения, характеризующие геотехническую ситуацию, и разработать методику их описания, исследования и диагностики.

Проведенный анализ позволяет выделить основные объекты ССТЭ с решением вопросов в части геотехнической ситуации:

- **геотехническая среда** - участки земли с определенными геологическими и гидрогеологическими условиями;
- **геотехнические конструкции зданий и сооружений** - строительные конструкции, возводимые с использованием грунта (плотины, дамбы, насыпи и пр.) или обеспечивающие совместную работу с окружающим подстилающим грунтом (фундаменты и основания, подпорные стены, анкеры, подземные сооружения и пр.), а также грунты, основания и подземные воды в зоне расположения строительного объекта.

Объектами экспертизы будут также выступать строительные материалы и оборудование, договорная, проектно-сметная, исполнительная документация, результаты инженерно-геологических изысканий и другие материалы и документы.

Предмет экспертизы с решением вопросов в отношении оснований, подземных частей зданий и сооружений, геотехнической ситуации - факты и обстоятельства, устанавливаемые экспертом при исследовании.

Задачей дальнейшего исследования является определение наиболее эффективных методов исследования геотехнической среды и геотехнических конструкций зданий и сооружений, выделение общих условий и закономерностей, оказывающих влияние на объекты экспертизы, разработка теоретических подходов и методических рекомендаций к организации, проведению и оформлению строительно-технической экспертизы геотехнической ситуации.

Литература

1. Зотова Я.А., Максимова С.В., Маковецкий О.А. Использование метода экспертных оценок для решения задач технического мониторинга// Основания и фундаменты в геологических условиях Урала. Пермь, 2002, №1, с. 57-59
2. Бутырин А.Ю. Теория и практика судебной строительно-технической экспертизы - М.: Городец, 2006 – 544 с.
3. Статива Е.Б. Специалист-строитель в арбитражном процессе// материалы 4-й Международной научно-практической конференции «Теория и практика судебной экспертизы в современных условиях» (г. Москва, 30-31 января 2013г.). М.: МГЮА, 2014. С. 76-78.
4. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. Федеральный закон №384-ФЗ – М.: ДЕАН, 2013 – 48 с.

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВОГО МАССИВА С УЧЕТОМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВИАДУКА

Е.А. Епифанова

Томский политехнический национальный исследовательский университет, аспирант 1 года обучения, epifanova@tpu.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Строкова Л.А.

Аннотация: в статье освещено изучение инженерно-геологических условий территории при реконструкции виадука. Реконструкция виадука потребовала актуализации расчетных моделей для оценки напряженно-деформированного состояния грунтового основания.

Ключевые слова: грунт, лазерное сканирование, моделирование, деформации, механические свойства, метод конечных элементов.

METHOD OF ESTIMATING STRESS-STRAIN STATE OF SOIL MASSES WITH REGARD TERRESTRIAL LASER SCANNING FOR EXAMPLE RAILWAY VIADUCT

E.A. Epifanova

National Research Tomsk Polytechnic University, Post-graduate Student, epifanova@tpu.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor L.A. Strokova

Abstract: The article deals with the study of engineering-geological conditions of the area during reconstruction of the viaduct. It is necessary to introduce new technologies, such as laser scanning technology for the construction of an accurate three-dimensional model of the object, finite element method for prediction of soil behaviour.

Keywords: soil, laser scanning, modeling, deformation, mechanical behavior, finite element method.

Современные требования нормативных документов к проектированию ответственных сооружений предполагают наблюдение за его состоянием на протяжении всего жизненного цикла от проектирования до закрытия. При осуществлении такого наблюдения проверяется верность размеров, допусков, установленных проектом, соответствие выполненных работ положениям СНиП и стандартизированным документам проекта производства работ; замеры собранных строительных элементов и определение достоверности реальных и допускаемых предельных положений; фиксируются различные наружные дефекты и повреждения; возможность производства дальнейших работ по необходимой технологической последовательности.

Одним из методов такого контроля является определение деформаций зданий и сооружений согласно ГОСТ 24846-2012. Использование традиционных геодезических приборов, не дают полной и объективной информации о состоянии объекта, так как являются относительно малоинформативными, при этом требуя огромного количества измерений и времени для этих измерений.

Применение наземных лазерно-сканирующих систем (рис. 1) дало возможность произвести тотальную съемку объекта и окружающего рельефа с высокой степенью плотности съёмочных точек, выявлены отклонения конструкций от проектного положения [2].



Рис. 1. Сканирование железнодорожного моста

С 2011 г. начались работы по реконструкции виадука на участке магистрали Абакан-Тайшет между станциями Джебь и Щетинкино в Восточном Саяне (Курагинский район Красноярского края). Козинский виадук (длиной 355 метров, пролетные строения опираются на бетонные опоры, высота которых достигает 65 метров).

В тектоническом отношении Восточно-Саянский регион отвечает области докембрийской (байкальской) складчатости. Он сложен наиболее древними архейскими и протерозойскими породами, испытавшими глубокий метаморфизм и интенсивную дислоцированность. В толще метаморфических пород в разрезах Восточного Саяна широко распространены интрузивные породы, представленные гранитами и габбро.

Гранитные тела мощностью от 5 до 100 м залегают в зонах тектонических разломов. Склоны мостового перехода состоят из горных пород различного литологического состава. Большую часть массива слагают кристаллические слюдяные и хлоритовые окварцованные сланцы, с высокой прочностью (сопротивление сжатию достигает 80 МПа). Мраморы и мраморизованные известняки – крупнокристаллические, массивные, залегают в виде слоев мощностью до 100-250 м, также обладают повышенной прочностью и относятся к категории средней устойчивости. Песчаники представлены кремнистыми разновидностями, характеризующимися повышенной прочностью (50-80 МПа). Алевриты и аргиллиты с известковым и глинистым цементом в верхней зоне интенсивно выветрены, на склонах образуют осыпи. Прочность их составляет 28-35 МПа. К категории совершенно неустойчивых относятся дисперсные грунты на склонах, представленные щебнем с песчано-глинистым заполнителем и глыбами.

Геологические процессы. Для региона характерна относительно высокая сейсмичность, до 8-9 баллов по шкале MSK-64. Активность Главного Саянского разлома подтверждается многочисленным количеством эпицентров землетрясений интенсивностью от 5 до 7 баллов. В процессе работ пробурено 11 скважин, пройдено 9 шурфов, отобрано 17 монолитов и 35 проб нарушенной структуры. Выполнено рекогносцировочное обследование участка. Глубина заложения фундаментов у различных опор различна. Прочность бетонов конструкций фундаментов определялась методом неразрушающего контроля прибором ОНИКС-2.5 [1].

Для анализа напряженно-деформированного состояния грунтового массива (рис. 2) использован программный комплекс PLAXIS

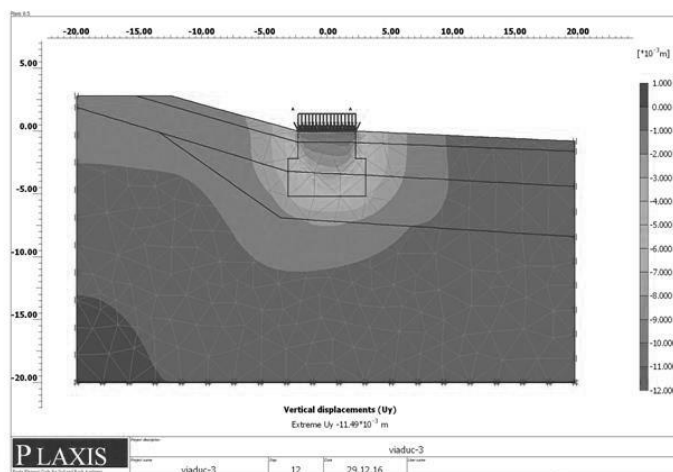


Рис. 2. Вертикальные перемещения грунтового основания опоры

Для материала фундамента опоры использовалась упругая модель (Plaxis). Были использованы следующие параметры: удельный вес – 25 кН/м^3 , коэффициент Пуассона 0,25. Для оценки поведения грунта использована упругопластическая модель с изотропным упрочнением Hardening Soil Model (Plaxis) модель учитывает несовпадение модуля упругости ветвей разгрузки и повторного нагружения, наблюдаемое при лабораторных испытаниях. Модель точно описывает поведение грунта при экскавации грунта, при устройстве подпорных стен и проходке туннелей, сопровождающейся уменьшением среднего эффективного напряжения и одновременно мобилизацией сопротивления пород сдвигу [3]. Моделирование проводилось с целью оценки изменения напряженно-деформированного состояния грунтового массива в ходе эксплуатации сооружения и прогноза его изменения при реконструкции виадука. Т.к. в ходе полевых работ установлено, что прочность бутобетона конструкций фундаментов составляет 16-24 МПа, поэтому она была выбрана основным параметром для варьирования (табл.) в расчетах.

Таблица.

		Результаты моделирования									
		Факт	Расчетные значения								
Прочность бетона, МПа		16.4	18.4	19.3	20.6	21.7	24	24.4	50	80	
Вертикальные перемещения, мм		43	48.6	44.2	42.4	40.4	38.6	35.8	35.3	22.1	16.3

Проверка результатов моделирования проводилась путем сравнения расчетных данных с пространственно-координатным положением конструкций, установленном при лазерном сканировании. Значения вертикальных перемещений, предсказанные в ходе упруго-пластического моделирования показывает небольшое отклонение от данных полевых работ.

Литература

1. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях грунтов основания моста на 598 км по объекту «Комплексное развитие участка Междуреченск-Тайшет Красноярской железной дороги. Строительство вторых путей на перегоне Джебь-Щетинкино». / НИЛ «Геология, основания, фундаменты и земляное полотно» СГУПС. – Новосибирск, 2011. – 25 с.
2. Кугаевский В.И. Применение наземных лазерных сканеров при фасадных съемках [Текст] / В.И. Кугаевский// Интерэкспо-Геосибирь. – 2013. – №3. – С. 4
3. Plaxis. Material Models Manual. 2016. – 216 с.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ФУНДАМЕНТА

Е.А. Жарикова

Воронежский государственный университет,
магистрант 1 года обучения, elena.zharikova.1994@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Курилович А.Э.

Аннотация: в результате проведенных исследований установлено, что грунтовые условия позволяют рассмотреть возможность использования для данного здания более простого, с технологической точки зрения, монолитного плитного типа фундамента, взамен комбинированного плитно-свайного, предусмотренного в техническом задании на выполнение инженерно-геологических изысканий.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, физико-механические свойства грунтов, инженерно-геологический элемент, расчетное сопротивление грунта, осадка фундамента, метод линейно-деформируемого слоя.

ANALYSIS OF THE RESULTS OF ENGINEERING-GEOLOGICHESKIH RESEARCH TO DETERMINE THE DESIGN OF THE PROJECTED FOUNDATION

E.A. Zharikova

Voronezh State University, 1st year Master's Degree Student, elena.zharikova.1994@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader A.E. Kurilovich

Abstract: As a result of researches it is established that the ground conditions allow to consider the use for this building, more simple, from a technological point of view, monolithic slab Foundation, instead of the combined piled raft provided for in the terms of reference for carrying out engineering-geological surveys.

Keywords: Engineering-geological, physico-mechanical properties of soils, geotechnical element design resistance of soil, Foundation settlement, method of linear deformable layer.

Детальный анализ материалов инженерно-геологических изысканий для строительства [1], является необходимым условием для выбора конструктивных решений и обеспечения безаварийной эксплуатации любого достаточно ответственного инженерного сооружения. Одной из задач, решаемых инженером-геологом в процессе изыскательских работ, является разработка рекомендаций по выбору конструкции фундамента, оптимально соответствующей реальным грунтовым условиям конкретного участка [2]. При этом такого рода заключения должны быть обоснованы путем проведения предварительных геотехнических расчетов. Окончательный выбор и непосредственное проектирование конструкции фундамента является задачей проектировщика.

Такой подход был успешно апробирован в процессе составления моей выпускной квалификационной бакалаврской работы, написанной в 2016 году по теме: «Оценка инженерно-геологических условий участка строительства многоэтажного жилого дома по улице Антонова-Овсеенко, 35 Э в г. Воронеже». Участок строительства находится в жилой зоне. Проектируется многоквартирный жилой дом, габаритами 38x94 м, общей высотой 99 м, 35 этажей. Конструктивные особенности – полный монолитный железобетонный каркас. Колонны толщиной 300-400 мм. Тип фундамента - комбинированный плитно-свайный. Нагрузка на сваю от 380 до 460 т, на фундаментную плиту от колонн от 1600 до 2000 т. Низ фундаментной плиты на отметке 147,1 м, основание свай на отметке 129,10 м. Глубина подвалов 3,3 м. Наличие динамических нагрузок и мокрых технологических процессов не предусматривается. Предполагаемые нагрузки на грунты от 537 до 635 кПа. Уровень ответственности – II (нормальный). До глубины 25 м по результатам инженерно-геологических изысканий, выполненных ООО «Акма-Универсал» в 2014 году, участок сложен нижнеплейстоценовыми водно-ледниковыми песчано-глинистыми отложениями.

Очевидно, что комбинированный монолитный тип фундамента согласно техническому заданию на производство изысканий был выбран в связи с предполагаемым наличием в верхней части разреза суглинков, обладающих просадочными свойствами. Поскольку при проведении изысканий установлено, что тугопластичные суглинки ИГЭ-4, не являются просадочными, нами рекомендуется рассмотреть возможность применения фундамента в виде монолитной плиты. Это позволит существенно снизить материальные затраты при строительстве данного объекта.

Для проверки этой возможности были выполнены два вида геотехнических расчетов, согласно СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений:

1. Расчет максимально возможной осадки основания фундамента.

Расчет максимальной возможной осадки фундамента, проводился по методу линейно-деформируемого слоя, согласно приложению Г СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений.

Расчетную схему в виде линейно деформируемого слоя допускается применять при соблюдении следующих условий.

Ширина фундамента $b \geq 10$ м. В нашем случае ширина фундамента равна 18 метров.

Среднее давление под подошвой фундамента p изменяется в пределах от 150 до 700 кПа. Его максимальное значение составляет 635 кПа.

Глубина заложения фундамента от уровня планировки $d \leq 5$ м. С учетом глубины подвала он не превышает 4 м.

В основании фундамента залегают грунты с модулем деформации $E \geq 10$ МПа. Значения модуля деформации для выделенных инженерно-геологических элементов > 10 Мпа.

Расчет проведен по разрезу скважин 3,7 и 10, расположенных, соответственно, по краям и в центральной части проектируемого фундамента. Максимально возможная осадка основания фундамента изменяется от 7,6 до 9,9 см, т.е. в случае применения монолитного фундамента максимальная возможная осадка здания не превысит предельно-допустимого для данного вида сооружений значения - 10см (табл.Д.1 СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений)

2. Определение расчетного сопротивления грунта в основании фундаментной плиты и сравнение его с предполагаемой нагрузкой на грунты.

Расчет проводился по формуле [3]:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}]$$

где γ_{c1} и γ_{c2} — коэффициенты условий работы, принимаемые по табл. 5.11[3]; k — коэффициент, принимаемый $k = 1$, если прочностные характеристики грунта (c и φ) определены непосредственными испытаниями; M_γ , M_α и M_c — коэффициенты, принимаемые СП 22.13330.2011 [3]; k_z — коэффициент, принимаемый: $k_z = z_0/b + 0,2$ при $b \geq 10$ м (здесь b — ширина подошвы фундамента, м; $z_0 = 8$ м); γ_{II} — расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента кН/м³; γ'_{II} — то же, залегающих выше подошвы; c_{II} — расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа; d_1 — глубина заложения фундаментов бесподвальных сооружений или приведенная глубина заложения наружных и внутренних фундаментов от пола подвала.

Установлено, что расчетное сопротивление грунта основания превышает предполагаемую нагрузку 537-635 кПа. Оно изменяется от 801 до 935 кПа.

В результате проведенных исследований установлено, что грунтовые условия позволяют рассмотреть возможность использования для данного здания более простого, с технологической точки зрения, монолитного плитного типа фундамента, взамен комбинированного плитно-свайного, предусмотренного в техническом задании на выполнение инженерно-геологических изысканий.

Литература

1. Свод правил СП 47.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. —М.: Госстрой РФ, 2013.
2. Курилович А.Э. Пути оптимизации комплекса инженерно-геологических изысканий// Вестник ВГУ. Геология. -2014. -№3. -С.98-102.
3. Свод правил СП 22.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. «Основания зданий и сооружений. —М.: Госстрой РФ, 2012.

СТРОЕНИЕ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА ВОРОБЬЕВЫХ ГОР (Г.МОСКВА) С УЧЕТОМ ИСТОРИИ ЕГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Э.А. Жданова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, магистрант 1 года обучения,
ellka_zhdanova@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., старший научный сотрудник Барыкина О.С.

Аннотация: рассмотрены особенности строения Воробьевых гор (г. Москва) с учетом истории его геологического развития. Выявлено, что рассматриваемая территория находится в пределах глубокой палеодолины реки Москвы. Категория сложности инженерно-геологических условий территории определена как III (сложная). Оползень на Воробьевых горах (г.Москва) определен как многостадийный, многоярусный, комбинированный, сложного типа.

Ключевые слова: опасные геологические процессы, глубокий оползень, палеодолина, доюрский врез, оползневые блоки.

THE STRUCTURE OF A LANDSLIDE SLOPE «VOROBYOVY HILLS» (MOSCOW) TAKING IN THE ACCOUNT ITS HISTORICAL DEVELOPMENT

E.A. Zhdanova

Lomonosov Moscow State University, Master's Degree Student, ellka_zhdanova@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Researcher O.S. Barikina

Abstract: Features of the structure «Vorobyovy Hills» (Moscow) were considered, taking in the account its historical development. It was revealed that the territory is situated within the deep paleovalley of Moscow river. Complexity of engineering-geological conditions of the territory defined as III (complex). The slope on the territory of «Vorobyovy Hills» (Moscow) defined as multistage, multitiered, combined, and it has a complex type.

Keywords: dangerous geological processes, deep landslide, paleovalley, pre-jurassic incision, landslide blocks.

В пределах города Москвы существуют несколько видов негативных геологических процессов. Одним из наиболее опасных, способных причинить значительный материальный ущерб инженерным сооружениям и зданиям, вред здоровью населения является оползневой процесс [1].

Район Воробьевых гор, рассматриваемый для изучения, расположен в юго-западной части Москвы [2]. Геологический разрез изучаемой области на глубину 150-170 м сложен породами четвертичной, меловой, юрской и каменноугольной систем. Гидрогеологические условия характеризуются наличием нескольких водоносных горизонтов, приуроченных к песчано-глинистым породам четвертичной и меловой систем и трещиноватым известнякам карбона, отделенных друг от друга водоупорными глинистыми слоями. Наличие в верхних горизонтах слабопроницаемых моренных суглинков способствует образованию на глубине 2-3 м временного горизонта грунтовых вод («верховодка»).

В целом инженерно-геологические условия района благоприятны для строительства современных объектов, но при этом должна быть произведена соответствующая инженерная подготовка территории (дренаж при высоком уровне грунтовых вод, укрепление оползневых склонов, цементация трещиноватых известняков и

др.). Категория сложности инженерно-геологических условий рассматриваемой территории была определена как III (сложная) [3].

Большая часть территории Воробьевых гор является ареной оползневых смещений. Имеет место сочетание мелких и глубоких оползней мощностью до 40-60 м, поверхность скольжения которых уходит под дно реки. Различимы оползневые террасы и ступени, перемещенные на различное расстояние от кромки плато. Внешним выражением оползневых процессов в рельефе являются бугры и гряды, уступы и рвы оседания оползневых тел.

Особенность района исследования – расположение в его пределах глубокой палеодолины реки Москвы (рис.1). Такие долины отличаются интенсивными карстовыми и суффозионными процессами, пльвунами, усиленным водообменом между водоносными горизонтами [4]. В пределах палеодолин отмечается существенная изменчивость геологического разреза.

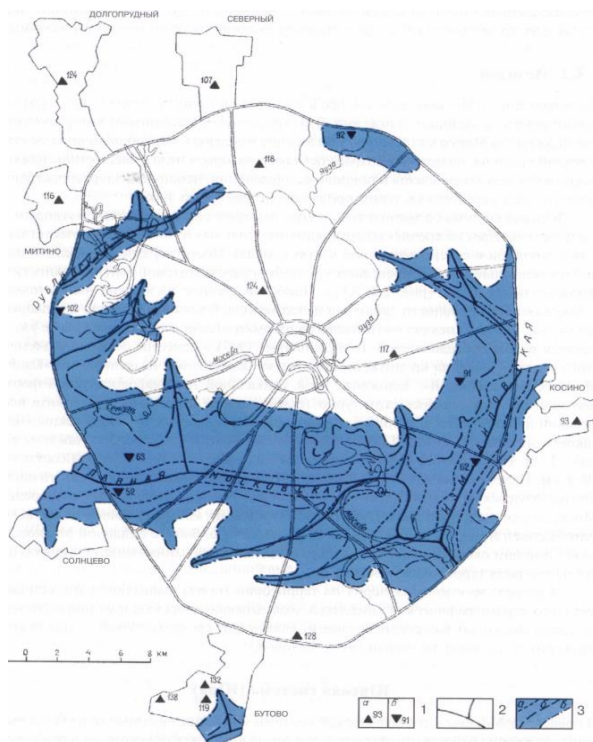


Рис. 1. Схема погребенных доюрских палеодолин в г. Москве [5]

Система таких погребенных палеодолин, на дочетвертичной поверхности, выделяется с днищами на абсолютных высотах от 80 до 100-120 м, разделенных водоразделами с абсолютными высотами, в основном, до 130-190 м, на Теплостанской возвышенности достигающими 230-243 м. [4].

Погребенная под вышележащими отложениями поверхность каменноугольных образований существенно эродирована и имеет сложный характер, являясь важным фактором, контролирующим развитие оползневых процессов на территории г. Москвы [6].

Таким образом, доюрский врез, который объясняет неровную границу каменноугольных отложений, наблюдаемый дважды на участке Воробьевых гор, - это один из факторов формирования оползневого процесса.

Проведя сопоставление отложений в скважине с коренным залеганием (абс. отм. 190,39 м, глуб. 115 м) и в следующей скважине (абс. отм. 174,8 м, глубина 102 м), было обнаружено смещение пород с амплитудой 4 м. Таким образом, была выделена первая ступень, наиболее древняя зона, многоярусного, многостадийного комбинированного оползня сложного типа, представляющего собой серию блоков (рис.2). Наблюдается изменчивость положения кровли отложений юрской системы, при этом их мощность не изменяется.

Второй блок оползня сложного типа – более активная и современная зона, в зоне скольжения которого перетертые суглинки с прослоями песка, которые сформировались в результате осадки материала в западине вдоль стенки отрыва. Третий блок оползня, более молодой, вложен во второй и имеет иную ориентацию слоев. Вдоль стенки отрыва наблюдаются прослои суглинка перемятого с пылеватым песком и водонасыщенного по песчаным прослоям. Четвертый блок – многоярусный, состоит из четырех частей. По поверхности скольжения так же можно наблюдать серовато-черные суглинки перемятые с пылеватым песком.

Таким образом, оползень на склоне Воробьевых гор можно считать многостадийным, многоярусным, комбинированным, по классификации Золотарева Г.С. [7] является оползнем выдавливания, консеквентно-детрузивный сложного типа.

Инженерно-геологический разрез оползневого склона
(Воробьевы горы, г. Москва)

Масштаб: горизонтальный 1:500
вертикальный 1:250

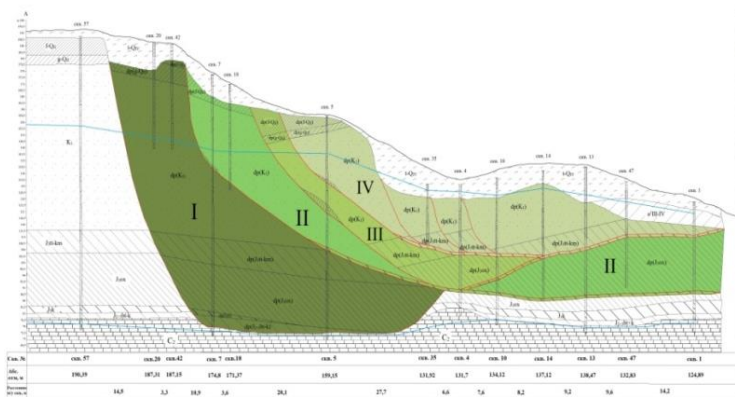


Рис. 2. Инженерно-геологический разрез оползневого склона Воробьевых гор, г. Москва (составитель Жданова Э.А., 2016)

Литература

1. Мониторинг оползневых процессов. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mosecom.ru/geology/monitoringo/> (дата обращения: 16.04.2016).
2. Барыкина О.С. Учебно-научная практика магистрантов кафедры инженерной и экологической геологии Московского государственного университета. Инженерные изыскания. №12. 2016. С. 52-59.
3. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.
4. Научно-производственное предприятие «Георесурс» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.georesurs.ru> (дата обращения: 3.11.2015).
5. Москва. Геология и город. Под редакцией Осипова В.И., Медведева О.П. Московские учебники и Картолитография, Москва, 1997 г., 399 стр.
6. Зеркаль О.В., Самарин Е.Н. Инженерно-геологическая оценка проявлений карстово-суффозионных процессов в верхней части геологического разреза на территории г. Москвы// Комплексное использование и охрана подземных пространств: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию юбилею науч. и туристско-экскурсионной деятельности в Кунгурской Ледяной пещере и 100-летию со дня рожд. В.С. Лукина. — ГИ УрО РАН Пермь, 2014. — С.290–298.
7. Золотарев Г.С. Инженерная геодинамика. - М.: Изд-во МГУ, 1983. 328 с.

ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ

М.С. Захарова, Е.С. Бабешко

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, магистрант 1 года обучения, zakharova.ma-perm@yandex.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: в статье приводится обзор методов устройства вертикальных геотехнических барьеров. Рассмотрены технологии погружения металлического шпунта, устройства «стены в грунте», буроньекционные технологии устройства свай, струйная цементация грунта. Оценены геологические условия применения технологий.

Ключевые слова: геотехнический барьер, буроньекционные сваи, струйная цементация грунта.

TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION OF VERTICAL GEOTECHNICAL BARRIERS

E.S. Babeshko, M.S. Zakharova

Perm National Research Polytechnic University, 1st year Master's Degree Students, zakharova.ma-perm@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader O.A. Makovetskiy

Abstract: The article provides an overview of methods for vertical geotechnical barriers. The technology immersion metal pile, the device "wall in soil" technology, CFA piling, jet grouting of the soil. Estimated geological conditions of the use of technology.

Keywords: geotechnical barrier, the CFA piles, jet grouting soil.

В настоящее время в связи с недостатком земельных ресурсов в городах возникает необходимость строительства в стесненных условиях, а также освоения подземного пространства. Вследствие чего первоочередной задачей становится обеспечение безопасности и сохранение нормального режима эксплуатации существующих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния нового строительства. Для обеспечения безопасности зданий и сооружений необходимо достоверное прогнозирование дополнительных деформаций,

возможных осадок существующей застройки в «зоне влияния». При возникновении угрозы нормальной эксплуатации проектная организация должна разработать комплекс мероприятий, для защиты фундаментов и несущих конструкций.

Вертикальный геотехнический барьер - конструкция, которая на период строительства подземной части здания воспринимает горизонтальное давление грунта, гидростатическое давление воды и нагрузки на бортах котлована обеспечивая сохранность зданий окружающей застройки. Сплошность ограждения исключает приток подземных вод в котлован [1]. В период строительства и эксплуатации надземной части здания минимизирует воздействие на существующую геотехническую ситуацию, обеспечивая при этом сохранность внутреннего подземного пространства здания.

Выбранная технология возведения подземного сооружения должна обеспечивать развитие осадок не превышающих допустимые дополнительные деформации эксплуатируемых зданий, попадающих в зону влияния нового строительства, с учетом их технического состояния [2]. Стальные шпунтовые ограждения в определенных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях и при глубине котлована до 7 – 8 м по технико-экономическим показателям могут оказаться эффективнее других способов ограждения котлованов. Область применения шпунтовых ограждений по грунтовым условиям - пески и глинистые грунты, в том числе водонасыщенные, не содержащие крупных включений. Для облегчения погружения оправдал себя способ подмыва. Для обеспечения водонепроницаемости концы шпунтовых балок своими плоскостями соединяются в так называемые «замки», служащие также направляющими при погружении шпунта.

Область применения металлических бурозавинчивающихся свай по грунтовым условиям - песчаные и глинистые грунты от плотных до текучих.

В глинистых грунтах применяют завинчивание труб диаметром до 325 мм, в песках - до 500 мм при их длине - до 20 м. При этом возможна стыковка труб во время их погружения сваркой по аналогии с составными сваями.

Область применения метода вдавливания свай - песчаные и глинистые грунты. При этом в плотных и прочных грунтах вдавливание может быть облегчено устройством лидерных скважин. Грунт в процессе погружения сваи уплотняется, а его строительные свойства улучшаются.

Метод вдавливания свай характеризуется высокой производительностью и технологичностью, но ограничивается длиной задавливаемых элементов. Применение вдавливания также ограничивается наличием в грунте крупнообломочных включений (крупные валуны, обломки бетонных конструкций, каменной кладки и др.)

Способ «стена в грунте» является одним из наиболее прогрессивных и универсальных для устройства подземных сооружений, возводимых в открытых котлованах.

Способ «стена в грунте» позволяет осуществлять строительство: в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений; при значительной глубине сооружения (до 50 м); при больших размерах в плане и сложной форме сооружения; при высоком уровне подземных вод.

По грунтовым условиям «стена в грунте» может применяться в любых дисперсных грунтах. Современные технологии позволяют устраивать конструкции подземных сооружений разных форм, но традиционными и наиболее часто встречающимися являются конструкции из прямолинейных стенок. При наличии грунтов, содержащих твердые включения природного или техногенного происхождения (крупные валуны, обломки бетонных конструкций, каменной кладки и др.) при проходке траншеи используется техника, оснащенная фрезерным оборудованием, например, фирм «Бауэр», «Касагранде».

Использование грейферного оборудования, которым крупные включения извлекаются, может привести к деформированию стенки траншеи, падению уровня тиксотропного раствора и деформациям окружающего массива и близ расположенных зданий.

Для надежного уплотнения проблемных стыков между панелями траншейных стен, как показал опыт строительства, успешно может быть применена технология струйной цементации «jet-grouting».

Ограждение из буронабивных свай относится к малодеформирующимся видам крепления и его целесообразно применять в случае больших нагрузок на бровке котлована, а также на сами сваи при использовании их в качестве несущего элемента строящегося сооружения. Стены с касательным сопряжением свай используются в несвязных грунтах, чтобы избежать осыпания грунта между сваями при раскрытии котлована, а, следовательно и осадок поверхности. Стены из буресекущихся свай сооружают, когда дно котлована ниже подземных вод. К преимуществам ограждений из буронабивных свай следует отнести: возможность устройства ограждений стен котлованов, когда уровень подземных вод залегает выше уровня дна котлована; возможность устройства свай без армирования в нижней ее части, где отсутствует передача моментов и горизонтальных сил; отсутствие существенных вибраций и сотрясений в процессе производства работ;

Применение струйной цементации (технологии «jet-grouting»).

Конструкция ограждения котлована может выполняться из одного ряда секущихся грунтоцементных свай (например, диаметром 800 мм с шагом 650 мм) или с расположением свай меньшего диаметра в два ряда в шахматном порядке. Применение технологии «jet-grouting» на ряде объектов в сложных инженерно-геологических условиях показало эффективность и перспективность этой технологии как при новом строительстве, так и при реконструкции зданий, выполняемых в условиях тесной городской застройки [3].

Литература

1. Маковецкий О.А. Устройство системы вертикальных и горизонтальных геотехнических барьеров при строительстве высотных зданий на слабых грунтах // Маковецкий О.А., Зуев С.С., Тимофеев М.А., Селетков С.Ф., Травуш В.И. // Жилищное строительство. 2016. №9 С. 40 – 44.
2. Конюхов Д.С. Строительство городских подземных сооружений мелкого заложения. Специальные работы. – М.: Архитектура –С, 2005. – 304 с.
3. Зуев С.С., Тимофеев М.А., Селетков С.Ф., Маковецкий О.А. Анализ изменения гидрогеологической ситуации при устройстве геотехнического барьера комплекса «СМАРТ-ПАРК-УФА» // Жилищное строительство. 2015. №9 С. 16 – 20.

ИЗМЕНЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ НАБУХАНИЯ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ СОЛЯНОГО РАСТВОРА

И.А. Зверева

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса, iiaazz@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., профессор В.И. Каченов

Аннотация: в статье представлены данные о набухаемости глинистых грунтов каолинитового и монтмориллонитового составов в зависимости от концентрации соляного раствора.

Ключевые слова: глинистые грунты, величина набухания, концентрация соляного раствора.

CHANGING THE SWELLING DEFORMATION ON THE CONCENTRATION OF SODIUM CHLORIDE SOLUTION

I.A. Zvereva

Perm State University, 4th year Student, iiaazz@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Professor, V.I. Kachenov

Abstract: The article presents data on the swelling of clay soils kaolinite and montmorillonite formulations in concentration dependent brine.

Keywords: clay soils, swelling of value, sodium chloride solution.

Актуальность. На территории Пермского края расположено крупнейшее месторождение калийных солей. Технология его разработки предполагает складирование на земной поверхности соляных отходов в виде солевых отвалов. В результате воздействия на солевые отвалы ветра и дождевых вод происходит засоление грунтов, поверхностных и подземных вод. В зоне влияния калийного производства находится значительное количество действующих производственно-бытовых объектов. Опыт показывает, что при попадании солей в грунты происходит изменение их физико-механических свойств. Поэтому несущая способность фундаментов, которые рассчитывались по данным незасоленных грунтов, значительно отличается от несущей способности для засоленных грунтов. Так условное расчетное сопротивление засоленного грунта может снижаться в 1,4–1,8 раза при выщелачивании, а дополнительная осадка фундамента может увеличиваться в 1,2–1,5 раза [1]. Исследованием формирования свойств засоленных грунтов занимались Трофимов В.Т., Королев В.А [2], Середин В.В., Каченов В.И., [3,1] и др. В работе [1] показано, что при засолении грунтов растворами NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂ пороги коагуляции частиц, соответственно составляют 0,06%, 0,03%, 0,01% и 0,005%, а толщина диффузного слоя 3,53 нм, 3,33 нм, 0,4 нм и 0,14 нм. Толщина диффузного слоя является определяющим фактором при оценке деформаций набухания. Несмотря на имеющуюся информацию, вопросы зависимости деформаций набухания от концентраций поровой жидкости и соляных растворов техногенного происхождения изучены недостаточно.

Целью исследования является изучение влияния соляного раствора (NaCl) с различной концентрацией на набухание глинистых грунтов. Следует отметить, что данная работа является продолжением ранее начатых работ [4].

Объект исследования – глины каолинитового и монтмориллонитового составов.

Методика. Для изучения процесса набухания были взяты три образца каждой глины массой 250 г в воздушно-сухом состоянии, замоченные до влажности на границе раскатывания. Первоначальная влажность монтмориллонита – 22,5%, Александровского каолинита – 26%, Челябинского каолинита – 27,2%.

Глинистая паста размещалась в рабочее кольцо. После чего готовились соляные растворы NaCl концентрациями 15%, 30%, 35%. Затем определялась деформация набухания.

Результаты исследований представлены в таблице.

Физико-химические свойства глин

Показатели	Лобановский монтмориллонит			Челябинский каолинит			Александровский каолинит		
	15%	30%	35%	15%	30%	35%	15%	30%	35%
Концентрация солевого раствора, %	15%	30%	35%	15%	30%	35%	15%	30%	35%
Масса влажного грунта до опыта, г	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Начальная влажность, %	22,5	22,5	22,5	27,2	27,2	27,2	26,0	26,0	26,0
Влажность набухания, %	28,9	31,3	31,94	41,3	45,3	41,85	41,3	45,3	41,85
Приращение высоты образца, мм	0,375	0,49	0,275	2,065	2,735	1,49	2,12	2,26	2,2
Величина набухания, %	1,5	2,0	1,1	8,4	10,9	6,1	8,7	9,2	8,8

Из таблицы видно, что в 30%-ом соляном растворе все исследуемые глины характеризуются наибольшей величиной набухания. При этом концентрация порового раствора на формирования деформаций набухания в Александровском каолините оказывает наименьшее влияние, чем в Челябинском каолините. Деформации набухания в Лобановском монтмориллоните в 5 и более раз меньше, чем в каолинитах. Это можно объяснить тем, что содержание глинистой фракции в монтмориллоните значительно меньше, чем в каолинитах [1].

На рисунках 1, 2 и 3 приведены данные по изменению деформаций набухания глин во времени.

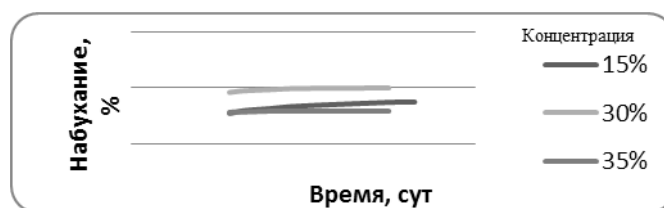


Рис. 1. Кинетика набухания Лобановского монтмориллонита с различной концентрацией NaCl.

Из рисунка 1 видно, что с увеличением концентрации солевого (С) раствора уменьшается время (t) формирования максимального значения деформации набухания (e), так при С=15% время достижения максимальной деформации составляет t=5сут., при С=30% t=0,1сут. и при С=35% t=0,01сут.

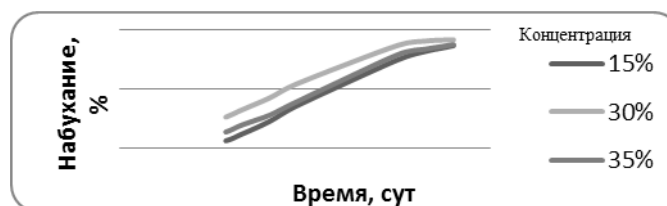


Рис. 2. Кинетика набухания Александровского каолинита с различной концентрацией NaCl.

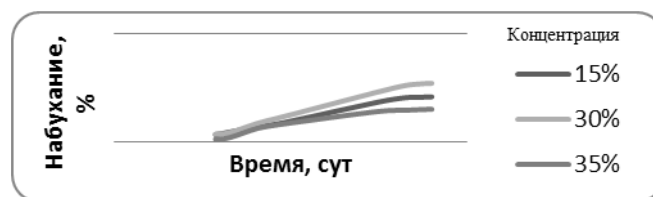


Рис. 3. Кинетика набухания Челябинского каолинита с различной концентрацией NaCl.

Проанализировав рисунки 2 и 3, можно сделать вывод, что увеличение концентрации солевого (С) раствора происходит равномерно во времени (t). Время достижения максимального значения деформации набухания (e) составляет t=4сут.

Сопоставление графиков изменения деформаций набухания монтмориллонитовой (рис.1) и каолинитовой глин (Рис. 2 и 3) показывает, что соляные растворы оказывают большее влияние на формирование деформаций набухания в каолинитовой, чем в монтмориллонитовой глинах. Об этом свидетельствуют большие углы наклона прямых полях корреляции.

Природа набухания глин связана с формированием рыхлосвязанной воды в диффузном слое коллоидной мицеллы. При взаимодействии частицы с соляным раствором из раствора на поверхность коллоида присоединяются положительно заряженные ионы (катионы). При этом вокруг частицы образуется диффузный слой. Катионы удерживаются некомпенсированным поверхностным зарядом коллоида. В результате набухания в 30%-ом соляном растворе диффузный слой имеет максимальную мощность, катионы из раствора компенсируют все заряды коллоида.

Заключение:

1. Экспериментально установлено, что в 30%-ом соляном растворе NaCl все исследуемые глины характеризуются наибольшей величиной набухания.
2. При техногенном воздействии соляных растворов на грунтовый массив, деформации набухания в Лобановской монтмориллонитовой глине в 5 и более раз меньше, чем в каолиновых глинах.

Литература

1. Середин В.В., Медведева Н.А., Мальгина Ю.О., Пешкова Т.А. Изучение свойств глинистых пород при разработке соляных месторождений. *Современные технологии в строительстве// Теория и практика*. 2016. Т. 2. С. 451-454
2. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. *Грунтоведение/ Под ред. В. Т. Трофимова*. – 6-е изд., переработ. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – С. 336-342.
3. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц// *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.
4. Зверева И.А., Лбова Д.С. Зависимость набухания от природы глинистых грунтов// *Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. Перм. гос. нац. исслед. ун-та.-Пермь, 2016. –Т.1. с.413-417.*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛАГОЁМКОСТИ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ

А.А. Иванченков

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения,
ivanchenkov59rus@gmail.com

Научный руководитель: к.т.н., доцент Леонович М.Ф.

Аннотация: прочностные и деформационные характеристики песчаных грунтов в значительной степени зависят от их влажности. В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований влагоёмкости мелкозернистого песчаного грунта.

Ключевые слова: геология, грунтоведение, песчаный грунт, влажностные показатели.

EXPERIMENTAL STUDY OF WATER-DENSITY SMALL-SULFUR SAND PRIMARY SOILS

A.A. Ivanchenkov

Perm State University, 1st year Master`s Degree Student, ivanchenkov59rus@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader M.F. Leonovich.

Abstract: Sandy ground is a loose rock that consists of sandy and silty particles. Strength and deformation characteristics of these soils largely depend on moisture, filtration abilities, capillary properties, etc. Therefore, in the case of engineering and geological surveys on the road, in the search for land reclamation, the determination of the depth of the foundations, the design of waterproofing and drainage, the importance of the soil moisture index plays a special role. The aim of this work is the experimental study of the moisture capacity of fine-grained sandy soil. Tasks of work: determination of the moisture content of the soil along the section, determination of the total moisture capacity, determination of the height and speed of capillary uplift;

Keywords: geology, soil science, sandy soil, moisture index

Физико-химические свойства, во многом определяются содержанием и составом жидкой компоненты в дисперсных грунтах, в том числе и песчаных [1,2,3]. Песчаный грунт - дисперсной породой, состоящей из песчинок и пылеватых частиц, где содержание глинистых частиц не превышает 2%. Под влажностью грунта понимают процентное содержание влаги в грунте. Под влагоёмкостью понимается способность грунтов вмещать в порах и удерживать на поверхности частиц то или иное количество воды. Численно данные величины выражаются в долях единицы или в процентах от массы абсолютно сухой навески [3].

По отношению к видам воды различают следующие виды влагоёмкости:

1. гигроскопическую влагоёмкость, или влажность, W_h ;
2. максимальную молекулярную влагоёмкость W_m ;
3. капиллярную влагоёмкость W_k ;
4. полную влагоёмкость W_t .

Вода в свою очередь тоже имеет классификацию (табл. 1) [3].

Таблица 1

Классификация воды	
Категория (тип) воды	Вид и разновидности воды
Связанная	1. Вода кристаллической решетки минералов (конституционная, кристаллизационно - связанная) 2. Адсорбционная вода (островной, мономолекулярной и полимолекулярной адсорбции)
Переходного типа (от связанной к свободной)	1. Осмотически поглощенная вода 2. Капиллярная вода (капиллярной конденсации и капиллярного впитывания)
Свободная	1. Замкнутая в крупных порах (иммобилизованная) 2. Текучая

Целью работы является экспериментальное изучение влагоемкости мелкозернистого песчаного грунта.

Для решения поставленной цели были выполнены следующие исследования:

1) Проведено разделение песчаного грунта на фракции с промывкой. Согласно ГОСТу 12536-79 [4] пески разделяют по гранулометрическому составу (табл.2). Дальнейшая работа велась только с мелкозернистой фракцией.

Таблица 2

Классификация песчаных грунтов		
Песчаный грунт	Размер зерен и частиц d, мм	Содержание зерен и частиц по массе, %
Грубый	> 2	> 25
Крупный	> 0,5	> 50
Средний	> 0,25	> 50
Мелкий	> 0,1	> 75
Пылеватый	> 0,1	< 75

2) Определены согласно методике [5] физические параметры песка мелкозернистой фракции: определена плотность твердых частиц, насыпная плотность, плотность после предварительного уплотнения и пористость (табл.3). Основная часть песчаного грунта состояла из мелкой, тонкой и пылеватой фракции;

Таблица 3

Физические характеристики				
Крупность	Плотность, ρ г/см ³	Плотность насыпная, ρ_n г/см ³	Плотность твердых частиц, ρ_s г/см ³	Пористость, n %
Мелкий	1,59	1,42	2,66	41

3) Определены влажности по разрезу. Данный опыт был проведен при помощи метода высоких колонн. В результате экспериментов разрезе выделились три зоны: постоянной влажности, переходная и максимальная.

Мощность зоны постоянной влажности составила от 0 до 68 мм (максимальная молекулярная влагоемкость - 6,2%). Мощность переходной зоны - от 68 до 1700 мм. Мощность зоны максимальной влажности - от 170 до 544 мм (капиллярная влагоемкость равна 21,6%).

4) Определена полная влагоемкость. В результате опыта полная влагоемкость составила 23,07%.

Таким образом, максимальная высота капиллярного поднятия в мелкозернистом песке составила 187,5 мм. Наибольшая скорость поднятия воды в песке наблюдалась в первые три часа с начала проведения эксперимента, а полная влагоемкость мелкозернистого песчаного грунта составила 23,07%

Литература

1. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами// Инженерная геология. 2014. № 6. С. 50-55.
2. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глин// Инженерная геология. 2015. № 4. С. 26-29.
3. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. Грунтоведение/ Под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд., переработ. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – С. 336-342.
4. ГОСТ 12536-79. Методы определения гранулометрического состава грунтов.
5. Чаповский Е.Г., Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. - М.: "Недра", 1975, 304с.

КАРСТОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПИВОВАРОВСКОГО УЧАСТКА

К.С. Каменских

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 2 года обучения,
stranica44@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Т.Г. Ковалёва

Аннотация: согласно названию, в статье описываются условия образования карста в пределах Пивоваровского карстового участка. Данная территория требует внимание, в силу большого распространения на ней поверхностных карстовых форм. К тому же, изучение условий карстообразования есть первый шаг в оценке карстоопасности.

Ключевые слова: условия образования карста, Пивоваровский карстовый участок.

KARST CONDITIONS PIVOVAROVSKY KARSTIC TERRITORY

K.S. Kamenskikh

Perm State University, 2nd year Master's Degree Student, stranica44@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader T.G. Kovaleva

Abstract: As the title implies the article describes the conditions of appearance of karst within Pivovarovsky karstic territory. This area requires attention, due to the large spread on its surface karst forms. Besides, the study of the conditions appearance of karst is the first step in the evaluation of karst danger.

Keywords: the conditions appearance of karst, Pivovarovsky territory.

По Соколову Д.А. [1] основными условиями развития карста являются наличие растворимых пород, их водопроницаемость, наличие движущихся вод и их растворяющая способность.

Пивоваровский карстовый участок располагается в Вязниковском районе Владимирской области.

В тектоническом отношении исследуемая территория расположена в области сочленения Московской синеклизы с Токмовским сводом, осложненной структурами более мелких порядков: с запада Окско-Цнинским валом, с востока – Вязниковским прогибом [2].

В геологическом строении Пивоваровского карстового участка по данным бурения принимают участие породы четвертичной (Q) и пермской (P) систем. Пермская система представлена отложениями сакмарского (P_{1s}) яруса приуральского отдела, казанского (P_{2kz}) и уржумского (P_{2ur}) ярусов биармийского отдела и северодвинского (P_{3sdv}) яруса татарского отдела.

Отложения сакмарского яруса вскрываются на глубинах 46-72 м и представлены гипсами, ангидритами и доломитами, преимущественно крепкими, с редкими прослоями глин и алевролитов.

Казанские отложения сложены известняками и доломитами трещиноватыми, прослоями выветрелыми до щебня, дресвы, известковой и доломитовой муки. Они вскрываются на глубинах 19,3-53 м.

Над казанскими отложениями залегают отложения уржумского яруса, представленные переслаиванием глин, суглинков, песков и алевролитов с явным преобладанием глин. Мощность уржумских глин изменяется от 15 м в южной части участка, до 53 м на севере, вскрываясь глубинах от 0,3 до 5,0 м.

Четвертичные отложения представлены флювиогляциальными суглинками, супесями и песками московского горизонта.

Из вышесказанного следует, что на данном участке по литологии карстующихся отложений развит карбонатно-сульфатный тип карста, а по характеру перекрывающих отложений покрытый [3].

На данной территории в конце нижнеказанского времени происходило общее поднятие территории [4]. Результатом широко распространявшихся эрозионных процессов стала трещиноватость казанских отложений.

В гидрогеологическом отношении территория Пивоваровского карстового участка приурочена к Волго-Сурскому артезианскому бассейну. По данным бурения скважин здесь встречаются трещинные и трещинно-карстовые воды.

Трещинные воды приурочены к пермским глинистым отложениям и вскрыты на глубинах от 2,2 до 45,3 м. Глубина установившегося уровня трещинных вод изменяется от 2,2 до 21 м.

Трещинно-карстовые подземные воды приурочены к пермским карстующимся породам – известнякам, доломитам, гипсам. Они вскрываются на глубинах от 19,3 до 53,3 м, установившийся уровень отмечается на глубинах от 15 до 42,5 м. На большей части территории трещинно-карстовые воды гидравлически связаны с трещинными водами.

Минерализация трещинно-карстовых вод в пределах данного участка трассы изменяется от 0,398 до 0,555 г/дм³. Минерализация данного водоносного горизонта невысокая, что свидетельствует о взаимосвязи с вышезалегающим водоносным горизонтом. Воды агрессивны по отношению к карстующимся породам, что определяет интенсивное развитие карста.

Из всего вышесказанного, можно утверждать, что на территории Пивоваровского карстового участка сформированы все обязательные условия для развития карста, о чем также говорит большое распространение поверхностных карстовых форм, и, что, в свою очередь, делает необходимой оценку карстоопасности.

Литература

1. Соколов Д.С. Основные условия развития карста. - М.: Госгеолтехиздат, 1962. 269 С.
2. Геологическая карта СССР (серия Московская). Лист О-37-XXXVI. Объяснительная записка. – М., 1977. С. 50-56.
3. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов/Госстрой России. - М.: ПНИИИС Госстроя России, 2000. С. 18.
4. Научно-технический отчет «Характеристика закарстованности южных районов Ивановской и северной части Владимирской области». - М., 1966. С. 75.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПОД РЕКОНСТРУКЦИЮ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

О.С. Ситева

ООО НИПППД «НЕДРА», молодой ученый, seredin@nedra.perm.ru

К.В. Касаткина

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения,
seredin@nedra.perm.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Середин В.В.

Аннотация: на основании изысканий дана оценка инженерно-геологических условий территории под реконструкцию промышленных трубопроводов, включающая определение геологического строения, литологического состава, физико-механических свойств грунтов, гидрогеологических условий, химического состава и степени агрессивности подземных вод, выявление неблагоприятных физико-геологических процессов.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, свойства грунтов.

ENGINEERING-GEOLOGICAL SURVEY FOR RECONSTRUCTION OF ACCESS FLOWLINES

O.S. Siteva

«NEDRA», Young Researcher, seredin@nedra.perm.ru

K.V. Kasatkina

Perm State University, 1st year Master's Degree Student, seredin@nedra.perm.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Seredin

Abstract: based of the survey assessed engineering-geological conditions of the territory for the reconstruction access flowlines, including the definition of the geological structure, lithology, physical and mechanical properties of soils, hydrogeological conditions, the chemical composition and the degree of aggressiveness of groundwater, identifying adverse physical and geological processes.

Keywords: engineering-geological conditions, properties of soils.

Район работ находится в северо-восточной части Русской платформы, в пределах Печорской низменности [1]. Согласно физико-географическому районированию Республики Коми, район работ расположен в лесной зоне, подзоне крайне-северной тайги.

В соответствии со СП 131.13330.2012 участок исследований относится к I Д строительному климатическому подрайону. Географическое положение Республики Коми в относительно высоких широтах, удаленность ее от теплого Атлантического океана и близость обширного Азиатского континента обуславливают в республике умеренно-континентальный климат с коротким и холодным летом в северных районах и продолжительной многоснежной и морозной зимой.

В геоморфологическом отношении участок работ расположен в долине реки Колва, осложненной долинами ручьев. Рельеф территории слаборасчлененный.

В геологическом строении участка изысканий принимают участие техногенные, биогенные, озерно-аллювиальные и ледниково-морские отложения. Коренные породы выработками до глубины 15 м не вскрыты.

Гидрогеологические условия на участке изысканий характеризуются высоким уровнем подземных вод. Водоносный горизонт приурочен к современным биогенным и техногенным отложениям, верхнечетвертичным-современным озерно-аллювиальным грунтам. Водовмещающими грунтами являются торфы, пески, супеси и суглинки мягкопластичные. Подземные воды встречены повсеместно на глубине 0,0–2,5 м (отметки 104,60–141,33 м), установившиеся уровни зафиксированы на тех же глубинах.

Питание подземных вод происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка происходит в ближайшие водотоки (притоки р. Колва).

В периоды интенсивного снеготаяния и продолжительных дождей возможен подъем уровня подземных вод на 0,5–1,5 м выше замеренного, местами до поверхности. В периоды строительства и эксплуатации проектируемых сооружений при нарушении естественного рельефа, планировке территории возможно формирование водоносного горизонта типа «верховодка» в техногенных грунтах.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-кальциевые, гидрокарбонатно-магниево-кальциевые, пресные, с минерализацией 0,1–0,3 г/л. Согласно таблицам В.3, В.4, Г.2 СП 28.13330.2012 подземные воды обладают слабой общекислотной, слабой выщелачивающей и слабой углекислотной агрессивностью к бетону нормальной проницаемости (марки W4). Они не агрессивны к арматуре железобетонных конструкций при периодическом смачивании и при постоянном погружении. Согласно таблицам 3, 5 ГОСТ 9.602-2005* подземные воды обладают высокой агрессивностью по отношению к свинцовой оболочке кабеля и средней агрессивностью по отношению к алюминиевой оболочке кабеля.

В соответствии с полевым описанием грунтов, лабораторными данными, в соответствии с ГОСТ 20522-2012 и классификацией грунтов по ГОСТ 25100-2011 на участке изысканий выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ): ИГЭ 1 – насыпной грунт-песок мелкий (tQ_{IV}); ИГЭ 2 – торф среднеразложившийся (bQ_{IV}); ИГЭ 3 – песок мелкий (IaQ_{III-IV}); ИГЭ 4 – супесь пластичная (IaQ_{III-IV}); ИГЭ 5 – суглинок мягкопластичный (IaQ_{III-IV}); ИГЭ 6 – суглинок тугопластичный (IaQ_{III-IV}); ИГЭ 7 – суглинок тугопластичный (gmQ_{II}). Оценка физико-механических свойств грунтов проводилась с учетом техногенной нагрузки [2,3,4].

Для определения коррозионной агрессивности грунтов выполнены лабораторные определения химического анализа водной вытяжки. Согласно анализам коррозионная агрессивность грунтов по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочке кабеля средняя; грунты по отношению к бетонным конструкциям (портландцемент W4) и к арматуре в железобетонных конструкциях – неагрессивны.

В геокриологическом отношении территория Усинского нефтяного месторождения находится в пределах зоны редкоостровного распространения мерзлых пород [1]. По данным буровых и геофизических работ в период настоящих изысканий многолетнемерзлые породы не обнаружены.

В соответствии с картой А общего сейсмического районирования (ОСР-2015) СП 14.13330.2014 рассматриваемый участок характеризуется сейсмичностью 5 баллов.

Среди геологических процессов и явлений, осложняющих инженерно-геологические условия, на территории исследуемого участка следует отметить заболачивание, подтопление и пучение грунтов в зоне сезонного промерзания.

По характеру подтопления подземными водами согласно приложению И СП 11-105-97 часть II участок изысканий относится к району I-A (подтопленные в естественных условиях).

По степени морозной пучинистости, согласно пп. 2.136, 2.137 «Пособия...», пп. 6.8.3, 6.8.4, 6.8.8 СП 22.13330.2011 на участке изысканий в пределах глубины сезонного промерзания пески мелкие (ИГЭ 1, 3) относятся к слабопучинистым, глинистые грунты (ИГЭ 4, 5, 6) – к сильнопучинистым грунтам. Согласно лабораторным определениям по ГОСТ 28622-2012[5] и таблице Б 27 ГОСТ 25100-2011 торфы (ИГЭ 2) относятся к сильнопучинистым грунтам.

В соответствии с приложением Б СП 11-105-97 часть I участок изысканий относится ко II категории сложности (средней сложности) по инженерно-геологическим условиям.

Литература

1. Инженерная геология СССР. Т. I. Русская платформа. – М.: Издательство Московского Университета, 1978. – 527 с.
2. Середин В.В., Красильников П.А., Чиждова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины//Инженерная геология. 2015. № 4. С. 26-29.
3. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешикова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе//Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
4. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами//Инженерная геология. 2014. № 6. С. 50-55.
5. ГОСТ 28622-2012. Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ГЛИН

А.А. Кашеварова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
kashevarova95@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин

Аннотация: статья посвящена изучению влияния давления на адсорбционные свойства монтмориллонита и каолинита за счет изменения структуры глинистых частиц, кристаллической решетки минералов и формирования дополнительных активных центров на их поверхности, с использованием дифрактометрического метода.

Ключевые слова: адсорбция, структура глинистых частиц, давление.

THE ISSUE OF IMPROVING SORPTION CAPACITY CLAY

A.A. Kashevarova

Perm State University, 4th year Student, kashevarova95@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Seredin

Abstract: The article is devoted to studying the effect of pressure on the adsorption properties of montmorillonite and kaolinite, due to changes in the structure of clay particles, the crystal lattice of the minerals and the formation of more active centers on the surface, using a method of diffractometry.

Keywords: adsorption, the structure of clay particles, the pressure.

Глины достаточно широко используются в промышленности не только, как основания и среда инженерных сооружений, обладающих определенными физико-механическими свойствами[2,3,4,5,6], но и в качестве сорбентов [1]. Однако они имеют ограниченное применение из-за низкой эффективности сорбции. Поэтому в настоящее время разработан ряд технологий повышающих сорбционную активность глин. К ним можно отнести: термохимическую и термическую технологии, способ ультрафиолетовой активации глин, обработку глинистых частиц магнитным полем, в сочетании с поверхностно-активными веществами.

Однако, не смотря на значительное количество технологий способствующих повышению сорбционной способности глин, экспериментальных исследований недостаточно. Особый интерес представляют работы связанные с воздействием на глинистый грунт давления, посредством которого должны изменяться структурно-текстурные особенности грунтов, их состав, состояние и физико-химические свойства и как следствие сорбционные способности глин.

Целью работы является изучение влияния давления на адсорбционные свойства глин.

Объектом исследования явились монтмориллонитовая и каолинитовая глины.

Методика и результаты исследований включают в себя: подготовку образцов глин, сжатие их под давлением, проведение гранулометрического, рентгеноструктурного, термогравиметрического анализов и обработку экспериментальных данных.

В качестве показателя характеризующего сорбционную активность глин можно использовать показатель характеризующий потерю масс вещества. Это обусловлено тем, что образец глины подвергался сжатию, а затем выдерживался в течение 35-40 суток в помещении при температуре воздуха $t=24-26^{\circ}\text{C}$. Эта процедура позволила стабилизировать процесс сорбции глиной воды из воздуха. После чего проводился термический анализ, по данным которого оценивалась потеря массы вещества в глине при нагревании образца. Результаты исследований представлены в таблице.

Из таблицы видно, что с увеличением давления потеря массы рыхлосвязанной воды (m_p) в монтмориллонитовой глине увеличивается, а в каолининовой уменьшается. Потеря массы прочносвязанной воды (m_{np}) для всех глин с увеличением P возрастает. Потери массы остальных веществ (m_{np}) в монтмориллонитовой глине с увеличением P возрастает, а в каолининовой, наоборот уменьшается. По изменению потерь масс воды можно оценить сорбционную активность глин.

Изменение сорбционной активности каолининовой и монтмориллонитовой глин, происходит, вероятно, за счет изменения структуры глинистых частиц, кристаллической решетки минералов и формирования дополнительных активных центров на их поверхности. Рассмотрим этот вопрос более детально.

В каолининовой глине наиболее существенное влияние на сорбционные свойства оказывает степень и порядок упаковки слоев, при этом дефекты типа произвольных трансляций смежных слоев увеличивают физико-химическую активность каолинита.

В качестве критерия для физико-химической активности глин Шлыковым В.Г. предложен показатель «размер области когерентного рассеяния (ОКР) рентгеновских лучей в направлении оси c ». Он коррелируется со строением частиц (микроблоков) и их сорбционной активностью. Малые значения ОКР свидетельствуют о том, что микроблоки имеют небольшие размеры и состоят из строго параллельных друг другу элементарных слоев, поэтому каолин характеризуется высокими значениями емкости катионного обмена.

При малой величине ОКР между микроблоками находятся молекулы воды, которые облегчают произвольное смещение субупаковок относительно друг друга, что приводит к резкому возрастанию сорбционной активности частиц.

Результаты, проведенного нами дифрактометрического анализа, представленные в таблице не противоречат результатам выполненных им исследований.

Из таблицы видно, что с увеличением давления межплоскостное расстояние у каолининовой и монтмориллонитовой глины увеличивается, а интегральная интенсивность базального отражения уменьшается. Поэтому сорбционная способность, выраженная через показатель m , для каолининовых глин снижается. В монтмориллонитовой глине высокие сорбционные свойства обеспечиваются дисперсностью и дефектностью структуры. Количество обменных центров на внешней поверхности частиц, может достигать 60-70% от общей обменной емкости. Наличие дефектов в упаковке слоев увеличивает это соотношение в пользу «внешней емкости». Опубликованные данные не противоречат результатам нашего эксперимента, о чем свидетельствуют статистические связи между давлением и потерей масс прочносвязанной и рыхлосвязанной вод коллоида.

Таблица

Результаты дифрактометрического анализа глин

Глина	Нагрузки, МПа	Угол дифракции, 2θ	Межплоскостное расстояние, d , Å	Полуширина базального отражения $B/2$	Площадь пика (интенсивность базального отражения)	Средние значения потерь масс связанной воды, %		
						m_p	m_{cl}	m_{np}
Монтмориллонитовая	0	12,474	7,091	0,442	0,431	4,80	0,80	5,7
	1000	12,424	7,119	0,402	0,446	5,55	1,00	9,60
	1500	12,443	7,108	0,471	0,316	5,30	0,85	5,40
	2000	12,428	7,116	0,617	0,358	6,00	1,10	12,28
Каолининовая	0	12,344	7,165	0,377	3,895	2,10	0,295	10,0
	1000	12,350	7,161	0,430	3,495	5,545	0,325	6,0
	1500	12,299	7,191	0,577	2,283	3,765	1,060	11,2
	2000	12,286	7,199	0,564	2,522	3,375	0,610	7,7

Таким образом, можно предположить, что при сжатии глины, с одной стороны, протекают процессы укрупнения глинистых частиц, что должно приводить к уменьшению сорбционной способности. С другой стороны, при увеличении давления изменяется структура глинистых частиц, которая способствует формированию дополнительных активных центров на поверхности кристалла и коллоида, что приводит к увеличению сорбционной способности глин и, как следствие, к увеличению потери масс связанной воды.

Наличие установленных закономерностей свидетельствует о том, что в условиях нашего эксперимента ведущим фактором, определяющим потерю масс связанной воды, является изменение структуры глинистых частиц и строения кристаллической решетки монтмориллонита, тогда как, размер глинистых частиц имеет подчиненное (второстепенное) значение.

Литература

1. Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М. Поверхностные силы. М: Наука, 1985. 398 с.
2. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами// Инженерная геология. 2014. № 6. С. 50-55.
3. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины// Инженерная геология. 2015. № 4. С. 26-29.
4. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации// Инженерная геология. 2015. № 2. С. 12-16.
5. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешикова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе// Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
6. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А. Изменение электрокинетического потенциала глинистых коллоидов в водной и углеводородной средах// Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2017. №1. С. 66-74.

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ
«ИРБЫЧАН»**

В.С. Козлов

Уральский государственный горный университет, аспирант 1 года обучения, mr.vkla@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Абатурова И.В.

Аннотация: в данной работе рассмотрены физико-механические свойства вмещающих пород золотосеребряного месторождения Дальнего Востока “Ирбычан”.

Ключевые слова: физико-механические свойства, месторождение, временное сопротивление одноосному сжатию, устойчивость массива.

**PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF THE CONTAINING BREEDS OF THE
“IRBYCHAN FIELD”**

V.S. Kozlov

Ural State Mining University, 1st year Post-graduate Student, mr.vkla@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor I.V. Abaturova

Abstract: In this work physic-mechanical properties of the containing breeds of the gold-silver field of the Far East of “Irbychan” are considered.

Keywords: physical mechanical properties, field, ultimate strength to an axial compression, stability of the massif.

Физико-механические свойства пород являются одним из главных факторов, влияющих на условия отработки месторождений и возможность развития инженерно-геологических процессов при отработке месторождений полезных ископаемых [1,2].

Рассмотрим выше приведенный тезис на примере месторождения “Ирбычан”, отработка которого будет производиться подземным способом.

Месторождение расположено в пределах Эвенского района Охотско-Чукотского минералогического пояса. В структурном отношении территория месторождения находится в Юго-Западной части Пареньского вулканического поля и приурочено к зоне пересечения глубинных разломов.

“Ирбычан” это эпitherмальное золотосеребряное месторождение. Массив скальных пород представлен эффузивными породами верхнемелового возраста (риолитами, их туфами метасоматически измененными), а так же рудными телами, представляющими собой кварцевые и кварц-сульфидные жилы. Все горные породы месторождения подвержены гидротермально-метасоматическим изменениям. Характер и интенсивность, которых зависела от состава и температуры гидротерм, структурно-тектонической обстановки, состава вмещающих пород, нередко эти изменения проявлены настолько глубоко, что первичная порода часто полностью «утрачивает свое лицо».

Рассмотрим физико-механические свойства основных вмещающих пород месторождения «Ирбычан», представленных метасоматитами кварц-хлорит-гидрослюдистыми, кварц-каолинит-гидрослюдистыми, пирит-кварцевыми риолитами и их туфами, гидротермальными брекчиями.

В массиве метасоматитов можно выделить три группы пород разной прочности:

1. низкой прочности – временное сопротивление одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии (Rc) изменяется от 1,5 до 2,9 МПа, значения коэффициента размягчаемости при этом варьируют от 0,24 до 0,40 д.е., порода относится к группе размягчаемых, характеризуется низкой плотностью и низкими значениями коэффициента крепости. Потеря прочности при водонасыщении связана не с пористостью пород, а с наличием легко разрушающихся минералов и составляет 60-72 %;

2. малопрочные – Rc изменяется от 8,7 до 14,9 МПа, естественная влажность пород довольно высока и не соответствует скальным породам и составляет 0,64-2,08 %, кроме того порода характеризуется пористостью

3,7-14,7 %, что приводит при водонасыщении к потере прочности на 27 – 73 %, а соответственно относится к категории размягчаемых;

3. средней прочности – R_c меняется от 17,2 до 48,4 МПа, влажность составляет 0,41 %, значения пористости от 1,9 до 13,0 %, при этом 12 % образцов характеризуются как размягчаемые ($K_{sof} < 0,75$).

Риолиты, их туфы, гидротермальные брекчии по величине прочности (R_c) можно объединить в 4 группы:

1. группа размягчаемых пород с низкой прочностью ($R_c < 5$ МПа). У них отмечаются пористость 5,0-16,2 д.е., влажность 1,18-5,11 % (не характерные для скальных пород) и полная потеря прочности при водонасыщении;

2. группа малопрочных пород. Породы плотные, с пористостью 5,6-10,7 %, влажностью 0,79-2,64 %. Потеря прочности при водонасыщении составляет 21-70 %, породы характеризуются как размягчаемые $K_{sof}=0,30-0,79$;

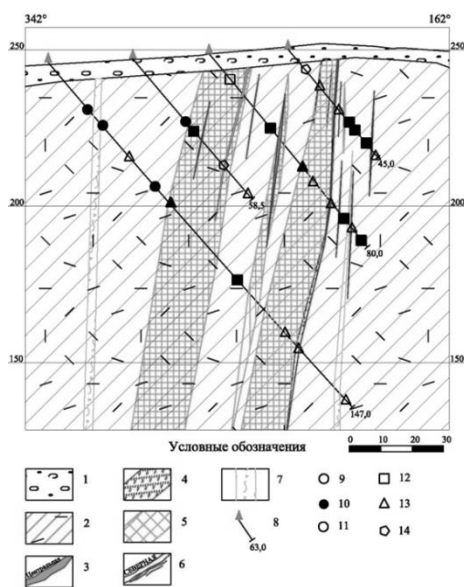
3. группа пород средней прочности с плотностью 2,22-2,58 г/см³ и с низкой влажностью ($W=0,34-0,85$ %), с пористостью $n=3,7-12,8$ %, коэффициент размягчаемости составляет более 0,75 д.е., в этом случае породы относятся к категории неразмягчаемых;

4. группа прочных. Это плотные, маловлажные среднепористые неразмягчаемые породы, с коэффициентом крепости 6-11.

Породы рудных зон – представлены кварцевыми жилами и относятся к категории средней прочности.

Наличие большого количества групп пород с низкой прочностью и малопрочных, размягчаемых с низкой плотностью обусловлено воздействием гидротермальных растворов разной кислотности и температуры, что привело к образованию пород разной степени изменения. Наиболее негативное воздействие оказывает развитие формации аргиллизитов, приведшей к образованию глинистых минералов.

Для оценки пространственного изменения показателей физико-механических свойств в массиве пород на рисунке 1 приведена «Схема пространственной неоднородности свойств пород» на которой видно, что какой-либо закономерности в изменении свойств с глубиной нет. Часто отмечается чередование разных групп пород по прочности независимо от петрографического типа пород.



Примечание: 1 – элювиальные образования; 2 – риолиты, их туфы, метасоматит; 3 – кварц-сульфидные жилы и их названия; 4 – гидротермальные брекчии; 5 – минерализация; 6 – рудная зона, представлена кварцевыми жилами; 7 – тектонические брекчии; 8 – скважина и её глубина; 9-10 – классификация по коэффициенту размягчаемости: 9 – неразмягчаемая порода ($>0,75$ д.е.); 10 – размягчаемая порода ($<0,75$ д.е.); 11-12 – предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии: 11 – пониженной, низкой, очень низкой прочности (0-5 МПа); 12 – малопрочные (5-15 МПа); 13 – средней прочности (15-50 МПа); 14 – прочные (50-120 МПа).

Рис. 1. Схема пространственной неоднородности свойств пород

Породы малопрочные, пониженной и низкой прочности относятся к категориям размягчаемых независимо от петрографического состава. Породы средней прочности относятся к категориям как размягчаемых, так и неразмягчаемых. Размягчаемые – приурочены к участкам эндо- и экзоконтактных изменений пород в рудных зонах.

Дисперсные грунты имеют площадное распространение, небольшую мощность и не окажут большого влияния на отработку месторождения. Главным фактором, влияющим на устойчивость массива горных пород при подземной отработке, будет являться изменение прочностных свойств массива, так как породы слагающие массив месторождения при водонасыщении размокают и теряют свою прочность (либо на все 100 %, либо на 50-70 %), что вызовет развитие пластических деформаций. А при потере влаги в результате воздействия сухого воздуха, породы превращаются в рыхлую сыпучую массу.

Литература

1. Абатурова И.В., Стороженко Л.А., Козлов В.С., Борисихина О.А. Инженерно-геологические условия золоторудных месторождений и особенности их изучения// Проблемы недропользования, 2016, №2 С. 32-38.
2. Абатурова И.В., Стороженко Л.А., Савинцев И.А., Козлов В.С. Обеспечение условий отработки месторождений полезных ископаемых подземным способом инженерно-геологическими данными// Сборник докладов I Международная научно-техническая конференция «Безопасность труда и эффективность производства горнодобывающих предприятий с подземным способом разработки». Екатеринбург: Из-во УГГУ, 2016, С. 68-74.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА СТРОИТЕЛЬСТВА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННО-СКЛАДСКОГО КОМПЛЕКСА В С. НОВАЯ УСМАНЬ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Колесова

Воронежский государственный университет, студент 4 курса, gidrogeol@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Зинюков Ю.М.

Аннотация: инженерно-геологические изыскания – это неотъемлемая часть изысканий при проектировании и строительстве. При этом изучается инженерно-геологическая характеристика участка, определяются физико-механические свойства грунтов, учитываются технические характеристики проектируемых сооружений и их особенностей. В статье приводится характеристика инженерно-геологических условий участка строительства фармацевтического производственно-складского комплекса.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, геологическое строение, инженерно-геологический элемент (ИГЭ), физико-механические свойства грунтов, производственные сооружения.

ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF SITE OF CONSTRUCTION OF PHARMACEUTICAL PRODUCTION AND WAREHOUSE COMPLEX IN V. NEW USMAN VORONEZH REGION

D.A. Kolesova

Voronezh State University, 4th year Student, gidrogeol@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader Yu.M. Zinyukov

Abstract: Geological engineering is an integral part of research in the design and construction. Thus explores the engineering-geological characteristics of the site, determined by the physical and mechanical properties of soils, are taken into account the technical characteristics of the designed structures and their features. In the article the characteristic engineering-geological conditions of the construction site pharmaceutical production and warehouse complex.

Keywords: engineering-geological surveys, geological structure, engineering-geological element (EGE), physico-mechanical properties of soils, and production facilities.

Участок проведения инженерно-геологических изысканий находится в Новоусманском районе Воронежской области в 15 км от областного центра – г. Воронеж [1]. В геоморфологическом отношении территория находится в пределах пологой поверхности второй левобережной надпойменной террасы реки Воронеж. Абсолютные отметки в пределах участка изменяются в пределах от 108,55 до 110,0 м.

Объект представляет собой комплекс сооружений, в число которых входит производственное здание размерами 41,4x62,4 м и склад с габаритами 42,0x63,65 м, фундамент представлен отдельными стаканами, предполагаемая нагрузка на грунт от каждого объекта составляет до 2 кгс/см²; котельная площадью 12x30 м, фундамент которой – плита, а предполагаемая нагрузка 0,18 кгс/см²; эстакада с плитным фундаментом и ряд других построек. Динамических нагрузок на вышеперечисленные объекты не предусматривается. Завод в Воронеже станет первым зарубежным производством компании «Bioponica», которая базируется в 150 км к северу от Мюнхена. Проект предусматривает строительство завода по выпуску лекарственных средств методом экстракции из натурального сырья. Компания выращивает сырье на собственных площадях острова Майорка (Испания), однако прорабатывается возможность по выращиванию части лекарственных трав на территории Воронежской области.

Геологическое строение участка характеризуется развитием верхнеплейстоценовых аллювиальных отложений второй надпойменной террасы (а²III).

Инженерно-геологический разрез участка представлен до глубины 15 м следующими инженерно-геологическими элементами (ИГЭ):

ИГЭ 1. Почвенно-растительный слой (ерН): черноземовидный, супесчаный. Слой имеет мощность 0,4-0,5 м.

Нижележащие элементы представлены аллювиальными отложениями второй надпойменной террасы (а²III).

ИГЭ 2. Суглинки коричневые, твердые, с линзами песка мощностью 1,6-3,3 м. Суглинки практически непучинистые, с низкой степенью коррозионной активности по отношению к углеродистой стали [2].

ИГЭ 3. Суглинки серовато-коричневые, полутвердые, с линзами песка. Мощность суглинков 0,5-3,1 м.

ИГЭ 4. Пески коричневато-желтые, средней крупности, средней плотности, малой степени водонасыщения, с линзами суглинков. Мощность 0,3-2,1 м.

ИГЭ 5. Пески светло-серые, мелкие, плотные, малой степени водонасыщения. Максимальная вскрытая мощность 5,3 м.

ИГЭ 6. Пески светло-серые, мелкие, плотные, насыщенные водой. Максимальная вскрытая мощность 6,2 м. Аллювиальные песчаные отложения второй надпойменной террасы являются водовмещающими (уровень подземных вод установлен на глубине 8,1-8,9 м, его абсолютные отметки изменяются от 100,10 до 102,30 м).

Подземные воды не являются агрессивными для бетонов и арматуры железобетонных конструкций. Водоупор до глубины 15 м не вскрыт.

Физико-механические характеристики инженерно-геологических элементов приведены в таблице.

Таблица
Физико-механические характеристики инженерно-геологических элементов

И.Г.Э. №	Нормативные значения										
	Число пластичности, I_p , %	Показатель текучести, I_L , д.ед.	Плотность част. грунта, ρ_s , г/см ³	Плотность природная, ρ , г/см ³	Плотность в сух. сост., ρ_d , г/см ³	Пористость, n , д.ед.	Коэф. пористости, e , д.ед.	Коэф. водонасыщенности S_v , д.ед.	Сцепление c , кПа	Угол внут. трения φ , град	Отн. просадочность (-) $\square_{д.}$ / набухание (+) $\square_{sw.}$ при нагрузке 0,20 МПа
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	9,0	<0	2,71	1,95	1,63	0,398	0,664	0,805	23	24	-0,008 -0,003 -0,005
3	8,9	0,15	2,71	1,92	1,65	0,393	0,647	0,713	18	20	-0,007 -0,003 -0,005
4	-	-	2,66	1,73	1,66	0,375	0,601	0,174	1*	33**	-
5	-	-	2,66	1,84	1,77	0,333	0,499	0,197	5*	37**	-
6	-	-	2,66	2,02	1,71	0,359	0,560	0,877	4*	37**	-

Примечание: * - значение приводится по СП 22.1330.2011.

** - значение приводится по данным статического зондирования.

ИГЭ 1, 2 и 5 распространены повсеместно на территории участка; остальные элементы вскрыты только в отдельных скважинах.

По степени агрессивного воздействия грунтов на бетонные и железобетонные конструкции грунты ИГЭ 2, 3, 4, 5 не являются агрессивными для всех марок цемента [3].

Наличие блуждающих токов во всех грунтовых массивах в процессе изысканий не установлено.

В пределах участка до глубины 15 м наличия специфических грунтов не установлено. Грунты ИГЭ 1 (почвенно-растительный слой) не могут служить основанием сооружений, использоваться для отсыпки насыпей и подлежат удалению и дальнейшему складированию.

Проявлений неблагоприятных геологических процессов (карстово-суффозионные явления, просадка и набухание грунта, морозное пучение и т.п.) на территории участка строительства проектируемого сооружения не выявлено.

Проведенные инженерно-геологические изыскания свидетельствуют о благоприятных условиях для строительства фармацевтического производственно-складского комплекса. Однако следует уделить особое внимание инженерно-геологическим элементам №2 и №3 – это твердые и полутвердые суглинки. В случае инфильтрации технологических утечек высока вероятность их перехода в пластическое состояние с уменьшением величин показателей физико-механических свойств, что может привести к неравномерным осадкам грунтовой толщи, а впоследствии непременно отразится на устойчивости сооружений комплекса. Для предотвращения неблагоприятных последствий рекомендуется организация мониторинга за состоянием грунтового массива, изменением физико-механических характеристик грунтов и проведение наблюдений за деформациями производственных построек.

Своевременный контроль за условиями эксплуатации сооружений комплекса и состоянием грунтовой толщи позволит обеспечить нормальную и безопасную эксплуатацию данного комплекса.

Литература

1. Карпачёв М.Д. Воронежская энциклопедия // Воронеж. Центр духовного возрождения Чернозёмного края. – 2008, 1048 с.
2. ГОСТ 28622-2012. Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости.
3. СП 28.1330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ДЕФОРМАЦИЙ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПОСЛЕ ОТТАИВАНИЯ И УПЛОТНЕНИЯ

П.И. Котов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, молодой ученый, kotovpi@mail.ru

Аннотация: в статье приведены данные о методах прогноза осадок мерзлых грунтов после оттаивания и уплотнения. Рассмотрены процессы, которые происходят в результате оттаивания, а также расчётные уравнения. Анализируются отрицательные и положительные стороны применимости каждого метода.

Ключевые слова: прогноз деформаций, оттаивающие грунты, деформационные характеристики.

MODERN METHODS FORECASTING DEFORMATIONS OF FROZEN SOILS AFTER THAWING AND CONSOLIDATION

P.I. Kotov

Lomonosov Moscow State University, Young Researcher, kotovpi@mail.ru

Abstract: The article presents data on the methods of forecasting settlement frozen soil after thawing and consolidation. Processes occur as a result of thawing, as well as the calculated equations. Each method analyzes the positive and negative sides of the applicability.

Keywords: forecast deformation, thawing soils, deformation characteristics.

Введение. Деформирование оттаивающих грунтов обусловлено развитием ряда теплофизических, механических, физико-химических процессов. Деформацию мерзлых грунтов при оттаивании (S) в общем виде можно представить следующим образом [1]:

$$S = S_{\Delta} + S_{см} + S_{\delta} + S_{ус} - S_{наб} + S_J \quad (1)$$

где S_{Δ} – деформация грунта за счет объемных фазовых изменений при переходе льда в воду; $S_{см}$ – деформация грунта, обусловленная преобразованием структуры и текстуры (смыкание макропор) при консолидации оттаивающего грунта за счет действия собственного веса; S_{δ} – деформация грунта, обусловленная преобразованием структуры и текстуры (смыкание макропор) при консолидации оттаивающего грунта за счет внешней бытовой нагрузки; $S_{ус}$ – деформация грунта за счет усадки; $S_{наб}$ – деформация грунта за счет набухания; S_J – деформация грунта за счет сегрегационного льдовыделения в мерзлой зоне.

Следует отметить, что разделение процесса деформирования на отдельные фазы является условным, поскольку в любой момент времени все указанные процессы действуют одновременно.

Соотношения выделенных процессов в общей деформации мерзлых грунтов при оттаивании неравнозначны и зависят от литологии, текстуры, давлений, действующих при оттаивании, скорости оттаивания и температурных градиентов в подстилающей мерзлой зоне, времени консолидации оттаявшего грунта. Рассмотрим деформации, которые оказывают наибольшее влияние.

Деформация грунта за счет объемных фазовых изменений обусловлена фазовым переходом льда в воду, при котором происходит уменьшение объема на 9,1%. Для оттаивающих песчаных и тонкодисперсных грунтов массивной текстуры эти деформации являются определяющими.

Деформации, обусловленные преобразованием структуры и текстуры за счет действия собственного веса и внешней нагрузки, включает осадки за счет вытаивания ледяных шпиров с образованием макропор, изменением пространственного взаиморасположения текстурных элементов и зависят от величины давления, литологического состава, криогенной текстуры, льдистости.

Процесс осадки мерзлых грунтов при оттаивании является очень сложным и обусловлен различными факторами как внутренними (влажность, плотность, льдистость, криогенное строение), так и внешними (скорость оттаивания, нагрузка), поэтому прогноз осадок оттаивающих грунтов является непростой задачей [2].

В настоящий момент определились два основных подхода к расчету осадок мерзлых грунтов при оттаивании: расчетный и экспериментальный.

Расчетный метод. На основе экспериментальных данных и теоретических предпосылок, многие исследователи предложили различные расчётные формулы для определения осадок фундаментов на оттаивающих грунтах [3]. Однако все расчётные формулы являются приближёнными, так как получены при определенных допущениях.

Анализ этих формул наглядно показывает, какие из физических свойств мерзлых грунтов наиболее существенно определяют собой осадки при оттаивании. Эти свойства характеризуются, прежде всего, показателями плотности (плотность мерзлого грунта, скелета грунта, частиц грунта), показателями влажности (суммарная влажность мерзлого грунта, льдистость, влажность за счет незамерзшей воды). Влияние дисперсности учитывается введением в некоторые формулы показателя влажности на пределе пластичности, числа пластичности.

Как показали данные исследований практически невозможно получение обобщенной корреляционной зависимости осадок при оттаивании от характеристик физических свойств, так как осадки при оттаивании обусловлены многими факторами, неподдающимися количественному определению. К таким факторам

относятся структура, текстура грунта, набухание частиц грунта, физико-химические процессы, широкий диапазон дисперсности в пределах каждого вида грунта, скорость оттаивания и т.д. Но в то же время формулы, полученные для определенных видов грунтов и территорий, на основе обобщения данных экспериментальных исследований показывают высокую сходимость результатов с полевыми замерами [4,5].

Экспериментальный метод. Метод основан на экспериментальном определении деформационных характеристик для расчета предельных осадок при оттаивании. На основе этого подхода разработаны и утверждены нормативными документами методики определения деформационных характеристик в лабораторных и полевых условиях [6,7].

Осадка оттаявшего и уплотненного грунта включает две составляющих, для расчета которых используются деформационные характеристики [8]:

$$S = S_{th} + S_{\sigma,k} \quad (2)$$

где S_{th} – осадка, обусловленная действием оттаивания и уплотнения от собственного веса; $S_{\sigma,k}$ – осадка, обусловленная дополнительным давлением на грунт от действия веса сооружения.

Сравнения значений осадок в природных условиях и с помощью данного расчета показали хорошую сходимость, поэтому сейчас этот метод является основным, применяемым для расчетов [9,10].

Зарецкий Ю.К. на основе представлений о механизме деформирования грунтов определяет общую осадку оттаивающего грунта, как сумму трех составляющих [11]:

$$S_t = S_{1t} + S_{2t} + S_{3t} \quad (3)$$

где S_{1t} – тепловая осадка, обусловленная изменением объема грунта при переходе льда в воду; S_{2t} – осадка, происходящая в период постепенного оттаивания основания под нагрузкой; S_{3t} – осадка, характеризующая деформацию уже оттаявшего слоя постоянной величины, соответствующей окончанию процесса оттаивания.

Для определения каждого параметра были получены уравнения на основе теории фильтрационной консолидации с использованием экспериментально определяемых характеристик. Дальнейшее разработка этой теории заключалась в усовершенствовании формул и определении дополнительных параметров [12,13]. Использование имеющихся аналитических методов расчета консолидации оттаивающего грунта для решения практических задач затруднено заданием сложных граничных условий, трудностью определения параметров этих уравнений и приводит к необходимости упрощающих допущений, что в значительной степени влияет на конечный результат.

Заключение. В настоящее время расчет осадок мерзлых грунтов при оттаивании в основании сооружений выполняется с использованием деформационных характеристик, полученных экспериментальным путем. Поэтому необходимо уделить большое внимание методикам их определения, с целью повышения достоверности данных расчета, а также разработки новых подходов которые позволили получать достоверные данные при малых затратах средств и времени.

Но испытания грунтов являются дорогими и продолжаются достаточно долгое время. В то же время, используя расчетные формулы, можно рассчитать осадку мерзлых грунтов после оттаивания без больших затрат. В связи с этим важным аспектом является обобщения данных деформационных характеристик, полученных экспериментальным путем, для создания регрессионных уравнений, которые будут использоваться в зависимости от региональных мерзлотно-грунтовых условий [14,15]. Таким образом, предложенный подход позволит оценивать осадки оттаивающих грунтов с определенной степенью надежности, не прибегая к дорогостоящим испытаниям. Это особенно важно на предпроектных стадиях инженерных изысканий.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 16-35-00227

Литература

1. Еришов Э.Д. Деформации и напряжения в промерзающих и оттаивающих породах. М.: Изд-во МГУ, 1985. 167 с
2. Котов П.И. Компрессионное деформирование прибрежно-морских мерзлых грунтов при оттаивании (европейский север России, Западная Сибирь). М: автореферат канд. дис., 2014, 23 с.
3. Роман Л.Т. Механика мерзлых грунтов. М.: МАИК "Наука / Интерпериодика", 2002. 426 с.
4. Watson G.H., Slusarchuk W.A., Rowley R.K. Determination of some frozen and thawed properties of permafrost soils// *Canadian Geotechnical Journal* 10(4), 1973. p. 592-606
5. Вотяков И.Н. Физико-механические свойства мерзлых и оттаивающих грунтов Якутии. Нов: Изд-во Наука, 1975. 174 с.
6. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: Стандартинформ, 2011. 109 с.
7. ГОСТ 20276-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. М.: Стандартинформ, 2013. 49 с.
8. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. М.: ФЦС, 2012. 52 с.
9. Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. М.: Высшая школа, 1973. 446 с.
10. Хрусталева Л.Н. Основы геотехники в криолитозоне. М.: Изд-во МГУ, 2005. 542 с.
11. Зарецкий, Ю.К. К расчету осадок оттаивания грунта// *Основания, фундаменты и механика грунтов* №3, 1968. с. 10-12.
12. Morgenstern N.R. One-dimensional consolidation of thawing soils / N. R. Morgenstern J.F. Nixon// *Canadian Geotechnical Journal* №8, 1971. p. 558-565.
13. Протодьяконова Н.А. Математическое моделирование деформаций грунта при оттаивании с учетом фильтрационной консолидации. Я: автореферат канд. дис., 2008, 16 с.

14. Царапов М.Н., Котов П.И. Свойства мерзлых грунтов при оттаивании // Путь и путевое хозяйство № 9, 2013. с. 31-34
15. Котов П.И. Обобщение деформационных характеристик оттаивающих грунтов // Основания, фундаменты и механика грунтов №3, 2013. с. 23-26

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА "ГЕОКОМПОЗИТ" ПРИ ЗАКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ СТРОЯЩЕГОСЯ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА В РАЙОНЕ СОЛНЦЕВО (Г. МОСКВА)

И.М. Кравченко

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, студент 4 курса,
kravchenkoilyamax@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., старший научный сотрудник Балькова С.Д.

Аннотация: в статье рассматривается опыт применения метода «Геокомпозит» при закреплении грунтов основания строящегося жилого комплекса в районе Солнцево (г. Москва), описана методика проведения инъекционных работ и дана оценка их эффективности путем сравнения физико-механических характеристик грунтов основания до и после закрепления.

Ключевые слова: геокомпозит, техническая мелиорация, закрепление грунтов.

TESTING THE GEOCOMPOSITE METHOD FOR CONSOLIDATING FOUNDATION SOILS OF THE UNFINISHED RESIDENTIAL COMPLEX IN SOLNTSEVO (MOSCOW)

I.M. Kravchenko

Lomonosov Moscow State University, 4th year Student, kravchenkoilyamax@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Researcher S.D. Balykova

Abstract: The article considers testing the Geocomposite method for consolidating foundation soils of the unfinished residential complex in Solntsevo district (Moscow) describes the technique of carrying out injection works and assesses their effectiveness by comparing the physical and mechanical properties of the foundation soils before and after consolidation.

Keywords: the Geocomposite method, the technical melioration, the consolidation of soils.

В 2016 году в ходе строительства жилого комплекса «Лучи» в районе Солнцево (г. Москва) произошло замачивание и разуплотнение грунтов под фундаментной плитой нескольких секций, и как следствие образование пустот, вызвавшее неравномерную осадку здания и образование трещин в фундаментной плите. Это также связано с выносом мелких частиц грунта из-под плиты в результате суффозии, которая активизировалась вследствие постоянной откачки воды на площадке вокруг строящегося здания.

Для оценки степени и характера разуплотнения грунтов были выполнены испытания методом электроконтактного динамического зондирования (ЭДЗ) в девяти точках с поверхности фундаментной плиты до глубины 5,0 м от подошвы фундамента. В фундаментной плите бурением подготавливались технологические отверстия для последующего проведения полевых испытаний методом ЭДЗ, сочетающего в себе динамическое зондирование и токовый каротаж. Из-под фундаментной плиты отбирались образцы грунта, а также инструментально определялись размеры пустот между основанием плиты и поверхностью грунта. По полученным данным можно сделать следующие выводы:

- 1) под фундаментной плитой, в верхних слоях грунтового основания, есть пустоты размером от 3 до 13 см;
- 2) с поверхности по разрезу залегают супеси текучие, супеси пластичные, пески мелкие, рыхлые. Модуль деформации верхнего слоя изменяется от 4 до 11 МПа; мощность слоя до 3,4 м;
- 3) далее по разрезу встречается слой грунтов, представленный супесями пластичными, суглинками тугопластичными, песками мелкими средней плотности, модуль деформации данного слоя изменяется в диапазоне 15-26 МПа, мощность слоев от 0,6 до 2,0 м;
- 4) ниже по разрезу вновь встречен прослой грунтов со слабыми деформационными характеристиками; слой представлен суглинками мягкопластичными, супесями текучими; модуль деформации от 4 до 5 МПа, мощность слоя от 0,4 до 1,8 м.
- 5) подошву разреза слагают грунты, представленные суглинками полутвердыми, супесями твердыми; модуль деформации изменяется в пределах 33-41 МПа, вскрытая мощность до 1,6 м.

Таким образом, в основании фундамента строящегося здания присутствуют грунты с низкими значениями показателей физико-механических свойств и различной степени разуплотнения, которые представляют опасность безаварийному строительству и эксплуатации сооружения.

В целях предотвращения развития сверхнормативных деформаций основания строящегося здания и заполнения пустот под подошвой фундаментной плиты было принято решение закрепить грунты основания с помощью метода «Геокомпозит», который основан на инъекционном уплотнении грунтов путем нагнетания по специальной технологии цементного раствора при давлении, значительно превышающем нагрузку на грунт от здания.

После укрепления грунтов инъекционным методом в режиме гидроразрывов (разрывной инъекции) застывший цементный раствор образует армирующий каркас, напоминающий корни дерева, «стволом»

которого является погруженный в грунт стальной инъектор (с застывшим в инъекторе цементным раствором). При этом достигается значительное улучшение физико-механических характеристик грунтов основания фундамента и снижение влияния процессов механической суффозии [1].

Работы были выполнены фирмой ООО «Геомассив» и проходили в четыре этапа:

- 1) подготовительные работы – установка оборудования, организация стройплощадки, изготовление инъекторов и др.;
- 2) погружение всех инъекторов и нагнетание в 20% инъекторов жестко-армированного массива (равномерно по площади закрепления), расположенных в пределах фундаментной плиты;
- 3) устройство вертикального защитного экрана по периметру фундаментной плиты секций;
- 4) устройство жестко-армированного массива под фундаментной плитой секций.

Закрепление грунтов происходило на глубину 3,5-5,5 м от низа бетонной подготовки фундаментной плиты. Инъекторы для нагнетания уплотняющего раствора в грунт располагались в плане по сетке 2,5м×2,17 м. Состав используемого уплотняющего раствора при водоцементном отношении (В/Ц) равном 0,57 следующий: цемент М500 (в соответствии с ГОСТ 10178-85) – 1127 г; вода – 642 л; хлористый кальций – 11,3 кг. Инъекторы изготавливались из труб диаметром 32,0×3,2мм по ГОСТ 3262-75 с высотой перфорированной части от 3,5 до 5,5 м. Отверстия в перфорированной части инъекторов грунтоцементной плиты круглые и располагались в четырех направлениях под углом 90°.

На всех этапах производства инъекционных работ осуществлялся геодезический мониторинг за перемещениями фундаментной плиты.

Оценка физико-механических свойств грунтов основания после закрепления произведена в пяти точках с помощью динамического зондирования. Сравнительная характеристика полученных данных до и после закрепления представлена в таблице.

По данным геодезических наблюдений в период проведения работ по закреплению грунтов суммарная вертикальная осадка основания фундамента составила 5,6-12,0 мм.

Таблица
Физико-механические свойства грунтов основания строящегося жилого комплекса
до и после закрепления

Описание грунтов закрепления	Модуль деформации $E_{ср}$, МПа		Угол внутреннего трения $\varphi_{ср}$, град		Коэффициент пористости $e_{ср}$	
	До	После	До	После	До	После
Супесь текучая	4,33	31,67	-	-	-	-
Супесь пластичная	12,25	31,25	-	-	-	-
Суглинок мягкопластичный	4,00	36,75	-	-	-	-
Суглинок тугопластичный	19,50	30,50	-	-	-	-
Песок мелкий рыхлый	8,33	30,67	27,67	34,00	0,78	0,66
Песок мелкий средней плотности	22,50	29,50	31,65	33,65	0,71	0,67

Таким образом, в результате закрепления грунтов их физико-механические свойства и несущая способность слагаемого ими основания значительно улучшились; пустоты под фундаментной плитой были заполнены цементным камнем; суммарная осадка основания фундамента во время производства работ не превысила предельные значения, регламентируемые СП 22.13330.2011.

Литература

1. ООО «Геомассив»; Метод Геокомполит - прочная основа на слабых грунтах. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.geomassiv.ru/> (дата обращения: 21.02.2017).

ОЦЕНКА КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ШАХТЫ 14-14БИС ГОРОДА СЕВЕРОУРАЛЬСКА

Е.В. Красноперова

Уральский государственный горный университет, магистрант 1 года обучения, ekaterina.silyavea@mail.ru

Научный руководитель: канд. геол.-мин. наук, доцент Стороженко Л.А.

Аннотация: на данной территории проблеме развития карстового процесса уделяется ведущее место. Район приурочен к обширной карстовой области, представленной известняками и мергелями, доломитами и мраморами. На поверхности в виде поноров, воронок, многочисленных блюдцеобразных понижений, и т. д. Подземные карстовые формы представлены

пещерами, каналами, трещинами и кавернами. В пределах карстового массива коэффициент закарстованности изменяется от 4,0 до 0,01%, а вероятность вскрытия карстовых форм скважинами для интервалов пород мощностью 100 от 1 до 0,01%.

Ключевые слова: карст, Североуральский бокситовый родник, карстовые формы, карстово-суффозионные процессы, шахта 14-14бис.

ASSESSMENT OF KARST AND SUFFOZIONNY MANIFESTATIONS OF NATERRITORIYA OF THE MINE 14-14BIS OF THE CITY OF SEVEROURALSK

E.V. Krasnoperova

Ural State Mining University, 1st year Master's Degree Student, ekaterina.silyavea@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy L.A. Storozhenko

Abstract: In this territory the problem of development of karst process is given the leading place. The area is dated for the extensive karst area presented by limestones and mergelyam, dolomite and marble. On a surface the karst is shown unevenly, generally in the form of ponor, funnels, numerous saucer-shaped decreases, etc. Underground karst forms are presented by caves, channels, cracks and cavities. Within the karst massif the coefficient of a cavernous porosity changes from 4,0 to 0,01%, and probability of opening of karst forms by wells for intervals of breeds with a power of 100 from 1 to 0,01%.

Keywords: karst, North Ural bauxite spring, karst forms, karst and suffusion processes, mine 14-14bis.

Карст представляет собой процесс растворения, или выщелачивания трещиноватых растворимых горных пород подземными и поверхностными водами. Общая площадь распространения карстующихся пород составляет 31,5% площади суши Земного шара [1].

В геологическом отношении район месторождений Североуральского бокситового рудника (СУБРа) представляет собой чередование вытянутых в меридиональном направлении полос распространения карбонатных пород (известняков) и терригенных образований. Район приурочен к обширной карстовой области, представленной известняками и мергелями, доломитами и мраморами [2].

На данной территории проблеме развития карстового процесса уделяется ведущее место, так как горнодобывающая деятельность человека оказывает большое влияние на активизацию данного процесса.

На территории СУБРА развитие карстового процесса приурочено к трем континентальным периодам: нижнедевонскому (представлены полостями, выполненными бокситами, алитами и песчаниками, алевролитами); мезозойского (представлены только полостями, выполненными полукаменистым материалом типа аргиллитов, алевролитов); кайнозойского (полости открытые и заполненные четвертичными отложениями)

По происхождению карстовые формы подразделяются на коррозионные и карстово-суффозионные. Коррозионные формы представляют собою различные формы выщелачивания известняков – ниши, поноры, раскарстованные трещины, щели, пещеры. На месторождении принят нисходящий порядок разработки твердого полезного ископаемого с крутым падением, который приводит к постоянному увеличению глубины ведения пород. Это привело к изменению природных гидрогеологических условий против естественных. Уровень грунтовых вод опускается вместе с опусканием подземных выработок. В карстовом массиве водообмен стал глубоким. В начале вода фильтруется через рыхлый грунт, непосредственно от выпавших осадков или русел рек, затем по трещинам и карстовым пустотам в известняках продвигается на большие глубины к дренажным узлам подземных выработок, откуда снова поднимается на поверхность с помощью шахтных водоотливных средств и сбрасывается в русла рек. Все это привело в движение рыхлые грунты. Далее происходит вынос мелкого заполнителя из карстовых пустот в известняках, затем вынос рыхлого грунта, фильтрующейся водой из его толщи (суффозия). Весь этот процесс, называемый суффозионно-карстовым процессом, привел к образованию провалов грунта на рассматриваемой территории.

На территории была проведена карстово-суффозионная съемка. Большая часть карстовых форм является суффозионно-карстовыми. На поверхности карст проявляется неравномерно, в основном, в виде поноров, воронок, многочисленных блюдцеобразных понижений, и т. д.

На территории шахты №14-14бис ОАО «СУБРа» по основному критерию – водопоглощению все карстовые формы, обследуемой территории, разделены на три типа. К первому типу относятся карстовые формы, активно поглощающие воду в открытый понор (рис.1). Ко второму типу относятся карстовые формы, интенсивно фильтрующие воду. К третьему типу относится наиболее многочисленная группа (около 75%) всех поверхностных форм на СУБРе (рис.2). Сюда входят различные понижения, малые воронки, заболоченные блюдца.



Рис. 1. Карстовая форма, активно поглощающая воду в открытый понор



Рис. 2. Поверхностная форма – заболоченное блюдце

Подземные карстовые формы представлены пещерами, каналами, трещинами и кавернами. Их распространение в массиве известняков крайне неравномерно как по площади, так и по глубине.

В пределах карстового массива коэффициент закарстованности изменяется от 4,0 до 0,01%, а вероятность вскрытия карстовых форм скважинами для интервалов пород мощностью 100 от 1 до 0,01% [3].

В процессе карстово-суффозионной съемки на площади 12 км² окрестностях шахты 14-14бис выявлено 199 карстовых форм, 116 являются свежими формами, образовавшимися после 1988 года, а 12 карстовых форм было рекомендовано к засыпке, т.к. они предоставляют большую опасность при дальнейшей разработке месторождения бокситов. Также по данным карстологических наблюдений составлены карты фактического материала, карты районирования территории, которые позволяют выделить наиболее опасные карстовые районы.

Литература

1. Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. *Карст мира: монография*/ Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2007.
2. Максимович Г. А., *Основы карстоведения. Том I. Вопросы морфологии, спелеологии и гидрогеологии карст Учебное пособие.* - Пермь: Пермское книжное издательство, 1963.
3. Бакиновский И. И. «Производственное объединение «СУБР», «Очерк»».

МОНИТОРИНГ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Ю.А. Кузнецова, К.С. Лезина

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, студент 4 курса,
kuznecova_2501@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: при строительстве высотных зданий необходимо достоверное прогнозирование дополнительных деформаций, возможных осадок существующей застройки в «зоне влияния». Без полного выполнения геотехнического комплекса, сложная реконструкция городов превращается в опасный и разрушительный вид деятельности. В статье приводятся основные этапы прогнозирования развития геотехнической ситуации.

Ключевые слова: геотехнический мониторинг, гидрогеологическая модель.

MONITORING OF THE GEOTECHNICAL SITUATION AT THE CONSTRUCTION OF THE UNDERGROUND PART OF HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDING

Y.A. Kuznetsova, K.S. Lezina

Perm National Research Polytechnic University, 4th year Student, kuznecova_2501@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader O.A. Makovetskiy

Abstract: For the construction of tall buildings requires reliable forecasts of the additional deformation, a possible precipitate of the existing development in the "zone of influence". Without a complete geotechnical complex, complex urban renewal turns into a dangerous and destructive activity. The article presents the main stages of forecasting of development of the geotechnical situation.

Keywords: geotechnical monitoring, hydrogeological model.

Для обеспечения безопасности зданий и сооружений необходимо достоверное прогнозирование дополнительных деформаций, возможных осадок существующей застройки в «зоне влияния». В связи с этим надежность строительной мегасистемы может быть обеспечена путем реализации геотехнического комплекса работ, в который входит: гидрогеологическая модель; геотехническое обоснование использования различных технологий устройств оснований и фундаментов, подземных и заглубленных сооружений; геотехнический и геоэкологический мониторинг на стадии производства строительных работ. Без полного выполнения геотехнического комплекса, сложная реконструкция городов превращается в опасный и разрушительный вид деятельности [1].

Можно выделить несколько причин возникновения угрозы нормальной эксплуатации здания:

1. Изменение напряженно-деформированного состояния грунтового массива, вследствие нового строительства. Данные изменения определяются (прогнозируются) на этапе численного моделирования системы «Основание – здание – окружающая застройка»;

2. Осадки, связанные с устройством котлованов и грунтовых анкеров. Чаще всего данные осадки не предсказуемы в ходе численного моделирования. Прогнозы строят чаще всего на данных, полученных в ходе мониторинга с использованием специальных методов на объектах-аналогах.

3. Осадки, возникающие в связи с изменением гидрогеологической ситуации в процессе ведения работ. Данный вид возникает в случае применения водопонижения. Прогноз гидрогеологической ситуации в ходе строительства на основании специализированных расчетов проводится с достаточной долей вероятности.

Для минимизации влияния нового строительства необходимо проведение комплексного численного моделирования, обобщения опыта строительства аналогичных объектов. Предотвращения дополнительных

деформаций не может быть достигнуто без надлежащего контроля за процессами на строительной площадке, ведением технического и научного сопровождения. Для проведения качественного численного моделирования необходимо изучить существующие технологии защиты окружающей застройки и их математические модели.

Существует множество защитных мероприятий, целью которых является снижение негативного влияния строительства на существующую застройку. Одним из них является устройство системы вертикальных и горизонтальных геотехнических барьеров (ГБ). Также возможно применение ГБ в качестве противодиффузионных завес (экранов) от агрессивного воздействия грунтовых вод.

В системе основание – фундамент – сооружение отказом является как полный выход объекта из строя, так и недопустимое превышение действительных параметров (например деформаций: кренов, прогибов, осадок и др.) над расчетными.

На рисунке 1 в качестве примера показаны некоторые случаи деформации зданий и указаны наиболее вероятные причины их возникновения [2].

Компоненты системы основание – фундамент – здание обладают определенным видом взаимодействия. Так, локальное разрушение (утрата заданных проектом отдельных качеств, произошедшее в пределах здания), может не отразиться на работоспособности фундамента и основания; может повредить конструкцию фундамента, но не отразиться на свойствах основания и, наконец, может нарушить требуемые свойства всех составляющих системы, включая основание.

Повреждения фундамента, связанные с утратой прочностных качеств или неравномерными (предельными) осадками, могут привести к полному или частичному разрушению здания, могут повлиять или наоборот, не отразиться на требуемых свойствах основания.

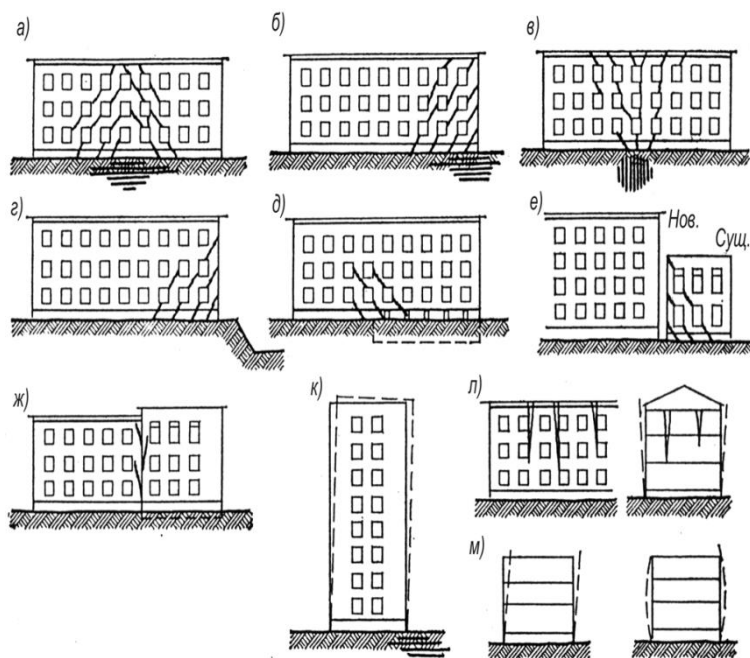


Рис. 1. Дефекты, связанные с повреждением фундаментов или деформациями основания: а – наличие слабого грунта под средней частью здания; б – то же, у торца здания; в – наличие твердого включения под средней частью здания; г – недопустимо близко вынутый грунт; д – изменение в первоначальном устройстве заглубленного этажа; е – неправильно построенное новое здание; ж – линия ранее осуществленной пристройки или перепад высот; к – наклон здания при наличии слабого грунта у края объекта; л – распор вследствие расстройств стропильной системы; м – деформация из-за дефектов перекрытия

Для соблюдения предельных условий для нового здания выполняется проект фундаментов с обязательной разработкой технологического регламента [3]: определение критериев допустимых техногенных воздействий, факторов риска и зон их влияния, требований к очередности выполнения видов строительных работ, данных о последствии и релаксации воздействия техногенных факторов в грунтах основания, параметров щадящих режимов производства работ, осуществление контроля качества работ и др.

Литература

1. Бартоломей А.А. Обоснование геотехнического контроля г. Перми // Бартоломей А.А., Маковецкий О.А., Бартоломей Л.А., Пономарев А.Б., Катаев В.Н. // Основания и фундаменты в геологических условиях Урала. 2001. №1. С. 31-35
2. Абелев М.Ю. Аварии фундаментов сооружений. – М.: Изд. МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1975.
3. Маковецкий О.А., Серебrenникова Д.К. Оценка перспектив развития подземного пространства мегаполисов // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2013 №3(11) с. 78-90.

ОЦЕНКА СУФФОЗИОННОСТИ ГРУНТОВ ПЕРЕКРЫВАЮЩЕЙ ТОЛЩИ В РАЙОНЕ
Г. ДЗЕРЖИНСКА (НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.В. Лапшин

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 3 курса,
lapshin96evgeniy@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Ковалёва Т.Г.

Аннотация: суффозия на территориях городов носят ярко выраженный природно-техногенный характер, часто развивается вместе с карстовым процессом в районах развития растворимых горных пород. В данной статье рассмотрены: механизм процесса суффозии и методы определения суффозионных свойств грунтов, приведены результаты оценки суффозионности грунтов перекрывающей толщи одного из районов развития карбонатно-сульфатного карста.

Ключевые слова: суффозия, карст, суффозионные свойства грунтов.

ASSESSMENT OF THE SUFFOSIVENESS OF THE SOILS OF THE OVERLAPPING
THICKNESS IN THE REGION OF DZERZHINSK (NIZHNY NOVGOROD REGION)

E.V. Lapshin

Perm State University, 3^d year Student, lapshin96evgeniy@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader T.G. Kovaleva

Abstract: Suffosia in the territories of cities have a pronounced natural and technogenic character, often developing together with the karst process in the areas of development of soluble rocks. In this article, we consider: the mechanism of the suffosion process and methods for determining the suffosive properties of soils, and the results of assessing the suffosiveness of the soils of the overlapping thickness of one of the regions of development of the carbonate-sulfate karst are presented.

Keywords: Suffusion, karst, suffosion properties of soils.

Суффозионным деформациям подвержено около 13% территории России. Суффозионные процессы относятся к числу главных природных опасностей на территории городов, нарушающих устойчивость геологической среды мегаполисов. Достаточно часто суффозионный процесс протекает в парагенезисе с процессом карста в районах развития растворимых горных пород, принося тем самым значительный ущерб, в связи с этим, оценка суффозионной устойчивости грунтов покровной толщи в карстовых районах имеет большое значение.

Цель работы - изучить механизм процесса суффозии и методы определения суффозионных свойств грунтов, оценить суффозионные свойства грунтов перекрывающей толщи участка развития сульфатного карста в г. Дзержинске.

Суффозия представляет собой процесс выноса мелких частиц из рыхлых обломочных пород фильтрующейся водой. Для развития суффозии необходимы значительная скорость движения подземной воды для отрыва и выноса тонких фракций грунта, а также наличие условий для разгрузки песчано-глинистого материала [3].

Основными условиями развития суффозии являются:

1. неоднородность гранулометрического состава песчаных грунтов, при которой возможен вынос мелких частиц из песчаной толщи;
2. критическая величина вымывающих скоростей фильтрационного потока;
3. наличие условий для выноса мелких частиц на дневную поверхность в основаниях склонов, строительных котлованах, различных выемках и т.д. [2].

В Нижегородской области карстово-суффозионные процессы существенно осложняют строительство и эксплуатацию зданий и сооружений. Территории подверженные данному процессу занимают около одной четверти общей площади области, поэтому расчеты суффозионных свойств для данной территории актуальны. Участком развития активных карстово-суффозионных процессов является район г. Дзержинска, где достаточно часто происходят карстово-суффозионные деформации поверхности. Карст в окрестностях г. Дзержинска карбонатно-сульфатного типа, растворению подвержены слои гипса нижнепермского возраста. Для анализа был выбран участок проектирования железнодорожной станции в районе г. Дзержинска.

Существует несколько методик оценки суффозионных свойств грунтов. Расчет суффозионной устойчивости, а также сопротивляемости выпору грунтов основания может быть выполнен с применением методики руководства П-55-76/ВНИИГ [1]. Основой всех расчетов являются интегральные кривые распределения диаметров частиц дисперсных грунтов, а также некоторые показатели их физических свойств.

Проверка суффозионности грунтов осуществляется исходя из условия:

$$d_{\max}^{ci} \leq d_3 \dots d_5, \quad (1)$$

где $d_3 \dots d_5$ – размер частиц грунта, определяемый по интегральной кривой гранулометрического состава при 3-5% обеспеченности; d_{\max}^{ci} – максимальный размер частиц, выносимых фильтрационным потоком из грунта, определяемый по зависимости:

$$d_{\max}^{ci} = 0,77 d_{\max}^0, \quad (2)$$

где d_{\max}^0 – максимальный размер пор в грунте, определяемый по формуле М.П. Павчича:

$$d_{\max}^0 = 0,455 \cdot (1 + 0,05K) \cdot \sqrt[6]{K} \cdot e \cdot d_{17}, \quad (3)$$

где e – коэффициент пористости грунта, д.е.; d_{17} – размер частиц грунта, определяемый по интегральной кривой гранулометрического состава при 17% обеспеченности; K – параметр, определяемый по формуле:

$$K = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (4)$$

Если d_{\max}^{ci} меньше минимального диаметра частиц грунта, то грунт считается не суффозионным. Если d_{\max}^{ci} больше минимального диаметра частиц грунта, то такой грунт считается суффозионным и из этого грунта могут быть вынесены все частицы, диаметр которых меньше d_{\max}^{ci} [1].

Расчеты суффозионных свойств грунтов производились по данным 608 образцов, отобранных из инженерно-геологических скважин. В результате обработки данных гранулометрического анализа установлено, что исследуемый грунт представлен мелким песком четвертичного возраста. Минимальный диаметр частиц грунта равен 0,03 мм.

Чтобы рассчитать максимальный размер частиц, выносимых фильтрационным потоком из грунта, по формуле (2), нам нужно знать – максимальный размер пор в грунте (d_{\max}^0), определяемый по формуле М.П. Павчича (3). После вычисления d_{\max}^0 , я рассчитал среднее значение $d_{\max}^{ci} = 0,0225$ мм.

Можно считать исследуемый грунт преимущественно суффозионными, так как максимальный размер частиц, выносимых фильтрационным потоком из грунта, почти равен минимальному диаметру частиц этого грунта, который равен 0,03 мм. В связи с этим и принимая в учет активное развитие карстовых процессов на глубине, т.е. формирование условий для выноса мелких частиц, можно сделать вывод, что на исследованной площадке существует высокая вероятность развития карстово-суффозионных процессов. Данные обстоятельства должны быть учтены при принятии проектных решений по строительству инженерных объектов и, а также при выборе защитных мероприятий, поскольку предупредить развитие опасных геологических процессов всегда дешевле, нежели устранение последствий от них.

Литература

1. Руководство по расчетам фильтрационной прочности плотин из грунтовых материалов. П. 55-76/ВНИИГ, Л. С. 40.
2. Воронкевич С. Д. Техническая мелиорация грунтов. — Академическая наука Москва, 2015. — С. 242.
3. Справочник по геологии <http://www.geolib.net>.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОЛЕПЕРЕНОСА В ПЕСКАХ ПРИ ИСПАРИЕНИИ ИЗ НИХ ВОДЫ

М.А. Ларкина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, студент 3 курса, marinkalarkina@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Королёв В.А.

Аннотация: исследован процесс солепереноса в песках при испарении из них воды. Выявлена зависимость скорости солепереноса в песчаных грунтах при испарении из них воды от времени. Определено влияние перераспределения солей в образце на величину рН, Eh и электропроводности.

Ключевые слова: солеперенос, испарение воды, скорость солепереноса, рН, Eh, электропроводность, солесодержание.

REGULARITY OF SALT TRANSPORT IN SANDS DURING EVAPORATION OF WATER FROM THEM

М.А. Larkina

Moscow State University of M.V. Lomonosov, 3^d year Student, marinkalarkina@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy Korolyov V.A.

Abstract: The process of salt transport in sands during evaporation of water from them was investigated. There was revealed the relationship between the speed of salt transport in sandy soils during evaporation of water from them and the time. The influence of redistribution of salt in sample on value pH, Eh and conductivity was determined.

Keywords: salt transport during evaporation of water, the speed of salt transport, Ph, Eh, conductivity, salinity

Введение. Солепереносом в грунтах называется миграция солей в поровом пространстве, вызванная различными причинами. Источниками поступления солей в грунты, включая почвы, служат горные породы,

почвенно-грунтовые воды, золовый перенос солей с моря на сушу, атмосферные осадки, разложение растительности, неэффективное орошение и иные техногенные факторы [3]. Образующиеся в результате засоления почв солончаки и солонцы, занимают значительную часть земель, используемых для сельскохозяйственных нужд, при этом мешают росту растений и снижают плодородие почв. Засоленные почвы России составляют 3,3% общей площади и 5,0% площади почв равнинных территорий [1]. Наряду с почвами возможно засоление и подпочвенных дисперсных грунтов – песков и пылевато-глинистых грунтов. Их засоление в зоне аэрации может происходить за счет испарения влаги.

Процесс солепереноса в песчаных грунтах при испарении из них воды зависит от особенностей и свойств самого грунта, а также от внешних факторов (климатические, температурные условия, микрорельеф и т.д.). Однако многие закономерности этого процесса изучены недостаточно. В связи с этим целью настоящего исследования стало - выявление особенностей солепереноса в песчаных грунтах при испарении воды. Для достижения данной цели необходимо было решить следующие задачи: 1) выявить физико-химические закономерности изменения pH, Eh и солесодержания в процессе солепереноса при испарении воды; 2) изучить зависимость скорости солепереноса от времени.

Подготовка образцов и методика исследований. Объектом исследования служил флювиогляциальный песчаный грунт четвертичного возраста, отобранный в Калужской области, поскольку такой тип отложений широко распространен и часто подвергается процессам первичного и вторичного засоления.

Методика исследований состояла в следующем: песчаный грунт был искусственно засолен раствором KCl известной концентрации. Для этого три колонки равного объема плотно заполнялись песком с необходимым количеством раствора соли, после чего высушивались в естественных условиях путем испарения из них воды. При этом контролировалась масса испаряемой воды за разные промежутки времени (6 часов, сутки, после стабилизации веса). Далее каждая колонка разбиралась на шесть частей, и затем из каждой из них готовилась водная вытяжка. В вытяжке определялись pH, Eh, электропроводность и солесодержание. По полученным данным строились графики содержания соли по глубине образца на разные моменты времени, а по ним рассчитывалась скорость солепереноса.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований представлены на рисунке 1 и на рисунке 2. Исследование показало, что в процессе испарения соль передвигается снизу-вверх к фронту испарения. Скорость солепереноса в песчаном грунте максимальна в течение первых часов, а затем достаточно резко снижается (рис.1).

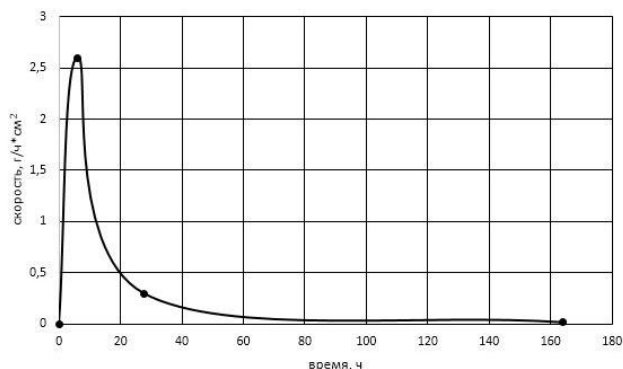


Рис. 1. Зависимость скорости солепереноса при испарении воды от времени

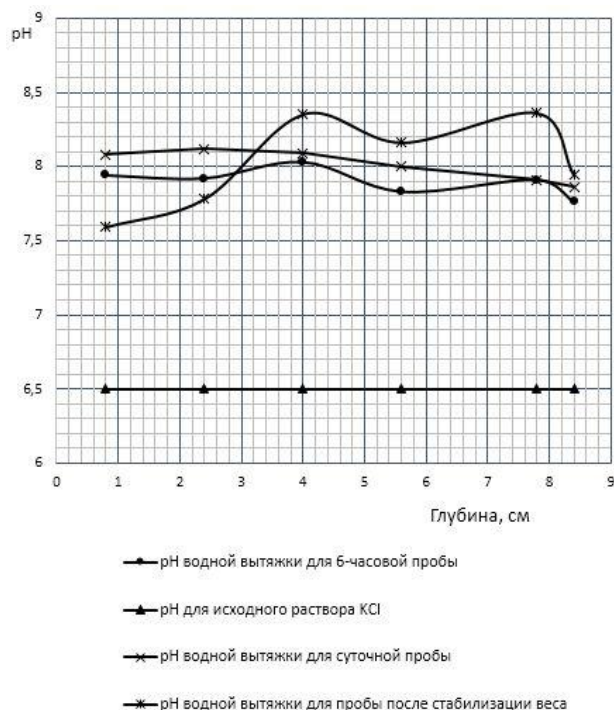


Рис. 2. Зависимость pH водной вытяжки от глубины

Такая закономерность связана с тем, что в течении длительного периода, пока масса исследуемого образца стабилизировалась, большинство солей мигрировало к фронту испарения, образовав соляную корку, заняла часть порового пространства, препятствуя дальнейшему испарению.

Перераспределение солей по высоте образца влияет и на изменение величины pH в ходе этого процесса (рис.2). За счет этого в колонке песка возникают определенные вертикальные градиенты величины pH. В целом же величина pH возрастает, относительно водородного показателя для исходного раствора KCl, что свидетельствует о защелачивании грунта в процессе перераспределения солей при испарении воды. Вероятно, это связано как с миграцией солей, так и с возможным наличием природных солей в исследуемом образце.

Также было изучено влияние солепереноса на изменение окислительно-восстановительного потенциала. По полученным данным было замечено, что во всех трех колонках величина Eh уменьшается. Скорей всего, это связано с изменением рН, поскольку известно, что с увеличением водородного показателя, значение Eh падает.

Заключение. Таким образом, в ходе исследования был изучен процесс солепереноса, установлена скорость солепереноса в песчаном грунте при испарении из него воды и выявлены закономерности изменения рН и Eh при этом процессе.

Литература

1. Казакова Л.А. Комплексная мелиорация орошаемых солонцовых и засоленных почв Нижнего Поволжья: дис. д-ра биол. наук // Л.А. Казакова. – Волгоград, 2007. – 319 с.
2. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. Л.: Изд-во АН СССР, 1947. – 375 с.
3. Лопатовская О.Г. Мелиорация почв. Засоленные почвы. - Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – 123 с.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ВОДОРОДА ПОРОВОГО РАСТВОРА НА ВЕЛИЧИНУ НАБУХАНИЯ КАОЛИНИТОВОЙ ГЛИНЫ

Д.С. Лбова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
dasha.lbowa@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Каченов В.И.

Аннотация: приведены данные о набухаемости каолининовой глины в зависимости от первоначальной плотности и различных значениях рН.

Ключевые слова: каолининовая глина, величина набухания, начальная плотность, величина рН порового раствора.

THE EFFECT OF HYDROGEN IONS OF THE PORE SOLUTION BY THE AMOUNT OF SWELLING KAOLINITE CLAY

D.S. Lbova

Perm State University, 4th year Student, dasha.lbowa@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Professor V.I. Kachenov.

Abstract: the data on swelling kaolinite clay depending on the initial densities and different pH values.

Keywords: kaolinite clay, the amount of swelling, initial density, pH of the pore solution.

Развитие промышленного производства, в том числе и освоение новых нефтяных месторождений, приводит к увеличению техногенной нагрузки на природную среду. Отходы производства, складываемые на земной поверхности (отвалы, шламохранилища, регулированные сбросы) оказывают негативное влияние не только здоровье человека, но и изменяют свойства грунтов, как оснований сооружений, что приводит к аварийным ситуациям на объектах промышленной инфраструктуры [7].

Исследованием свойств грунтов подверженных техногенному воздействию занимались Сергеев Е.М [3], Трофимов В.Т., Королев В.А., Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С [4,5,6] и др [1]. Поэтому целью работы является изучения влияния рН поровой жидкости на деформацию набухания каолининовой глины.

Объект исследования – глина каолининового состава.

Для определения величины набухания были взяты образцы с одинаковой массой и влажностью на границе раскатывания. Предварительно уплотнив на компрессионных приборах под нагрузками 0,1 МПа, 0,2 МПа и 0,3 МПа, были получены плотности: 1,52 г/см³, 1,71 г/см³ и 2,28 г/см³ соответственно. После снятия нагрузки для определения свободного набухания каолининовой глины, в ванну прибора поступал раствор с рН от 2 до 7 для каждой плотности.

Минеральный состав каолининовой глины был получен с помощью рентгеноструктурного анализа, так содержание каолинита в ней составило 74%, 19% кварца и 7 % гидрослюды.

Гигроскопическая влажность каолинита равна 3,49%, влажность на границе текучести – 68,5 %, на границе раскатывания, при которой проводились все испытания – 27,2 %. По числу пластичности в соответствии классификации ГОСТ 25100-2011 грунт относится к легкой пылеватой фракции. Содержание глинистой фракции (<0.005 мм) определено ареометрическим методом и равно 57%, песчаной фракции 43%.

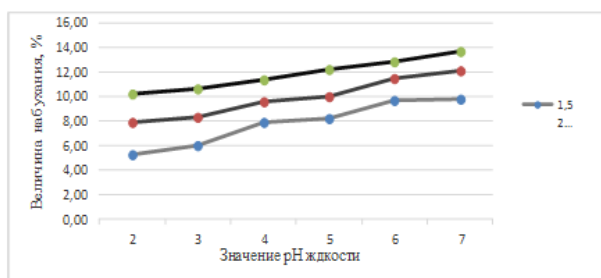


Рис. 1. Кинетика набухания каолининовой глины при различной исходной плотности и значениях pH жидкой компоненты

Результаты экспериментальных исследований деформаций набухания в зависимости от плотности и pH жидкости приведены в таблице и на рисунке. Из таблицы видно, что с увеличением ионов водорода в поровом растворе (pH от 7 до 2) значения деформаций набухания уменьшаются. Так для глины с плотностью 1,52 г/см³ деформации набухания составляет $\epsilon_{sw}=9,78\%$ при pH=7 и $\epsilon_{sw}=5,29\%$ при pH=2, а плотностью $\rho=1,71$ г/см³ $\epsilon_{sw}=12,14\%$ при pH=7 и $\epsilon_{sw}=7,92\%$ при pH=2. Глин плотностью $\rho=2,28$ г/см³ деформации набухания составляет $\epsilon_{sw}=13,72\%$ при pH=9 и $\epsilon_{sw}=10,24\%$ при pH=2.

Таблица

Зависимость величины набухания от значений pH и начальной плотности грунта

Значение pH жидкости	Деформации набухания, ϵ_{sw} , %		
	1,52	1,71	2,28
2	5,29	7,92	10,24
3	6,03	8,26	10,62
4	7,92	9,58	11,38
5	8,16	10,03	12,20
6	9,70	11,46	12,83
7	9,78	12,14	13,72
Начальная плотность образца г/см ³	1,52	1,71	2,28

Наибольшая изменчивость деформаций набухания характерна для каолининовой глины плотностью $\rho=1,52$ г/см³ в 1,85раза, затем для $\rho=1,71$ г/см³ в 1,53раза, а при $\rho=2,28$ г/см³ наблюдается минимальный размах в 1,34раза. Таким образом, с увеличением плотности глин влияние иона водорода на формирование деформаций набухания снижается.

На рисунке приведена кинетика набухания каолининовой глины при различной исходной плотности и значениях pH жидкой компоненты. Из рисунка также видно, что при прочих равных условиях деформации набухания возрастают при увеличении плотности исходного грунта, что не противоречит данным полученных В.Т. Трофимовым.

Рисунок Кинетика набухания каолининовой глины при различной исходной плотности и значениях pH жидкой компоненты.

В реакциях обмена принимают участие как катионы, так и анионы, но катионы имеют большее влияние на изменение свойств каолининовой глины, так как грунтовая частица заряжена отрицательно. В глинистых минералах H⁺ является обычным обменным катионом. Влияние содержания ионов водорода в поровой жидкости на деформацию набухания можно объяснить с позиций формирования рыхлосвязанной воды коллоида. Ионообменная адсорбция будет происходить при введении в дисперсионную среду электролита, который не имеет общего иона с ионами диффузного слоя. Чем менее гидратированы ионы, тем ближе они подходят к поверхности адсорбента и вызывают сильное сжатие диффузного слоя и падение дзета-потенциала [2].

В ходе данной работы экспериментально установлено, что с увеличением ионов водорода в поровой жидкости деформации набухания уменьшаются, а при увеличении плотности исходного грунта деформации набухания возрастают.

Литература

1. Зверева И.А., Лбова Д.С. Зависимость набухания от природы глинистых грунтов // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь, 2015. –Т.1. С. 135-138.
2. Пешикова Т.А., Мальгина Ю.О. Ионный обмен на глинистых минералах: исследование монтмориллонитовой и каолининовой глин// Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. Перм. гос.нац.исслед.ун-т.-Пермь, 2016. –Т.1.
3. Сергеев Е.М., Голодковская Г.А., Зиангиров Р.С., Осипов В.И., Трофимов В.Т. Грунтоведение/ Под ред. Е.М. Сергеева – 4-е изд., переработ. и доп. – М.: Изд-во Московского университета, 1973. – С. 214-216.
4. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации// Инженерная геология. 2015. № 2. С. 12-16.
5. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешикова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе// Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
6. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц// Фундаментальные исследования. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.
7. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. Грунтоведение/ Под ред. В. Т. Трофимова. – 6-е изд., переработ. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – С. 336-342.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЕГО ОСВОЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПРИМОРСКОГО РАЙОНА ГОРОДА)

Я.А. Лебедева, Р.Э. Дашко

Санкт-Петербургский горный университет, молодой ученый, доктор геолого-минералогических наук, regda2002@mail.ru

Аннотация: в статье рассматривается необходимость комплексного подхода к оценке инженерно-геологических и геоэкологических условий многокомпонентного подземного пространства Санкт-Петербурга с учетом длительного и многофакторного техногенного воздействия, который практически отсутствует в действующей нормативной базе. Предложены новые критерии типизации инженерно-геологических условий территории для строительства наземных сооружений, применение которых выполнено для территории Приморского района Санкт-Петербурга. Выделены участки по степени благоприятности инженерно-геологических условий для строительства зданий и сооружений различного типа.

Ключевые слова: подземное пространство, погребенные долины, природные и техногенные факторы контаминации, инженерно-геологические процессы, типизация территории.

ENGINEERING GEOLOGY AND GEOECOLOGY OF SAINT-PETERSBURG UNDERGROUND SPACE: IMPROVING SAFETY OF ITS DEVELOPMENT AND USE (THE CASE OF PRIMORSKIY DISTRICT)

Ya.A. Lebedeva, R.E. Dashko

Saint Petersburg Mining University, Young Researcher, Doctor of Geology and Mineralogy, regda2002@mail.ru

Abstract: The paper considers the necessity of treating integrally engineering-geological and geoecological conditions of multicomponent underground space of Saint-Petersburg with due account of long-term, multivariable technological impact, which is missing from the operative regulatory system. There are proposed some new criteria of typifying territories of above-ground development by their engineering-geological conditions. These criteria have been applied for the Primorskiy district of Saint-Petersburg. There are specified as well areas by suitability of their engineering-geological conditions for the purpose of various buildings and facilities construction.

Keywords: underground space, buried valleys, natural and technogenic factors of contamination, engineering-geological processes, territory typification.

На современном этапе освоения и использования территории Санкт-Петербурга, основное внимание уделяют новым малоэтажным районам, расположенным в северной и южной частях города, таким как Приморский район. В настоящее время в Приморском районе активно ведется строительство многоэтажных и высотных зданий (Лахта-Центр) в условиях освоения его подземного пространства, развивается сеть метрополитена, осуществляется проходка канализационных коллекторов со средней глубиной заложения.

Возведение гражданских и промышленных зданий, а также уникальных наземных и подземных сооружений требует нетрадиционного подхода к оценке инженерно-геологической и геоэкологической обстановок подземной среды Санкт-Петербурга, которые характеризуются как весьма сложные, что определяется наличием в верхней части разреза мощной толщи четвертичных грунтов, содержащих природную и техногенную органику, водоносных горизонтов с различными гидродинамическим и гидрохимическим режимами, трещиноватостью дочетвертичных глинистых разностей, служащих основанием или средой для сооружений различного назначения, а также активной генерацией биохимических газов различной степени растворимости. Образование и накопление малорастворимых газов (CH_4 , N_2 , H_2) при невозможности их диссипации способствует трансформации напряженно-деформированного состояния грунтовой толщи, в то время как наличие хорошо растворимых газов (CO_2 , H_2S) повышает агрессивность среды и отрицательно действуют на конструкционные материалы сооружений в подземной среде.

Кроме того, при освоении и использовании подземного пространства мегаполиса принципиальное значение имеет оценка его геоэкологического состояния в зависимости от интенсивности контаминации подземной среды, в том числе и в историческом аспекте.

Известно, что территория Приморского района еще до начала строительства города, была занята болотными массивами, влияние которых прослеживается на глубину до 40 м и отражается на составе, состоянии и физико-механических свойствах грунтов и химизме подземных вод, за счет их обогащения разнообразной микрофлорой и органическими соединениями биогенного и абиогенного генезиса. Сорбция клеток микроорганизмов, продуктов их метаболизма, а также органических коллоидов переводит водонасыщенные пески различного гранулометрического состава в состояние пльвунов, а глинистые разности - в квазипластичные среды [1].

Негативное техногенное воздействие на экологическое состояние подземного пространства, в первую очередь на химический состав грунтовых вод, оказывают: утечки из канализационной сети, жидкая свалок

хозяйственно-бытовых отходов, зоны засыпанных водоемов и водотоков, ликвидированные кладбища (таблица) [2].

Следует отметить, что в качестве основания в разрезе подземного пространства Санкт-Петербурга нормативные документы также рекомендуют использовать верхние моренные разности осташковского горизонта, несущая способность которых значительно снижается при их интенсивной контаминации за счет редукции цементирующего трехвалентного железа в условиях восстановительной обстановки ($Eh < 0$ mV). Эксплуатация зданий и сооружений на свайных фундаментах, устроенных на таких моренных разностях показывает их длительную и неравномерную осадку, в результате которой сооружения переходят в аварийное и предаварийное состояние. Таким образом, моренные отложения восстановительной зоны не могут рассматриваться как надежное основание для наземного строительства либо несущий слой для свайных фундаментов.

Таблица

Содержание основных компонентов в грунтовых водах различных зон Приморского района (данные ООО «СУ №299», 2000-2006 гг.)

Элементы анализа	I				II	III	IV
Ca ²⁺ , мг/дм ³	12,0	10,0	4,0	18,0	32,0	34,0	240,0
Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	66,0	34,5	45,9	59,3	173,0	199,5	410,2
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	80,2	18,1	38,3	52,7	212,3	239,1	672,4
Cl ⁻ , мг/дм ³	14,2	21,3	28,4	28,4	14,2	56,7	326,2
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	109,8	128,1	79,3	189,1	231,8	536,8	646,6
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	1,12	5,77	7,46	1,12	8,73	8,73	12,80
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	2,1	3,45	37,0	1,33	54,0	25,9	10,92
Минерализация, мг/дм ³	248,0	184,0	176,0	264,0	1196,0	1002,0	3694,0
Общая жесткость, °Ж	1,0	1,1	0,9	2,3	1,9	5,0	15,2
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³	9,70	32,0	38,0	7,2	121,21	38,4	412,0
CO ₂ агрес, мг/дм ³	0,0	11,0	33,0	15,4	0,0	4,4	22,0
pH	6,52	5,77	5,30	6,34	8,62	6,65	6,63

Примечание: I - лесопарковая зона; II - неосвоенная территория вблизи свалки; III - строительная площадка; IV – промзона.

В связи с этим, сотрудниками кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Санкт-Петербургского горного университета была разработана инженерно-геологическая типизация подземного пространства на примере Приморского района Санкт-Петербурга с учетом его интенсивного техногенеза с целью повышения безопасности строительства наземных зданий. В основу разработанной типизации положены следующие принципиальные положения: 1) глубина залегания кровли верхнекотлинских глин как наиболее устойчивых разностей к нагрузкам и другим техногенным воздействиям; 2) моренные отложения восстановительной среды исключаются из рассмотрения в качестве основания для объектов наземного строительства; 3) интенсивность техногенеза компонентов подземного пространства. Согласно разработанной типизации около 45 % от общей площади района составляют территории с относительно благоприятными условиями для наземного строительства, 35 % территории характеризуется менее благоприятными условиями, остальная часть - неблагоприятными. Разработанная типизация для наземного строительства позволит обеспечить длительную и безаварийную эксплуатацию различных строительных объектов и снизить экономические затраты на проведение инженерно-геологических исследований.

Литература

1. Дашко Р.Э., Власов Д.Ю., Шидловская А.В. *Геотехника и подземная микробиота: Институт «ПИ» Геореконструкция» - СПб, 2014 г., 280 с.*
2. Дашко Р.Э., Карпова Я.А. *Совершенствование подходов к оценке гидрогеологических исследований в составе инженерных изысканий на территориях мегаполисов (на примере Санкт-Петербурга). Москва, Геоэкология, №2, 2016 г., С. 179-191.*

АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ДОМА

К.С. Лезина, Ю.А. Кузнецова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, студент 4 курса, ino4ka0@yandex.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: при строительстве высотных зданий с развитой подземной частью основной задачей является оценка строительных свойств оснований на весь срок службы сооружения. Приведена оценка возможности использования слабых водонасыщенных глинистых грунтов для использования их в качестве оснований и прогноз изменения их физико-механических характеристик.

Ключевые слова: высотные здания, слабые водонасыщенные грунты.

ANALYSIS OF ENGINEERING GEOLOGICAL CONDITIONS FOR CONSTRUCTION OF HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDING

K.S. Lezina, Ya.A. Kuznetsova

Perm National Research Polytechnic University, 4th year Student, ino4ka0@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader O.A. Makovetskiy

Abstract: In the construction of high-rise buildings with a developed underground part of the main task is the evaluation of building properties, foundations for the entire life of the structure. Evaluate the possibility of using soft water-saturated clayey soils for use as grounds and the forecast of change of their physical-mechanical characteristics.

Keywords: high-rise buildings, weak water-saturated soils.

В современной ситуации развития подземного пространства городов основной задачей является оценка двух тенденций: повышение этажности строительства и ухудшение строительных свойств оснований. Для обеспечения безопасности зданий и сооружений необходимо достоверное прогнозирование возможных осадок [1].

В связи с этим надежность строительной мегасистемы может быть обеспечена путем реализации геотехнического комплекса работ, в который входит: геотехнический прогноз возможных деформаций зданий в процессе ведения строительных работ и в период дальнейшей эксплуатации; моделирование наиболее опасных ситуаций на стадии проектирования; геотехническое обоснование использования различных технологий устройства оснований и фундаментов, подземных и заглубленных сооружений.

Слабые водонасыщенные грунты – геологическая составляющая системы. Принято считать, что естественный режим грунтовых вод, как правило, носит устойчивый, долговременный характер и определяется космогенными, климатическими и эндогенными факторами, а распространение грунтовых вод в плане на территориях, соизмеримых с размерами техногенных сооружений, относительно равномерное.

В процессе подтопления городской территории можно выделить два этапа: локальное подтопление и зональное подтопление [2]. Распространение фильтрующих вод из различных источников в начальный период локально и имеет куполообразный вид, затем выходит за пределы геодинамических зон с образованием ореолов подтопления на больших территориях. Это привело к значительному, а главное неравномерному снижению прочностных и деформационных характеристик: модуля деформации грунта на 35...40%, удельного сцепления на 40...60% (табл.) [2].

Таблица

Изменение характеристик грунтов				
Подтопление	γ , (кН/м ³)	c , (кПа)	φ , (°)	E , МПа
Вне зоны	19,1...19,3	26...28	19...21	8...10
Зональное	18,3...18,6	14...16	13...15	5...6
Локальное	17,1...14	3...6	5...9	3...5

В этом случае основанием большинства зданий и сооружений становятся слабые водонасыщенные глинистые грунты. По классификации М.Ю. Абелева [3] к ним относятся сильносжимаемые грунты, которые при обычных скоростях приложения нагрузки на основание теряют свою прочность, вследствие чего уменьшается их сопротивление сдвигу и возрастает сжимаемость. Выделенные в отдельную группу слабые грунты обладают следующими характеристиками: модуль деформации $E \leq 7$ МПа; степень водонасыщения $S_r \geq 0,8$ д.ед; угол внутреннего трения $\varphi = 4-10^\circ$; удельное сцепление $c = 0,006-0,0025$ МПа.

Анализ деформаций сооружений, расположенных на рассматриваемых грунтах, показал, что их характеризуют три основные особенности, специфичные для всей группы слабых грунтов, которые необходимо учитывать при проектировании сооружений [2]: высокая сжимаемость грунтов, приводящая к очень большим осадкам сооружений расположенных на них, и как следствие – деформациям и авариям сооружений; малая прочность, природное поровое давление на 20-30% снижает значение прочностных характеристик слабых глинистых оснований; большая длительность осадок, достигающая иногда нескольких десятилетий.

А.А. Бартоломей [4] показывает, что значительное влияние на деформируемость слабых водонасыщенных грунтов оказывает скорость приложения давления. Чем с меньшей скоростью идет нагружение, тем быстрее частицы грунта успевают среагировать в ответ на внешнее воздействие – происходит перестройка структуры грунта с разрывом старых и образованием новых структурных связей, идет закрытие существующих микротрещин, в активной зоне наблюдается уменьшение пористости грунта. В слабых водонасыщенных грунтах реологические процессы накладываются на процесс фильтрационной консолидации, но не заканчиваются вместе с ней, а продолжают длительное время и после окончания фильтрационного уплотнения.

В большинстве случаев слабые водонасыщенные глинистые грунты нельзя использовать в качестве оснований, без проведения предварительных мероприятий, к которым относятся устройство песчаных подушек; песчаных и известковых свай; вертикальных дренажей.

Литература

1. Бартоломей А.А., Маковецкий О.А. Оценка надежности системы «основание-фундамент-здание» // Сбор. науч. тр. VIII Всероссийского съезда по теоретической и прикладной механике, Екатеринбург: Уро РАН, 2001.

2. Bartolomey A. *Geotechnical trends in urban terrains evolution/Bartolomey A., Makovetsky O., Ponomaryov A., Ofrikhter V. // Geotechnical problems with man-made and man influenced grounds / XIII-th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Prague, 2003.*

3. Абелев М.Ю. *Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах / М.Ю. Абелев. – М.: Стройиздат, 1983. – 248 с.*

4. Бартоломей А.А., Омельчак И.М., Юшков Б.С. *Прогноз осадок свайных фундаментов / Под ред. А.А. Бартоломея. – М.: Стройиздат, 1994. – 384 с.*

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ГЛУБОКОВОДНЫХ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ РУДНОЙ ПРОВИНЦИИ КЛАРИОН-КЛИППЕРТОН

Г.А. Лохматиков

Санкт-Петербургский горный университет, студент 3 курса, kriptofoan@gmail.com

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Судариков С.М.

Аннотация: в работе дана характеристика инженерно-геологических условий разработки глубоководных железомарганцевых конкреций рудной провинции Клариион-Клиппертон, выделены главные инженерно-геологические особенности и установлены основные факторы, определяющие пространственную изменчивость и неоднородность донной поверхности рудной провинции.

Ключевые слова: рудная провинция Клариион-Клиппертон, донные отложения, железомарганцевые конкреции, опасные геологические процессы.

ENGINEERING GEOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF DEEP SEA FERROMANGANESE NODULES OF THE CLARION-CLIPPERTON ORE PROVINCE

G.A. Lokhmatikov

St.Petersburg Mining University, 3^d year Student, kriptofoan@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, S.M. Sudarikov.

Abstract: In the work was made the characteristic of engineering-geological conditions of the development of deep-sea ferromanganese nodules of the Clarion-Clipperton ore province, the main engineering-geological features identified and established the basic factors determining the spatial variability and heterogeneity of the bottom surface of the ore province.

Keywords: ore province of Clarion-Clipperton, seabed formations, ferromanganese nodules, dangerous geological processes.

В настоящее время максимальный экономический интерес как источник ряда цветных металлов представляют железомарганцевые конкреции рудной провинции Клариион-Клиппертон, расположенной в северной приэкваториальной части Северо-Восточной котловины Тихого океана. В 2001 году Международным органом по морскому дну при ООН и контракторами из различных стран, в том числе России и Совместной организации «Интерокеанметалл», куда входит в том числе и Россия, на 15 лет были подписаны, а в 2016 году продлены ещё на 5 лет, контракты на проведение разведочных работ, в пределах выделенных разведочных районов площадью 75 тыс км². Размеры оруденения разведочного района России составляют 42,6 тыс км² со средней плотностью залегания железомарганцевых конкреций на поверхности дна равной 14,7 кг/м². Прогнозные ресурсы этого месторождения-гиганта: крупного по Cu и Ni и уникального по Co и Mn составляют 600 млн т [1].

Рудная провинция имеет восток-северо-восточное простирание и характеризуется наклонно-ступенчатым погружением в западном направлении с увеличением глубины океана от 3800-4300 м в восточной части до 4700-5300 м – в центральной [1,2]. Рельеф дна разведочных районов можно охарактеризовать, как холмисто-грядовый, гряды ориентированы преимущественно субмеридионально. Кроме того, на поверхности дна наблюдаются вулканические постройки [1,3]. Залежи железомарганцевых конкреций приурочены к субгоризонтальным участкам дна (уклон не превышает 6°) на вершинах гряд и в днищах межгрядовых впадин.

По итогам исследований донных образований разведочных районов, было выделено 4 инженерно-геологических комплекса донных грунтов. Диапазоны значений основных показателей физико-механических свойств донных осадков представлены в таблице. Номенклатура грунтов приведена согласно «Общей инженерно-геологической классификации донных грунтов океанского дна» [2].

Таблица
Физико-механические свойства донных грунтов по результатам определений в
судовых лабораториях [2]

Инженерно-геологические комплексы и горизонты (слои)	Влажность, %	Плотность грунта, г/см ³	Сопротивление вращательному срезу, кПа	Удельное сопротивление пенетрации, кПа
I ₁ . Глинистые и кремнисто-глинистые осадки (геохимически-активный слой)	274 – 384 (37)	1,14 – 1,22 (37)	0,7 – 2,6 (12)	1,6 – 9,1 (4)
I ₂ . Глинистые и кремнисто-глинистые осадки	182 – 292 (1301)	1,20 – 1,30 (1301)	1,8 – 17,4 (857)	3,5 – 77,9 (852)
Карбонатно-глинистые осадки (CaCO ₃ 10–50 %)	169 – 334 (26)	1,19 – 1,33 (26)	1,5 – 5,1 (20)	1,6 – 26,3 (26)
Глинисто-карбонатные осадки (CaCO ₃ > 50 %)	77 – 209 (26)	1,28 – 1,58 (26)	2,2 – 12,8 (22)	2,5 – 47,0 (26)
П ₁ . Цеолитсодержащие глины	131 – 240 (79)	1,26 – 1,39 (79)	6,5 – 23,1 (54)	11,8 – 80,0 (52)
П ₂ . «Радиоляриевые» глины	261 – 591 (38)	1,12 – 1,22 (38)	4,5 – 30,7 (41)	10,3 – 194,4 (62)
III. Карбонатные и карбонатно-глинистые отложения	68 – 202 (34)	1,27 – 1,63 (34)	–	132,8 – 923,1 (28)

Пояснение: в скобках дано количество определений.

Первый (покровный) инженерно-геологический комплекс слагают слабые и мягкие (от жидкотекучих до мягкопластичных) преимущественно глинистые и кремнисто-глинистые донные отложения голоцен – среднемиоценового возраста. Его мощность может достигать 35 м. Осадки этого инженерно-геологического комплекса покрывают более 80 % всей площади дна провинции, за исключением крутых склонов и участков развития донной эрозии. Необходимо отдельно описать слагающие комплекс геохимически-активный слой (слой I₁) и подстилающую его толщу отложений (горизонт I₂) [1,2]. Мощность геохимически-активного слоя не превышает 15 см. Его особенность – включение железомарганцевых конкреций, содержание которых может достигать 50-60 % по массе. Диаметр конкреций изменяется в пределах от 1 до 18 см и более, а их предел прочности на одноосное сжатие 0,3 – 3,4 МПа [1]. Для глинисто-кремнистых осадков второго горизонта характерна латеральная изменчивость показателей физико-механических свойств: с увеличением содержания аморфного кремнезема, плотность грунта и сопротивление вращательному срезу уменьшаются [4].

Второй инженерно-геологический комплекс составляют мягкие (от текучепластичных до тугопластичных) глинистые отложения раннемиоценового возраста, мощность которых в понижениях рельефа может достигать 45 м [2].

Третий инженерно-геологический комплекс слагают мягкие (полутвердые) карбонатные, глинисто-карбонатные и карбонатно-глинистые отложения раннемиоценового – олигоценного возраста, мощность которых достигает 80 м. [1].

Четвертый инженерно-геологический комплекс представлен твердыми скальными базальтами осадочного чехла и фундамента голоцен – эоценового возраста [2].

Значительный ущерб при разработке железомарганцевых конкреций могут нанести проявления гравитационных и эрозионных процессов. Развитие гравитационных процессов (обвалов, осыпей), приурочено к выходам на поверхность дна прочных дочетвертичных образований и магматических пород и проявляется в формировании у подножия крутых склонов каменных развалов. В условиях тектонической активности провинции следует ожидать новых проявлений гравитационных процессов в будущем. Интенсивность эрозионных процессов определяется уровнем гидродинамической активности придонных вод и отражается в формировании в пределах рудных залежей неглубоких линейных врезов с пологими бортами [2].

На данный момент времени в ходе разведочных работ в пределах рудной провинции железомарганцевых конкреций Клариион-Клиппертон собран значительный массив данных об инженерно-геологических условиях разработки конкреций, основные особенности которой в обобщенном виде приведены ниже. Рудные залежи приурочены к слабонаклонным поверхностям на вершинах гряд и в днищах межгрядовых впадин. Конкреции – это твердые полускальные образования, залегающие в полупогруженном состоянии в осадках геохимически-активного слоя. Отложения, вмещающие и подстилающие конкреции – слабые и мягкие глинистые и кремнисто-глинистые образования с низкой несущей способностью. Факторы, осложняющие разработку конкреций и увеличивающие степень инженерно-геологической неоднородности – это выходы на донную поверхность прочных дочетвертичных образований и магматических пород. Участки развития опасных геологических процессов – гравитационных и эрозионных руслового типа также должны картироваться и оконтуриваться при проектировании добычных работ.

Литература

1. Кондратенко А.В. Физико-механические свойства донных образований, определяющие особенности разработки глубоководных месторождений железомарганцевых конкреций// Горный журнал, 2012, № 3. С. 37 – 41.
2. Неизвестнов Я.В., Кондратенко А.В., Козлов С.А. и др. Инженерная геология рудной провинции Клариион-Клиппертон в Тихом океане: сб. тр. ВНИИОкеангеология. Т. 197. — СПб. : Наука, 2004. — 281 с.

3. Кругляков В.В. Геоморфология и современные геологические процессы в рудной провинции Кларифон-Клиппертон (Тихий океан)// Морские инженерно-геологические исследования. — СПб. : ВНИИОкеангеология, 2003. С. 47–72.
4. Dreiseitl I., Kondratenko A.V. Geotechnical research in the exploration area of Interoceanmetal Joint Organization. // MINERALS OF THE OCEAN-6 & DEEP-SEA MINERALS AND MINING-3 Joint International Conference Abstracts — СПб.: ВНИИОкеангеология, 2012. С. 67 – 71.

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ОСАДОК ОСНОВАНИЯ СЛОЖЕННОГО СЛАБЫМИ ВОДОНАСЫЩЕННЫМИ ГРУНТАМИ

Е.А. Лузгина, Е.О. Богданова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, магистрант 1 года обучения, luzginaevgenija@rambler.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: проведена оценка инженерно-геологических условий площадки строительства и выполнен геодезический мониторинг развития осадок высотного здания. Анализ результатов геодезических наблюдением за развитием осадок показал необходимость проведения мероприятий по стабилизации осадок основания, сложенного слабыми водонасыщенными глинистыми грунтами.

Ключевые слова: геотехнический мониторинг, слабые водонасыщенные глинистые грунты.

STABILIZATION SEDIMENT NERAVNOMERNYKH HIGH-RISE BUILDINGS ON WEAK SOILS

E.A. Luzgina, E.O. Bogdanova

Perm National Research Polytechnic University, 1st year Master's Degree Student, luzginaevgenija@rambler.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader O.A. Makovetskiy.

Abstract: The evaluation of engineering-geological conditions of the construction site and made geodetic monitoring of the development residue of a tall building. Analysis of the results of geodetic monitoring of sediment showed the need for measures to stabilize subsidence, composed of soft water-saturated clay soils.

Keywords: geotechnical monitoring, soft water-saturated clay soils.

При строительстве высотных зданий основной задачей проектирования подземных частей является обеспечение развития в допустимых пределах осадок и кренов. В сложных инженерно-геологических условиях это бывает практически невозможно осуществить без проведения дополнительных мероприятий по устройству искусственно улучшенных основаниях [1,2,3].

Рассмотрим результаты проведенного геотехнического мониторинга 20 – этажного жилого здания. Фундамент – монолитная железобетонная плита толщиной 0,9 м, абсолютная отметка подошвы – 153,70 м.

В геоморфологическом отношении площадка расположена в пределах IV левобережной надпойменной террасы р. Камы, осложненной долиной реки Данилиха. Южная часть проектируемого сооружения располагается в пределах долины реки Данилиха, что подтверждается перепадом высот кровли коренных отложений. Центральная и северная части – к IV террасе р. Камы.

В геологическом строении площадки принимают участие аллювиально-делювиальные отложения четвертичной системы, перекрытые с поверхности насыпными грунтами. В подошве четвертичных отложений залегают коренные грунты пермской системы, которые имеют резкое падение кровли в юго-западном направлении (от оси здания 6 – к оси 1) (рис. 1).

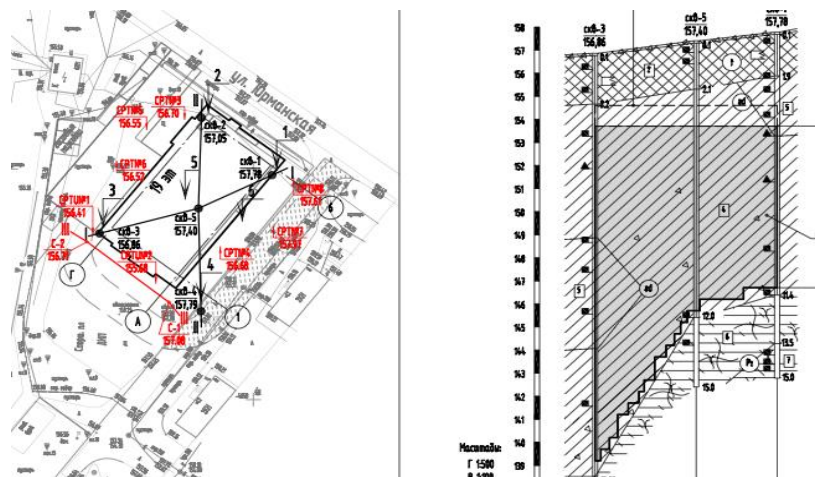


Рис. 1. Инженерно-геологические условия площадки

Аллювиально-делювиальные четвертичные отложения (adQ_{III}) мощностью от 6,8 м (по оси 6) до 16,1 м (по оси 1). Суглинки, в юго-западной части площадки (вдоль оси 1), классифицированы как тугопластичные редко полутвердые, в интервале отметок: 154,08-149,91 м (непосредственно в основании фундамента) - текуче и мягкопластичные мощностью 2,8 м; в интервале 146,88...144,98 м - мягкопластичные мощностью 1,9 м. Модуль общих деформаций находится в диапазоне 4,0...7,0 МПа. Пермские отложения (P_{1sh}) вскрытой мощностью до 4,0 м. Представлены аргиллитами сильновыветрелыми, сильнотрещиноватыми, местами выветрелыми до состояния щебня и суглинка полутвердого. Отметки кровли в северо-восточной части площадки (у оси 6) - 146,35...148,05 м, на юго-западе (у оси 1) - 138,51 м. Местами встречены прослои песчаники очень низкой прочности, с прослоями аргиллита вскрытой мощностью 1,5 м. Модуль общих деформаций находится в диапазоне 10,0...20,0 МПа.

Подземные воды встречаются в кровле пермских отложений. В периоды снеготаяния и затяжных дождей на границе насыпных и аллювиально-делювиальных грунтов возможно образование горизонта грунтовых вод типа «верховодка».

Здание строилось на естественном основании, с природными физико-механическими характеристиками грунтов. Здание испытало неравномерные деформации с общей тенденцией развития крена и увеличения осадок здания от марки №1 к марке №4.

Абсолютная осадка на период наблюдений составляла 80...250 мм при допустимой величине 100 мм, относительная разность осадок 0,0026...0,0044 при допустимой величине 0,002. Анализ развития осадок основания в строительный период показал их нелинейный рост по сравнению с возрастанием давления на основание. Основной рост нелинейности начался на сроке нагружения 5 месяцев, при нагрузке на основание 150 КПа. Такой характер развития осадок может быть связан с развитием процесса ползучести в слое текучепластичных суглинков. При этом скорости нарастания осадок пропорциональны мощности слабых грунтов, максимальные скорости были достигнуты у оси 1. При развитии крена здания происходит перераспределение давления под фундаментной плитой, с увеличением их в зоне максимальных осадок, и без внешних воздействий ползучесть может стать прогрессирующей.

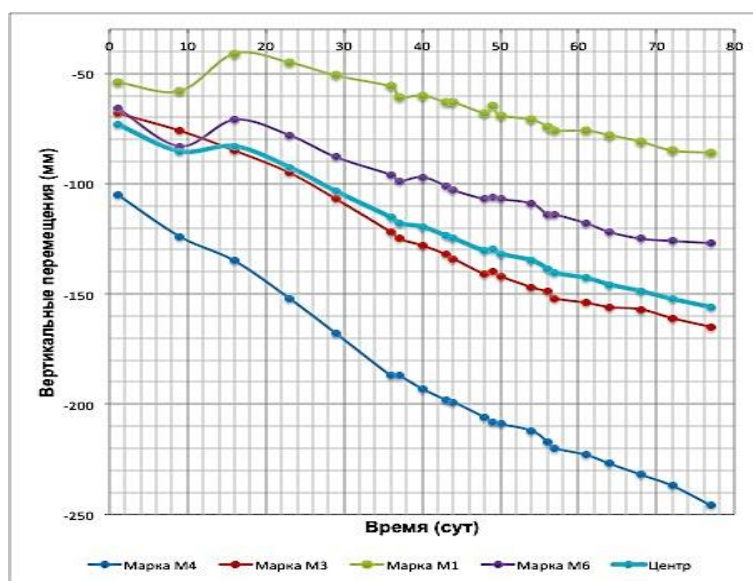


Рис. 2. График развития осадок здания в период мониторинга

Для оценки развития геотехнической ситуации работы по возведению здания были приостановлены и в течение 80 суток были проведены геодезические наблюдения за развитием осадок при постоянной величине действующих нагрузок. Графики развития осадок геодезических марок показаны на рис. 2. Постоянная скорость развития осадок в этот период (18...20 мм/неделю) говорит об установившейся ползучести. Прогноз развития деформаций ползучести по зависимости показал недопустимые величины для данного здания, для обеспечения его безопасной эксплуатации требуется разработка комплекса стабилизирующих мероприятий.

Литература

1. Абелев М.Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах.- М.: Стройиздат,1983.-248 с.
2. Маковецкий О.А., Зуев С.С., Хусаинов И.И. Обоснование применения искусственного основания структурный геомассив// Жилищное строительство.2016,№9. – С. 23-23
3. Маковецкий О.А., Хусаинов И.И., Зуев С.С., Тимофеев М.А. Обеспечение геотехнической безопасности строящегося здания// Жилищное строительство.2014, №9.- С. 34-37

РАСЧЕТ СРЕДНИХ ДИАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ КАРСТОВЫХ ФОРМ ТЕРРИТОРИИ С. УСТЬ-КИШЕРТЬ ПЕРМСКОГО КРАЯ

М.С. Лунегова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант, 1 года обучения,
Lmari94@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Ковалева Т.Г.

Аннотация: в данной статье рассмотрена такая карстовая деформация как провал, его механизм и условия образования. Приведены схемы для расчетов средних диаметров карстовых форм, а также построены карты по этим диаметрам. Проведен сравнительный анализ полученных данных и определена зависимость величины диаметра провала от состава и мощности перекрывающих отложений.

Ключевые слова: карст, карстовый провал, средний диаметр провала.

CALCULATION OF THE MEAN DIAMETERS OF THE SURFACE KARST FORMS IN THE UST-KISHERT TERRITORY OF PERM KRAI

M.S. Lunegova

Perm State University, 1st year Master's Degree Student, Lmari94@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader T.G. Kovaleva

Abstract: The mechanism and conditions of karst deformations are considered in this article. Schemes for calculations of average karst form diameters and maps were created. A comparative analysis was carried out. As result of this analysis the dependence of sinkhole diameter, overlying rock composition and thickness was discovered.

Keywords: karst, karst sinkhole, average diameter of sinkhole.

Территория с. Усть-Кишерть расположена на юго-востоке Пермского края и является одним из районов активного развития карстовых процессов, что создает ряд проблем для нормальной жизнедеятельности населения. Данный участок входит в Кишертьский район преимущественно карбонатно-сульфатного и сульфатного карста. Здесь идет интенсивное карстообразование, что связано с широким распространением карбонатно-сульфатных и сульфатных пород иренского горизонта кунгурского яруса приуральского отдела пермской системы (P_{Iir}).

Последствия карстовых процессов, в ряде случаев, принимают угрожающий характер и наносят значительный экологический и экономический ущерб. Поэтому для рационального и безопасного освоения и использования территории необходим учет и оценка карстоопасности.

Необходимым условием образования провала является наличие на некоторой глубине полости. При этом диаметр провалов в значительной степени определяется размером и формой карстовых полостей [2]. Размер карстовых провалов в плане является основным параметром при расчете и проектировании фундаментов. Для большинства зданий именно этот размер в наибольшей степени определяет объем и стоимость конструктивной защиты.

Согласно СП 11-105-97 [1] оценка карстоопасности и устойчивости территории осуществляется по количественным показателям поверхностных карстовых проявлений. Количественная оценка карстоопасности определяется по провалам и их распределению в пространстве. При этом учитывается такой показатель как средний диаметр карстовых провалов. В нормативных документах нет четкой методики относительно определения среднего диаметра карстового провала. Зачастую мониторинг карстовых процессов не ведется, а оценка приводится по существующим поверхностным карстовым формам, возраст которых может быть различен, а со временем, как известно, размер воронок увеличивается в следствие осыпания и выполаживания стенок. Таким образом, оценка карстоопасности по средним диаметрам существующих карстовых форм может давать завышенные результаты и, как следствие, удорожание строительства объектов.

Учеными были предложены расчетные схемы определения возможных размеров поверхностных карстовых деформаций, основанных на геологическом строении карстового массива и физико-механических свойствах перекрывающих отложений. Для расчета среднего диаметра карстовых провалов наиболее часто используются две схемы расчета: Г.М. Троицкого [3] и В.П. Хоменко [4].

Методика Г.М. Троицкого позволяет получить данные как по первоначальным параметрам провалов в основании сооружения (d_0 и S_{obs} – видимая глубина провала), так и по предельным их размерам, формирующимся под действием нагрузок от сооружений.

Методика В.П. Хоменко применима для теоретического описания процесса образования карстово-обвальных провалов «простого» типа, формирующихся в условиях покрытого карста. Образование такого провала становится невозможным, если диаметр карстового провала d_1 превышает критическую ширину карстовой полости d_0 . В этом случае обрушение покрывающих толщ ограничится их внутренним вывалом [4].

Расчет диаметров провалов по схемам Г.М. Троицкого и В.П. Хоменко были выполнены по данным 100 карстологических скважин, пробуренных в с. Усть-Кишерть. На основе получившихся расчетов были

построены карты расчетных диаметров карстовых провалов по различным схемам, а также проведен сравнительный анализ полученных исследований (табл.).

Таблица
Зависимость расчетного диаметра карстовых провалов от состава и мощности перекрывающих отложений

Положение провальных воронок	Диаметр карстовых провалов, м		Состав перекрывающих отложений	Мощность перекрывающих отложений, м	Количество провальных воронок, шт - %
	1*	2*			
Северо-западная часть территории	3-10	3-10	глина	10-20	15-12,4
Центральная часть территории	20-50	3-20	суглинок с прослоями глин	20-35	39-32,2
Северо-восточная часть территории	3-10	3-10	суглинок	5-20	47-38,8
Южная часть территории	3-10	10-20	суглинок	10-25	20-16,5

*Примечание. Пункты 1, 2 соответствуют схемам по существующим поверхностным карстовым формам, Г.М. Троицкого, В.П. Хоменко.

Большинство существующих поверхностных карстовых форм (47 шт., 38,8 %) расположены в северо-восточной части территории с мощностями четвертичных отложений 5-20 м, представленных суглинком, средний фактический диаметр их составляет 18-20 м, а расчетный диаметр провалов колеблется от 3 до 10 м (по схемам Хоменко и Троицкого).

Наименьшее количество карстовых полостей (15 шт., 12,4 %), расположено на участке, где четвертичные отложения представлены глиной (северо-западная часть территории) – и их мощность составляет 10-20 м, диаметр провалов находится в пределах от 3 до 10 м (по схемам Хоменко и Троицкого), фактический диаметр их составляет 10-20 м. Для южной части территории характерны карстовые формы с диаметрами 10-20 м, данный участок сложен суглинком мощностью 10-25 м. В суглинках с прослоями глин количество воронок составляет 39 шт. (32,2%), они расположены в центральной части с мощностью четвертичных отложений равной 20-35 м, диаметр провальных воронок 20-50 м (по схеме Троицкого). В данном случае при расчетах по схеме Г.М. Троицкого диаметры получаются достаточно большими, близкие по своим значениям к размеру древних воронок, существующих на этом участке. По проведенному анализу можно сделать следующий вывод: чем больше мощность перекрывающей толщи, тем больше расчетный диаметр карстового провала; значения расчетных диаметров, характеризующих размер провала в момент его образования, меньше, чем диаметры существующих поверхностных карстовых форм, при оценке карстоопасности территории в целях нового строительства для определения диаметра карстового провала целесообразно использовать расчетные схемы, дающие более реалистичные значения.

Полученные материалы можно использовать при заложении фундаментов зданий и сооружений на территории с. Усть-Кишерть в комплексе с оценкой влияния других факторов.

Литература

1. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. М.: ПНИИИС. 2001. 101 с.
2. ТСН 11-301-2004. Инженерно-геологические изыскания для строительства на закарстованных территориях Пермской области. Пермь: Администрация. 2004. 122 с.
3. Саваренский И.А. Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста/ПНИИИС Минстроя России - М., 1995. - 166 с.
4. Толмачев В.В., Троицкий Г.М., Хоменко В.П. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий. / М.: СТРОЙИЗДАТ. - 1986.

ВЛИЯНИЕ pH НА ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ МОНТМОРИЛЛОНИТА И КАОЛИНИТА

Ю.О. Мальгина, Т.А. Пешкова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистранты 1 года обучения,
alyson12@yandex.ru

Научные руководители: д.г.-м.н., профессор Середин В.В., к.х.н., доцент Медведева Н.А.

Аннотация: определены значения электрокинетического потенциала монтмориллонитовой и каолиновых глин в различных средах. Изучена зависимость значений оптической плотности и дзета-потенциала от pH раствора. Установлены области агрегативной устойчивости

Ключевые слова: каолинит, монтмориллонит, дзета-потенциал, оптическая плотность, pH среды.

THE INFLUENCE OF PH VALUE ON ZETA POTENTIAL OF CLAY PARTICLES OF MONTMORILLONITE AND KAOLINITE.

Y.O. Malgina, T.A. Peshkova

Perm State University, 1st year Master's Degree Students, alyson12@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Sredin, Candidate of Chemical Sciences, Reader N.A. Medvedeva.

Abstract: The values of electrokinetic potential of kaolinite and montmorillonite clays in a variety of environments are measured. The dependence of values of optical density and Zeta potential on the pH of the preparation.

Keywords: kaolinite, montmorillonite, zeta-potential, oxidation-reduction potential of preparation

Введение. Развитие промышленного производства, приводит к увеличению техногенной нагрузки на природную среду, что оказывает негативное влияние не только здоровье человека [1], но и изменение свойства грунтов, как оснований сооружений. Это вызывает аварийные ситуации на объектах промышленной инфраструктуры [2].

Изучением свойств грунтов, подверженных техногенному воздействию занимались Сергеев Е.М., Трофимов В.Т., Королев В.А [3], Середин В.В., Медведева Н.А., Мальгина Ю.О., Пешкова Т.А [4,5,2] и др. В работе [5] показано, что в водном растворе дзета-потенциал глинистых коллоидов принимает минимальные значения $\zeta = -12.1$ мВ, в масле моторном – максимальные до $\zeta = -2198$ мВ, а в дизельном топливе промежуточные $\zeta = 91.3$ мВ. Изучение дзета-потенциала в глинистых коллоидов в водной среде показало, что дзета-потенциал в каолиновой глине два раза выше, чем в монтмориллонитовой, но не превышает $\zeta = 30$ мВ [4]. При этом в этих смесях наблюдается молекулярное притяжение коллоидов как в монтмориллонитовой, так и в каолиновой глинах, о чем свидетельствуют отрицательные значения сил взаимного притяжения – U_m [6]. Результаты исследований изменения ζ -потенциала в электролитах KCl показали, что с увеличением концентрации KCl до однонормального происходит перезарядка поверхности глинистой частицы [2].

Однако, несмотря на проведенные исследования, вопросы влияния различных по химическому составу растворов на изменение физико-химических свойств грунтов изучены недостаточно полно.

Поэтому **целью** данной работы являлось установление взаимосвязи между электрокинетическим потенциалом глинистых частиц и pH среды.

Задачи исследований:

1. Установить области pH, в которых системы агрегативно устойчивы.
2. Определить природу изменения электрокинетического потенциала в условиях различной кислотности.

Объект исследований: глины монтмориллонитовые и каолиновые (дисперсная фаза). В качестве поровой жидкости использовались буферный раствор с различными pH (дисперсионная среда).

Методика работ. Определение оптической плотности осуществляли с помощью спектрофотометра КФК-ЗКМ. Дзета-потенциал и размеры глинистых частиц измеряли посредством DelsaNano HC.

Результаты и их обсуждение. Оптическая плотность раствора является чувствительной характеристикой, на основании которой можно судить о постоянстве размеров частиц дисперсной фазы (частицы глины) [7]: постоянное или малозначительное изменение оптической плотности свидетельствует об агрегативной устойчивости системы, тогда как **при коагуляции частиц оптическая плотность золя уменьшается**. На рисунке 1 приведены зависимости оптической плотности коллоидных растворов глин от pH раствора.

Из рисунка видно, что pH крайних точек «плато» зависимостей $A=f(pH)$, близки к изоэлектрическому состоянию изучаемых систем (для основных составляющих глинистых пород значения изоэлектрических точек составляют для SiO_2 2.0-3.0 и Al_2O_3 – 9.0-9.5) [8] и определяют интервалы наибольшей агрегативной устойчивости глинистых суспензий. Протяженность «плато», как видно из рис. 1, для каолиновых глин и монтмориллонита находится в диапазоне pH от 6 до 9 (нейтральная и слабощелочная среды). Наблюдающиеся незначительные отклонения от этих значений наиболее вероятно вызваны сложным составом глин и полидисперсностью изучаемых систем.

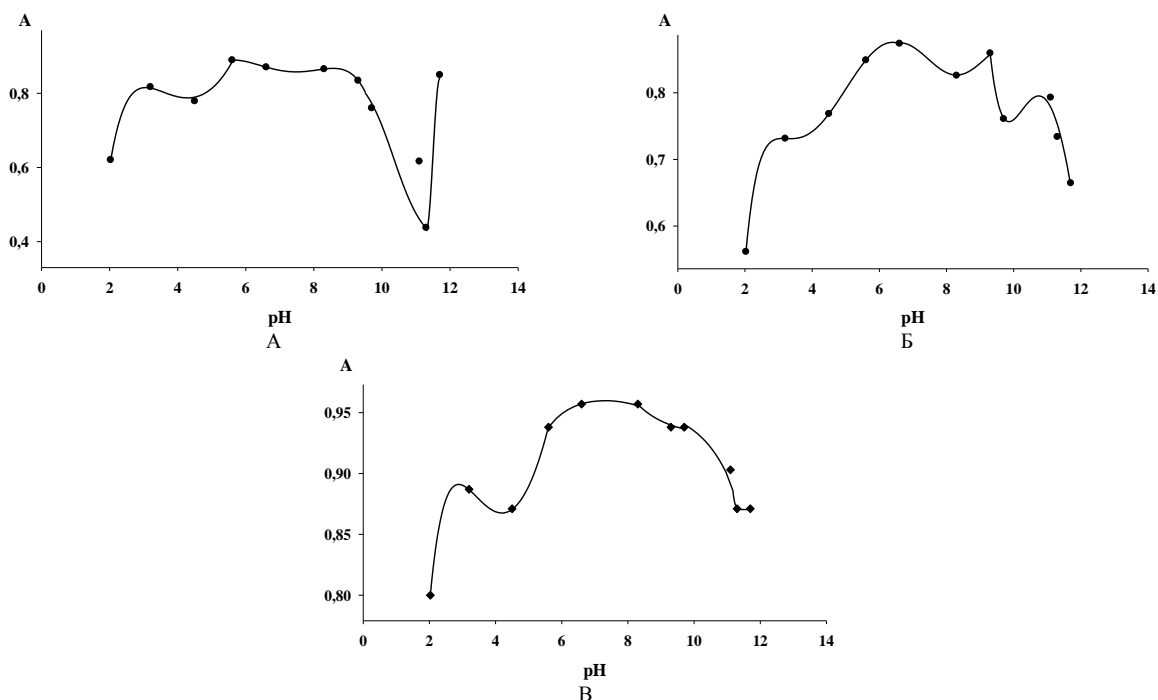


Рис. 1. Изменение оптической плотности от pH глинистой суспензии: а – Лобановский монтмориллонит, б – Александровский каолинит, в – Челябинский каолинит

Во всем исследуемом диапазоне pH электрокинетический потенциал имеет отрицательный знак. При увеличении кислотности раствора pH=6-2 значения дзета-потенциала резко уменьшается (по абсолютному значению). Наблюдаемая тенденция обусловлена тем, что в кислой среде происходит уменьшение заряда поверхности сколов частиц. Это ведет к агрегации коллоидов.

Кислая среда предполагает, что в растворе много ионов H^+ и мало OH^- , при этом ион H^+ более активен, чем OH^- . Поверхность глинистой частицы заряжена отрицательно, поэтому с увеличением кислотности, более активные ионы H^+ нейтрализуют (компенсируют) отрицательный заряд поверхности глинистой частицы, что реализуется в виде понижения дзета-потенциала и как следствие в коагуляции частиц глин.

Определили влияние pH на значения электрокинетического потенциала глинистых частиц в водных суспензиях глин (рис.2).

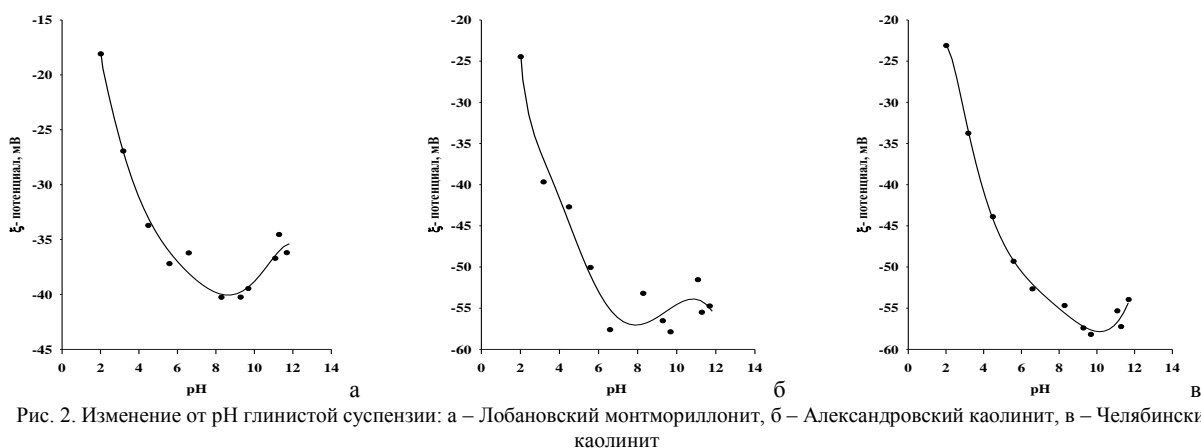


Рис. 2. Изменение от pH глинистой суспензии: а – Лобановский монтмориллонит, б – Александровский каолинит, в – Челябинский каолинит

Изменение величины дзета-потенциала от pH обусловлено повышением способности разрыва химических связей в тетраэдрических и октаэдрических сетках кристаллов глинистых минералов, согласно реакциям $Al - OH + H_2O \rightleftharpoons Al - O^- + H_3O^+$ (в октаэдрических сетках) и $Si - OH + H_2O \rightleftharpoons Si - O^- + H_3O^+$ (в тетраэдрических сетках) при снижении кислотности, в результате чего поверхность частиц заряжается более отрицательно. В слабокислой и слабощелочной средах равновесие реакций разрыва смещается незначительно.

Заключение. Экспериментально установлено, что с уменьшением pH=6÷2 среды дзета-потенциал закономерно увеличивается в каолиновой и монтмориллонитовой глинах.

Литература

1. Пушкарева М.В., Май И.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Вековишина С.А. Экологическая оценка среды обитания и состояние здоровья населения на территориях нефтедобычи Пермского края// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. С. 40-45.
2. Середин В.В., Медведева Н.А., Мальгина Ю.О., Пешкова Т.А. Изучение свойств глинистых пород при разработке соляных месторождений// Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2016. Т. 2. С. 451-454
3. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. Грунтоведение/ Под ред. В. Т. Трофимова. – 6-е изд., переработ. И доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – С. 1024.
4. Мальгина Ю.О., Пешкова Т.А., Питкина С.Н. Изменение дзета-потенциала глинистых частиц в водном растворе// Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. Перм. гос. нац. исслед. ун-та. – Пермь, 2016. – Т.1. с.440-444.
5. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А. Изменение электрокинетического потенциала глинистых коллоидов в водной и углеводородной средах. Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. 2017. №1. С.66-74.
6. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешкова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе// Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
7. Казакова И.Л., Вольхин В.В., Бахирева О.И., Певнева А.В. Влияние условий взаимодействия гидрозолей γ -AlOOH и SiO₂ на фазообразование в продуктах их смешения при термической обработке// Коллоидный журнал. – 2002г. – Том 64. №1. – С.52-55.
8. Дмитриченко Д.А., Ковель А.С. Влияние стабилизаторов на улучшение свойств глинистых грунтов// Молодежь и наука: сборник материалов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014.

МЕХАНИЗМ КОАГУЛЯЦИИ ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ МОНТМОРИЛЛОНИТА И КАОЛИНИТА

Ю.О. Мальгина, Т.А. Пешкова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистранты 1 года обучения, alyson12@yandex.ru

Научные руководители: д.г.-м.н., профессор Середин В.В., к.х.н., доцент Медведева Н.А.

Аннотация: рассчитаны толщины диффузных слоев глинистых частиц в присутствии электролита - хлорида калия (KCl). Рассчитаны значения ионной силы водных суспензий глин Александровского, Челябинского и Лобановского месторождений. Определены значения водородного показателя для водных суспензий глин.

Ключевые слова: каолинит, монтмориллонит, засоление грунтов, ионная сила, pH среды, коагуляция глинистых частиц.

THE MECHANISM OF COAGULATION OF CLAY PARTICLES OF MONTMORILLONITE AND KAOLINITE

Yu.O. Malgina, T.A. Peshkova

Perm State University, 1st year Master's Degree Students, alyson12@yandex.ru

Research Supervisors: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Seredin, Candidate of Chemical Sciences, Reader N.A. Medvedeva.

Abstract: The calculated thickness of the diffuse layers of clay particles in presence of electrolyte - potassium chloride (KCl). The calculated values of ionic strength of aqueous suspensions of clays Aleksandrovsk, Chelyabinsk and Lobanovskoe fields. The values of pH for aqueous suspensions of clays.

Keywords: kaolinite, montmorillonite, salinization of soils, ionic strength, pH, coagulation of clay particles.

Введение. Изменение свойств грунтов во многом зависит от развития промышленного производства [1]. Засоление грунтов нередко приводит к аварийным последствиям эксплуатации зданий и сооружений. Засоленные грунты являются структурно-неустойчивыми, в связи с этим они способны изменять свои структурные свойства под влиянием внешних воздействий [2,3,4,5].

В присутствии электролитов происходит сжатие диффузного слоя ДЭС, что является существенным фактором при установлении механизма коагуляции глинистых частиц, обусловленное нарушением ДЭС и снижением электрокинетического потенциала частиц в суспензиях [4].

Цели и задачи. Целью данной работы было установление механизма коагуляции глинистых частиц различной природы (каолинит и монтмориллонит) в присутствии электролита. Для достижения данной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Вычисление толщины диффузного слоя глинистых частиц в присутствии KCl различной концентрации с учетом ионной силы раствора.

2. Установление порога коагуляции электролита для исследуемых глинистых суспензий.

3. Определение вклада электростатической энергии отталкивания и молекулярного притяжения в суммарную потенциальную энергию взаимодействия двух частиц.

Объект исследований: глины монтмориллонитовые и каолининовые (дисперсная фаза). В качестве дисперсионной среды использовали раствор электролита - KCl в концентрационном диапазоне $1 \cdot 10^{-5}$ М.

Методика работы. Значения толщины диффузного слоя глинистых частиц и ионной силы водных суспензий на основе глин получали расчетным методом. Установление зон коагуляции и точного порога коагуляции проводили с помощью спектрофотометра КФК-3КМ фирмы «Юнико-СИС». Контроль за значениями pH осуществляли на приборе «Анион 4100».

Результаты и их обсуждение. Основной причиной, приводящей к коагуляции частиц, является сжатие диффузного слоя ДЭС под действием электролита [6]. Параметром, характеризующим процесс сжатия, является толщина диффузного слоя. Теоретически величина δ бесконечна, однако на практике применяется некоторая эффективная толщина, которая сопоставима с радиусом ионной атмосферы согласно теории Дебая-Гюккеля [6]. Толщину диффузного слоя рассчитывали, основываясь на положениях данной теории. Значения толщины диффузного слоя ДЭС в присутствии электролита приведены в таблице 1.

Таблица 1

Толщина ДЭС в суспензиях глин в присутствии KCl различной концентрации

C, г-экв/л	1	0.5	0.1	0.05	0.01	0.001
δ , нм	0.304	0.429	0.960	1.357	3.036	9.599

Для вычисления толщины δ в водных суспензиях глин, в отсутствие электролитов, использовали концентрацию ионов водорода, рассчитанную через значение pH суспензий (табл.2).

Таблица 2

Значения ионной силы в водных суспензиях глин в отсутствие электролитов

Глинистый минерал	pH	C [H ⁺], моль/л	Ионная сила, моль/м ³
Александровский каолинит	6.17	6.761×10^{-7}	3.380×10^{-4}
Челябинский каолинит	6.47	3.388×10^{-7}	1.694×10^{-4}
Лобановский монтмориллонит	9.19	6.456×10^{-10}	3.228×10^{-7}

Для установления зон коагуляции и точного порога коагуляции использовали фотоколориметрический метод. В качестве примера представлена зависимость мутности глинистой суспензии Челябинского каолинита от концентрации электролита KCl.

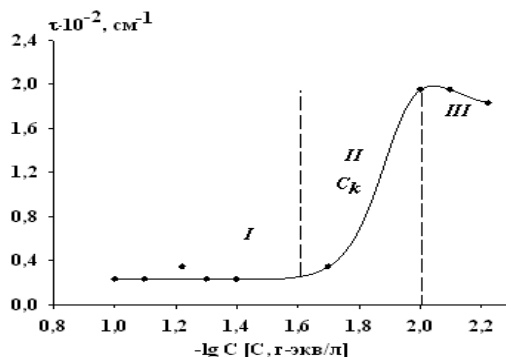


Рис. 1. Зависимость мутности глинистой суспензии Челябинского каолинита от концентрации электролита KCl (Зона I – область скрытой коагуляции; зона II – область медленной коагуляции; зона III – область быстрой коагуляции)

Таблица 3

Толщина ДЭС в водных суспензиях глин в присутствии электролита в пороговых концентрациях

Глинистый минерал	C _к , г-экв/л	δ , нм
Лобановский монтмориллонит	0,04	1,5
Александровский каолинит	0,05	1,4
Челябинский каолинит	0,02	2,2

Из таблицы 3 видно, что величина δ зависит от минерального состава и структуры глин. При увеличении концентрации электролита диффузный слой сжимается. И чем выше концентрация электролита, тем ощутимее сжатие.

Устойчивость дисперсных систем определяется балансом энергии притяжения и энергии отталкивания частиц. Энергия притяжения обусловлена межмолекулярными силами, главным образом силами Ван-дер-Ваальса. В первом приближении эта энергия обратно пропорциональна квадрату расстояния между частицами. Согласно теории ДЛФО, которая учитывает только электростатическую составляющую расклинивающего давления (давления отталкивания), энергия отталкивания убывает с расстоянием по экспоненциальному закону [7,8]. Зная размер частиц и значение электрокинетического потенциала для каждой суспензий, рассчитали суммарную энергию взаимодействия между двумя частицами одинакового размера. Результаты

расчетов представлены в виде потенциальных кривых зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц от толщины прослойки h , т.е. от расстояния между поверхностями двух частиц. При этом значения h заданы произвольно в пределе $h_0 < h < r$ (при $h > r$ возникает эффект электромагнитного запаздывания).

Потенциальные кривые в начальном состоянии системы характеризуются наличием высокого барьера на пути сближения частиц, который препятствует агрегации и обеспечивает устойчивость системы в водных суспензиях (рис. 2).

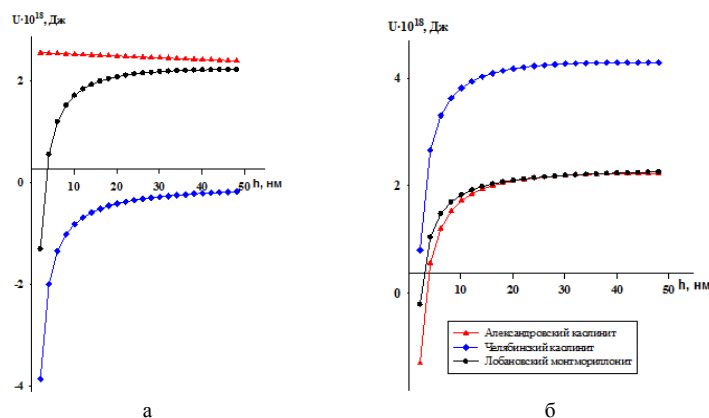


Рис. 2. Потенциальные кривые энергии взаимодействия частиц Александровского каолинита в воде (а) и кривые суммарной потенциальной энергии глинистых минералов различной природы (б). Условные обозначения: ■ – энергия отталкивания, ▲ – энергия притяжения, ● – суммарная потенциальная энергия взаимодействия двух частиц с одинаковым размером.

Для всех зависимостей в координатах $U=f(h)$, наблюдается расположение потенциальных кривых полностью в положительной области ординаты при любых расстояниях $h_0 < h$. Такое обстоятельство свидетельствует о значительной электростатической энергии отталкивания.

При сравнении суммарной потенциальной энергия взаимодействия двух глинистых частиц различной природы в присутствии электролита KCl (0.001 М) наблюдается следующая ситуация (рис. 3): наибольшей устойчивостью обладает Челябинский монтмориллонит, о чем свидетельствует большее значение энергетического барьера.

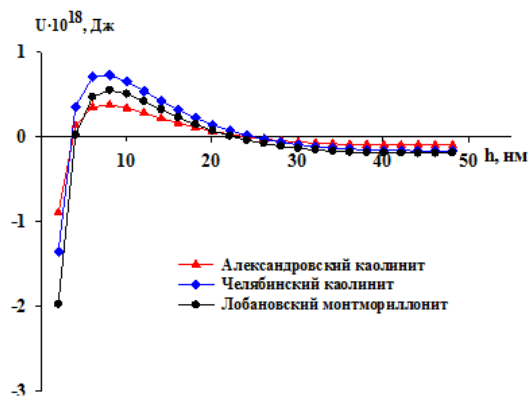


Рис. 3. Потенциальные кривые суммарной энергии взаимодействия частиц в присутствии электролита KCl ($C=0.001$ н).

Вывод. Определены значения точного порога коагуляции электролита по отношению к глинистым суспензиям. Установлено, что толщина диффузного слоя возрастает с уменьшением концентрации электролита. Определен вклад электростатической энергии отталкивания и молекулярного притяжения в суммарную потенциальную энергию взаимодействия двух частиц в модельных средах. Показано, что коагуляция глинистых частиц в присутствии электролита протекает, как правило, по безбарьерному механизму.

Литература

1. Пушкарёва М.В., Май И.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Вековичина С.А. Экологическая оценка среды обитания и состояние здоровья населения на территориях нефтедобычи Пермского края // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. С. 40-45.
2. Трофимов В.Т., Королёв В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. Грунтоведение / Под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд., переработ. И доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – С. 1024.
3. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А. Изменение электрокинетического потенциала глинистых коллоидов в водной и углеводородной средах // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. 2017. №1. С.66-74
4. Середин В.В., Медведева Н.А., Мальгина Ю.О., Пешикова Т.А. Изучение свойств глинистых пород при разработке соляных месторождений // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2016. Т. 2. С. 451-454.

5. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.
6. Савицкая Т.А. Коллоидная химия: строение двойного электрического слоя, получение и устойчивость дисперсных систем. Пособие для студентов химического факультета / Т.А. Савицкая, Д.А. Котиков, Т.А. Шичкова – Минск: БГУ, 2011. – 82 с.
7. Novich B.E., Ring T.A. Colloid stability of clays using photon correlation spectroscopy // *Clays and clay minerals*. - 1984. - V. 32, № 5. - P. 400-406.
8. Дерягин Б.В. Поверхностные силы / Б.В. Дерягин, Н.В. Чураев, В.М. Муллер. - М.: Наука, 1985. - 398 с.

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ НА ОПОЛЗНЕВОМ ОБЪЕКТЕ

В.С. Матвейчук, Д.П. Тареев

Кубанский государственный университет, студенты 5 курса, vladlenamik@yandex.ru, Dmitriy.Tareev@yandex.ru

Аннотация: в работе рассмотрены некоторые результаты инженерно-геологических изысканий на объекте: «Отвод от газопровода «Джубга-Лазаревское-Сочи» до Туапсинского НПЗ». В результате проведенных геофизических исследований на изучаемом склоне были выявлены опасные экзогенные и эндогенные геологические процессы. Геолого–геофизические разрезы, полученные в результате обработки данных, стали необходимой основой для рекомендаций по предотвращению образования новых оползневых участков.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, геофизические исследования, сейсморазведка, электроразведка, оползень, охранные мероприятия, противооползневые сооружения.

ENGINEERING SURVEYS OF THE LANDSLIDE OBJECT

V.S. Matveychuk, D.P. Tareev

Kuban State University, 5th year Student, vladlenamik@yandex.ru, Dmitriy.Tareev@yandex.ru

Abstract: During our work, have been considered some engineering-geological results of researchers based on objects: "A branch of the gas pipeline" Dzhubga - Lazarevskoe - Sochi" to the Tuspse refinery". The main aim of this work is to rationalize the decisions taking into account the landslide protective structures on the slope and the estimation of the areal development of dangerous geological processes. As a result of the geophysical investigations on this slope we have identified dangerous exogenous and endogenous geological processes. Geological-geophysical obtained results have become a necessary base for recommendations to prevent the formation of new landslides.

Keywords: engineering-geological surveys, geophysical research, seismic exploration, electrical prospecting, landslide, hazardous geological processes, protection measures, anti-landslide facilities.

Общие сведения о месте проведения изысканий. В работе рассмотрены некоторые результаты инженерно-геологических изысканий на объекте: «Отвод от газопровода «Джубга-Лазаревское-Сочи» до Туапсинского НПЗ», которые были выполнены на основании технического задания.

Целью этих работ являлось обоснование проектных решений по строительству противооползневых сооружений на склоне, а также оценка площадного развития опасных геологических процессов и явлений.

Геофизические исследования. Инженерно-геофизические работы проводились в соответствии с общепринятыми методиками, рекомендованными нормативными документами [1,2,3]. Объем выполненных работ представлен в таблице.

Таблица

Виды и объем геофизических работ

№ п/п	Состав работ	Ед. изм.	Объем
1	Сейсморазведочные работы (КМПВ)	ф.н.	45
2	Электроразведочные работы (ВЭЗ)	ф.н.	13

Сейсморазведочные исследования выполнялись методом первых вступлений преломленных волн по корреляционно-увязанным системам с получением встречных годографов продольных и поперечных волн. Наблюдения проводились по схемам ZZ и YY [4]. Профили отработаны по 7-8-точечной системе наблюдения, с шагом между пунктами приема (ПП) – 2 м, на каждом ПП устанавливался один сейсмоприемник. Всего на участке изысканий отработано 2 сейсмопрофиля общей протяженностью 92 м. В качестве регистрирующей аппаратуры использовалась современная цифровая сейсмостанция АВЕМ Terraloc Pro, для регистрации сейсмических сигналов использовались сейсмокоса и сейсмоприемники GS-20DX.

Электроразведочные исследования выполнялись с целью уточнения геологического строения разреза, а также для установления характера распределения удельного электрического сопротивления грунтов на участке изысканий [5]. Работы были выполнены методом вертикального электрического зондирования на территории оползневого склона ГРС «Туапсе». Для производства работ использовалась электроразведочная станция АМС-1. Зондирования проводились с рабочей частотой 4.88 Гц, т.к. применение аппаратуры с рабочей частотой 4.88 Гц снижает помехи в приемной линии, наводимые токами естественного поля [5].

Результаты выполненных исследований. В результате проведенных геофизических исследований на исследуемом склоне были выявлены опасные экзогенные и эндогенные геологические процессы.

Оползни. В ходе проведенного маршрутного обследования территории было выделено четыре локальных оползневых участка. Из которых 3 признаны опасными и 1 умеренно опасным. Категория опасности оползневых процессов по состоянию на момент изысканий согласно СНиП 22–01–95 оценивается как чрезвычайно опасная (площадная пораженность территории более 50%).

Эрозионные процессы. Активная линейная эрозия наблюдалась по всему участку, пораженность 30 %.

Подтопление. Основание проектируемой подпорной стенки будет находиться ниже уровня подземных вод. С учетом максимальной прогнозной амплитуды поднятия уровня подземных вод до 3,1 м – участок строительства был постоянно подтопленным в естественных условиях.

Обводнение. На участке изысканий, в основании оползневых участков, находится временный водоток – ручей без названия. Выполненные расчеты указывают на то, что временный водоток значительного воздействия на оползневой склон не оказывает.

Сейсмичность. Исходная (фоновая, Jф) сейсмичность принята по карте ОСР–97–В. В результате уточненная расчетная сейсмичность технологической площадки ГРП «Туапсе» с учетом исходного балла составила девять баллов. Категория опасности эндогенных процессов (землетрясения) оценивается как весьма опасная [6].

В результате обработки данных геофизических исследований были получены итоговые геолого–геофизические разрезы, которые отражают литологический состав грунтов с соответствующими значениями скоростей распространения упругих волн, удельных электрических сопротивлений, а также структурный план, с определением рельефа литологических границ.

Общие рекомендации для проектирования. Учитывая оползневые процессы, развитые на склоне, было рекомендовано предусмотреть проектом устройство противооползневых сооружений в верховой и средней части склона [6]:

– в виду сложного строения оползневого склона, при проектировании противооползневых сооружений рекомендуется свайный тип фундамента, с упором в толщу скальных грунтов, представленную аргиллитом средней прочности;

– вокруг площадки ГРС «Туапсе» требуется проведение мероприятий по отведению поверхностного стока сооружениями.

– требуется укрепление взрыхлённых грунтов, расположенных практически по всему периметру и на части площадки ГРС «Туапсе».

– предотвратить или свести к минимуму вырубку крупных деревьев (корневая система является основным фактором устойчивого положения склона) Почву, несмотря на малую мощность и наличие, рекомендуется максимально сохранять при строительстве;

В целях сохранения целостности сооружений площадки ГРС «Туапсе» и на км 0, необходимо провести ряд мероприятий, направленных на предотвращение и стабилизацию оползневых процессов:

– постоянный мониторинг за состоянием оползневых склонов;

– регулирование стока поверхностных вод с помощью вертикальной планировки территории и устройства системы поверхностного водоотвода;

– предотвращение инфильтрации воды в грунт и эрозионных процессов;

– закрепление грунтов (растительностью или армированием).

При дальнейшем несоблюдении вышеперечисленных мероприятий возможно формирование новых оползневых участков [6].

Литература

1. СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
2. РСН 64-87 «Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка».
3. РСН 66-87 «Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Сейсморазведка».
4. Боганик Г.Н. Сейсморазведка. Тверь, АИС, 2006. 744 с.
5. Стогний В.В. Электроразведка: принципы измерения и аппаратура: учебное пособие. Краснодар, Кубанский гос. ун-т, 2009. 246 с.
6. Отчет производственной практики по трассе отвода от газопровода «Джубга–Лазаревское–Сочи» до Туапсинского НПЗ, ЗАО «СевКавТИСИЗ», 2015.

ИЗУЧЕНИЕ КОНТАМИНАЦИИ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПЕСКАХ РАЗЛИЧНОГО ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА

А.С. Мациевский

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 2 года обучения,
ig.psu@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин

Аннотация: представлены результаты экспериментального определения емкостных характеристик песков различного гранулометрического состава при их загрязнении маслом моторным «ЛУКОЙЛ Мото 2Т».

Ключевые слова: фильтрация, углеводороды, песок.

THE STUDY OF CONTAMINATION OF PETROLEUM HYDROCARBONS IN THE SANDS OF DIFFERENT FRACTIONAL COMPOSITION

A.S. Matsievskiy

Perm State University, 2nd Master's Degree Student, ig.psu@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Seredin

Abstract: The paper presents the results of experimental determination of capacity characteristics of sand of various composition with their contamination with motor oil "LUKOIL Moto 2T".

Keywords: filtration, hydrocarbons, sand.

Введение. В результате разработки нефтяных месторождений, а также при авариях на нефтяных комплексах довольно часто происходят проливы углеводородов на земную поверхность [1]. В России ежегодно добывается около 534 млн. т. нефти [2], из которых на земную поверхность проливается около 2% [3]. Контаминация грунтов нефтяными углеводородами имеет негативные последствия, поскольку приводит к изменению прочностных свойств грунтов [4,5,6], а также, происходит трансформация всех экологических функций литосферы [7,8,9]. Имеются лишь общие положения о необходимости решения этой важной проблемы, которые были отражены в работах: В.В. Середина, М.Ф. Леоновича, В.Т. Трофимов, В.А. Королев, Н.Н. Бракоренко, J.F. Barker, G. Patric и др. Вопрос распространения нефтяных углеводородов (НУВ) в грунтовой массив изучен не достаточно полно. Поэтому цель работы: определить емкостные характеристики песков различного гранулометрического состава при их контаминации маслом моторным «ЛУКОЙЛ Мото 2Т». Для достижения поставленной цели выполнена серия экспериментов, направленных на изучение контаминации НУВ в песках. Опыты проводились в пластиковых колоннах диаметром 5 см и высотой 60 см. На дне цилиндра располагается перфорированная шайба. Предварительно разделенный по фракциям песок (2-1 мм, 1-0,5 мм, 0,5-0,25 мм, 0,25-0,1 мм) в цилиндр укладывался послойно, с приданием нормальной нагрузки в 0,1 МПа и постукиванием по периметру цилиндра, до полной стабилизации процесса усадки. Затем в цилиндр с песком наливалась вода до полного увлажнения. После окончания процесса фильтрации в цилиндры с песком заливалось масло моторное «ЛУКОЙЛ Мото 2Т» в объеме 60 мл. После чего измерялось содержание воды и масла в песках. Результаты измерений показаны на рисунке 1.

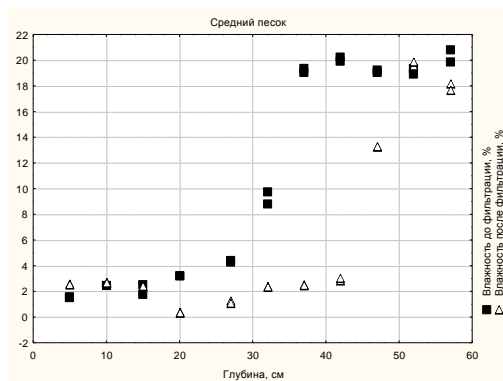


Рис. 1. Изменение влажности среднезернистого песка (0,5-0,25 мм) по высоте колонны до и после завершения фильтрации масла.

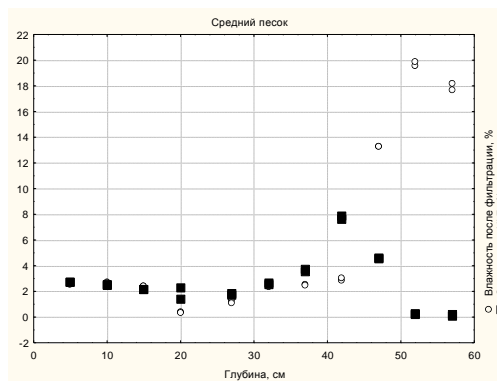


Рис. 2. Результаты определения содержания масла и влажности после фильтрации НУВ по высоте.

Из рисунка 1 видно, что фильтрация масла по толще песка повлияла на мощность слоя с капиллярно подвешенной влагой, для крупного песка высота капиллярного слоя уменьшилась на 10 см, для среднего 15 см. для мелкого 20 см. Влияние тем существеннее, чем мельче фракция песка. Анализ изменения мощности капиллярно подвешенной воды ($m_{к.п.в.}$) показал, что в грубых песках она (мощность) составляет 10 см, в крупных $m_{к.п.в.}=15$ см., в средней крупности $m_{к.п.в.}=30$ см. и в мелких $m_{к.п.в.}=50$ см. На рисунке 2 и таблице приведены результаты определения содержания масла и влажности после фильтрации НУВ по высоте. Из рисунка видно, что масло моторное по разрезу грунтовой толщи распределяется равномерно до уровня капиллярно подвешенной воды, перед которой, накапливаясь, имеет максимальное значение. Так, в грубых песках мощность масла над «маслоупором» составляет $m_m=4,28\%$, в крупных $m_m=3,97\%$, в средней крупности $m_m=7,73\%$, и в мелких $m_m=10,44\%$.

Таким образом, капиллярная влажность оказывает значительное сопротивление фильтрации масла моторного по разрезу грунтовой толще и может служить «маслоупором» предохраняя тем самым нижележащие толщи и подземные воды от углеводородного загрязнения.

Таблица

Фракция песка	Среднее содержание масла до уровня капиллярной влаги, %	Содержание масла, аккумулирующего ся на «маслоупоре», %	Мощность слоя с капиллярно подвешенной влагой до фильтрации УВ, см	Мощность слоя с капиллярно подвешенной влагой после фильтрации УВ, см	Глубина проникновения масла, ниже уровня капиллярно подвешенной влаги, см
Грубый	2,86	4,28	10	5	-
Крупный	3,23	3,97	15	5	От 5 до 10
Средний	2,26	7,73	30	15	От 5 до 10
Мелкий	2,81	10,44	50	30	От 5 до 10
Смешанный	2,93	8,84	-	25	От 5 до 10

Заключение.

1. Определены емкостные способности монодисперсных песков различного состава по отношению к маслу моторному «ЛУКОЙЛ Мото 2Т».

2. Экспериментально установлено, фильтрация масла по толще песка повлияла на мощность слоя с капиллярно подвешенной влагой, для крупного песка мощность капиллярного слоя уменьшилась на 10 см, для среднего 15 см., для мелкого 20 см.

3. Выявлено, что масло моторное по разрезу грунтовой толщи распределяется равномерно до уровня капиллярно подвешенной воды, перед которой, наблюдается процесс ее накопления. В грубых песках содержание масла над «маслоупором» составляет $m_m=4,28\%$ (при средней 2,86%) , в крупных $m_m=3,97\%$ (при средней 3,23%), в средней крупности $m_m=7,73\%$ (при средней 2,26%) и в мелких $m_m=10,44\%$ (при средней 2,81%).

Литература

1. Королев В.А. Актуальные эколого-геологические проблемы рационального недропользования в Российской Федерации // Геориск. 2010. № 2. С. 30–36.
 2. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. –М.: изд-во МГУ, 1998. – 376 с.
 3. Охрана окружающей среды в России. 2014: Стат. Сб./Росстат. – М., 2014. – 78.
 4. Мацевский А.С., Пашков М.В. «Изменение прочностных свойств бентонитовых глин при углеводородном загрязнении» // Геология в развивающемся мире Том 1, 2016. С. 444-447.
 5. Середин В.В., Язвинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами. Инженерная геология. 2014. № 6. С. 50-55.
 6. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешкова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе. // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
 7. Пчелин В.А. О структуре воды на границе с неполярной средой в связи с гидрофобными взаимодействиями в растворах дифильных молекул // В сб.: Связанная вода в дисперсных системах с-74-78.
 8. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // Инженерная геология. 2015. № 4. С. 26-29.
 9. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации // Инженерная геология. 2015. № 2. С. 12-16.

РАНЖИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДЕЛАХ КРУПНЫХ РЕЧНЫХ ДОЛИН БЕЛАРУСИ

Т.А. Мележ

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, молодой ученый, tatyana.melezh@mail.ru

Научный руководитель: к.г.н., доцент Павловский А.И.

Аннотация: приведено ранжирование инженерно-геоморфологических процессов, проявляющихся в пределах крупных речных долин Беларуси. Определено, что речные долины испытывают комплексное влияние природных и техногенных процессов, что может приводить к нарушению геологической среды.

Ключевые слова: геологическая среда, геодинамика, инженерно-геоморфологические процессы, классификация, речная долина, типы процессов.

RANGING ENGINEERING-GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES WITHIN LARGE RIVER VALLEYS OF BELARUS

T.A. Melezh

Francisk Skorina Gomel State University, Young Researcher, tatyana.melezh@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geographic Sciences, Reader A.I. Pavlovsky

Abstract: the ranking of the engineering-geomorphological processes, which is manifested within the large river valleys of Belarus. Determined that the river valleys are experiencing the combined impact of natural and anthropogenic processes that may lead to violation of the geological environment.

Keywords: geological environment, geodynamics, engineering and geomorphological processes, classification, river valley, types of processes.

Проявление и развитие современных инженерно-геоморфологических процессов характерно для крупных речных долин Беларуси. Зарождение и формирование речных долин обусловлено эндогенными процессами. Однако, часто влияние современных вертикальных движений земной коры осложняется действием экзогенных процессов. Высокий темп развития экзогенеза способствует интенсивной трансформации рельефа, которая может иметь различные эколого-геоморфологические последствия для функционирования разноранговых природно-хозяйственных систем, условий жизни и деятельности человека [1].

Территория Беларуси расположена в пределах древней Восточно-Европейской платформы, характеризуется относительно выположенным рельефом, но здесь довольно разнообразно проявляются современные инженерно-геоморфологические процессы, которые по основному источнику энергии подразделяются на экзогенные, эндогенные и техногенные.

Все многообразие процессов, протекающих в пределах речных долин ранжировано следующим образом:

Первый ранг объединяет природные процессы, и включает два класса: донно-эрозионно-аккумулятивных и береговых эрозионно-аккумулятивных процессов.

Донно-эрозионные процессы прямого, непосредственного воздействия на инженерные объекты не оказывают, но значительно влияют на активизацию оползневых, обвальных, осыпных процессов. Все равнинные, реки характеризуются режимом преобладания донной аккумуляции (накопления отложений).

Класс береговых эрозионно-аккумулятивных процессов объединяет пять групп и 13 типов:

1 группа – флювиальная (процессы, связанные с деятельностью постоянных и временных водных потоков), типы процессов: плоскостная эрозия и аккумуляция, эрозия и аккумуляция временных и постоянных водных потоков, размыв берегов и формирование аккумулятивной поймы;

2 группа – гидрогеологическая (процессы, связанные с деятельностью подземных вод), типы: суффозионно-карстовый и подтопление;

3 группа – гравитационная (процессы, связанные с трансформацией дневной поверхности под действие силы тяжести), типы: обвально-осыпной, оползневой и крип;

4 группа – эоловая (процессы формирования рельефа под действие ветра), типы: дефляция и аккумуляция;

5 группа – биогенная (процессы, связанные с накоплением и аккумуляцией органического вещества), типы: заболачивание и торфонакопление.

Второй ранг объединяет техногенные процессы. Здесь можно выделить два класса:

Класс собственно-техногенных процессов, в данном случае, человек выступает как непосредственный рельефообразующий фактор, создавая отрицательные (карьеры, котлованы, выемки и прочее) и положительные (терриконы, насыпи, отвалы, дамбы) формы рельефа.

Класс техногенно-природных процессов – процессы, формирующиеся или активизирующиеся под влиянием деятельности человека (вырубка лесов, строительство автомобильных и железных дорог, продуктопроводов, нефте- и газопроводов, инженерное освоение территории, распашка склонов и прочее).

В зависимости от видов воздействия человека на природную среду выделяются следующие основные группы техногенно-природных процессов:

1. процессы, вызванные промышленно-гражданским строительством;
2. процессы, вызванные гидротехническим строительством;
3. процессы, вызванные строительством автомобильных и железных дорог;
4. процессы, вызванные разработкой полезных ископаемых;
5. процессы, вызванные сельскохозяйственной деятельностью;
6. процессы, вызванные вырубкой лесов.

Интенсивность проявления инженерно-геоморфологических процессов неоднородна в пределах речных долин. Различные виды проявления современной геодинамики взаимодействуют между собой, в результате чего их скорости на отдельных участках могут достигать значений, при которых наносится существенный экономический ущерб, ухудшается геоэкологическая обстановка и могут проявляться нарушения геологической среды [2]. Так, рассматривая современные инженерно-геоморфологические процессы в пределах речных долин Беларуси необходимо отметить следующее:

1) отмечается интенсивное проявление процессов экзогеодинамики, таких как заболачивание, торфообразование, эоловая аккумуляция и дефляция, характерно для речной долины Припяти, что объясняется низинным рельефом и интенсивным, в прошлом, осушением торфяных массивов, а также опусканием земной коры. Суффозионные и гравитационные процессы, карстообразование, крип, а также линейная эрозия в наибольшей мере проявляются в пределах долин Днепр и Неман. Это обусловлено особенностями литологии, уровнем залегания грунтовых вод и характером рельефа. В пределах речной долины Западной Двины современные инженерно-геоморфологические процессы протекают достаточно слабо, здесь фиксируются эоловые процессы, районы распространения линейной эрозии и крип, это связано с тем, что данная территория,

с позиции покровных образований является относительно «молодой», здесь преобладают более «прочные» к размыву и разрушению породы;

2) характерно проявление и развитие процессов современной геодинамики, несмотря на то, что территория Беларуси относится к сейсмически неактивной зоне, но все же отмечаются современные колебательные движения. Они обусловлены глубинными тектоническими процессами. Территория испытывает в настоящее время преимущественно нисходящие движения со скоростями от 1 до 2 мм/год. Локально интенсивность опускания может достигать 33 мм/год, а иногда сменяться поднятиями до 1 мм/год.

Эти участки являются потенциально опасными для инженерного освоения: строительства дорог, каналов, магистральных нефте-, газо-, продуктопроводов, предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей и химической промышленности и других крупных инженерно-технических сооружений, соответственно при планировании и эксплуатации объектов необходимо учитывать либо избегать такие территории. Движение блоков земной коры может со временем не только нарушить структурную целостность инженерных конструкций, но и спровоцировать нарушение равновесия в геологической среде.

Проявление эндогенных процессов обуславливает активизацию экзогенеза. Так, например, участки русел рек, дублирующие зоны опускания блоков земной коры преимущественно широкие и здесь наблюдаются процессы заболачивания (долина Припяти), и в противоположность этому, в районах поднятия блоков земной коры, в пределах речных русел (зоны бортов) происходит активизация процессов линейной и плоскостной эрозии и т.д.

3) в пределах крупных речных долин активно проявляются процессы техногенеза, и главным образом, в районах концентрации промышленных узлов и на урбанизированных территориях. Здесь формируются качественно новые техногенные формы рельефа (дорожные насыпи, выемки, горные выработки, отвалы, мелиоративные системы и прочее). Активный антропогенез стимулирует проявление и развитие опасных геологических процессов, таких как оползни, подтопления, изменения естественного режима подземных вод и связанные с этими обстоятельствами процессы осушения, выщелачивания и т. п. Гидротехнический намыв аллювиального материала провоцирует появление карьерных водоемов в поймах рек, наблюдаются изменения режима речного стока и трансформация русловых процессов.

Литература

1. Мележ Т.А., Павловский А.И. Оценка геологических рисков при хозяйственном освоении крупных речных долин равнинных рек // *Экологический риск и экологическая безопасность: материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием, Иркутск, 23-27 апреля 2012 г.* – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. Т.1 – С. 228-231;
2. Мележ Т.А., Павловский А.И. Оценка возможных инженерно-геологических опасностей при освоении крупных речных долин Беларуси // *Проблемы региональной геологии и поисков полезных ископаемых: материалы VII Университетских геол. Чтений, 4–6 апр. 2013 г., Минск, Беларусь / редкол. М.А. Журавков (гл. ред.), И.И. Пирожник (зам. Гл. ред.); А.Ф. Санько (отв. Ред.) [и др.]*. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2013. С. 139-141.

ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ПРОТИВОПОЛЗНЕВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ДОЛИНЕ РЕКИ МЗЫМТА

М.В. Минина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, аспирант 4 года обучения,
minina86@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Королев В.А.

Аннотация: данная работа посвящена обоснованию наиболее эффективных типовых схем противооползневой инженерной защиты применительно к литотехническим системам автомобильных дорог, расположенным на типовых оползнеопасных склонах в долине р. Мзымта. При этом были реализованы следующие шаги: 1) типизация оползней; 2) типизация литотехнических систем; 3) разработка типовых схем противооползневой защиты.

Ключевые слова: инженерная защита, оползни, автомобильные дороги.

TYPICAL SCHEMES OF LANDSLIDE ENGINEERING PROTECTION OF AUTOMOBILE ROADS IN THE MZYMTA RIVER VALLEY

M.V. Minina

Lomonosov Moscow State University, 4th year Post-graduate Student, minina86@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.A. Korolev

Abstract: This work is devoted for the justification of the most effective schemes of typical landslide engineering protection systems applied to typical lithotechnical systems of automobile roads located on the typical landslide slopes in the Mzymta river valley. In this case the following steps have been implemented: 1) typing of landslides; 2) typing of lithotechnical systems of automobile roads; 3) development of standard schemes of engineering protection.

Keywords: engineering protection, landslides, automobile roads.

При подготовке к Зимним олимпийским играм 2014 года было возведено значительное количество инженерных сооружений в сложнейших инженерно-геологических условиях, поэтому возникла необходимость проведения большого количества защитных мероприятий, в том числе противооползневых. Был получен грандиозный опыт, который, на наш взгляд, необходимо детально исследовать и использовать в дальнейшем.

Целью данного исследования является создание наиболее рациональных и эффективных типовых схем инженерной противооползневой защиты применительно к определённым типам литотехнических систем (ЛТС), выделенным на базе созданной транспортной инфраструктуры в долине р. Мзымта. Это может существенно снизить временные и экономические затраты на создание систем инженерной защиты сооружений в последующем [1].

Для реализации данной идеи на первом этапе исследования нами было выделено 3 основных типа оползней (блоковые оползни срезания и скольжения, вязкопластического течения и комбинированные), распространенные в долине р. Мзымта [2], которые представляют наибольшую угрозу объектам инфраструктуры.

На втором этапе исследования нами было оценено взаимодействие вышеуказанных типовых оползней с построенными автомобильными дорогами. В результате этого были выделены основные типы ЛТС с целью последующего обоснования типовых схем противооползневой инженерной защиты:

- ЛТС автомобильной дороги с зоной влияния, распространяющейся на срезающий блоковый оползень либо блоковый оползень скольжения (Тип I-A).

- ЛТС автомобильной дороги с зоной влияния, распространяющейся на вязкопластический оползень (Тип II-A).

- ЛТС автомобильной дороги с зоной влияния, распространяющейся на комбинированный оползень (Тип III-A).

- ЛТС автомобильной дороги с зоной влияния, распространяющейся на склон вне оползня (Тип IV-A).

Кроме того, были выделены подтипы ЛТС, в зависимости, во-первых, от расположения инженерного сооружения относительно оползневого склона (головная, центральная или языковая часть оползня), во-вторых, от способа возведения инженерного сооружения (в выемке, на насыпи либо без рельефообразующих работ).

Например, в пределах ЛТС автомобильной дороги с зоной влияния, распространяющейся на срезающий блоковый оползень либо блоковый оползень скольжения, были выделены следующие подтипы: Iг-Ан - автомобильная дорога на насыпи, расположенная в головной части срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения; Iц-Ан - автомобильная дорога на насыпи, пересекающая центральную часть срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения; Iя-Ан - автомобильная дорога на насыпи, расположенная в языковой части срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения; Iг-Ав - автомобильная дорога в выемке, расположенная в головной части срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения и т. д.

Проанализировав, во-первых, особенности выделенных ЛТС с позиции обоснования мероприятий противооползневой инженерной защиты, во-вторых, опыт применения различных мероприятий инженерной защиты, в том числе самых современных, нами были предложены наиболее эффективные типовые решения по противооползневой инженерной защите (ТИЗ) автомобильных дорог. Среди них выделяется: 1) (ТИЗ-1): Забивные грунтовые самораскрывающиеся анкеры (Manta Ray, Sting Ray, Duck Bill); 2) (ТИЗ-2): Буроинъекционные анкеры, усиленные канатно-сетчатой конструкцией; 3) (ТИЗ-3): Свайные удерживающие сооружения; 4) (ТИЗ-4): Система Terra Arme; 5) (ТИЗ-5): Система Террамеш; 6) (ТИЗ-6): Контрбанкет; 7) (ТИЗ-7): Подпорная стена и т. д.

Применительно к трем подтипам ЛТС автомобильной дороги с зоной влияния, распространяющейся на срезающий блоковый оползень либо блоковый оползень скольжения (Тип I-A) типовые схемы инженерной защиты приведены в таблице.

Таблица
Типовые схемы инженерной защиты применительно к ЛТС автомобильной дороги с зоной влияния, распространяющейся на срезающий блоковый оползень, либо блоковый оползень скольжения

Индекс ЛТС	ЛТС	Инженерная защита
Iг-Ан	Автомобильная дорога на насыпи, расположенная в головной части срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения	Укрепление <i>низового</i> откоса дороги: если мощность оползневых отложений менее 3 м и их консистенция от твердой до мягкопластичной – ТИЗ-1; если мощность оползневых отложений менее 3 м и их консистенция текучепластичная либо текучая – ТИЗ-2; если мощность оползневых отложений более 3 м – ТИЗ-2; если в результате расчетов будет установлено, что применение ТИЗ-2 не обеспечивает устойчивость ЛТС и мощность оползневых отложений не превышает 18 м – ТИЗ-3; если применение ТИЗ-3 не обеспечит устойчивость ЛТС, то целесообразным является применение ТИЗ-7.
Iц-Ан	Автомобильная дорога на насыпи, пересекающая центральную часть срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения	Укрепление <i>верхового</i> и <i>низового</i> откосов дороги: если мощность оползневых отложений менее 3 м и их консистенция от твердой до мягкопластичной – ТИЗ-1; если мощность оползневых отложений менее 3 м и их консистенция текучепластичная либо текучая – ТИЗ-2; если мощность оползневых отложений более 3 м – ТИЗ-2; если применение ТИЗ-2 не обеспечивает устойчивость ЛТС и мощность оползневых отложений не превышает 18 м – ТИЗ-3; если применение ТИЗ-3 не обеспечит устойчивость ЛТС, то целесообразным является применение ТИЗ-7.
Iя-Ан	Автомобильная дорога на насыпи, расположенная в языковой части	Укрепление <i>верхового</i> откоса: если мощность оползневых отложений менее 3 м и их консистенция от твердой до мягкопластичной – ТИЗ-1; если мощность оползневых

срезающего блокового оползня либо блокового оползня скольжения	отложений менее 3 м и их консистенция текучепластичная либо текучая – ТИЗ-2; если мощность оползневых отложений более 3 м – ТИЗ-2. Если применение ТИЗ-2 не обеспечивает устойчивость ЛТС <i>необходимо соорудить земляное полотно</i> с использованием ТИЗ-5, в случае не достижения устойчивости ЛТС при применении ТИЗ-5, то целесообразно применение ТИЗ-4. Если вышеописанные мероприятия не обеспечивают устойчивости ЛТС, то целесообразным является применение ТИЗ-7.
--	---

По такому же образцу и подобию к остальным подтипам вышеописанных ЛТС были также разработаны рекомендации по выбору наиболее рациональных и эффективных противооползневых защитных мероприятий.

Таким образом, в результате, во-первых, типизации оползней, развитых в долине р. Мзымта, во-вторых, типизации литотехнических систем автомобильных дорог с зоной влияния, распространяющейся на выделенные типовые оползни, в-третьих, анализа опыта организации противооползневой инженерной защиты, нами были разработаны наиболее рациональные типовые схемы инженерной защиты автомобильных дорог.

Литература

1. Королёв В.А. *Инженерная защита территорий и сооружений // Уч. пособ. М.: КДУ, 2013. 470 с.*
2. *Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям на оползневых склонах Северного Кавказа с целью их хозяйственного освоения. М.: Стройиздат, 1983. 68 с.*

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАРБОНАТНОЙ ТОЛЩИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МОСКВА (МОСКВА-СИТИ)

В.В. Несынов, М.Д. Кауркин, Д.О. Андреев

Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук, м.н.с., н.с., инженер, nvv_guest@mail.ru

Научный руководитель: кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Трифонов Б.А.

Аннотация: в данной статье представлены новые данные о геологическом строении карбонатной толщи в районе комплекса высотных зданий «Москва-СИТИ». Описан процесс проведения скважинных геофизических исследований в крайне неблагоприятных условиях. Представлены результаты проведенных работ и сделаны выводы о карстово-суффозионной опасности исследуемой площадки.

Ключевые слова: вертикальное сейсмическое профилирование, карст.

NEW STUDY RESULTS CARBONATE STRATA IN THE CITY OF MOSCOW (MOSCOW CITY)

V.V. Nesynov, M.D. Kaurkin, D.O. Andreev

Sergeev Institute of environmental geosciences RAS (IEG RAS), Young Researcher, Researcher, Engineer,
nvv_guest@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Researcher B.A. Trifonov

Abstract: This paper presents new data on the geological structure of the carbonate strata in the vicinity of the complex high-rise buildings "Moscow-City". The process of carrying out borehole geophysical investigations in extremely unfavorable conditions. The results of this work and the conclusions of the karst-suffusion danger study area.

Keywords: vertical seismic profiling, karst.

Город Москва непрерывно развивается. Однако экономические трудности неизбежно вносят свое влияние в этот процесс. Зачастую это приводит к изменению проектных решений в сторону удешевления или более эффективного использования площадей будущего строения. Такие изменения первоначального проекта с большой вероятностью потребуют дополнительных инженерно-геологических изысканий. Однако проведение таких дополнительных работ в большинстве случаев осложнено наличием на строительной площадке уже возведенных элементов конструкции здания, строительной техники и подземных коммуникаций.

Исследуемый объект расположен в комплексе высотных зданий «Москва-СИТИ». Ранее были проведены инженерно-геологические изыскания и начато строительство (из котлована вынут грунт, обустроен котлован и его основание в виде бетонной плиты). Затем стройка была заморожена. В последующем было изменено функциональное назначение здания и его конструкция, с использованием уже существующего котлована и фундамента. Потребовалось проведение дополнительных геофизических работ по изучению строения верхней части разреза под фундаментной плитой и оценки карстово-суффозионной опасности. Было выполнено вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) в скважине, пробуренной в котловане, задачей которого было определение скоростных параметров горных пород в разрезе. При этом работы проводились в условиях высокого уровня техногенных помех от ведущихся строительных работ, шумов от механизмов окружающих зданий, метрополитена и автотранспорта.

С учетом таких условий, для выполнения работы использовался одноточечный трехкомпонентный зонд с регулируемым прижимом фирмы Geostuff (США). В этом зонде установлены один сейсмоприемник вертикально (вдоль оси зонда), а два других горизонтально (перпендикулярно оси зонда). Управляемый прижим позволяет легко перемещать зонд вдоль оси скважины и регулировать степень прижима к стенке, что

повышает качество получаемого материала. Регистратором сигналов служила 24-канальная сейсморазведочная станция «GEODE» фирмы Geometrics (США).

Работы проводились по следующей системе: в начале наблюдений зонд опускался на забой скважины и далее последовательно поднимался вверх по скважине с шагом 1 метр. На каждой остановке производилась регистрация колебаний, возбуждаемых с поверхности с двух пунктов удара (ПУ), расположенных на линии, проходящей через устье скважины на расстоянии 10 м и 20 м. На каждом пункте производились удары в вертикальной плоскости и в горизонтальной (перпендикулярно линии от ПУ до устья скважины). Горизонтальные удары проводились в двух взаимно противоположных направлениях для регистрации поперечных SH-волн с разной поляриностью, что облегчает их последующее выделение на записи. Следующим этапом стало построение сводных сейсмограмм на всю глубину скважины. Данные сейсмограммы представлены на рисунке 1.

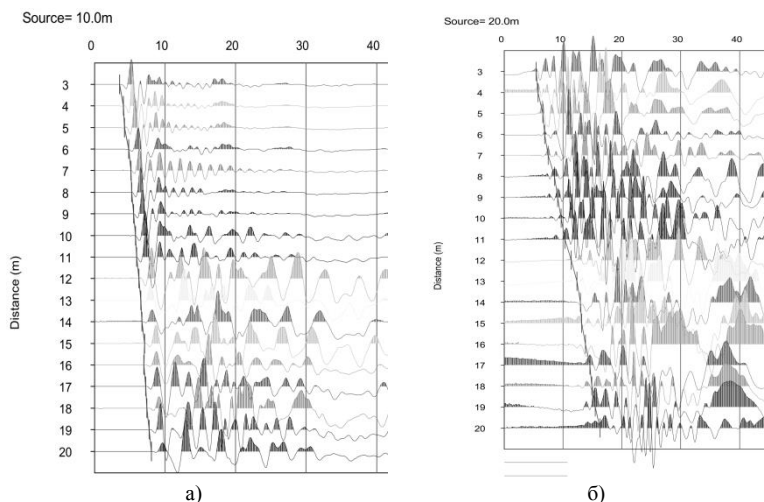


Рис. 1. Пример сводных сейсмограмм ВСП продольных P- волн (а) и поперечных SH- волн (б) в скважине

Из представленных рисунков видно, что первое вступление продольной волны (P) прослеживается достаточно уверенно. Прослеживание поперечной волны (SH) оказывается затруднительным, что это связано с высоким уровнем техногенных помех, влиянием зоны контакта фундаментной бетонной плиты с подстилающими породами и особенностями геологического строения. На площадке исследования геологический разрез представлен чередованием известняков и глин, который не способствует хорошему прослеживанию сейсмических волн на сейсмограммах. В дальнейшем по сейсмограммам были определены времена прихода продольной и поперечных волн, построены неприведенные годографы, которые были приведены к вертикали (рис.2) [1]. По приведенным годографам были определены пластовые скорости в квазиоднородных слоях исследуемой карбонатной толщи с учетом результатов бурения и анализа интервальных скоростей, которые определялись для каждого типа волн по трем точкам наблюдения на разнице глубин 2 метра (рис.3).

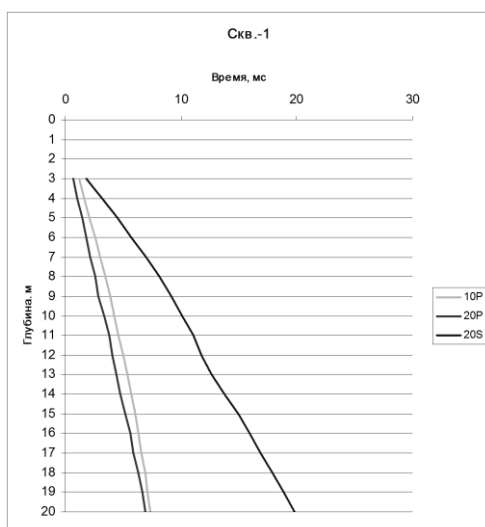


Рис. 2. Приведенные к вертикали годографы P- и SH- волн по данным ВСП в скважине, полученные по построенным сводным сейсмограммам

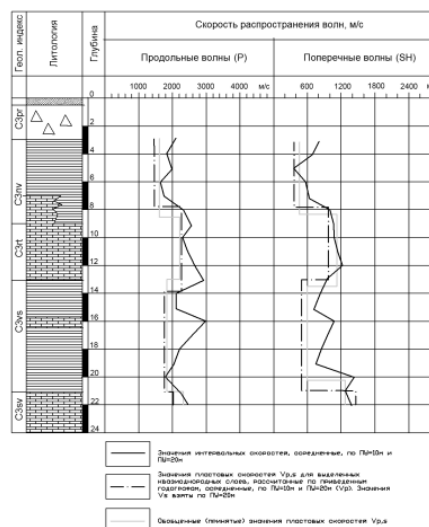


Рис. 3. Результаты ВСП в скважине

Как показывает анализ графиков, характер изменения скоростей в целом коррелирует с особенностями геологического строения. По результатам ВСП была проведена оценка упругих характеристик исследуемой толщи карбонатных пород. Кроме того, на сводных сейсмограммах ВСП структура волновой картины на всю глубины исследования прослеживается непрерывно, отсутствуют участки резких изменений времен прихода или их пропадания. Это свидетельствует об отсутствии в исследуемой толще карстовых полостей с размером равным длине волны или более.

Литература

1. Ляховицкий М.Ф. *Инженерная геофизика. М., Недра, 1989.*

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ БАЗЫ ДАННЫХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Д.А. Нужина, Д.В. Тарасевич

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, магистранты 2 года обучения,
nuzhina_dasha@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: при эксплуатации зданий техническое состояние изменяется, что выражается в ухудшении количественных значений характеристик работоспособности. Ухудшение технического состояния зданий происходит в следствии ряда причин, одной из которых является изменение физических свойств строительных материалов и оснований зданий.

Ключевые слова: геотехническая ситуация серии домов долговечность, дефекты, база данных.

DATABASE OF TECHNICAL STATE OF BUILDINGS AND FACILITIES

D.A. Nuzhina, D.V. Tarasevich

Perm National Research Polytechnic University, 2nd year Master's Degree Student, nastya_sokil@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader O.A. Makovetskiy

Abstract: At exploitation of buildings their technical condition changes that is expressed in deterioration of quantitative values of characteristics of working capacity. Deteriorating technical condition of buildings happens due to changes in the physical properties of building materials. Data about a change technical to a state are reflected in the written conclusion after carrying out examination of technical condition of the building.

Keywords: technical state, durability, defects, database.

В процессе многолетней эксплуатации зданий конструктивные элементы под воздействием физико-механических и химических факторов постоянно изнашиваются, снижаются их механические и эксплуатационные качества, появляются дефекты и повреждения. Происходит физический износ здания. Под физическим износом конструкции, элемента и здания в целом следует принимать утрату ими первоначальных технико-эксплуатационных качеств (прочности, устойчивости, надежности) в результате воздействия природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека.

Для решения конкретных проблем модернизации старых жилых домов недостаточно знать общий физический износ здания. Необходимо знать техническое состояние основных конструктивных элементов и инженерных систем. Старение здания сопровождается во времени физическим и моральным износом его элементов и инженерных систем, но факторы, вызывающие это старение, имеют различные причины [1].

Для объективной оценки технического состояния здания необходимо своевременно проводить техническое обследование. Для ускорения процесса получения информации о техническом состоянии здания, наличии и характера дефектов и повреждений планируется разработать некую базу данных.

Первая пробная версия базы данных будет разрабатываться для жилых зданий г. Перми. На начальном этапе необходимо провести оценку, систематизацию и документирование дефектов и повреждений жилых зданий, а для этого необходимо изучить жилую застройку г. Перми.

Для ускорения решения жилищной проблемы строилось дешевое быстровозводимое жилье: пятиэтажные «хрущевки». Пяти, а затем и девяти этажные типовые здания вырастали в центральных районах Перми, в Балатово, на Городских горках и в Крохалево.

Из объективного анализа износа пятиэтажек, следует, что к 30 годам нормальной эксплуатации физических износ таких зданий не превышает 30-35%. В последующие годы он возрастает на 10-15%, и только к 100 годам службы физический износ приближается к 70%, в этом случае дома переходят в категорию аварийных. Следовательно, срок долговечности таких типовых зданий 100±10 лет.

Срок долговечности здания – продолжительность его безотказного функционирования. При определении нормативных сроков службы здания принимают средний безотказный срок службы основных несущих конструкций: фундаментов, стен, перекрытий. Срок службы отдельных элементов зависит от материалов. При этом сроки службы отдельных элементов здания в 2-3 раза меньше нормативного срока службы здания в целом.

Надежность элементов обеспечивается при выполнении комплекса мероприятий технического обслуживания и ремонта зданий, главное значение в котором имеют плановые ремонты.

Типовые дома массовых серий представляют собой капитальный жилищный фонд, построенный из долговечных материалов, оснащенный всеми основными видами инженерного оборудования, ориентированный на посемейное заселение. Надежности подавляющего большинства зданий серии 1-447 не вызывает сомнений: за прошедшие 50±5 лет эксплуатации практически ни один жилой дом этой серии не пришел в аварийное состояние, грозящее жизни людей.

Таким образом, на основе обследования зданий серии 1-447 будет разработана модель системы базы данных технического состояния и повреждений зданий для дальнейшего заполнения информацией о техническом состоянии других зданий жилищного фонда г. Перми. База данных будет содержать информацию о назначении здания, месте расположения, литографических и гидрогеологических условиях, а так же конструктивное решение здания, вид и материал несущих конструкций, категорию технического состояния здания в соответствии с ГОСТ 31937-2011, наличие дефектов и причины их возникновения. Вероятность локального подтопления определяется развитием этого процесса в основании жилых домов первых массовых серий. Это явление отмечено практически для большинства жилых зданий, расположенных в Индустриальном, Свердловском и Мотовилихинском районах города Перми. Исследования, проведенные в 1961-67 г. показали что большая часть территории этих районов сложена четвертичными пылевато-глинистыми грунтами тугопластичной и полутвердой консистенции. Мощность этих отложений составляет 6...12 м. В ходе эксплуатации зданий происходили интенсивные протечки на вводах водоведущих коммуникаций и затопление подвалов и технических подполий. Грунты залегающие в основании зданий приобрели мягко- и текучепластичную консистенцию. Это привело к значительному, а главное неравномерному снижению прочностных и деформационных характеристик: модуля деформации грунта на 35...40%, удельного сцепления на 40...60% [2].

Информация, содержащаяся в базе данных, будет позволять специалистам адекватно оценивать техническое состояние каждого здания. Собранная в ней информация позволит не тратить время на продолжительные и дорогостоящие обследования, по причине утери или невозможности доступа к более ранним заключениям. Вся информация об обследованиях будет структурирована и классифицирована с возможностью поиска по базе необходимых данных.

На основе полученных сведений из базы данных специалист будет принимать решение о реконструкции, капитальном ремонте или сносе здания, в зависимости от категории технического состояния.

Как было сказано ранее, пробная версия базы данных будет разрабатываться на основе собранной в ходе обследования зданий серии 1-447 информации. Для сопоставления и подтверждения причин возникновения тех или иных дефектов произведено моделирование типового здания в програмном комплексе, для получения теоретического подтверждения предположений. В рамках моделирования рассмотрен вопрос влияния ухудшения геологического основания в процессе эксплуатации жилого здания на развитие дефектов и повреждений [3]. В дальнейшем разработанная база данных будет служить для накопления и возможности анализа технического состояния зданий жилого фонда г. Перми.

Литература

1. Голубев К.В. Остаточный ресурс зданий и сооружений исторической застройки как один из критериев обеспечения их надежности // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2015. № 2. С.37-48.
2. Бартоломей А.А., Маковецкий О.А., Бартоломей Л.А., Пономарев А.Б., Катаев В.Н. Обоснование геотехнического контроля г. Перми // Основания и фундаменты в геологических условиях Урала. 2001. №1. - С.31-35
3. Маковецкий О.А., Старцев Ю.Г., Тимофеева Г.А. Реконструкция фундамента жилого дома серии 1-447. // Основания и фундаменты в геологических условиях Урала. 2002. №1. С.30-34.

О ВЛИЯНИИ ДАВЛЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОАГРЕГАТНОГО СОСТАВА ГЛИН

Т.Ю. Паршина

Пермский государственный национальный исследовательский университет, аспирант 1 года обучения,
granit@psu.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Середин В.В.

Аннотация: в работе изучены вопросы влияния давления на изменение микроагрегатного состава глин. Исследованы взаимосвязи между содержанием фракций <0,1 мкм, 0,2-0,5 мкм, 0,5-1 мкм, 1-2 мкм, 2-5 мкм и 5-50 мкм для каолинита и монтмориллонита и давлением. Рассчитаны математические модели, описывающие влияние давления на изменение микроагрегатного состава исследуемых глин. Показано, что при увеличении давления содержание фракций от 0,1 мкм до 5 мкм уменьшаются, а фракции 5-50 мкм, наоборот увеличивается.

Ключевые слова: каолинит, монтмориллонит, микроагрегатный состав, регрессионный анализ, фракция, давление, коэффициент детерминации, критерий Стьюдента, критерий Фишера,

ON THE INFLUENCE OF PRESSURE ON CHANGE MICROAGGREGATE COMPOSITION OF CLAYS

T.Yu. Parshina

Perm State University, 1st year Post-graduate Student, granit@psu.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Seredin

Abstract: The aim of this work is to study the effect of pressure on change fractional composition of clays. The dependences of changes in the content of fractions <0.1 μm, 0.2-0.5 μm, 0.5-1 μm, 1-2 μm, 2-5 μm, 5-50 μm for the kaolinite and montmorillonite with increasing pressure. Obtained statistically significant regression model describing the pressure effect on the change fractional the composition of the clays. It is shown that with increasing pressure the contents of fractions of 0.1-5 μm is reduced, and the fraction of 5-50 μm, on the contrary, increases.

Keywords: kaolinite, montmorillonite, fractional composition, regression analysis, fraction, pressure, coefficient of determination, t-value, F-value.

Свойства глин во многом определяются их гранулометрическим и микроагрегатным составом [1,2,3,4]. Исследования, проведенные Е.М. Сергеевым и др. показали, что при сжатии песков давлением 300 МПа содержание тонкой песчаной фракции увеличилось от 13% до 51%, пылевой от 5% до 23%, а глинистой от 2,15% до 5,42%. Отсюда он предположил, что образование глинистых частиц в природных условиях в результате механического разрушения более крупных гранулометрических элементов, по-видимому, протекает в весьма ограниченных размерах. К подобным же выводам он пришел при испытании покровных суглинков при давлениях P=2000 МПа и P=3660 МПа [5]. Вопросы влияния давления со сдвигом на образование микроагрегатного состава глин изучены недостаточно полно, хотя размер частиц во многом определяет формирование свойств породы. Поэтому целью работы является изучение влияния давления на изменение микроагрегатного состава глин.

Объектом исследования явились монтмориллонитовая и каолинистая глины. По результатам рентгеноструктурного анализа монтмориллонитовая глина состоит из (%): монтмориллонита - 75; каолинита - 3,6; кварца - 11,4; альбита - 6,7; кальцита - 3,3. Каолинистая глина содержит (%): каолинит - 76,7; монтмориллонит - 15,6; кварц - 7,7. Гранулометрический анализ выполнялся с помощью лазерного дифракционного анализатора гранулометрического состава FritschAnalysette 22 MicroTecplus.

Для оценки динамики изменения гранулометрического состава построены зависимости изменения содержания исследуемых фракций для каолинита и монтмориллонита с увеличением давления. Проведен регрессионный анализ и получены модели регрессии, описывающие влияние давления на изменение микроагрегатного состава исследуемых глин. Зависимости изменения содержания фракции <0,1 мкм и 5-50 мкм для каолинита и монтмориллонита от давления приведены на рисунке 1 и рисунке 2. Из рисунка 1 видно, что изменения содержания фракции <0,1 мкм в зависимости от давления для каолинита и монтмориллонита имеют достаточно близкий, но смещенный друг относительно друга характер. Зависимость для монтмориллонита располагается несколько ниже, чем для каолинита. Отметим, что в диапазоне значений давления 0-500 МПа наблюдаются тенденции к резкому уменьшению содержания фракции <0,1 мкм как для каолинита, так и для монтмориллонита. Далее при повышении значений давления доля исследуемой фракции возрастает на всем интервале значений вплоть до 2000 МПа. Увеличение содержания фракции <0,1 мкм имеет практически линейный характер как для монтмориллонита, так и для каолинита. Необходимо отметить, что для каолинита наблюдается более выраженное увеличение доли исследуемой фракции в зависимости от роста давления в интервале значений 500-2000 МПа.

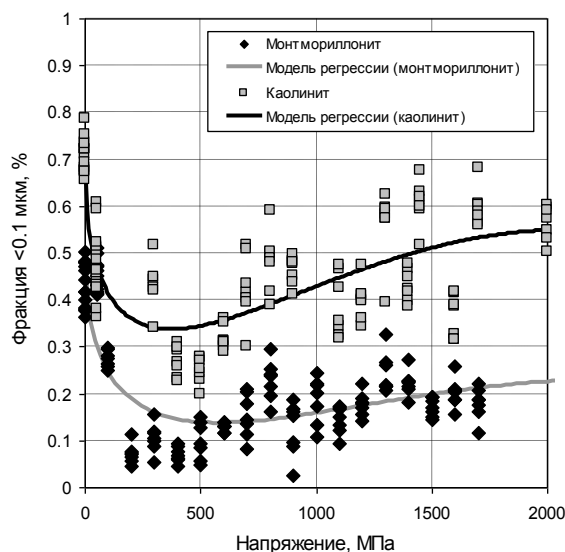


Рис. 1. Зависимость изменения содержания фракции <0,1 мкм для каолинита и монтмориллонита от давления

В таблице 1 представлены результаты регрессионного анализа изменения содержания фракции <0,1 мкм для каолинита и монтмориллонита от давления.

Таблица 1
 Результаты регрессионного анализа изменения содержания фракции <0,1 мкм для каолинита и монтмориллонита от давления
 (числитель – монтмориллонит, знаменатель - каолинит)

Регрессионная модель						
Вид модели регрессии	Коэффициент детерминации, R2	Скорректированный коэффициент детерминации, adj R2	Стандартная ошибка оценки	F-значение		
$y=a+bx+cx^2+dx^0.5$	0.656598 0.607396	0.647317 0.59503	0.072043 0.086645	94.96463 66.00936		
Коэффициенты модели регрессии						
Параметр	Значение	Стандартная ошибка	t-значение	95% доверительный интервал		P> t
a	0.490282	0.01786	27.45105	0.45499	0.525574	0
	0.711052	0.021699	32.7696	0.668117	0.753986	0
b	0.000777	0.000105	7.419081	0.00057	0.000984	0
	0.001207	0.00016	7.525664	0.000889	0.001524	0
c	-9.68E-08	2.69E-08	-3.59311	-1.50E-07	-4.36E-08	0.00044
	-1.81E-07	4.45E-08	-4.07735	-2.69E-07	-9.34E-08	0.00008
d	-0.032	0.00285	-11.2288	-0.03763	-0.02637	0
	-0.04138	0.004041	-10.2405	-0.04937	-0.03338	0

Из таблицы 1 видно, что полученные модели регрессии достаточно хорошо описывают изменение доли фракции <0,1 мкм для каолинита и монтмориллонита от давления. Для монтмориллонита связь этих факторов является более тесной, чем для каолинита (рис. 1). Коэффициент детерминации достигает значений 0.656598 и 0.607396 для монтмориллонита и каолинита соответственно. Таким образом, полученные модели регрессии объясняют большую часть исходной изменчивости зависимой переменной (доли исследуемой фракции). Значение критерия Фишера (F-значение) говорит о том, что полученная регрессионная модель является в целом статистически значимой, а значения критериев Стьюдента (t-значения), показывают безусловную статистическую значимость коэффициентов моделей регрессии.

Аналогичный характер изменения содержания исследуемых фракций от давления наблюдается также для фракций 0,2-0,5 мкм, 0,5-1 мкм, 1-2 мкм и 2-5 мкм.

На рис. 2 иллюстрируется характер изменения содержания фракции 5-50 мкм в зависимости от давления для каолинита и монтмориллонита. Здесь мы видим обратную зависимость, т.е. в диапазоне значений давления 0-500 МПа наблюдаются тенденции к резкому возрастанию содержания исследуемой фракции как для каолинита, так и для монтмориллонита. Зависимость для монтмориллонита располагается несколько выше, чем для каолинита. Далее при повышении значений давления доля исследуемой фракции практически не изменяется и имеет линейный характер на всем интервале значений вплоть до 2000 МПа. В результате анализа изменения содержания фракции 5-50 мкм от давления можно сделать вывод о том, что для монтмориллонита характерно большее содержание исследуемой фракции при тех же значениях давления, чем для каолинита.

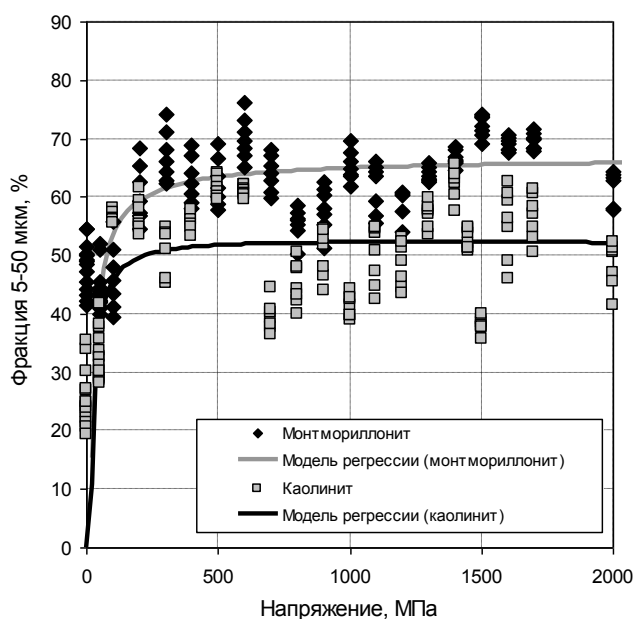


Рис. 2. Зависимость изменения содержания фракции 5-50 мкм для каолинита и монтмориллонита от давления

Следует отметить, что полученные модели регрессии достаточно хорошо описывают изменение доли фракции 5-50 мкм для каолинита и монтмориллонита от давления. Коэффициент детерминации достигает значений 0.664213 и 0.537595 для монтмориллонита и каолинита соответственно, при этом модели регрессии, а также значения коэффициентов этих моделей являются статистически значимыми (табл.2).

Таблица 2
Результаты регрессионного анализа изменения содержания фракции 5-50 мкм для каолинита и монтмориллонита от давления
(числитель – монтмориллонит, знаменатель - каолинит)

Регрессионная модель						
Вид модели регрессии	Коэффициент детерминации, R ²	Скорректированный коэффициент детерминации, R ²	Стандартная ошибка оценки		F-значение	
y=(a+cx)/(1+bx)	0.664213 0.537595	0.657629 0.528645	5.40649 7.83512		152.3121 90.68322	
Коэффициенты модели регрессии						
Параметр	Значение	Стандартная ошибка	t-значение	95% доверительный интервал		P> t
a	52.80625	1.211798	43.57678	50.41236	55.20014	0
	30.52713	1.757207	17.37253	27.05615	33.99812	0
b	246.3644	16.04175	15.3577	214.6741	278.0547	0
	310.7665	23.07579	13.46721	265.1851	356.3478	0
c	-1123.43	64.42795	-17.437	-1250.71	-996.156	0
	-1112.84	91.81925	-12.1199	-1294.21	-931.468	0

Выводы. Экспериментально установлено, что давление оказывает существенное влияние на формирование микроагрегатного состава каолинита и монтмориллонита. Получены статистически значимые модели регрессии, подтверждающие это влияние. О влиянии давления на формирование микроагрегатного состава исследуемых глин также свидетельствуют высокие значения коэффициентов детерминации.

Выявлено, что при увеличении давления содержание фракций от 0,1 мкм до 5 мкм уменьшается, а содержание фракции 5-50 мкм, наоборот - увеличивается.

Литература

1. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // *Инженерная геология*. 2015. № 4. С. 26-29.
2. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации // *Инженерная геология*. 2015. № 2. С. 12-16.
3. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешкова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2-2. С. 888.
4. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами // *Инженерная геология*. 2014. № 6. С. 50-55.
5. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. *Грунтоведение/ Под ред. В. Т. Трофимова. – 6-е изд., переработ. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – С. 1024.*

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ГЛИН ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

М.В. Пашков

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 2 года обучения,
geologpsu@gmail.com

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор, Середин В.В.

Аннотация: экспериментально установлена взаимосвязь между типом техногенного загрязнителя, его содержанием и прочностными свойствами глинистых грунтов. С увеличением концентрации сцепление возрастает, угол внутреннего трения уменьшается. При контаминации определяющую роль играет тип поровой жидкости.

Ключевые слова: контаминация грунтов, сцепление, угол внутреннего трения, прочность.

THE CHANGE IN STRENGTH OF CLAYS IN ANTHROPOGENIC IMPACT

M.V. Pashkov

Perm State University, 2nd year Master's Degree Student, geologpsu@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Seredin

Abstract: experimentally determined relationship between the man-made pollutant, its content and strength properties of clayey soils. With increasing concentration of the adhesion increases, the angle of internal friction decreases. If contaminated, the decisive role is played by the type of pore fluid.

Keywords: contamination of soils, grip, angle of internal friction, strength.

Актуальность: В результате контаминации грунтов нефтяными углеводородами (НУВ), электролитами и другими продуктами производства, происходят изменения состава и состояния грунтов. Эти изменения могут повлечь за собой существенное ухудшение несущей способности грунтов, что может привести к аварийным ситуациям. Исследованием контаминации грунтов занимались Ланге И.Ю., Бракоренко Н.Н., Мацневский А.С., Пашков М.В.[1], Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. [2,3,4,5,6,7]. Однако не все вопросы исследованы достаточно полно. Поэтому целью данной работы является оценка изменения прочностных свойств монтмориллонитовой глины в зависимости от типа и содержания контаминанта.

Объект исследований: Глина монтмориллонитовая, в качестве поровой жидкости использовались вода дистиллированная, дизельное топливо, буферный раствор pH=11,2

Методика: к глине монтмориллонитовой добавлялись жидкости, в расчете создания концентрации 5% 10% 15% 20% 30%. После этого полученную смесь уплотняли под нагрузкой $\sigma=0,2$ МПа. Готовые образцы испытывались методом одноплоскостного среза согласно ГОСТ 12248-2010.

Следует отметить, что каждая серия образцов была испытана 10 раз для обеспечения надежности результатов.

Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица
Изменение прочностных свойств глин в зависимости от концентрации поровой жидкости

Содержание поровой жидкости, %	Тип поровой жидкости					
	Вода дистиллированная		Дизельное топливо		Буферный раствор pH 11.2	
	с, кПа	φ , град	с, кПа	φ , град	с, кПа	φ , град
5	0	40	0.3	39	0.83	39
10	37	37	1.7	37	70.8	30
15	77	35	5	36	105.0	19
20	62	21	6.5	36		
24			11.7	31		
27			17	25		
30	29	15			27.9	21

Из таблицы 1 видно, что с увеличением концентрации всех типов поровой жидкостей угол внутреннего трения (φ) уменьшается. Так, угол внутреннего трения глины, подверженной воздействию дизельного топлива уменьшается от $\varphi = 39^\circ$ при концентрации поровой жидкости (C_d) 5% до $\varphi = 25^\circ$ при концентрации $C_d=27\%$, то есть в 1,56 раза, в буферном растворе в 1,86 раза и наибольшее изменение выявлено в дистиллированной воде в 2,67 раза.

Анализ влияния типа поровой жидкости и ее концентрации на удельное сцепление показал, что с увеличением концентрации дизельного топлива, сцепление закономерно увеличивается. Другой вид изменения установлен воды дистиллированной и буферного раствора, с увеличением их концентрации до $C=15\%$ сцепление увеличивается, при дальнейшем увеличении концентрации порового раствора сцепление уменьшается.

На рисунке 1 приведены графики изменения сцепления в зависимости от концентрации и типа поровой жидкости. Из рисунка 1 видно, что наибольшие значения сцепления у образцов поровой жидкостью которых является кислый буферный раствор, наименьшие у образцов с дизельным топливом. Это связано с тем, что кислая среда способствует агрегации глинистых частиц (коллоидов) [4].

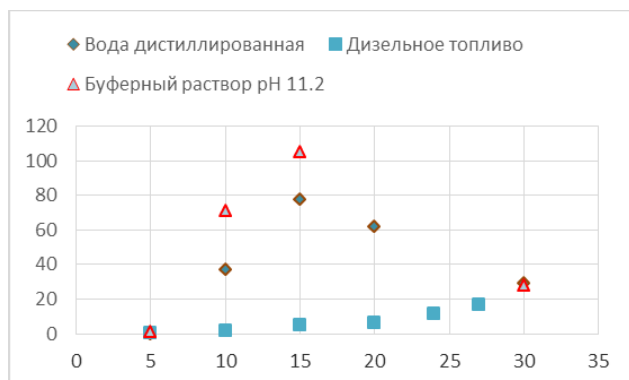


Рис. 1. Изменение сцепления в зависимости от концентрации и типа поровой жидкости

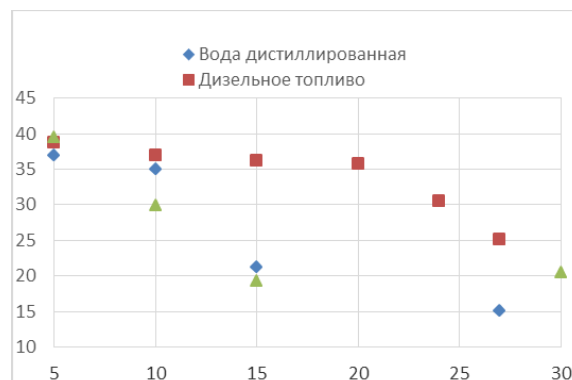


Рис. 2. Изменение угла внутреннего трения в зависимости от концентрации и типа поровой жидкости

На рисунке 2 приведены графики изменения угла внутреннего трения в зависимости от концентрации и типа поровой жидкости.

Из рисунка 2 можно наблюдать, что наиболее значения углов внутреннего трения у образцов, поровой жидкостью которых является дизельное топливо. В кислой и нейтральной средах углы внутреннего трения изменяются незначительно.

Заключение. Экспериментально установлено, что тип и количество поровой жидкости оказывают существенное влияние на формирование сцепления и угла внутреннего трения в глинах. С увеличением содержания в грунте дизельного топлива значения углов внутреннего трения минимальны, по сравнению с другими сериями образцов. Наибольшие величины сцепления у образцов подверженных воздействию кислой среды.

Литература

1. Мацевский А.С., Пашков М.В. Изменение прочностных свойств бентонитовых глин при углеводородном загрязнении // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. Перм. гос. нац. исслед. ун-та. - Пермь, 2016. - Т.1. с.444-448.
2. Середин В.В. Исследование влияния вязкости поровой жидкости (углеводородов) на прочностные свойства песков // Инженерная геология. 2014. № 4. С. 45-48.
3. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.
4. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешикова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
5. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // Инженерная геология. 2015. № 4. С. 26-29.
6. Середин В.В., Язвинская М.Р. Исследования механизма агрегации частиц в глинистых грунтах при загрязнении их углеводородами // Фундаментальные исследования. 2014. № 8-6. С. 1408-1412.
7. Середин В.В., Язвинская М.Р. Закономерности изменений прочностных свойств глинистых грунтов, загрязненных нефтепродуктами // Инженерная геология. 2014. № 2. С. 26-32.

РЕЗУЛЬТАТ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Ж.Ю. Пономарева

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 курса,
ponomarewa.zhanna2015@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н. доцент доцент Д.М. Димухаметов

Аннотация: проведены опыты физического лабораторного моделирования при вертикальной фильтрации, сравнительный анализ протекания процесса при разной мощности грунта, установлены зависимости между временем, объемом выноса и относительной деформацией поверхности. Описана последовательность протекания процесса суффозионного выноса, зафиксированы пограничные условия и характерные признаки-индикаторы.

Ключевые слова: суффозия, физическое моделирование, фильтрационное разрушение грунтов, подземная эрозия, вертикальная фильтрация.

THE RESULTS OF PHYSICAL MODELING OF SUFFUSION PROCESSES

Zh.Yu. Ponomareva

Perm State University, 1st year Master's Degree Student, ponomarewa.zhanna2015@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy D.M. Dimukhametov

Abstract: The experiments of the physical laboratory modeling of the vertical filtering, a comparative analysis of the process at different capacity of the soil, the dependence between time, amount of removal and the relative deformation of the surface. The described sequence of the process of suffusion removal of fixed boundary conditions and symptoms-indicators.

Keywords: suffusion, physical modeling, filtration, the destruction of soils, ground erosion, the vertical filtering.

Цель работы: изучение и сравнение параметров и закономерностей суффозионного выноса песчаных насыпных грунтов разной мощности при вертикальной фильтрации.

Основные задачи:

1. Анализ факторов развития суффозии в техногенных песчаных грунтах для выбора и разработки методики проведения лабораторного физического моделирования;

2. Проведение моделирования суффозии в фильтрационном лотке с целью определения зависимости объемов вынесенного грунта, относительной деформации поверхности от площади сечения предполагаемого дефекта инженерного сооружения во времени при определенном расходе воды и мощности грунтовой толщи;

3. Математическая обработка полученных результатов, выявление и количественная оценка граничных условий активизации процесса, установление зависимостей между полученными параметрами провалообразования при разных условиях проведения опыта.

Введение. Существует ряд известных методов количественного прогнозирования, с помощью которых возможно проведение моделирования суффозии. Известно, что прогнозы, базирующиеся на натурном эксперименте, отличаются очень высокой достоверностью, но не всегда существует возможность его

проведения, поскольку, натурный прогноз – экономически и технически затратный эксперимент. Максимально приблизиться в лабораторных условиях к натуре удастся, используя для моделирования объемные экспериментальные установки [1].

После анализа существующих публикаций и методик моделирования суффозии был выбран метод физического моделирования суффозии в песчаных грунтах при нисходящей фильтрации, поскольку данный тип процесса является одним из наиболее распространенных и ущербобразующих для территории города.

Основная часть. Опыты проводились в экспериментальной установке для моделирования суффозионных процессов по подобию экспериментальной установки В.П. Хоменко [2].

Высота грунта в экспериментальной установке составляла 30 и 60 см. Всего было проведено 6 опытных испытаний, по три испытания на каждую высоту при сечении дефекта 8 см². Для экспериментального изучения вертикальной нисходящей суффозии подача воды осуществлялась равномерно с поверхности.

Опыты физического моделирования реализовывались для карьерного песка средней крупности (крупнее 0,25 мм – 51,3%, что более 50%), однородного ($k=2,2 < 3$), плотностью 2,02 г/см³, с ориентировочным средним коэффициентом фильтрации 0,053 м/с, средним углом естественного откоса в естественном состоянии 33° и под водой 27°. Перед началом опыта проводилось послойное уплотнение грунтов в лотке.

В процессе опыта фиксировался объем, вес вынесенного в приемник грунтового материала, относительная деформация поверхности через каждые 30 секунд после начала замачивания до формирования провала на глубине предполагаемого дефекта [3].

В ходе протекания процесса, объем выносимого материала пропорционально увеличивался со временем. И в грунтовой модели в каждой из исследуемых мощностей происходило образование подземных полостей, если для мощности 35 см полость имела размеры 2x3 см в плане, то для мощности 60 см размеры полости увеличивались в 5 раз. Конфигурация первичных полостей при разных мощностях сходная и имеет параболический вид. Средняя глубина возникновения полостей составляет от 15 до 20 см для грунта мощностью 35 см, и от 30 до 40 см для мощности 60 см соответственно.

Воронки формировались конусообразной формы с крутыми бортами от 84 до 88 градусов.

В качестве дополнительного показателя суффозионного выноса рассчитана величина критического объема грунта, при которой начинается проявление процесса на поверхности. Для грунта мощностью 35 см критическое значение пульпы составило 780 см³, для высоты грунта в 60 см – 4855 см³ [3].

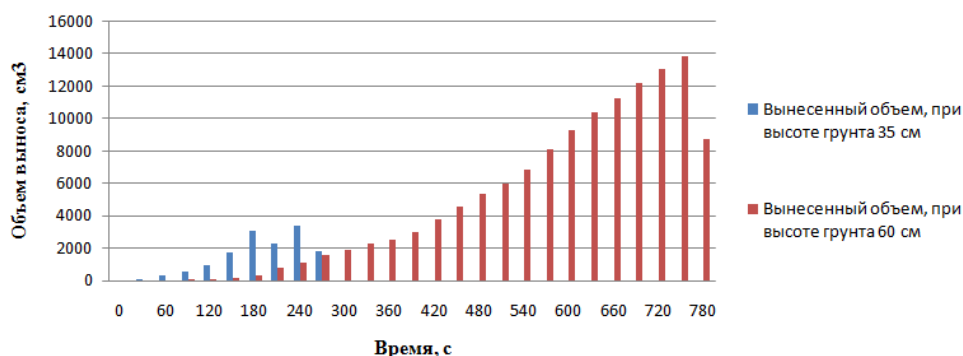


Рис. 1. Соотношение средних значений объемов выноса грунта

Из графика можно увидеть, что через 90 секунд для мощности 60 см процесс выноса только начинался, когда для мощности 35 см уже фиксировалась начало формирования поверхностной деформации. Процесс формирования воронки при мощности песка 35 см заканчивался через 260 секунд, в то время как образование первичной поверхностной деформации при мощности грунта 60 см только начинался.

Выводы: В ходе лабораторного эксперимента было отмечено, что время начала фильтрационного выноса, в среднем, составляет 25 секунд для грунта 35 см и 2,5 минуты для грунта мощность 60 см с момента водонасыщения. Фактически полный цикл процесса формирования провала при постоянном объеме поступающей воды и сечении дефекта 8 см² составляет, в среднем, 5 мин для модели мощностью 35 см с начала момента замачивания, и 11 мин для модели мощностью 60 см.

Объем вынесенного материала за весь процесс увеличивался при увеличении высоты грунта, происходит это в результате большего взаимодействия воды с грунтом, а, следовательно, увеличением площади псевдоплавунного тела. Все эти факторы влияют на форму и радиус, образующейся воронки: для мощности 35 см формируется воронка конусообразной формы с радиусом 12 см, а для мощности 60 см также конусообразной формы, но с большим радиусом – 25 см. Углы падения стенок и конфигурация воронов при разных условиях проведения опыта относительно сходная.

Накопление и математическая обработка значительной базы фактических данных о динамике процесса, начиная со стадии подготовки до провалообразования, позволит по характерным признакам-индикаторам и показателям граничных условий активизации процесса спрогнозировать возникновение и рост деформаций в конкретном месте за конкретное время [4]. Это в свою очередь создает возможности для оперативного реагирования и локализацию факторов активизирующих суффозию и в конечном итоге предотвращения

катастрофических последствий. В качестве признаков-индикаторов можно использовать определенные параметрические данные, полученные в результате физического моделирования.

Литература

1. Хоменко В.П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов. М.: ГЕОС, 2006. 216 с.
2. Пономарева Ж. Ю. Исследования закономерности суффозионного выноса грунтов при вертикальной фильтрации // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. Перм. гос. нац. исслед. ун-та. - Пермь, 2016. - Т.1. С. 466-470.
3. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации // Инженерная геология. 2015. № 2. С. 12-16.
4. Осипов В.И., Кутепов В.М. и др. / Под ред. Осипова В.И. Опасные экзогенные процессы // М.: ГЕОС, 1999. 290 с.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОКРУЖНОЙ АВТОДОРОГИ ГОРОДА КИРЖАЧ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Прасолов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, студент 4 курса, ghfcjkdfylhtq@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н. профессор, Трофимов В.Т.

Аннотация: определены факторы инженерно-геологических условий исследуемого района, изучены состав, физические и физико-механические свойства разными методами для различных инженерно-геологических элементов, слагающих грунтовую толщу в районе строительства окружной дороги в городе Киржач.

Ключевые слова: инженерные изыскания, инженерно-геологические условия, состав, физические и физико-механические свойства грунтов.

GEOTECHNICAL CONDITIONS OF CONSTRUCTION OF RING HIGHWAY OF KIRZHACH OF VLADIMIR REGION

A.A. Prasolov

Lomonosov Moscow State University, 4th year Student, ghfcjkdfylhtq@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.T. Trofimov

Abstract: Factors of geotechnical conditions of researching region were determined, composition, physical and mechanical properties of ground rock masses by various methods in the region of construction of ring highway in Kirzhach were studied.

Keywords: engineering survey, geotechnical conditions, composition, physical and mechanical properties of ground.

К инженерно-геологическим условиям (ИГУ) относится комплекс особенностей, определяющий условия инженерных изысканий: рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия и современные процессы, происходящие на данной территории. Для этого района геологический разрез характеризуется большой неоднородностью и изменчивостью состава и свойств пород, что вкупе со слабой инженерно-геологической изученностью района и строительством новой автодороги делает эту проблему актуальной.

Изучаемый район представляет собой плоскую равнину с абсолютными высотами 120-130 м [1]. К речной форме рельефа относится долина реки Киржач, в исследуемом районе она представлена поймой и первой террасой, для которых характерны современные процессы заболачивания и оползни, сама река имеет ширину 15-20 м и питается в основном атмосферными осадками.

При рассмотрении геологического строения были изучены состав и свойства отложений, слагающих грунтовые толщи района. В настоящее время при исследованиях под грунтовой толщей принято понимать верхнюю 10-метровую часть разреза в зоне активного воздействия сооружений дорожного строительства [2]. Далее в пределах этой толщи выделялись инженерно-геологические элементы – ИГЭ, для которых определялись состав и свойства (табл. 1). К ним относятся техногенные отложения (tIV), аллювиальные отложения поймы и I террасы мончаловского-осташковского горизонтов р. Киржач (aIV и aIII_{mn-os}), флювиогляциальные отложения донского-московского горизонтов (fl-II_{dns-ms}) и меловые отложения аптского (K_{1a}) и готеривского-барремского ярусов (K_{1g-br}). Среди них преобладают хорошо фильтрующие песчаные грунты с $K_{cp}=32$ м/сут, тем самым, водоносные горизонты четвертичных и меловых песков гидравлически связаны между собой, минерализация грунтовых вод равна 250-290 мг/л [1]. Аллювиальные пески по плотности сложения являются рыхлыми и средними, для флювиогляциальных имеются также плотные разности, у меловых отсутствуют рыхлые разности [3].

Таблица 1

Физические свойства изученных грунтов района							
№ ИГЭ	Индекс	Название грунта	W _{пр} , д. ед.	I _p , д. ед.	I _L , д. ед.	ρ _{гр} , г/см ³	e, ед.
1	tIV	песок средней крупности	0,056	-	-	1,75	0,60
2	aIV	суглинок твёрдый	0,227	0,113	-0,03	1,91	0,72
3	aIV	суглинок текуче-пластичный	0,354	0,126	0,98	1,82	0,98
4	aIV	супесь пластичная	0,217	0,064	0,66	1,99	0,65
5	aIV	супесь текучая	0,262	0,058	1,72	1,96	0,73
6	aIV	песок пылеватый в/н	0,200	-	-	1,86	0,73
7	aIV	песок средней крупности	0,074	-	-	1,71	0,67
7Б	-/-	(рыхлый)	-/-	-	-	1,66	0,72
8	aIV	песок средней крупности, в/н	0,207	-	-	1,93	0,66
8Б	-/-	(рыхлый)	-/-	-	-	1,86	0,73
9	aIII mn-os	песок средней крупности	0,047	-	-	1,71	0,63
9Б	-/-	(рыхлый)	-/-	-	-	1,63	0,71
10	aIII mn-os	песок средней крупности, в/н	0,160	-	-	1,89	0,63
10Б	-/-	(рыхлый)	-/-	-	-	1,79	0,73
12	fl-II dns-ms	суглинок мягкопластичный	0,283	0,110	0,79	1,93	0,80
13	fl-II dns-ms	песок средней крупности, в/н	0,174	-	-	1,88	0,66
13А	-/-	(плотный)	-/-	-	-	2,10	0,49
13Б	-/-	(рыхлый)	-/-	-	-	1,82	0,72
14	fl-II dns-ms	песок крупный, в/н	0,171	-	-	1,90	0,64
14А	-/-	(плотный)	-/-	-	-	2,04	0,52
14Б	-/-	(рыхлый)	-/-	-	-	1,78	0,74
15	K _{1a}	песок мелкий	0,216	-	-	2,22	0,37
17	K _{1g-br}	песок мелкий	0,237	-	-	1,99	0,66
17А	-/-	(плотный)	-/-	-	-	2,23	0,48
18	K _{1g-br}	песок средней крупности	0,165	-	-	2,28	0,36

По нормативным документам и данным статического зондирования (СП 22.13330 и 47.13330) для ИГЭ определялись основные нормативные физико-механические свойства (табл.2), для ИГЭ-3, 4, 5 также проводились лабораторные испытания; при расчёте осадок использовался наиболее неблагоприятный вариант. Для глинистых грунтов отмечено ухудшение прочностных свойств при увеличении показателя текучести, числа пластичности и большего содержания глинистых минералов, в основном иллита (до 9,8%) и хлорита (до 7,5%); для песчаных ухудшение этих свойств связано с увеличением коэффициентов пористости и водонасыщения. Также установлено улучшение деформационных свойств от глинистых грунтов к песчаным для аллювиальных и флювиогляциальных отложений, при этом лучшие показатели выявлены у меловых песков.

Таблица 2

Физико-механические свойства изученных грунтов района								
№ ИГЭ	Индекс	Название грунта	E, МПа		φ, °		C, кПа	
			Нор. знач.	Стат. зонд. /лаб. знач.	Н. зн.	Ст.з./ л.з.	Н. зн.	Ст.з./л.з.
1	tIV	песок средней крупности	35	34	37	36	2	-
2	aIV	суглинок твёрдый	19	15	23	21	27	24
3	aIV	суглинок текуче-пластичный	6	5/15,0	13	17/20	13	15/20
4	aIV	супесь пластичная	16	-/20,5	24	-/22	13	-/10
5	aIV	супесь текучая	11	-/7,6	21	-/21	11	-/8
6	aIV	песок пылеватый	13	19	27	31	2	-
7	aIV	песок средней крупности	28	23	34	33	1	-
7Б	-/-	(рыхлый)	23	20	32	31	0	-
8	aIV	песок средней крупности	29	24	35	33	1	-
8Б	-/-	(рыхлый)	22	19	31	30	0	-
9	aIII mn-os	песок средней крупности	35	29	35	35	1	-
9Б	-/-	(рыхлый)	26	21	33	31	0	-
10	aIII mn-os	песок средней крупности	32	28	35	34	1	-
10Б	-/-	(рыхлый)	22	18	31	29	0	-
12	fl-II dns-ms	суглинок мягкопластичный	10	10	17	20	18	20
13	fl-II dns-ms	песок средней крупности	29	25	35	32	1	-
13А	-/-	(плотный)	46	39	39	36	3	-
13Б	-/-	(рыхлый)	23	19	33	28	0	-
14	fl-II dns-ms	песок крупный	31	26	38	32	0	-

№ ИГЭ	Индекс	Название грунта	E, МПа		φ, °		C, кПа	
			Нор. знач.	Стат. зонд. /лаб. знач.	Н. зн.	Ст.з./ л.з.	Н. зн.	Ст.з./л.з.
14А	-//-	(плотный)	43	37	41	36	1	-
14Б	-//-	(рыхлый)	21	19	36	28	0	-
15	K _{1a}	песок мелкий	56	73	40	38	8	-
17	K _{1g-br}	песок мелкий	27	27	32	32	2	-
17А	-//-	(плотный)	45	54	37	36	5	-
18	K _{1g-br}	песок средней крупности	59	82	42	38	4	-

Изменчивость свойств грунтов вызвана их разным составом, генезисом и возрастом, они являются главным фактором ИГУ района.

Автор выражает благодарность научному руководителю профессору В.Т. Трофимову за помощь и советы в создании работы.

Литература

1. *Гидрогеология СССР. Том I. Недрa, М., 1966 г. – 423 с.*
2. *Грунтовые толщи Западно-Сибирской плиты/Под ред. В.Т. Трофимова. М., 1988.*
3. *Фадеев П.И. Песчаные породы Мещёрской низменности. М., 1969.*

ПРОГНОЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Е.Н. Пыстогова, А.И. Кириллова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студенты 4 курса,
anakirya1995@mail.ru, pystogova.lena@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Т.Г. Ковалева.

Аннотация: изучены взаимосвязи между деформационными и инженерно-геологическими характеристиками многолетнемерзлых грунтов, построена математическая модель, позволяющая сделать прогноз модуля общей деформации по инженерно-геологическим данным в пределах исследуемой территории.

Ключевые слова: математическая модель, многолетнемерзлые грунты, свойства грунтов.

THE PREDICTION OF PERMAFROST'S DEFORMATION PROPERTIES

E.N. Pystogova, A.I. Kirillova

Perm State University, 4th year Students, anakirya1995@mail.ru, pystogova.lena@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader T.G. Kovaleva

Abstract: correlations between deformation and geology-engineering characteristics are been discovered, mathematic model, which allows to make a prediction of general deformation module by geology-engineering information in discovering area, is been built.

Keywords: mathematical model, permafrost, properties of permafrost.

В настоящее время происходит активное освоение северной и северо-восточной территории России. В этой части страны сосредоточено большое количество нефтяных месторождений, однако грунты в основаниях сооружений представлены многолетнемерзлыми породами. Вопросами определения механических свойств грунтов на этих территориях занимались многие ученые [1,2,3,4]. Анализ результатов их исследований показал, что процесс получения информации по физико-механическим свойствам грунтов достаточно трудоемок и требует специального оборудования. Отсюда важной является задача разработки простых и достаточно надежных способов их оценки. Одним из таких направлений является разработка математических моделей, позволяющих прогнозировать свойства грунтов.

Поэтому целью данной работы является прогноз деформационных характеристик многолетнемерзлых грунтов.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Выявление взаимосвязи между деформационными и инженерно-геологическими характеристиками многолетнемерзлых грунтов;
2. Разработка математической модели по прогнозу модуля общей деформации.

Объектом изысканий являлись грунты площадки «Центральный пункт сбора». На данной территории было выявлено 3 инженерно-геологических элемента (ИГЭ) многолетнемерзлых грунтов: 1 ИГЭ – суглинок пластичномерзлый слабодыстый; 2 ИГЭ – песок средней крупности твердомерзлый льдистый; 3 ИГЭ – гравийный грунт с супесчаным заполнителем твердомерзлый слабодыстый.

В процессе полевых и лабораторных исследований получены расчетные значения физико-механических свойств многолетнемерзлых грунтов: суммарная влажность (W_{сум}), суммарная льдистость (L_{сум}), плотность (ρ) и пористость (n). Кроме того, в расчетах использовался показатель - глубины залегания многолетнемерзлых грунтов (h). Расчеты выполнены в программе STATISTICA.

Для выявления взаимосвязей между деформационными и инженерно-геологическими характеристиками многолетнемерзлых грунтов использован корреляционный анализ [5,6]. Показателем тесноты связи является

линейный коэффициент корреляции. В том случае, если расчетное значение коэффициента корреляции (r_p) будет больше табличного значения $r_T = 0,63$ при степенях свободы $k = n-2 = 7$ и уровне значимости $\alpha = 0,05$ то будем считать, что между исследуемыми показателями существует статистическая связь. Для грунтов ИГЭ-1 рассчитаны коэффициенты парных корреляций.

Анализ которых показал, что статистическая связь выявлена только между модулем деформации и суммарной влажностью грунтов, о чем свидетельствует значимый коэффициент корреляции $r_p = -0,68 > r_T = 0,63$. Остальные геологические показатели оказывают менее существенное влияние на формирование деформационных свойств грунта. Так, на рисунке приведено поле корреляции между модулем деформации и суммарной льдистостью. Из рисунка видно, что с увеличением льдистости модуль деформации уменьшается, однако разброс экспериментальных данных достаточно велик, поэтому расчетное значение коэффициента корреляции значительно меньше табличного $r_p = -0,39 < r_T = 0,63$.

Для разработки математической модели по прогнозу модуля общей деформации использован многомерный регрессионный анализ [7], в виде зависимости $y = a + bx_1 + \dots + b_n x_n$, где a – свободный член, b – угловые коэффициенты, x – значение факторного (геологического) признака. Результаты расчетов представлены в таблице. Из таблицы видно, что при использовании в расчетах всех геологических признаков надежность прогноза модуля деформации возрастает, о чем свидетельствует более высокое значение коэффициента множественной корреляции $R_p = 0,914$.

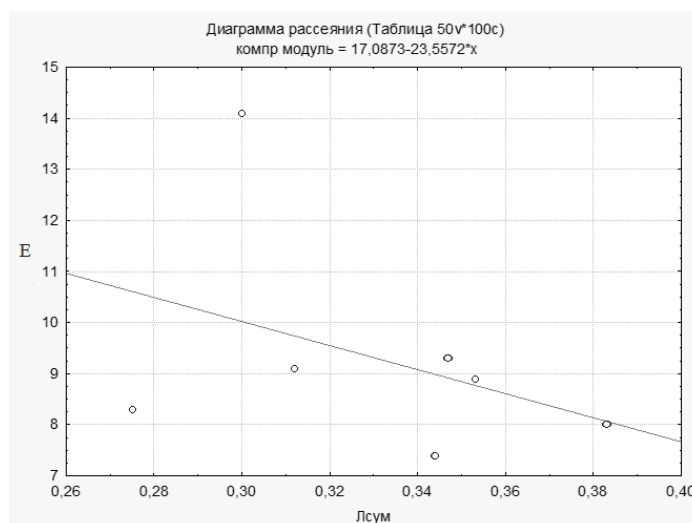


Рис. Поле корреляции между модулем общей деформации (E) и суммарной льдистостью (Лсум)

Таблица

Итоги регрессии для зависимой переменной: E при $R = 0,91465390$

	БЕТА	Стд. Ош.	b	Стд. Ош.	t(1)	p-уров.
Св. член			74,621	97,0303	0,76905	0,582643
h	-0,32311	0,625770	-0,451	0,8743	-0,51634	0,696566
Wсум	-1,84543	1,285423	-222,100	154,7024	-1,43566	0,387320
Лсум	0,99444	0,851522	60,167	51,5196	1,16784	0,450810
n	0,15981	1,331281	0,132	1,0969	0,12004	0,923944
p	-0,30292	0,908485	-14,504	43,4979	-0,33343	0,795110

Уравнение связи имеет следующий вид:

$$E = 74,62 - 0,45 \cdot h - 222,1 \cdot W_{\text{сум}} + 60,17 \cdot L_{\text{сум}} + 0,13 \cdot n - 14,5 \cdot p.$$

Следует отметить, что наибольший вклад в формирование модуля деформации вносят показатели, характеризующие суммарные влажность и льдистость, об этом свидетельствуют численные значения угловых коэффициентов (b). Используя полученную математическую модель, рассчитаны значения модуля общей деформации суглинка слагающего ИГЭ-1 на участках, где не проводились лабораторные испытания грунта.

Таким образом, экспериментально установлено, что на формирования модуля деформации наибольшее влияние оказывает суммарные влажность и льдистость суглинка. Построена математическая модель, позволяющая прогнозировать модуль деформации суглинка по инженерно-геологическим данным в пределах исследуемой территории.

Литература

1. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами // Инженерная геология. 2014. № 6. С. 50-55.
2. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // Инженерная геология. 2015. № 4. С. 26-29.

3. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации // Инженерная геология. 2015. № 2. С. 12-16.
4. Середин В.В., Красильнико П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешкова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
5. Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцев В.Н. Общая теория статистики. М.:ИНФРА-М, 2005. 416 с.
6. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.
7. Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии. СПб.: С-П гос. гор. ин-т, 2003. 223 с.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЙТИНГОВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ GSI ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАССИВОВ ФЛИША СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

А.В. Селиванова

Кубанский государственный университет, магистрант 1 года обучения, selivanova_a@bk.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Бондаренко Н.А.

Аннотация: в статье рассмотрен опыт применения методический подхода «Геологический показатель прочности» (GSI) для определения прочностных характеристик массивов флиша Северо-Западного Кавказа при строительстве технологического тоннеля Геленджикском районе Краснодарского края. Результаты работы приводятся по ранжированной системе, с обоснованием выбранных показателей, описываются возможные виды деформаций сооружения.

Ключевые слова: рейтинговые классификации массивов горных пород, геотехнические характеристики, флиш, инженерно-геологические условия, геологический показатель прочности.

EXPERIENCE OF APPLICATION OF GSI RATING CLASSIFICATION FOR ESTIMATION OF NORTHWESTERN CAUCASUS FLYSCH MASSES' STRENGTH CHARACTERISTICS

A.V. Selivanova

Kuban State University, 1st year Master's Degree Student, selivanova_a@bk.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor N.A. Bondarenko

Abstract: In the following article the results of application of Geological Strength Index (GSI) classification for estimation of Northwestern Caucasus flysch masses' geotechnical characteristics are shown. There are estimated geotechnical characteristics, described behavior and possible deformations of flysch massive in technological tunnel near Kabardinka village, Gelendzhik area.

Keywords: rating, rock massive classifications, geotechnical characteristics, flysch, geotechnical conditions, geological strength index.

Интенсивные темпы строительства наземных и подземных объектов в сложных инженерно-геологических условиях Северо-Западного Кавказа выявили нехватку методов эффективной комплексной оценки геотехнических свойств флишевых массивов горных пород.

На западе наиболее эффективным методом изучения массивов горных пород, начиная с середины XX в., стали рейтинговые классификации. Их последующее развитие привело к разработке и применению специальных классификаций, одной из которых стала классификация Е. Хоека (E. Hoek) и В. Мариноса (V. Marinos) «Геологический показатель прочности» (Geological Strength Index (GSI)) для отложений флиша [1].

Согласно данной классификации флишевые формации подразделяются на 11 типов (I-XI) по соотношению пелитовых и крупнообломочных пород, тектонической дислоцированности и степени выветрелости. Исходя из описания литологии, структуры и условий залегания выбирается блок, соответствующий типу флиша, для которого определяется интервал величин показателя прочности (0-100) [2]. Последующая обработка данных производится в программе RocData 5.0, также разработанной Е. Хоеком и В. Мариносом. Расчет характеристик в программе производится отдельно по породам, слагающим флишевый массив, затем для всего массива. Далее определяются характеристики, описывающие состояние и возможные виды деформаций массива, приводятся общие рекомендации по среднему шагу выемки и оптимальному устройству крепи для каждого типа флиша.

Применение классификации GSI проводилось для флишевого массива горных пород мелового возраста, слагающего трассу технологического тоннеля в районе с. Кабардинка Геленджикского района Краснодарского края [3]. Анализу подверглись свиты, пересекающие ось трассы тоннеля, для которых были пробурены скважины 1-10 (куниковская-скв.1/1, 1/2, пенайская – скв.2, ахейская – скв.3, анаурская – скв.4, паук – скв.5, розначевская – скв.6-10/2).

Для указанных свит были определены тип флиша и соответствующий ему показатель прочности: куниковская свита (II тип флиша, ГПП=65), анаурская свита (IV тип, ГПП=55), ахейская свита (V тип, ГПП=45), пенайская свита (VIII тип, ГПП=30), свита паук (X тип, ГПП=20), розначевская свита (XI тип, ГПП=5-10) (рис. 1).

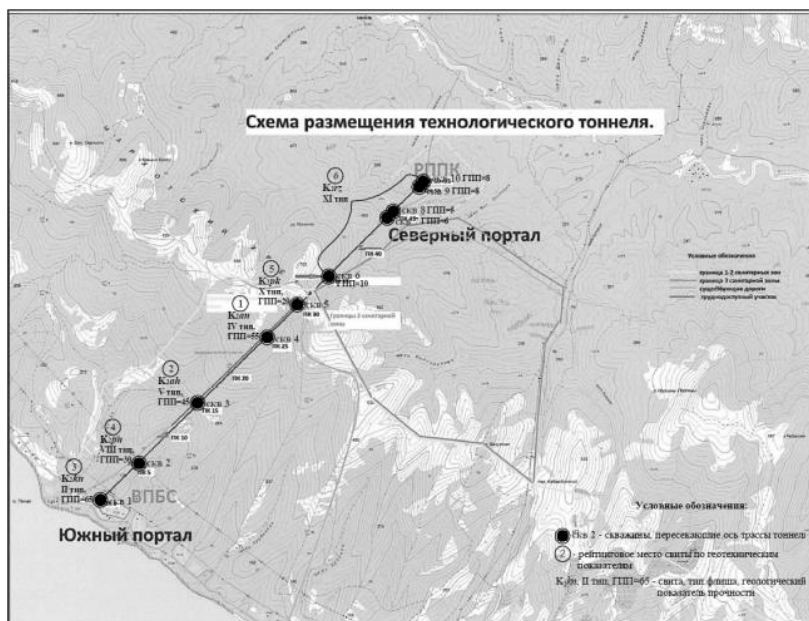


Рис. 1. Результаты применения классификации GSI на исследуемой территории

Установлено, что геотехнические характеристики изменяются в сторону ухудшения в зависимости от соотношения во флише пелитовых и крупнообломочных пород, глубины заложения трассы тоннеля, степени тектонической дислоцированности пород, выветривания и обводненности.

Наихудшими геотехническими показателями обладают породы, слагающие флиш розначевской свиты. Флиш, относящийся к данной свите, имеет наибольшую протяженность по трассе (скв. 6-10/2), глубины заложения тоннеля варьируются от 438 до 15,5 м, отложения флиша сложены сильновыветрелыми, дислоцированными, глубоко обводненными породами, проходящими по зонам развития тектонических нарушений.

Далее по наихудшим геотехническим показателям следует свита паук (скв. 5) с глубиной заложения тоннеля 396 м, повышенной трещиноватостью пород и приуроченности к зоне разлома (Северная I зона нарушений).

Самые высокие геотехнические характеристики прослеживаются у анаурской свиты (скв. 4). Глубина заложения тоннеля – 328,5 м, устойчивость и прочность массива контролируется повышенным содержанием песчаника, оказывающего армирующее действие для всего массива, окремнением, отсутствием обводнения пород, нахождение большей части массива, приуроченного к отложениям анаурской свиты, вне зоны тектонических нарушений.

Ахейанская свита (скв. 3), у которой при глубине заложения тоннеля 116 м, геотехнические показатели снижены вследствие расположения в зоне трещиноватости пород и обводненности.

Пенаянская свита (скв. 20, глубина заложения тоннеля 96 м) по соотношению содержания песчаника к пелитовым породам является наиболее прочной и устойчивой среди всех свит, пересекающих ось тоннеля, однако, низким значениям геотехнических показателей способствуют: расположение в зоне трещиноватости пород, глубокая зона выветривания (50-100 м), повышенная обводненность массива, сильная дислоцированность пород.

Для куниковской свиты определен самый высокий тип флиша и показатель ГПП - II и 65 соответственно, глубина заложения тоннеля – 20 м возле Южного портала, массив располагается вне зоны тектонических нарушений. Однако, соотношение пелитовых пород (95%) и песчаника (5%) способствует существенному снижению общих геотехнических показателей природного массива.

На основании полученных данных по геотехническим показателям свит, пересекающих ось трассы тоннеля, а также в соответствии с общей характеристикой состояния массива можно сделать выводы о том, что в период эксплуатации возможно формирование опасных зон напряженно-деформированного состояния скальных пород кровли, резкое увеличение водопритоков подземных вод в тоннель, развитие деформаций крепи, в связи, с чем рекомендуется проведение мониторинговых работ.

Литература

1. Marinos V., Hoek E. Estimating the Geotechnical Properties of Heterogeneous Rock Masses such as Flysch. *Bull. Eng. Geol. Env.*, 2001, No. 60, pp. 85-92.
2. Marinos V. Tunnel behaviour and support associated with the weak rock masses of flysch // *Science Direct, Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2014, № 6, P. 227-239.
3. Технологический тоннель резервуарный парк перевалочного комплекса (РППК) – верхняя площадка береговых сооружений (ВПБС) / Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям, ГУП «Кубаньгеология», Краснодар, 2014

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА СТРОИТЕЛЬСТВА ФАКЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Т.К. Скубицкая

Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, аспирант 2 года обучения, skubitskaya@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., Козлякова И.В.

Аннотация: рассмотрены инженерно-геологические условия участка строительства факельной установки для сжиженных углеводородов на территории действующего предприятия. В основании уникального сооружения повышенного уровня ответственности залегают насыпные техногенные образования, которые является основным осложняющим геологическим фактором проектируемого факела.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, геологические опасности, геологический риск, техногенные грунты, факельная установка, проектные решения, инженерно-геологические изыскания.

ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE FLARE FACILITY CONSTRUCTION

T.K. Skubitskaya

Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS, 2nd year Post-graduate Student, skubitskaya@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, I.V. Kozlyakova

Abstract: Engineering-geological conditions on the site of the liquid hydrocarbons flare unit at the operating plant are described. In the basement of this unique building of high consequence class lies anthropogenic backfill soil, which is the main geological risk factor of the future facility. Changes in project based on geological investigation does not allow to completely eliminate this risk.

Keywords: engineering-geological conditions, geological hazards, geological risk, anthropogenic soils, flare unit, project solutions, engineering-geological investigation

Участок проектируемого строительства факельной установки расположен в окрестностях г. Нижнекамска Республики Татарстан, на территории действующего предприятия. Факел — уникальное сооружение первого уровня ответственности имеет высоту 140 м.

В геоморфологическом отношении территория приурочена к водоразделу рек Камы и Зай, относительно ровная поверхность которого осложнена сетью глубоко врезанных оврагов. На одном из таких оврагов, в настоящее время засыпанном, и находится площадка проектируемой факельной установки. Глубина вреза оврага достигает здесь 30 м.

В геологическом строении участка на вскрытую скважинами глубину 40 м принимают участие техногенные образования (tIV), современные верхнечетвертичные делювиальные отложения (dIII-IV), и среднепермские осадочные породы (P₂) [1,2,3].

На территории изысканий отмечено двухслойное строение техногенной толщи. Местные грунты, используемые при планировке территории, составляют верхнюю часть разреза техногенной толщи. В их составе преобладают породы пермской системы с разнообразным литологическим составом — глины, песчаники, алевролиты, которые, в свою очередь, содержат включения относительно крепких обломков известняков, песчаников. Второстепенное значение в составе местных насыпных грунтов имеют делювиальные суглинки и глины, а также комья почвенно-растительного слоя, строительного мусора. Мощность местных насыпных грунтов изменяется от 1,8 до 2,0 м. Ниже залегают привозные грунты, использовавшиеся для засыпки оврага. Они представлены в основном песками гравелистыми и средней крупности, с включением гальки до 28%. Мощность привозных грунтов зависит от глубины оврага и изменяется от 13,5 до 27,4 м.

Делювиальные отложения (dIII-IV) распространены практически на всей территории участка изысканий и приуроченные в к склонам засыпанного оврага и к его подножью. Отложения представлены твердыми, полутвердыми коричневыми, серо-коричневыми, тяжелыми песчанистыми, известковистыми, комковатыми суглинками, а также коричневыми, желтовато-коричневыми, преимущественно легкими песчанистыми, глинами твёрдыми и полутвёрдыми, небольшими прослоями тугопластичными.

Среднепермские осадочные породы (P₂) слагают нижнюю часть разреза изучаемой площадки. Характерной особенностью толщи коренных среднепермских пород является частое и незакономерное переслаивание различных по литологическому составу слоёв, наличие маломощных прослоев крепких песчаников, известняков, алевролитов, плохо выдержанных по мощности и простирано и фациально замещающих друг друга.

Глина красновато-коричневая, реже коричневая, тёмно-коричневая, с зеленоватым, фиолетовым и желтоватым оттенками, твёрдая и полутвёрдая, трещиноватая, аргиллитоподобная, известковистая, с ожелезнением по плоскостям трещин. В толще глин встречаются многочисленные прослойки известняков, песчаников, алевролитов мощностью от 0,1 до 20 см.

Песчаник мелко- и тонкозернистый, на карбонатно-глинистом цементе, коричневый, красновато-коричневый, серый, зеленовато-серый, слабосцементированный, трещиноватый, участками выветрелый до песка. В песчанике содержатся тонкие прослой глины, известняка и алевролита. Ниже уровня подземных вод песчаник находится в обводнённом состоянии.

Разрез участка проектируемой факельной установки приведен на рисунке.



Рис. Схематический разрез участка строительства факела сжиженных углеводородов

Гидрогеологические условия характеризуются развитием безнапорного водоносного комплекса. Водовмещающими породами являются техногенные грунты, верхнепермские известняки, песчаники и алевролиты. Пермские глины, в основном, являются водупором. В определенные периоды года при интенсивном таянии снега и при обильных осадках возможно формирование верховодки.

Определяющее воздействие на уровень грунтовых вод, на участке, кроме инфильтрации атмосферных осадков, оказывает засыпанный овраг, который является основной дренажной территорией. Установившийся уровень подземных вод зафиксирован на глубине 29,2 м. Он напрямую связан с глубиной оврага.

Геологические опасности на участке строительства обусловлены мощной толщей техногенных образований, которые будут служить основанием сооружения. В качестве фундамента факельной установки планировалось использование монолитного железобетонного ростверка на сваях с глубиной заложения свай 22,2 м. Однако, в связи с большой мощностью насыпных грунтов в процессе проектирования было принято решение об изменении типа фундамента на плитный или столбчатый с глубиной заложения 3,0 м.

Несмотря на корректировку проектных решений по результатам изысканий, геологический риск при эксплуатации факела остаётся значительным. Он обусловлен тем, что сооружение повышенного уровня ответственности имеет в своем основании специфические техногенные грунты.

Таким образом, дана оценка инженерно-геологических условий участка строительства факельной установки для сжиженных углеводородов на территории действующего предприятия, ставших причиной изменения первоначальных проектных решений для данного уникального сооружения.

Литература

1. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника // М.: ГЕОС, 2003, 402 с.
2. Отчет «Комплекс нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. Этапы строительства 1.3, 1.5. Факел для сжиженных углеводородов (СУГ), тип. 077/1» // М., ООО «ГСИ-Гипрокаучук», 2015.
3. Отчет «Комплекс нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. Объекты, предназначенные для получения автомобильных бензинов и индивидуальных ароматических углеводородов. Этап строительства 1.1. Факельная установка тип. 077/1 и сопутствующие объекты общезаводского хозяйства» // М., ООО «ГСИ-Гипрокаучук», 2016.

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ СЕРИЙНОЙ ЗАСТРОЙКИ Г.ПЕРМИ

А.А. Сокил

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, магистрант 2 года обучения,
nastya_sokil@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Маковецкий О.А.

Аннотация: Для решения вопроса о возможности и эффективности продления срока службы существующей городской застройки выполнена работа по систематизации и классификации серий домов «сталинского» и «хрущевского» времени. В процессе работы происходит сбор проектных данных, характеристик, информации на основании которой будет разработана типология основных дефектов.

Ключевые слова: геотехническая ситуация серии домов, исследование, реконструкция, модернизация.

GEOTECHNICAL SURVEY OF THE BUILDINGS OF THE SERIAL CONSTRUCTION IN PERM

A.A. Sokil

Perm National Research Polytechnic University, 2nd year Master's Degree Student, nastya_sokil@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader O.A. Makovetskiy

Abstract: According to the results of multiple studies, discussions and analysis of profitability of demolitions of industrial housing, it became evident that it is more expedient to reconstruct, to rebuild and strengthen the housing stock of mass housing, thereby to prolong life.

Keywords: housing stock, series, research, reconstruction, modernization.

Геологическая среда в городах с развитой промышленностью подвергается интенсивному техногенному воздействию, что нередко приводят к развитию процессов и явлений, отрицательно воздействующих на инженерные сооружения.

Середина XX столетия стала переломным моментом в архитектуре и строительстве в России. В этот период в рамках жесткого планирования формировалась советская жилищная архитектура, полностью зависимая от стройиндустрии, от ее мощностей и возможностей. Для того чтобы массово и глобально реконструировать и улучшать дома серийной застройки советской эпохи необходимо более детально разобраться с сериями домов, конструктивной схемой, материалами несущих конструкций, техническим состоянием отдельных элементов и зданий в целом [1].

С этой целью проводится обследование жилого фонда трех микрорайонов г. Перми: Балатово, Городские Горки, Крохалева. В этих микрорайонных построена большая часть многоквартирных жилых домов типовой застройки 50-70 гг.

Жилые дома того времени строили из различного материала: кирпича, панелей, шлакоблоков [2]. Основная застройка и наиболее часто встречаемая – пятиэтажная.

Основное строительство «хрущевок» осуществлялось по трем сериям:

Кирпичные дома строили по серии 1-447, 1-447С. Стены из кирпича, толщиной 380-400 мм, в отдельных домах использовался низкокачественный силикатный кирпич. Иногда внешний слой наружных стен из кирпичных блоков. Несущие стены - продольные наружные, продольная центральная межквартирная, поперечные межквартирные, а также стены лестничных клеток [2].

Панельные дома строили по сериям 1-464 и 1-468. Принципиальное отличие панельных серий в заводе-изготовителе, а соответственно в материале стен. Серию 1-464 строили сотрудники Пермского проектно-строительного объединения.

Дополнительно известно о строительстве в меньших объемах домов по серии 1-335. Конструктивная схема с неполным каркасом, где несущими являются колонны и наружные стены.

Согласно мастер плана стратегия жилого фонда «хрущевского» и «сталинского» периодов направлена на постепенный вывод панельных домов из эксплуатации. Так как реконструкция таких зданий требует огромных вложений средств, что по большей части не является рентабельным. Основным решением для таких домов может быть естественное снижение рыночной стоимости этого жилья и постепенный вывод из эксплуатации. При этом город получает большое количество территорий под новое строительство в пределах городской черты.

На кирпичные дома срок эксплуатации 100-125 лет. Но это не подтверждено документально расчетами и опытом. О надежности и безопасности "хрущевки" существует два совершенно противоположных мнения [3]. Одни специалисты считают, что срок их годности, как в проектной документации 50 лет и не более, что "хрущевки" пора сносить и строить на их месте новое жилье. Другие, что они достаточно надежны и, если их отремонтировать, простоят еще много лет. Первые "хрущевские" дома строились добросовестно, контроль над качеством был строгий, многие из них хорошо сохранились и долго еще прослужат жителям города.

Стратегия для серии 1-447 с жесткой конструктивной схемой: реконструкция и капитальный ремонт.

Стратегия для «сталинок» также продление жизненного цикла зданий посредством проведения текущего и капитального ремонтов.

Разработка методики прогноза возникновения и развития негативных процессов, в том числе и в развитии геотехнической ситуации, представляет собой сложную задачу в виду необходимости учета большого количества факторов [4]. В процессе подтопления городской территории можно выделить два этапа: локальное подтопление и зональное подтопление. Распространение фильтрующих вод из различных источников в начальный период локально и имеет куполообразный вид, затем выходит за пределы геодинамических зон с образованием ореолов подтопления на больших территориях. Ярким примером локального подтопления является развитие этого процесса в основании жилых домов первых массовых серий. Это явление отмечено практически для большинства жилых зданий, расположенных в Индустриальном, Свердловском и Мотовилихинском районах города Перми. Исследования, проведенные в 1961-67 г. показали, что большая часть территории этих районов сложена четвертичными пылевато-глинистыми грунтами тугопластичной и полутвердой консистенции. Мощность этих отложений составляет 6...12 м. В ходе эксплуатации зданий происходили интенсивные протечки на вводах водоведущих коммуникаций и затопление подвалов и технических подполий. Грунты залегающие в основании зданий приобрели мягко- и текучепластичную

консистенцию. Это привело к значительному, а главное неравномерному снижению прочностных и деформационных характеристик: модуля деформации грунта на 35...40%, удельного сцепления на 40...60%.

С ростом влажности основания также происходит снижение величины расчетного сопротивления сжатию грунтов в пределах 15...25%, и в результате в ряде точек под зданием оно становится меньше, чем давление на основание от сооружения. Это приводит как к интенсивному развитию абсолютных осадков, так и к очередному увеличению их неравномерности по пятну здания. Существенная неравномерность осадков основания приводит к развитию повреждений в несущих конструкциях зданий.

В связи с этим встает необходимость оценки изменения состояния геологической среды, разработки и обоснования мероприятий по предотвращению развития негативных процессов или защите сооружений от них, а также оценка эффективности этих мероприятий, то есть мониторинг геологической среды.

Для оптимального развития градостроительства на территории г. Перми объективно необходимым является поэтапное внедрение элементов гидролитомониторинга, в конечном итоге предполагающего организацию рационального недропользования и разработку мероприятий по охране геологической среды города.

Литература

1. Юзефович А.Н. Современные проблемы реконструкции жилых домов первых массовых серий // Вестник Пермского национально-исследовательского университета. Урбанистика. - 2011. - № 4. – С. 107-121.
2. Бачинская Л.Г., Бачинская О.В. Особенности реконструкции 5-этажных жилых домов первого поколения массового типового строительства // Строительство и техногенная безопасность. – Киевский национальный университет строительства и архитектуры, 2003. - № 8. – С. 10-12.
3. Третьякова П.А., Клевеко В.И. Современный метод реконструкции на примере пятиэтажного жилого фонда города Перми // Вестник Пермского национально-исследовательского университета, 2013. - № 1. – С. 65-74.
4. Маковецкий О.А. Влияние изменений геологической среды на надежность системы «основание - фундамент-здание» // Инженерная геология и охрана геологической среды. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. М.: ГЕОС, 2004.

К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕННОСТИ ТОРФА

К.А. Тамоян

Пермский государственный национальный исследовательский университет, молодой ученый,
karishuta@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Середин В.В.

Аннотация: обширные территории нашей страны, приблизительно 20% заболочены. В связи с этим при освоении территорий предпочтение отдается более благоприятным участкам. Вопросу времени консолидации торфов, уделено недостаточно внимания в научной литературе.

Ключевые слова: торфы, консолидация, грунты, инженерная геология, специфические грунты.

TO THE QUESTION ABOUT THE STUDY OF PEATS

К.А. Tamoyan

Perm State National Research University, Young Researcher, karishuta@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Seredin

Abstract: Vast territory of our country, about 20%, swamped. In this regard, during the development of the territory, preferred a more favorable sites. The issue of time consolidation of peat paid enough attention in the scientific literature.

Keywords: peats, consolidation, soils, engineering geology, problematic soils.

Строительство на слабых грунтах имеет древнюю историю. В Швейцарии и Северной Италии в торфах обнаружены остатки свай датируемых бронзовым веком. Во Франции найдены разрушенные постройки на болотах периода железного века. В Римской империи, Франции и Германии во II веке н.э. на болотистых грунтах строили дамбы, дороги с деревянным настилом, прокладывали каналы и водопроводные трубы. Много поселков, крепостей и городов построено на затопляемых поймах рек, на низинных берегах озер и морей, сложенных торфом, илами, сапропелями (например, Таллин, Архангельск, Ленинград, Венеция, Антверпен и др.) [1].

Таким образом, становится понятным, что территории со слабыми грунтами никогда не считались не допустимыми для строительства.

По данным Росреестра по состоянию на 01.01.2010 г.в земельном фонде Российской Федерации на долю болот приходится 152,83 млн. га. По территории болота размещены неравномерно и заболоченность характеризуется значительными колебаниями. В результате климатических, геоморфологических и других природных факторов наибольшее количество болот сосредоточено в северо-западных районах европейской

части и в центральных районах Западно-Сибирской равнины. Южнее этой зоны процесс болотообразования ослабляется и почти прекращается [2].

Ранее такая сплошная заболоченность и заторфованность территорий являлась одним из неблагоприятных факторов [3,4], сдерживающих темпы обустройства нефтяных месторождений страны. Отсутствие необходимых теоретических решений и практических разработок не позволяло вести строительство нефтепромысловых объектов на болотах на высоком научно-техническом уровне. В конечном итоге стоимость работ была в 2-5 раз выше, чем в обычных условиях. В связи с этим, например, институтом «Гипротюменнефтегаз» с 1969 по 1974 гг. был проведен комплекс научно-исследовательских и экспериментальных работ по изучению свойств торфяных залежей с целью использования их в качестве естественных оснований нефтепромысловых объектов и сооружений.

За этот период проведено большое количество экспериментальных и полевых наблюдений позволившие значительно облегчить инженерно-геологические изыскания на болотах [5].

Лабораторные работы проводятся для детального изучения ботанического состава, степени разложения, зольности, структурно-текстурных особенностей строения, водно-физических и физико-механических свойств торфов. Определение классификационных показателей проводится с целью инженерно-геологической типизации торфяных отложений и залежей, а расчетных – для проведения специальных расчетов устойчивости различных сооружений [6,7].

Строительство сооружений на слабых грунтах связано с определенными трудностями и требует больших затрат средств и времени. Это обусловлено их низкой несущей способностью, высокой сжимаемостью и водопроницаемостью. Сооружения, построенные на слабых грунтах, как правило, испытывают значительные неравномерные и длительные осадки. Также затрудняется широкое использование средств механизации и обычных транспортных средств. В этих условиях применяют гусеничный транспорт, а подчас понтоны, земснаряды и даже вертолеты.

В течение последних десятилетий многие исследователи уделяли большое внимание данному вопросу: Л.С. Амарян (1961, 1966, 1968, 1971, 1972, 1977, 1980, 1983, 1984, 1987, 1990, 1993), Н.Я. Денисов и А.Вило (1965,1970), А.К. Деркацян и Н.Т. Васильева (1978), И.Е. Евгеньев (1968), Р.С. Зиангиров (1979,1983), А.К. Ларионов (1977), П.А. Коновалов (1980), В.Д. Казарновский (1973), В.Д. Копенкин (1967), В.Д. Ломтадзе (1970), К.С. Ордуянц (1946, 1971), А.Я. Рубинштейн и Ф.С. Канаев (1984), Е.Л. Семенский (1966), Е.Н. Сергеев (1983), Н.А. Цытович (1979), М.Л. Шапошников (1967) и других [8].

Развитие науки о торфе неразрывно происходило с усовершенствованием существующих, разработкой и внедрением новых приборов для полевых и лабораторных инженерно-геологических исследований грунта. Но совершенствование полевых и лабораторных приборов не затронуло принципиальных основ выполнения всего комплекса инженерно-геологических и топографических работ [5].

В настоящее время остается актуальным вопрос о времени консолидации торфов как грунтов основания, прогноз стабильности их деформационных характеристик. Наиболее ярким примером на территории г. Перми является Камская долина. В работе [9] подробно рассмотрены физико-механические свойства заторфованных грунтов данной территории. Показано что профессиональный подход к обоснованию мощности присыпки позволяет достигать максимальной консолидации торфяных грунтов в оптимальные сроки и должен основываться на комплексном учете физико-механических свойств торфов, включая их изменение во времени.

Литература

1. Рубинштейн А.Я., Канаев Ф.С. Инженерно-геологические изыскания для строительства на слабых грунтах // М.:Стройиздат, 1984. - 108 с., ил.
2. Болота в Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://protown.ru/information/hide/8138/> (дата обращения: 25.02.2017).
3. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации // Инженерная геология. 2015. № 2. С. 12-16.
4. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешкова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
5. Шапошников М.А. Геотехнические исследования болотных грунтов для строительства // Л. Стройиздат, Ленингр. Отд-ние, 1977, 128 с.
6. Сергеев А.И. Методика инженерно-геологического изучения торфяных массивов // Издательство наука Москва, 1974, 135 с.
7. Трофимов В.Л. Торфяные грунты Среднего Приобья как естественного основания нефтепромысловых сооружений //Москва ВНИИОЭНГ 1977.
8. Димухаметов М.Ш., Димухаметов Д.М.. Методика инженерно-геологической оценки слабых грунтов // Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010. – 145 с.: ил.
9. Димухаметов М.Ш., Димухаметов Д.М.. Физико-механические свойства заторфованных грунтов Камской долины г. Перми и их изменение в результате действия пригрузки // Вестник Пермского Университета. Геология. Вып.11 (37), 2009.

ВЛИЯНИЕ ЛИНЕАМЕНТНОЙ ТЕКТониКИ НА РАЗВИТИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЭРОЗИИ

А.В. Трусова, М.А. Парфенов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант, 2 года обучения,
студент 4 курса, alena.trusova92@inbox.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Ковалева Т.Г.

Аннотация: описаны природные условия на территории проектируемой трассы высокоскоростной магистрали (ВСМ); проведено районирование территории по эрозионной пораженности; осуществлен структурно-тектонический анализ, сопоставлены результаты районирования территории по эрозионной пораженности и распределению линеаментов.

Ключевые слова: линеаменты, плотность линеаментов, линейная (овражная) эрозия, густота овражно-балочной сети, коэффициент овражно-балочного расчленения.

INFLUENCE LINEAMENT TECTONICS ON LINEAR EROSION DEVELOPMENT

A.V. Trusova, M.A. Parfenov

Perm State University, 2nd year Master's Degree Student, 4th year Student, alena.trusova92@inbox.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader T.G. Kovaleva

Abstract: Natural conditions were described on the territory of the projected route; zoning of the territory for erosion; structural-tectonic analysis was realized; the results of zoning for erosion and the distribution were collated.

Keywords: lineaments, density of lineaments, linear (ravine) erosion, density of ravine-gulch net, coefficient of ravine-gulch dissection.

В административном отношении исследуемый участок проектируемой трассы ВСМ проходит от Курского вокзала г. Москвы до г. Владимира. На данной территории проектируется строительство скоростной железнодорожной магистрали протяженностью 200 км и объектов инфраструктуры, соответствующие I уровню ответственности.

Важным фактором, определяющим надежное функционирование высокоскоростной магистрали, является устойчивость геологической среды. Особого внимания заслуживает процесс овражной эрозии, т.к. в результате его развития происходит сокращение площадей, пригодных для дорожного использования. Кроме того, рост оврагов требует дополнительных капиталовложений не только для борьбы с эрозионными процессами, но и на возведение искусственных сооружений при строительстве железной дороги.

Методика исследования. Описание природных условий территории дано по результатам данных бурения инженерно-геологических и карстологических скважин (глубиной до 60 м), а также благодаря анализу карт.

В целях районирования территории по эрозионной пораженности была использована густота овражно-балочной сети (коэффициент овражно-балочного расчленения $K_{об}$), представляющая собой отношение суммарной длины оврагов, балок и мелких речных долин к площади исследуемой территории [1,2].

Структурно-тектонический анализ заключался в оценке плотности линеаментов путем подсчета их суммарной протяженности в единице площади. Построение линеаментов выполнено с помощью дешифрирования космоснимков и анализа топографических, геологических карт [3].

Природные условия. Изыскиваемая территория находится в центральной части Русской плиты. На своем протяжении трасса проходит по задровым, водно-ледниковым и аллювиальным пологоволнистым равнинам, осложненным поймами и руслами равнинных рек. Абсолютные отметки поверхности земли на водоразделах равны 140-160 м, на склонах – 120-140 м, минимальные отметки зафиксированы в долинах рек – менее 110 м. В пределах водоразделов уклоны поверхности земли небольшие (до 2%), их значения увеличиваются на склонах, в пределах оврагов они составляют в среднем 10%, достигая 24%.

В геологическом строении приповерхностной части принимают участие породы четвертичной, юрско-меловой и каменноугольной систем. Четвертичные отложения вдоль линии трассы наиболее широко представлены насыпными грунтами, флювиогляциальными песчано-глинистыми грунтами московского оледенения, аллювиально-флювиогляциальными песчано-глинистыми грунтами, элювиальными грунтами – продуктами выветривания и разрушения каменноугольных карбонатных пород. Таким образом, изучаемая территория внутри каждого геоморфологического элемента обладает относительно одинаковыми природными условиями.

Эрозионная пораженность территории. По результатам районирования территории по эрозионной пораженности участок трассы ВСМ 0-200 км характеризуется преимущественно густотой овражно-балочной сети 0,1-1,0 км/км² (рис. 1, А,Б). В большей степени линейной эрозии подвержен участок ПК1400-ПК2000, на котором значения густоты овражно-балочной сети достигают 1,5-2,5 км/км² (рис. 1,В).

Структурно-тектонический анализ. В тектоническом отношении территория относится к юго-восточной части Московской синеклизы Восточно-Европейской платформы. По результатам проведенного структурно-тектонического анализа участок трассы высокоскоростной магистрали 0-200 км характеризуется преимущественно плотностью линеаментов 0,1-1,5 км/км² (рис. 2, А,Б), участки с большей плотностью

отмечены в долинах рек. Участок ПК1160-ПК2000 относится преимущественно к территории с высокой плотностью линеаментов, значения которой достигают 2,5-4,0 км/км² (рис. 2,В).

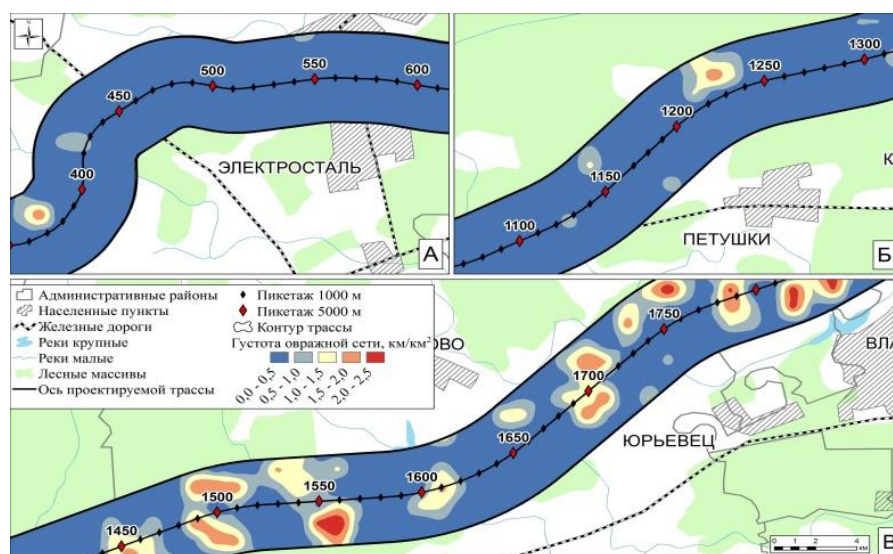


Рис. 1. Фрагмент карты эрозионной пораженности

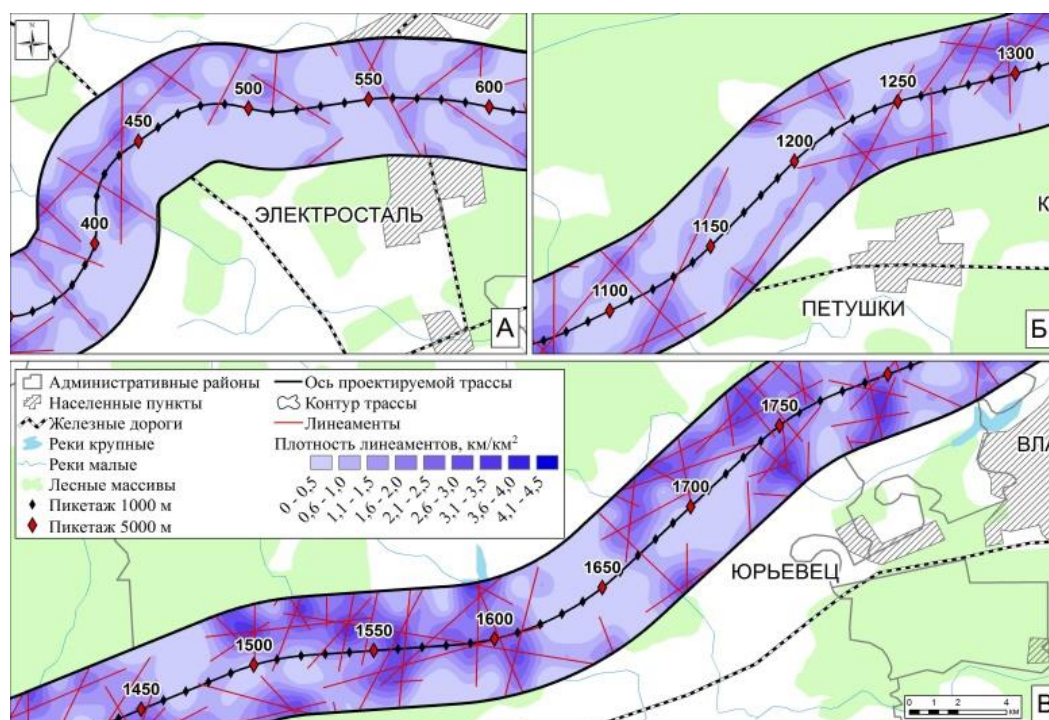


Рис. 2. Фрагмент карты плотности линеаментов

Результаты проведенного анализа показывают, что участки широкого развития линейной эрозии совпадают с участками заложения линеаментов, не зависимо от их приуроченности к геоморфологическим элементам. Таким образом, участки заложения линеаментов являются участками потенциального развития овражной эрозии [4], следовательно, линеаментный анализ позволяет на начальных этапах проектирования установить места развития оврагов, что позволит выбрать наиболее рациональный вариант трассы и провести профилактические мероприятия для предотвращения или минимизации овражных процессов.

Литература

1. Ковалев С.Н., Никольская И.И. Вероятность достижения предельной густоты овражной сети // Эрозия почв и русловые процессы, Москва, 2015. С. 104-112.
2. Соболев С.С. Эрозия почв и борьба с нею. – М.: Гос. Изд-во геогр. лит., 1950.
3. Копылов И.С. Инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон // Успехи современного естествознания. 2014. № 5-2. С. 110-114
4. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ на закарстованных территориях Нижегородской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. С. 241-246.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Р.М. Усманов

Казанский федеральный университет, аспирант 2 года обучения, almightyhero@mail.ru

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Храмченков М.Г.

Аннотация: в работе рассмотрена зависимость между реологическими и электрохимическими свойствами глин. Разработано теоретическое обоснование, следствием которого явилось возможность вычислить проводимость грунтов по экспериментальным значениям вязкости и наоборот. Подтвердили серией испытаний предположенное поведение глин согласно модели описанной реологией Кельвина-Фойгта.

Ключевые слова: реологические свойства, вязкость, электропроводимость, сопротивление грунтов, реология Кельвина-Фойгта.

STUDYING OF ELECTROCHEMICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CLAY SOIL

R.M. Usmanov

Kazan Federal University, 2nd year Post-graduate Student, almightyhero@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Physical and Mathematical, Professor M.G. Khranchenkov

Abstract: In work is considered dependence between rheological and electrochemical properties of clays. Is developed Theoretical justification which consequence was an opportunity to calculate conductivity of soil on experimental values of viscosity and vice versa. Have confirmed with a series of tests the assumed behavior of clays according to model the described Calvin-Feugta's rheology.

Keywords: rheological properties, viscosity, electric conductance, resistance of soil, Calvin-Feugta's rheology.

Работа посвящена изучению ряда свойств глинистых грунтов, проявляющихся при их увлажнении, в частности – природы электрохимических и реологических свойств глинистых грунтов. Гидратация глинистых частиц и связанное с этим набухание грунтов приводит к увеличению объема горных пород при их увлажнении. Способность к набуханию связана с гидрофильным характером глинистых минералов, слагающих связные грунты и горные породы, обладающие большой удельной поверхностью. Набухание – результат гидратации межслоевых промежутков глинистых частиц; оно обусловлено в основном образованием в грунте рыхлосвязанной воды, формирующиеся вокруг коллоидных и глинистых частиц, входящих в состав грунта. Молекулы воды уменьшают силы сцепления между ними, раздвигают их и этим вызывают увеличение объема грунта или горной породы. Набухание тесно связано со связанностью грунта или горной породы. В процессе набухания не только увеличивается объем грунта или горной породы, но и уменьшается связанность благодаря значительному ослаблению сцепления между отдельными частицами. Набухание грунтов или горных пород может привести к их частичному, а в некоторых случаях и полному разрушению. Процесс набухания носит, главным образом, осмотический характер. Причиной, вызывающей набухание, является разница в концентрации солей во внутри-агрегатном растворе и в воде, окружающей набухающие агрегаты. Если концентрация внешнего по отношению к набухающим агрегатам раствора меньше концентрации раствора, находящегося во внутри-агрегатных порах, происходит набухание породы (оно тем больше, чем больше разница концентрации этих растворов). Если же концентрация внешнего раствора больше концентрации порового раствора, то набухание может не происходить; в этом случае может наблюдаться сжатие породы, подобное тому, какое наблюдается при ее высыхании [1,2].

При увеличении объема грунта или горной породы в процессе набухания развивается определенное давление, которое называется давлением набухания. Оно может быть обнаружено и измерено с помощью внешней нагрузки. Очевидно, что давление набухания будет равно той нагрузке, при которой увеличение объема грунта наблюдаться не будет [3].

Гидратация и последующее набухание глинистых грунтов приводит к характерному изменению основных свойств – электропроводности и реологических свойств в зависимости от степени гидратации. Для изучения зависимости между реологическими и электрохимическими свойствами глин были выбраны электропроводимость и вязкость [3].

Нами была разработана теория, предсказывающая согласованное изменение реологических свойств и электропроводности глин. Было показано, что реология глин описывается соотношениями, аналогичными реологии Кельвина-Фойгта, причем коэффициент вязкости в полученном уравнении зависит от ряда параметров, в том числе от электропроводности. Это позволило провести ряд экспериментов по согласованному изменению этих двух свойств и на основании измерения одного свойства предсказывать другое.

Для проведения экспериментальной части был отобран ряд образцов, в том числе: с Бикляновского месторождения (Татарстан).

Для характеристики состава глин нами проведён рентгеноструктурный анализ. Также нами были определены физические, физико-химические свойства и проведены компрессионные испытания в лаборатории механики грунтов КФУ.

Глина темно-серая по минералогическому составу является монтмориллонитом 93,84%. ($W_L=45,17$; $W_p=20,14$)

При испытании грунт имел нарушенное сложение, плотность искусственно доводилась до значений 1,68-1,7 гр/см³, влажность изменялась с шагом 5% в пределах от 10% до 30%. Остальные параметры влияющие на свойства грунтов (температура, химический состав и пр.) оставались без изменений.

Измерение удельной электропроводности (сопротивления) и компрессионные испытания проводились согласно ГОСТ 12248-2010.

По результатам испытаний были построены графики зависимости проводимости от влажности и кривая деформации.

Полученные значения деформации были использованы для расчета вязкости с учетом реологии Кельвина-Фойгта

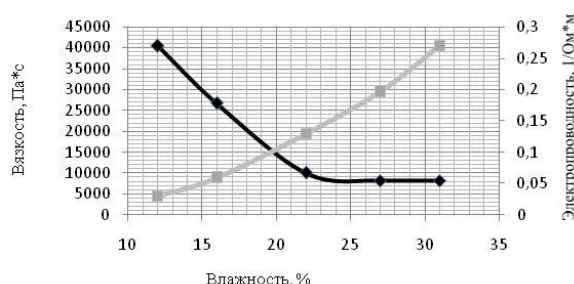


Рис. 1. Значения вязкости и проводимости в зависимости от влажности

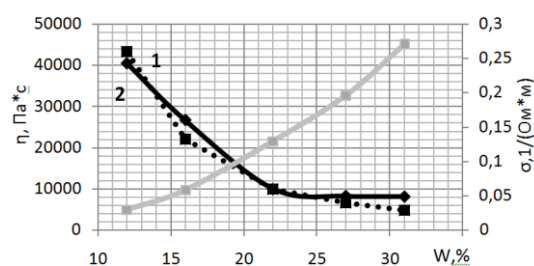


Рис. 2. Кривая значений вязкости, полученная расчетным методом в сравнении с кривой полученной экспериментальным путем

После получения экспериментальных данных и обработки всех имеющихся значений была найдена зависимость значений вязкости от электропроводности грунтов. Результатом стала кривая значений вязкости, полученная расчетным методом (рис.2).

Кривые 1 (пунктирная) и 2 (перманентная) отображают данные полученные расчетным и экспериментальным методами соответственно.

Наши исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Было разработано теоретическое обоснование, следствием которого явилось возможность вычислить проводимость грунтов по экспериментальным значениям вязкости и наоборот.

Испытания полностью подтвердили предположение поведения глин согласно модели описанной расширенной моделью реологии Кельвина-Фойгта.

2. Нужно заметить, что для обоснования сделанных выводов проводится целый ряд испытаний с глинами различного минерального состава. На данном этапе все они подтверждают наличие данной зависимости.

Литература

1. Храмченков М.Г. Элементы физико-химической механики природных пористых сред // Казань: Издательство Казанского математического общества, 2003.- 180 с.
2. Трофимова В.Т. Грунтоведение. // М., Изд-во МГУ, 2005. –1024 с.
3. Шейн Е.В. Физика почв.// М., Из-во МГУ, 2005. – 432 с.

ОЦЕНКА СИЛ АДГЕЗИИ КАОЛИНИТОВОЙ ГЛИНЫ АТОМНО-СИЛОВЫМ МИКРОСКОПОМ

М.В. Федоров, А.В. Анухина

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студенты 4 курса,
fedorovmaxim5035@gmail.com, anuhina.com@gmail.com

Научные руководители: д.г.-м.н, профессор, Середин В.В.; к.ф.-м.н., доцент Лунегов И.В.

Аннотация: в статье рассмотрена зависимость изменения сил адгезии каолининовой глины от степени ее уплотнения. Выявлены статистические связи между этими показателями, которые позволяют прогнозировать силу адгезии на поверхности коллоидов и материала связывающего коллоиды в зависимости от силы сжатия каолининовой глины.

Ключевые слова: сила адгезии, каолининовая глина, коллоид, атомно-силовая микроскопия.

ASSESSMENT OF THE ADHESION FORSES OF KAOLIN CLAY USING AN ATOMIC FORCE MICROSCOPY

M.V. Fedorov, A.V. Anukhina

Perm State University, 4th year Students fedorovmaxim5035@gmail.com, anuhina.com@gmail.com

Research Supervisors: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Seredin; Candidate of Physics and Mathematics, Reader I.V. Lunegov

Abstract: The article describes the dependence of the adhesion forces of kaolinite clay on the degree of compaction. Identified statistical relationships between these parameters, which allow to predict the strength of adhesion to the surface of the colloids and colloids binding material, depending on the compression force kaolinite clay.

Keywords: adhesive force, kaolinite clay, colloid, atomic-force microscopy.

Актуальность. Прочность грунта и характер его деформирования во многом зависит от силы структурных связей между частицами, зёрнами и агрегатами в грунте [1,2,3,4]. Изучением формирования структурных связей в глинистых грунтах занимались многие исследователи, в том числе Осипов В.И. [1], Трофимов В.Т., Королев В.А. и др. [3], Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А. [4,6,7]. Несмотря на достаточно детальное исследование глин, вопрос оценки сил электростатического взаимодействия между глинистыми коллоидными изучен не достаточно полно. Поэтому целью работы является оценка сил адгезии на поверхности коллоидов каолининовой глины при ее сжатии.

Оборудование и принцип работы. Атомно-силовая микроскопия (АСМ) — один из видов сканирующей зондовой микроскопии, основанный на Ван-дер-Ваальсовских силах взаимодействия зонда с поверхностью образца. АСМ позволяет в режиме силовой спектроскопии определять значения сил адгезии между поверхностью наконечника-микрозонда, выполненного из кремния и поверхностью коллоидов каолининовой глины. Сила, необходимая для отрыва иглы от поверхности, соответствует силе адгезии и вычисляется по закону Гука.

Методика исследований. Измерения силы адгезии проводились на специально подготовленных образцах глинистого грунта в контактном режиме, при котором расстояние от зонда (иглы) до образца составляла нескольких десятых нанометра. Взаимодействие между зондом и поверхностью образца заставляла кантилевер изгибаться, повторяя топографию поверхности. Затем снималась зависимость величины изгиба кантилевера от степени выдвижения z-пьезотрубки сканера [5], т.е. зависимость DFL(Height). После касания зондом поверхности, изменение напряжения подаваемого на z-обкладку сканера (сигнал Height) вызывает пропорциональное изменение сигнала DFL. Используя зависимость DFL(Height) и жесткость кантилевера $k=3$ Н/м., вычислялись силы, действующие на зонд в точке измерения, в том числе и сила адгезии F по зависимости:

$$F = k \times \Delta \text{Height} \quad (1)$$

Исследования образцов каолининовой глины методом АСМ проводились в полях зрения от 50x50 мкм до 1x1 мкм. Следовательно, измерения сил адгезии проводились как на крупных, так и на тонких коллоидах (рис.1).

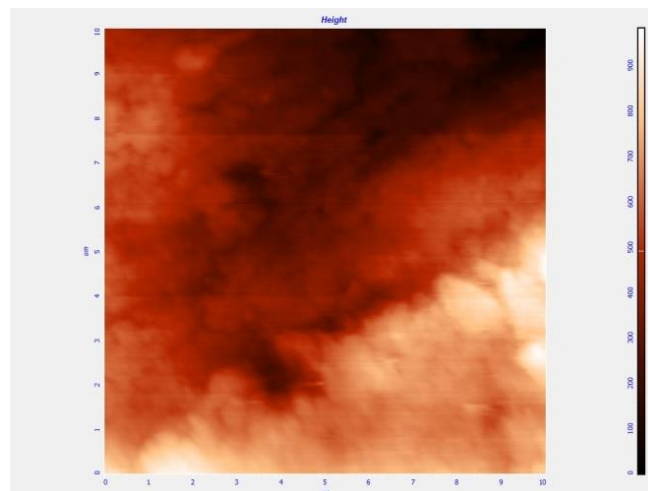


Рис. 1. Образец каолининовой глины в поле зрения 10x10 мкм, уплотненной при 100 МПа

Результаты экспериментальных исследований показали, что с увеличением давления на каолининовую глину возрастает сила адгезии между поверхностью коллоида и кремнистым зондом. Для материала связывающего коллоиды установлена подобная же закономерность, с увеличением давления сила адгезии возрастает. Данная зависимость обусловлена, вероятно, тем, что при сжатии глины на поверхности кристаллов (коллоидов) каолинита формируются дополнительные энергетические центры, которые увеличивают заряд поверхности минерала. Увеличение заряда вызывает повышение Ван-дер-Ваальсовских сил между зондом и поверхностью образца.

Статистическая обработка экспериментальных данных показала, что среднее значение сил адгезии F_k на поверхности коллоида составляет $F_k=27,52$ нН, а на поверхности материала F_m между коллоидами $F_m=18,40$ нН, это свидетельствует о том, что энергия, взаимодействия между коллоидами в 1,5 раза меньше энергии поверхности коллоида (материнской породы).

Для изучения связи между давлением P на каолинитовую глину и силами адгезии F_k и F_m использовался корреляционный анализ. Результаты расчетов показали, что между P и силами адгезии на поверхности материала связывающего коллоиды (F_m) выявлены статистические связи, о чем свидетельствует значимый коэффициент корреляции $r_r = 0,57 < r_p = 0,60$ при $k=10$ и $\alpha = 0,05$. Между P и F_k также выявлена статистическая взаимосвязь, $r_r = 0,45 < r_p = 0,58$ при $k=18$ и $\alpha = 0,05$.

Наличие статистических связей позволило рассчитать математические модели вида:

$$F_m = 13,04 + 0,0001P \quad (2)$$

$$F_k = 20,95 + 0,0002P \quad (3)$$

Использование этих моделей позволяет прогнозировать силу адгезии на поверхности коллоидов и материала связывающего коллоиды в зависимости от силы сжатия каолинитовой глины.

Выводы:

1. Экспериментально оценены силы адгезии, которые в среднем составляют на поверхностях коллоида $F_k=27,52$ нН, а материала соединяющего коллоиды $F_m=18,40$ нН при давлениях до $P=800$ МПа.

2. Установлено, что с увеличением сил сжатия возрастают силы адгезии, что обусловлено формированием дополнительных энергетических центров, которые вызывают увеличение заряда на поверхности минерала.

3. Разработаны математические модели, позволяющие прогнозировать силу адгезии по данным сжатия каолинитовой глины.

Литература

1. Осипов В.И. Природа прочностных и деформационных свойств глинистых пород. Москва, Изд-во Моск. Ун-та, 1979.
2. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации // Инженерная геология №2. Москва, Геомаркетинг, 2015. С. 12-16.
3. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. Грунтоведение / под редакцией В.Т. Трофимова. Москва, Изд-во Моск. Ун-та, 2005.
4. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешикова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе // Современные проблемы науки и образования № 2-2. Москва, 2015. С. 888.
5. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. РАН Институт физики микроструктур, Нижний Новгород, 2004.
6. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // Инженерная геология. 2015. № 4. С. 26-29.
7. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами // Инженерная геология. 2014. № 6. С. 50-55.

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ УЧАСТКА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ МОСКВА – КАЗАНЬ

М.В. Фефелов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 2 года обучения,
maximfefelov@gmail.com

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент Копылов И.С.

Аннотация: в статье изучается проект высокоскоростной железнодорожной магистрали. Описаны положительные экономические эффекты от строительства магистрали. Кратко изложены основные моменты программы оценки карстовой опасности участка Москва - Казань. Выделены 3 проблемы проекта - недостаточно высокий уровень планирования, параллельное выполнение геофизических и буровых работ, недостаточный учёт неотектонических процессов. Дано обоснование по каждой проблеме.

Ключевые слова: высокоскоростная магистраль, карст, карстовая опасность, инженерно-геологические изыскания, проектирование.

PROBLEMS OF ENGINEERING AND EVALUATION OF KARST-HAZARDS OF THE HIGH-SPEED RAILWAY MOSCOW – KAZAN

M.V. Fefelov

Perm State University, 2nd year Master's Degree Student, maximfefelov@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader I.S. Kopylov

Abstract: the article studies the project of high-speed railway. Positive economic effects from the construction of the highway are described. Briefly outlines the main points of the karst danger assessment program for the Moscow-Kazan section. Three problems of the project are identified: insufficiently high level of planning, parallel performance of geophysical and drilling operations, insufficient accounting of neotectonic processes. The rationale for each problem is given.

Keywords: high-speed railway, karst, karst danger, engineering-geological survey, engineering.

В России в соответствии со Стратегией развития транспорта до 2030 года особое внимание планируется уделять скоростному и высокоскоростному пассажирскому движению. Первой высокоскоростной линией должна была стать ВСМ-1, связывающая Москву и Санкт-Петербург. Проект был отложен, а первоприоритетной магистралью стала ВСМ-2, которая соединит Москву и Казань (в перспективе Екатеринбург). В 2013 году было принято решение о строительстве магистрали.

Магистраль даст огромный положительный эффект во многих отраслях экономики, повысит общий уровень жизни населения. Увеличится подвижность населения, что приведёт к формированию агломераций. Повысится уровень доступности рабочих мест и социальных объектов. Увеличится объём и доступность грузоперевозок, в т.ч. за счёт разгрузки ныне существующих железных дорог. Перейдут в разработку месторождения полезных ископаемых вдоль трассы. Упростится переброска нефтепродуктов.

Проект осложняется тем, что предполагаемая магистраль проходит по районам развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов, таких как карст, подтопление и сейсмичность. Эти процессы сами по себе, временами, приводят к трагедиям. На магистрали, где проектируемая скорость движения составляет 400 км/ч, эти процессы могут привести к настоящей катастрофе. Поэтому одной из важнейших задач проектирования является изучение карстоопасности района изыскиваемых работ [5]. Проектным консорциумом и субподрядными организациями была разработана и утверждена программа работ по подготовке заключения о карстоопасности. Было выделено 9 участков, характеризующихся разными категориями опасности [4]. Наиболее опасные среди них – северо-восточная часть Владимирской области, Нижегородская область возле территорий г. Дзержинск и г. Нижний Новгород, северо-восточная часть Республики Чувашия и западная часть Республики Татарстан. Карстующиеся породы в этих районах представлены гипсами, ангидритами, мергелями, известняками, доломитами; часто характеризуются сильной трещиноватостью, имеют заполненные или незаполненные полости. Также часто встречаются открытые карстовые воронки и крупные провалы.

Помимо опасных инженерно-геологических процессов есть другие факторы препятствующие строительству магистрали – финансовые и временные. Стоимость ВСМ-2 на февраль 2017 года оценивается в 1,3 трлн руб. Срок проектирования – 2 года, срок строительства – 5 лет [3].

Естественно, при таких финансовых затратах и временных рамках требуется максимальная эффективность. Однако в проекте есть нюансы, отражающие не слишком высокие показатели рациональности и эффективности. Например, рассмотрим программу оценки карстоопасности. Среди полевых работ значатся рекогносцировка, бурение с опробованием и геофизические исследования (электроразведка, сейсморазведка). Проблема заключается в том, что геофизические исследования выполняются параллельно с бурением, а не последовательно. Шаг между скважинами принимается равным от 3 до 10 км [4]. Собственно расстояние между скважинами значительно по меркам карстовой опасности. А при планировании скважин без учёта результатов геофизических исследований ситуация ещё более усугубляется. С одной стороны, при таких расстояниях возрастает риск «не попасть» в зону повышенной трещиноватости или карстовых провалов. После анализа геофизических данных в тех зонах возникнет необходимость дополнительного бурения, что приведёт к увеличению финансовых и временных затрат. С другой стороны, для областей с низкой карстоопасностью результаты геофизики могли бы позволить увеличить шаг между скважинами, тем самым снизив те же виды затрат.

Другая проблема заключается в планировании проекта, а конкретно, в его недостаточно высоком уровне. По ходу работ были добавлены дополнительные выработки, иногда не рационально. Например, на одном из участков были пробурены инженерно-геологические скважины общего назначения глубиной 50 м. Спустя полгода рядом, примерно в 30 метрах от одной из таких выработок была пробурена карстологическая скважина с предполагаемой глубиной бурения 80-100 м. Т.е., заранее предусмотрев карстологическую скважину, можно было бы обойтись одной выработкой вместо двух. Налицо проблемы в согласованности между общим проектированием ВСМ-2 и программой оценки карстоопасности.

Дополнительно увеличить эффективность программы оценки карстоопасности возможно было бы применив линеаментно-геодинамический анализ. Существует множество исследований, доказывающих эффективность этого метода в оценке инженерно-геологической безопасности территорий [1]. Линеаментное дешифрирование позволяет рассмотреть тектоническую трещиноватость и на её основе выделить геодинамически активные зоны [2], которые могут оказывать существенное влияние на развитие карстовых и карстово-суффозионных процессов. Таким образом, будут учтены риски, связанные с неотектоникой.

В заключении стоит отметить, что такие стратегические проекты, как ВСМ-2, необходимо разрабатывать более тщательно. Очевидно, что заложенный срок проектирования 2 года является недостаточным, отчего вытекает множество проблем, некоторые из которых:

- 1) недостаточно высокий уровень планирования и, вследствие этого, несогласованность между разными этапами проекта;
- 2) параллельное выполнение геофизических и буровых работ, что приводит к недостаточности информации при проектировании карстологических скважин
- 3) недостаточный учёт влияния неотектонических процессов на карстовую опасность, что могло бы быть исправлено применением линеаментно-геодинамического анализа.

Литература

1. Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов // Автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук. Пермь, 2014. 48 с.
2. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.
3. ОАО «Скоростные магистрали» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hsrail.ru>. – (Дата обращения: 27.02.2017).
4. Программа работ по подготовке заключения о карстоопасности: «Участок Москва- Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург» (ВСМ-2). ООО «Призма». Нижний Новгород, 2016. 62 с.
5. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. - М.: Минрегион России, 2012.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛАГОЁМКОСТИ СРЕДНЕЗЕРНИСТЫХ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ

Р.Д. Халиманович

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения, khalimanovich@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Леонович М.Ф.

Аннотация: статья посвящена изучению влагоёмкости среднезернистых песчаных грунтов. Предмет исследования – среднезернистый песчаный грунт, представленный одной фракцией. Для фракции была установлена влажность по разрезу. Определена неполная гигроскопическая и полная влагоёмкость. Получены результаты по высоте и скорости капиллярного поднятия.

Ключевые слова: грунтоведение, песчаный грунт, фракции, свойства грунтов, влажностные показатели.

EXPERIMENTAL STUDY MEDIUM GRAINED WATER CAPACITY OF SANDY SOIL

R.D. Khalimanovich

Perm State University, 1st year Master's Degree Student, khalimanovich@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader M.F. Leonovich

Abstract: Article examines the medium-moisture capacity of sandy soils. The subject of the study - medium grained sandy soil, represented by one faction. For a fraction of the humidity was set at the section. Determined incomplete hygroscopic and total moisture capacity. Results on the height and speed of capillary rise.

Keywords: Soil, sandy soil fractions, soil properties, humidity indicators.

Физико-механические свойства, во многом контролируются содержанием и составом жидкой компоненты в песчаных грунтах [1-3]. Поэтому данная тема исследований достаточно актуальна.

Как известно – песчаные грунты – это рыхлая горная порода, которая состоит из песчаных и пылеватых частиц [3]. Предмет исследования – песчаный грунт, представленный среднезернистой фракцией.

Целью данной работы является экспериментальное изучение влагоёмкости среднезернистых песчаных грунтов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определение влажности грунта по разрезу;
2. Определение полной влагоёмкости;
3. Определение высоты и скорости капиллярного поднятия;

Результаты исследований и их обсуждение.

1. Определение влажности грунта по разрезу. Для решения поставленной задачи необходимо определить гигроскопическую и максимальную молекулярную влагоемкость. Гигроскопическая влагоёмкость определяется по формуле (1):

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} * 100\% \quad (1)$$

где m - масса бюксы, г; m_1 - масса влажного песка с бюксой, г; m_2 - масса сухого песка с бюксой, г.

Определение максимальной молекулярной влагоемкости песков производилось методом высоких колонн [4,5]. Из-за отсутствия прибора, использовалась конструкция, которая позволяет определить влажность грунта по разрезу. В пластмассовый прозрачный цилиндр диаметром 5 см с высотой 55 см насыпан песок.

В донной части цилиндра просверлены 4 отверстия диаметром 3 мм и одно центральное отверстие диаметром 8,5 мм для штока (для выдавливания песка из цилиндра по окончании эксперимента) и фильтрации воды. На дно цилиндра уложены перфорированная шайба с отверстиями диаметром 1,5 мм, сверху на неё прокладка из фильтровальной бумаги.

Песок в цилиндре уплотнен путем постукивания по стенкам цилиндра снизу вверх по всему периметру под статической нагрузкой в 0,007 МПа до полной стабилизации процесса усадки песка. Затем в цилиндр снизу подаётся вода, с помощью трубки и воронки до появления на поверхности песка тонкой пленки воды. Взвешиваем и оставляем песок на фильтрацию, чтобы ушла гравитационная вода.

Для исключения интенсивного испарения воды с поверхности песка, в то же время обеспечить свободный доступ воздуха, цилиндр сверху закрыт пленкой, перфорированной мелкими отверстиями.

После того, как вода отфильтровалась, при помощи штока распределяем песок по бюксам, взвешиваем, сушим.

В результате лабораторных измерений, можно выделить зоны постоянной влажности в верхней части колонны, в которой влажность колеблется в десятых долях процента; влажность этой зоны представляет максимальную молекулярную влагоёмкость. Также выделяют зоны переходную и капиллярную.

2. Определение полной влагоёмкости высчитывается по формуле (2):

$$W_t = \frac{m_3}{m_1} \quad (2)$$

где $m_3 = m_2 - m_1$; m_1 - масса сухого песка, г; m_2 - масса влажного песка, г; m_3 - количество воды, соответствующее полной влагоёмкости, г;

3. Определение высоты и скорости капиллярного поднятия.

Для определения высоты капиллярного поднятия необходима пластмассовая колонна (трубка), шайба с просверленными отверстиями, фильтровальная бумага, тара для наливания воды и испытуемый грунт.

Засаекаем время начала эксперимента. Положение уровня воды следует отмечать сначала через 5; 10; 20; 30 минут, а затем через часовые и суточные промежутки.

Результаты эксперимента по определению высоты и скорости капиллярного поднятия среднезернистого песка представлены в таблице и на рисунке.

Таблица
Журнал определения высоты капиллярного поднятия в мелкозернистых песках

Время от начала опыта	Высота поднятия воды, мм
5 мин.	66
10 мин.	79
20 мин.	90
30 мин.	92
1 ч.	102
2 ч.	107
3 ч.	112
4 ч.	114
24 ч.	119
48 ч.	126
72 ч.	126

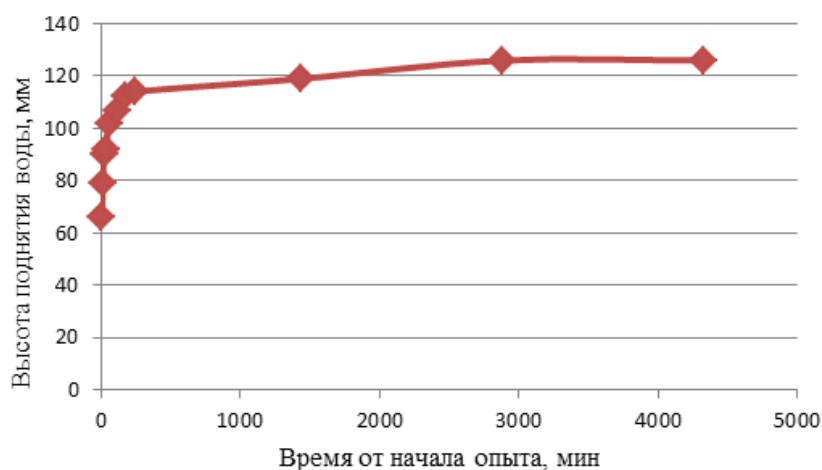


Рис. Скорость капиллярного поднятия

Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что по разрезу колонны грунта было выделено 3 зоны влажности: постоянной влажности, переходную зону и максимальной влажности.

Глубина расположения слоя зоны постоянной влажности составила от 0 до 175 мм (максимальная молекулярная влагоёмкость - 2,8%), переходной зоны - от 175 – 385 мм, а зона капиллярной влагоёмкости - от 385 до 560 мм (капиллярная влагоёмкость - 21,7%).

Определена полная влагоёмкость ($W_t=22,3\%$) и неполной гигроскопическая влагоёмкость ($W_g=0,3\%$). Максимальная высота капиллярного поднятия составила 126 мм за 72 часа. Скорость капиллярного поднятия была максимальной в первые часы, в следующие часы практически не изменялась и остановилась через 72 часа.

Литература

1. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами // *Инженерная геология*. 2014. № 6. С. 50-55.
2. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // *Инженерная геология*. 2015. № 4. С. 26-29.
3. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. *Грунтоведение*/ Под ред. В. Т. Трофимова. – 6-е изд., переработ. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – С. 336-342.
4. ГОСТ 12536-79. *Методы определения гранулометрического состава грунтов*.
5. Чаповский Е.Г., *Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов*. - М.: "Недра", 1975, 304 с.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ НАГРУЖЕНИИ

А.С. Хрулев

Пермский государственный национальный исследовательский университет, молодой ученый,
nedra@nedra.perm.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Середин В.В.

Аннотация. Согласно теории Гриффитца, в любом материале, в том числе и в горных породах, содержатся дефекты. При нагружении тела вокруг дефекта возникает концентрация напряжений, которая вызывает рост и распространение трещин. Этот процесс приводит к формированию магистральной трещины разрушения горных пород. Экспериментально установлено, что температура материала (Δt) в зоне магистральной трещины разрушения контролируется типом материала и видом напряженного состояния (сжатие-растяжение) через физико-химико-геологические процессы, протекающие в зоне сдвига (разрушения). С увеличением прочности пород температура материалов в зоне разрушения возрастает. В условиях одноосного растяжения наблюдаются минимальные значения температуры (Δt), а в условиях одноосного сжатия она (температура) закономерно увеличивается.

Ключевые слова: температура, напряжения, трещина разрушения.

REGULARITIES OF CHANGES IN TEMPERATURE OF ROCKS DURING LOADING

A.S. Hrylev

Perm State University, Young Researcher, nedra@nedra.perm.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Seredin

Abstract: According to the theory, Griffiths, in any material, including rocks contain defects. When loading of the body around the defect stress concentration occurs, which causes the growth and spread of cracks. This process leads to the formation of the main cracks of the rock destruction. It was established experimentally that the temperature of the material (Δt) in the zone of the main crack fracture is controlled by material type and stress state (compression-tension) via physical-chemical-geological processes in the zone of shear (failure). With increasing rock strength temperature of the material in the fracture zone increases. In uniaxial tension observed minimum temperature values (Δt), and in uniaxial compression, it (the temperature) naturally increases.

Keywords: temperature, stresses, crack destruction.

Введение: Согласно теории Гриффитца, в любом материале, в том числе и в горных породах, содержатся дефекты. При нагружении тела вокруг дефекта возникает концентрация напряжений [3], которая вызывает рост и распространение трещин. Этот процесс приводит к формированию магистральной трещины разрушения горных пород.

В работе [7] выдвинута гипотеза, что разрушение горных пород протекает в два этапа: первоначально формируется магистральная трещина разрыва, затем происходит сдвиг горной породы по этой трещине. В зависимости от прилагающих к грунту напряжений, в зоне разрушения формируется определенная морфология поверхности трещин [7], появляется песок трения, материал изменяет свое фазовое состояние, меняется минеральный состав материнской породы, появляются новые минералы [4,5,6]. С физической точки зрения внешние напряжения (нагрузки) на горную породу реализуются в ней в виде акустической эмиссии и тепла [1,2]. В работе В.И. Шейнина и др. изучено изменение мощности инфракрасного излучения с поверхности образцов горных пород при нагружении их в условиях одноосного сжатия. Развитием данного направления исследований занимались Д. Оливер, В.Н. Опарин, Д.И. Блохин и др. На основании этих исследований предложены методы определения напряженного состояния горных пород и других материалов по данным инфракрасного излучения. В работе В.В. Середина [1] приведены данные по изменению температуры пород снятой с поверхности образцов в условиях одноосных растяжения и сжатия. Однако экспериментальной информации об изменении температуры пород при всестороннем сжатии материала недостаточно. Поэтому целью данной работы является изучение изменения температуры горной породы в зоне магистральной трещины разрушения в условиях объемного напряженного состояния.

Методика. Объектами исследования являлись гипс и цемент марки М400. Из данного материала изготавливались образцы, путем формовки гипсовой и цементной паст с последующей сушкой. Для исследования материалов в условиях одноосных сжатия и растяжения использовались образцы цилиндрической

формы диаметром 39 мм-40 мм и высотой 72 мм-80 мм. Изучение горных пород в условиях объемного напряженного состояния проводилась на образцах в форме прямоугольника размерами 40 мм x 40 мм x 80 мм.

Полученные образцы на одноосное сжатие (σ_c) испытывались на прессе. Одноосное растяжение (σ_r) определяли прямым методом. Для исследования материалов в объемном напряженном состоянии специально разработан и изготовлен механический стабилومتر (прибор) позволяющий проводить испытания материалов в условиях $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3 = 0$. При этом одна сторона образца оставалась свободной и с ее поверхности снимались температура до и в процессе испытаний. Для регистрации температуры пород при ее сжатии, растяжении и в объемном напряженном состоянии использовался прибор Testo 882. Обработка термограмм выполняется с помощью программы IRSoft. Файл тепловизора сохраняет два изображения: саму термограмму и фотографию разрушения образца породы. В программе проводится детальный анализ объекта съемки с указанием места разрушения и определением температур материала до (t_1) и во время (t_2) приложения нагрузки. После чего определялся показатель Δt_{cp} как разница средних температур до и после опытов образца материала в зоне магистральной трещины разрушения, а также Δt_{max} как разница температур до опытов (средняя) и самой горячей точки после или во время опытов образца материала. Точность измерений температуры образцов составляла 0,1 °С.

Обсуждение результатов исследований. Результаты первичной обработки экспериментальных данных показали, что для всех исследуемых материалов значение Δt_{cp} максимально при испытаниях образцов в условиях объемного напряженного состояния, при одноосном сжатии Δt_{cp} принимает меньшие значения, а при растяжении Δt_{cp} минимальные. Так, для гипса, средняя температура на поверхности образца при испытаниях его в условиях объемного напряженного состояния увеличилась на $\Delta t_{cp} = 1,0^\circ$ по сравнению с начальной температурой образца, в условиях одноосного сжатия на $\Delta t_{cp} = 0,8^\circ$, в при растяжении на $\Delta t_{cp} = 0,5^\circ$. С увеличением прочности образцов в условиях объемного напряженного состояния температура материалов в зоне разрушения возрастает. Так, в образцах, сложенных гипсом, при средней прочности $\sigma_1 = 20,6$ МПа температура материала (Δt_{cp}) в зоне разрушения составляет 1,0 градус Цельсия. При увеличении же прочности образцов до 30,3 МПа (цемент М-400) температура увеличилась в 1,4 раза и составляет $\Delta t_{cp} = 1,4^\circ$ С.

В условиях одноосного растяжения наблюдается подобная же закономерность, с увеличением прочности материала температура в зоне разрушения возрастает. Так, при средней прочности на растяжения образцов цемента М-400 $\sigma_r = 0,08$ МПа температура материала составляет $\Delta t_{cp} = 0,2^\circ$ С при увеличении прочности до 0,14 МПа (гипс) температура увеличивается в 2,5 раза и составляет $\Delta t_{cp} = 0,5^\circ$ С. Из приведенного следует, что показатель Δt_{cp} следует использовать в качестве классификационного признака, по которому можно оценить предельные (разрушающие) напряжения материалов.

Анализ вариации критерия Δt_{max} показывает, что максимальные значения Δt_{max} принимает при испытании образцов в условиях одноосного сжатия ($\Delta t_{max} = 5,4^\circ$ для цемента М-400), минимальные при одноосном растяжении ($\Delta t_{max} = 0,2^\circ$ для цемента М-400), а в условиях объемного напряженного состояния промежуточные значения ($\Delta t_{max} = 2,8^\circ$ для цемента М-400). Отсюда концентрации локальных напряжений, оцениваемое через Δt_{max} наиболее значительно проявляется в при одноосном сжатии. Изучение распределения температуры на поверхности образцов в зоне магистральной трещины разрушения проводилось по данным термограмм. Результаты исследований показали, что перед «зоной» трещины разрушения наблюдается понижение температуры по сравнению температурой образца до опыта. В зоне же разрушения фиксируем скачек температуры.

Заключение. Экспериментально установлено, что температура материала (Δt) в зоне магистральной трещины разрушения контролируется типом материала и видом напряженного состояния (сжатие-растяжение) через физико-химико-геологические процессы, протекающие в зоне сдвига (разрушения). С увеличением прочности пород температура материалов в зоне разрушения возрастает. В условиях одноосного растяжения наблюдаются минимальные значения температуры (Δt), а в условиях одноосного сжатия она (температура) закономерно увеличивается.

Литература

1. Середин В.В. Исследование температуры пород в зоне трещины разрушения // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 9-12. С. 2713-2717.
2. Середин В.В., Хрулев А.С. Изменение температуры образцов горных пород и геоматериалов при их разрушении // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. 2016. № 4. С. 63-69
3. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешкова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2-2. С. 888.
4. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // *Инженерная геология*. 2015. № 4. С. 26-29.
5. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации // *Инженерная геология*. 2015. № 2. С. 12-16.
6. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами // *Инженерная геология*. 2014. № 6. С. 50-55.
7. Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Хрулев А.С. К вопросу о формировании морфологии поверхности трещины разрушения горных пород // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. Новосибирск: 2013. – № 3. – С. 85–90.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ГЛИНИСТОЙ ПОКРЫШКИ БИТУМНОЙ ЗАЛЕЖИ АШАЛЬЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВОДЯНОГО ПАРА

А.Ф. Хузина, Р.Р. Габделвалиева

Казанский федеральный университет, студенты 3 курса, al.khuzina@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Королёв Э.А.

Аннотация: проведено изучение глинистых пород-покрышек Ашальчинского битумного месторождения. Установлено, что в процессе разработки битумоносных песчаников с применением технологии парогравитационного дренажа происходит изменение физико-механических свойств пород-флюидоупоров.

Ключевые слова: Ашальчинское месторождение, битумные залежи, глинистые породы-покрышки, физические свойства.

MODELLING OF CHANGES OF PROPERTIES OF THE CLAY TIRE OF THE BITUMINOUS DEPOSIT OF THE ASHALCHINSKY FIELD AT CYCLIC INFLUENCE OF WATER VAPOR

A.F. Khuzina, R.R. Gabelvalieva

Kazan Federal University, 3^d year Students, al.khuzina@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader E.A. Korolev

Abstract: The study of the bituminous sandstone reservoirs Ashalchinskoye field. It was found that in the process of developing bituminous sands using SAGD technology is a transformation of the mineral skeleton and the change of physical and mechanical properties.

Keywords: Ashalchinskoye, bitumen deposits, sand collectors, changing the mineral skeleton.

Разработка залежей природных битумов, расположенных на небольшой глубине от поверхности Земли, требует изучения экранирующих их пород-покрышек. Это необходимо для выбора оптимального метода извлечения углеводородов, не приводящего к гидропрорыву флюидоупоров. Недоучет особенностей физико-механических свойств пород-покрышек может стать причиной либо аварийных выбросов флюидов на дневную поверхность, либо проседания выше находящихся пород в ходе выработки залежи.

На территории Татарстана одним из подобных объектов является Ашальчинское битумное месторождение, расположенное в пределах Альметьевского района. Глубина залегания продуктивных пластов варьирует от 70 до 200 м от поверхности Земли [1,3]. Битумоносными породами являются полиминеральные песчаники шешминского горизонта уфимского яруса, породами-покрышками – «лингуловые» глины байтуганского горизонта казанского яруса. Битумоносные пласты песчаников характеризуются изменчивыми коллекторскими свойствами и неоднородной насыщенностью. Наиболее высокие показатели емкостно-фильтрационных параметров и битуминозности отмечаются в сводовых частях малоамплитудных брахиантиклинальных поднятий, наименьшие – в седловинах.

В настоящее время разработка битумных залежей Ашальчинского месторождения осуществляется с применением технологии парогравитационного дренажа. В соответствии с этой технологией, бурятся две горизонтальные скважины, стволы которых параллельны друг другу. Вышележащая горизонтальная скважина является нагнетательной, нижележащая – добывающей. Закачиваемый пар в битумном пласте образует паровую камеру, где происходит разогрев углеводородов. Под действием силы тяжести разогретый битум вместе с конденсированной водой стекает вниз к добывающей скважине и поднимается на поверхность. Разработка битумоносных пластов сопровождается увеличением пластового давления с 0,4-0,55 до 2,5-4,0 МПа и существенным повышением температуры с 10 до 180°C [2]. Подобные изменения вызывают рост напряженного состояния как в скелете пород-коллекторов, так и в скелете пород-покрышек, способствуя развитию деформационных процессов.

В данной работе предпринята попытка смоделировать на качественном уровне, какие изменения будут происходить с глинистыми породами-покрышками при воздействии на пласт-коллектор перегретым паром. Для этого из кернов скважин, вскрывших «лингуловые» глины, были отобраны образцы, из которых впоследствии изготавливались препараты для рентгенографического анализа и кубики для физико-механических испытаний пород.

В своем исходном состоянии и глинистые породы-покрышки характеризуются плотным сложением, пелитовой структурой и горизонтально-слоистой текстурой. В кернах скважин глины обладают зеленовато-серой окраской, содержат многочисленные включения органических остатков и пиритовых агрегатов. По данным рентгенографического анализа, в породах преобладает глинистая компонента, представленная частичками хлорита и мусковита, в меньшей степени иллит-монтмориллонита и каолинита. Из аллотигенных минералов присутствуют обломки кварца, альбита и микроклина. Помимо минеральных зерен, присутствуют раковины беззамковых брахиопод и рассеянные в породе сингенетичные зерна кальцита микрозернистой размерности.

По данным физико-механических исследований, «лингуловые» глины в исходном состоянии имеют плотность— 2,18 г/см³, плотность частиц—2,66 г/см³, плотность сухой породы—1,93 г/см³, пористость—13,87-

14,84%, коэффициент пористости—0,16-0,17, природную влажность—13%, число пластичности—14,06, прочность на одноосное сжатие—43,97 МПа, прочность на растяжение—2,75 МПа, угол внутреннего трения – 65°.

При применяемом методе извлечения природных битумов из пород-коллекторов основное воздействие на «лингуловые» глины будет заключаться в их циклическом обводнении и осушении. Поэтому в лабораторных условиях было проведено моделирование этого процесса. Образцы глин увлажняли до максимального насыщения, затем обезвоживали в сушильном шкафу при $T=105^{\circ}\text{C}$. Этот процесс повторялся многократно до тех пор, пока глинистые породы не разрушались при очередном увлажнении. В процессе насыщения глин водой фиксировалась весовая влажность (W) образцов. Экспериментально было установлено, что глины выдерживают три цикла «увлажнения – осушения». На четвертом цикле все образцы разваливаются на мелкие агрегаты. С каждым последующим циклом увеличивается весовая влажность глин. Внешний осмотр образцов позволил установить причину этого явления. До насыщения глинистых пород водой все они представляли собой относительно плотные образования. После первого увлажнения на боковых сторонах образцов появились линейной вытянутые системы микротрещин (согласно слоистости), после второго— вертикальные системы микротрещин, а после третьего образовались взаимно пересекающиеся системы трещин на их поверхности (рис.). Последовательное увеличение количества микротрещин приводило к росту удельной поверхности образцов и, как следствие, влагоемкости.

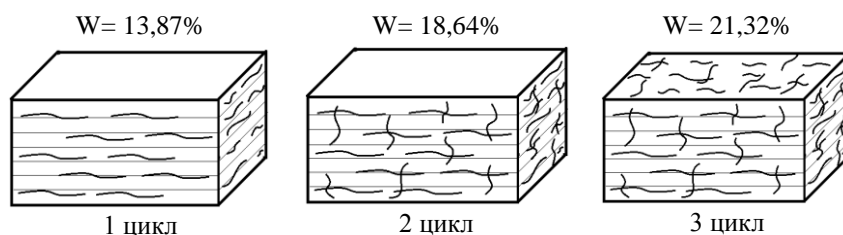


Рис. Последовательность развития трещиноватости и увеличения влагоемкости образцов «лингуловой» глины на различных циклах «увлажнения – осушения»

Изменились и физико-механические характеристики «лингуловых» глин: плотность – $2,09 \text{ г/см}^3$, плотность частиц – $2,55 \text{ г/см}^3$, пористость – 13,87-14,84%, коэффициент пористости – 0,47-0,48, влажность – 20,36-21,32%, число пластичности – 15,49, прочность на одноосное сжатие – 1,04 МПа, прочность на растяжение – 0,06 МПа, угол внутреннего трения – 61° .

Учитывая полученные результаты можно сделать следующие выводы. Разработка битумной залежи с применением технологии парогравитационного дренажа будет способствовать ухудшению физико-механических свойств глинистых пород-покрышек за счет образования систем микротрещин. Расслоение пласта «лингуловых» глин в кровле газопаровой камеры со временем приведет к неконтролируемым обрушениям пласта флюидоупора и выносу обломков пород фильтрационным потоком в добывающие скважины. При наличии в глинах протяженных открытых трещин вероятен прорыв перегретого пара на поверхность Земли с образованием локальных участков размыва. Заколы могут способствовать появлению скоплений сухого перегретого пара над газопаровой камерой, что увеличит вероятность обрушения крупных целиков.

Литература

1. Королёв Э.А., Бахтин А.И., Ескин А.А., Ханипова Р.Р. Постседиментационные изменения песчаных коллекторов Ашальчинского битумного месторождения // Нефтяное хозяйство, 2016, №10, с. 26-28.
2. Курочкин Б.М., Балденко Д.Ф., Рогачев О.К., Студенский М.Н. Новые технологии добычи тяжелых нефтей и битумов при депрессии техногравитационными способами // Нефтяное хозяйство, № 6, 2007. С. 82–84.
3. Хисамов Р.С., Шаргородский И.Е., Гатиятуллин Н.С. Нефтебитумоносность пермских отложений Южно-Татарского свода и Мелекесской впадины. – Казань: Фэн, 2009. – 431 с.

ТЕРМОКАРОТАЖНЫЕ РАБОТЫ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

И.Ю. Черноусов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 3 курса,
ivanchern1234@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Ковалёва Т.Г.

Аннотация: многолетнемерзлые грунты имеют широкое распространение на территории Российской Федерации и не только. В данной статье рассмотрен один из наиболее важных этапов инженерных изысканий-термометрия, приведены результаты термокаротажных работ и их интерпретация.

Ключевые слова: многолетнемерзлые грунты, методы инженерно-геологических изысканий, термометрия.

THERMO LOGGING IN THE AREAS OF DEVELOPMENT OF PERMAFROST SOILS

I.Yu. Chernousov

Perm State University, 3^d year Student, ivanchern1234@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader T.G. Kovaleva.

Abstract: Permafrost soils are very common in the territory of the Russian Federation and not only play an important role in almost all types of activities carried out by people in these territories. Their study and prediction of behavior helps to solve many problems associated with them. In this article we consider: the objectives of engineering and geological surveys on permafrost soils, one of the most important methods of such research-thermometry is considered in detail, the results of thermal logging on the example of a certain section and their interpretation are presented.

Keywords: Permafrost soils, methods of engineering and geological surveys, thermometry.

В целом на территории земного шара многолетнемерзлые породы распространены на площади более 35 млн км², около 25% суши. На территории России общая площадь распространения многолетнемерзлых пород составляет около 10 млн км², т.е. более 60% территории. Кроме России многолетнемерзлые грунты распространены на Аляске, в Гренландии, на всей площади Антарктиды, Тибета, в некоторых районах Монголии на севере Кавказа, в высокогорных районах Центральной Азии и в других местах [1].

Согласно ГОСТу 25100-2011 многолетнемерзлый грунт (ММГ)- грунт, находящийся в мерзлом состоянии постоянно в течение трех и более лет.

Мерзлый грунт- грунт, имеющий отрицательную или нулевую температуру, содержащий в своем составе видимые ледяные включения и (или) лед-цемент и характеризующийся криогенными структурными связями [2].

Одним из важных и неотъемлемых методов полевых исследования мерзлых грунтов являются термокаротажные работы (термометрия).

Полевые измерения температуры грунтов проводятся в целях:

- получения конкретных данных о температуре мерзлых, промерзающих и протаивающих грунтов для использования их в теплотехнических расчетах при проектировании;
- оценки и прогноза устойчивости территории освоения;
- назначения глубины заложения и выбора типа фундаментов зданий и сооружений и определения их несущей способности;

Измерения температуры грунтов должны выполняться в заранее подготовленных и выстоянных скважинах переносными или стационарными термоизмерительными комплектами, представляющими собой гирлянды датчиков температуры с соответствующей измерительной аппаратурой или гирлянды «заленивленных» ртутных термометров [3].

Проведены термометрические исследования скважин кустов Среднеботуобинского месторождения, расположенного в зоне развития многолетней мерзлоты – в 130 км на юго-запад от г. Мирного и в 140 км к северо-западу от г. Ленска, в Мирнинском районе Якутии. По результатам термокаротажных работ, выполненных в 41 скважине мной были построены графики температур и карты температур грунтовой толщи на глубинах 2,0 м и 10,0 м (рис. 1,2). На глубине 2,0 м температуры грунтов изменяются от -0,3 до -2 градусов Цельсия, т.е. перепад температур на одной и той же глубине по площадке составляет 1,7 градуса. На глубине же 10,0 м температуры грунтов изменяются от -0,2 до -0,6 градусов Цельсия, т.е. перепад температур на одной и той же глубине по площадке составляет 0,4 градуса.

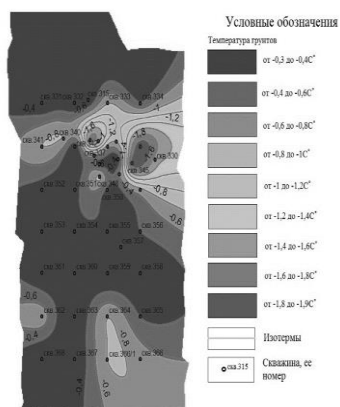


Рис. 1. Карта температур грунтов для столбчатого или монолитного фундамента с заложением на глубине 2 м

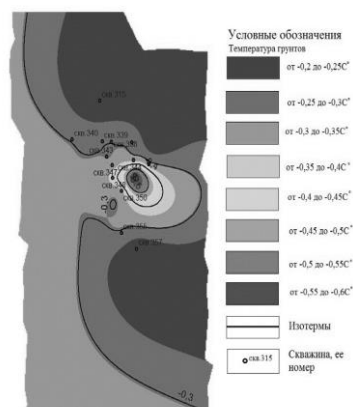


Рис. 2. Карта температур грунтов для свайного фундамента с глубиной забивки свай 10 м

Таким образом, на глубине 2 метра температуры грунтов характеризуются высокой изменчивостью. На этой глубине грунты более подвержены атмосферным факторам, это деятельный слой (слой сезонного промерзания-оттаивания), в котором могут происходить негативные геокриологические процессы, осложняющие строительство и которые могут повлечь за собой деформации сооружений и фундаментов, заложенными на небольшой глубине. На глубине же 10 м температуры грунтов более выдержанные и стабильные, следовательно, фундаменты для сооружений целесообразнее выбирать свайные, обеспечивающие более надежную эксплуатацию сооружений.

Литература

1. Горшков Г.П., Якушова А.Ф. *Общая геология*, МГУ, 1973. – 589 с.
2. ГОСТ 25100-2011 - *Грунты. Классификация*
3. СП-11-105-97 ч. 4 – *Инженерно-геологические изыскания для строительства*

УСТАНОВЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ОДНООСНУМУ СЖАТИЮ И КОЭФФИЦИЕНТОМ КРЕПОСТИ ПО ПРОТОДЬЯКОНОВУ ДЛЯ ПОРОД РАЗНОГО СОСТАВА И ГЕНЕЗИСА

Д.А. Шевалдин

Уральский государственный горный университет, студент 5 курса, shevaldin99@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н, профессор Абатурова И.В.

Аннотация: в статье постараемся рассмотреть, что эмпирический числовой коэффициент 10 не всегда подходит для пород различного состава и генезиса.

Ключевые слова: теория прочности, сопротивление одноосному сжатию, коэффициент крепости, Протодьяконов, эмпирический числовой коэффициент.

ESTABLISH THE NATURE OF RELATION BETWEEN RESISTANCE AND COEFFICIENT OF UNIAXIAL COMPRESSION STRENGTH BY PROTODJAKONOVA FOR DIFFERENT SPECIES COMPOSITION AND GENESIS

D.A. Shevaldin

Ural State Mining University, 5th year Student, shevaldin99@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor I.A. Abaturova

Abstract: In this article, we will try to consider that the empirical numerical coefficient 10 is not always suitable for rocks of different composition and genesis.

Keywords: theory of strength, resistance to uniaxial compression, strength factor Protodyakonov empirical numerical coefficient, static strength, dynamic strength.

Прочностные свойства являются одним из важнейшим факторов инженерно-геологических условий определяющих возможность и методы ведения горных работ при освоении недр.

Существует множество теорий прочности. Например, широкое распространение имеет теория М.М. Протодьяконова где в качестве характеристики прочности принят коэффициент крепости $f_{кр}$. Теория М.М. Протодьяконова легла в основу классификации горных пород по их крепости, основанной на измерении трудоемкости их разрушения при добывании [1].

М.М. Протодьяконов предложил рассчитывать коэффициент крепости по формуле:

$$f_{кр} = \frac{R_{сж}}{10}, \quad (1)$$

где $R_{сж}$ – временное сопротивление сжатию в сухом состоянии (МПа), 10 – эмпирический числовой коэффициент.

В работе постараемся рассмотреть, что эмпирический числовой коэффициент 10 не всегда подходит для пород различного состава и генезиса (Рис. 1,2).

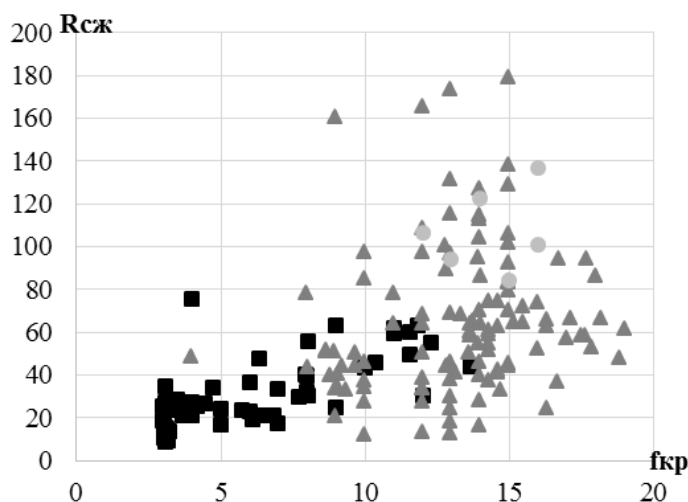


Рис. 1. График корреляции сопротивления одноосному сжатию в сухом состоянии и коэффициента крепости Главного Саранинского участка (черный круг – метаморфические сланцы, серый квадрат – серпентиниты, треугольник – хромитовые руды)

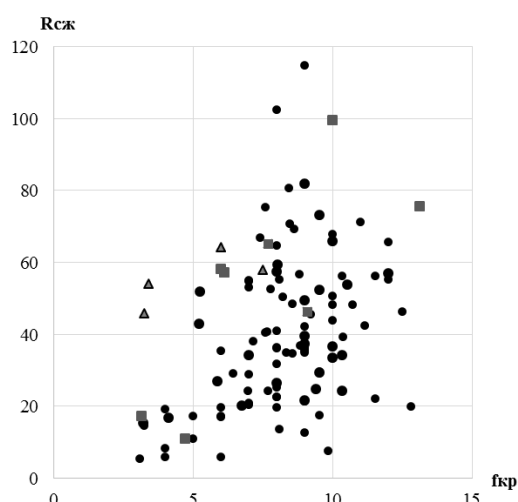


Рис. 2. График корреляции сопротивления одноосному сжатию в сухом состоянии и коэффициента крепости Южно-Саранинского участка (черный круг – метаморфические сланцы, серый квадрат – серпентиниты, треугольник – хромитовые руды)

Данную задачу мы рассмотрим на примерах Главного Сарановского и Южно-Сарановского участков месторождения хромитовых руд. Они располагаются в западном крыле Центрально-Уральского поднятия и находится во внешнем поясе гипербазитов Урала. Геологическое строение представлено метаморфическими сланцами верхнепротерозойского возраста, серпентинитами протерозойского возраста, габбро и хромитовыми рудами. Согласно ГОСТ 25100-2011 эти породы подразделяются по прочности на малопрочные, средней прочности, прочные и очень прочные [2].

Для расчёта эмпирического числового коэффициента пород данного месторождения нами предлагается формула:

$$X = \frac{R_{сж}}{f_{кр}}, \quad (2)$$

где X – это эмпирический числовой коэффициент

В таблице представлены данные по сопротивлению одноосному сжатию, коэффициенту крепости и расчетные значения эмпирического числового коэффициента по 364 пробам отобранных на данных участках. Как видим разброс значений эмпирического числового коэффициента достаточно высокий.

Таблица
Данные по сопротивлению одноосному сжатию, коэффициенту крепости и расчетные значения эмпирического числового коэффициента

Петротипы	Классификация по пределу прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии	R _{сж}	f _{кр}	X
Главный Сарановский участок				
Сланцы	малопрочные	8,4-34,5 21,2	3-7 4	2-11 6
	средней прочности	23,3-75,6 45,2	4-14 5	3-19 5
Серпентиниты	малопрочные	12-34,8 22,9	9-16 12	1-4 2
	средней прочности	18,5-97,8 51,9	4-19 13	1-12 4
	прочные	58,5-131,8 92,4	8-19 14	3-10 7
	очень прочные	138,2-179,5 163,5	9-15 13	9-18 13
Габбро	прочные	84,2-136,3 107,3	12-16 14	6-9 8
Южно-Сарановский участок				
Сланцы	малопрочные	8,1-36,7 20,9	3-13 7	1-8 4
	средней прочности	20,8-102,3 46,4	5-13 9	2-13 5
	прочные	59,2-114,8 75,7	8-11 10	6-13 8
Серпентиниты	средней прочности	46,3-65,2 56,7	6-9 7	5-10 8
	прочные	75,6-99,6 87,6	10-13 11	6-10 8
Хромиты	средней прочности	45,8-64,2 55,5	3-8 5	8-16 12

Пояснение: R_{сж}- прочность на одноосное сжатие в сухом состоянии; f_{кр} – коэффициент крепости по М.М. Протодьяконову; X – эмпирический числовой коэффициент

По результатам исследований установлено эмпирический числовой коэффициент изменяется в пределах от 1 до 18 при средних значениях от 2 до 12, что не совсем согласуется с теорией М. М. Протодяконова. Полученные данные отличаются от числового коэффициента 10 и зависят от петрографического типа пород и их прочности. В петрографическом типе закладываются структурные связи породы, если порода метаморфическая в нашем случае сланцы мы наблюдаем наименьшие значения, наибольшие значения мы наблюдаем у полнокристаллических пород, таких как габбро и хромиты. С прочностью на примере серпентинитов, которые изменяются от малопрочных до очень прочных мы можем проследить возрастание эмпирического числового коэффициента.

Все это ведет к тому, что числовой коэффициент 10 не всегда подходит для пород различного состава и генезиса.

Литература

1. Барон Л.И. // Коэффициент крепости горных пород // М., Наука. 1972. - 175 с.
2. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.

ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ВКМКС

С.В. Шубина, Е.В. Челпанова, И.Л. Паньков

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса, кандидаты технических наук, s_v16@mail.ru

Аннотация: отработана методика физического моделирования на образцах соляных пород различной геометрической конфигурации для оценки несущей способности элементов камерной системы разработки в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей.

Ключевые слова: междукамерные целики, геометрическая конфигурация, предел прочности.

WORKING OFF OF THE TECHNIQUE OF TEST OF SAMPLES OF VARIOUS FORM FOR ASSESSMENT OF THE BEARING ABILITY OF ELEMENTS OF CHAMBER SYSTEM OF DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF VKMKC

S.V. Shubina, E.V. Chelpanova, I.L. Pankov

Perm State National Research University, 4th year Student, Candidates of Engineering Sciences, s_v16@mail.ru

Abstract: The technique of physical modeling on examples of salt breeds of various geometrical configuration for assessment of the bearing ability of elements of chamber system of development in the conditions of the Verkhnekamsky field of potash salts is fulfilled.

Keywords: interchamber pillars, geometric configuration, the tensile strength.

Верхнекамское месторождение калийных солей (ВКМКС) является одним из крупнейших в мире и единственным разрабатываемым в России. Основной особенностью подземного способа разработки ВКМКС является необходимость сохранения сплошности водозащитной толщи (ВЗТ), предохраняющей продуктивные отработываемые пласты от поступления пресных вод из вышележащих водоносных горизонтов [1]. С целью исключения водопроводящих трещин в породах ВЗТ на рудниках ВКМКС применяется камерная система разработки, при которой вышележащая толща пород поддерживается ленточными целиками. В связи с тем, что при данной схеме коэффициент извлечения не превышает 35÷40 %, то для его повышения необходимо увеличивать несущую способность ленточных междукамерных целиков. В работе [2] показано, что одним из путей повышения извлечения сильвинитовой руды является переход от равномерной выемки к неравномерной с целиками, имеющими различную конфигурацию поперечного сечения (рис. 1).

Для геомеханического обоснования предложенной схемы отработки сильвинитовых пластов выполнено физическое моделирование влияния конфигурации целиков на их прочностные и деформационные показатели. Исследования выполнены на образцах сильвинита различной геометрической формы.

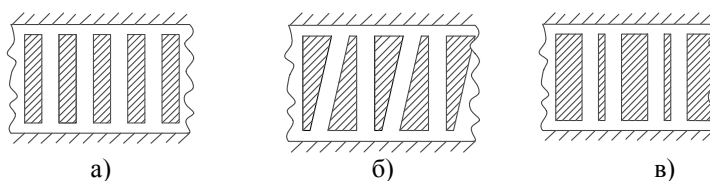


Рис. 1. Варианты выемки:

- а – равномерная, с применением ленточных прямоугольных целиков; б – неравномерная с применением ленточных т целиков рапечиевидной формы; в – неравномерная, с применением ленточных прямоугольных целиков различной ширины

Изготовление образцов проводилось из монолитов соляных пород отобранных из продуктивных пластов шахтных полей рудников ВКМКС. Для изготовления образцов использовалась электропила с цепью, армированной твердосплавными напайками и дисковый отрезной станок, укомплектованный алмазными дисками. Вид образцов представлен на рис. 2.

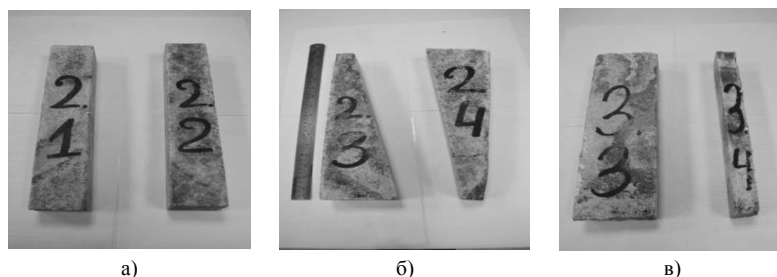


Рис. 2. Виды образцов:

а – образцы прямоугольной формы; б – образцы трапециевидной формы; в – образцы прямоугольной формы с различной шириной

Эксперименты проводились на гидравлическом прессе ToniNorm2041 (рис.3) развивающий максимальное усилие сжатие 5000 кН и позволяющих автоматически заносить результаты испытаний в память персонального компьютера. Каждое испытание проводилось на паре разнесенных друг относительно друга образцов, имитирующих камеру и междукамерные целики. Всего было произведено 30 испытаний.



Рис. 3. Проведение испытаний на гидравлическом прессе ToniNorm2041 (5000 кН)

По результатам эксперимента строились полные диаграммы деформирования, которые использовались для определения комплекса механических параметров, согласно методике приведенной в работе [3]. Схема определения прочностных и деформационных показателей приведена на рисунке 4.

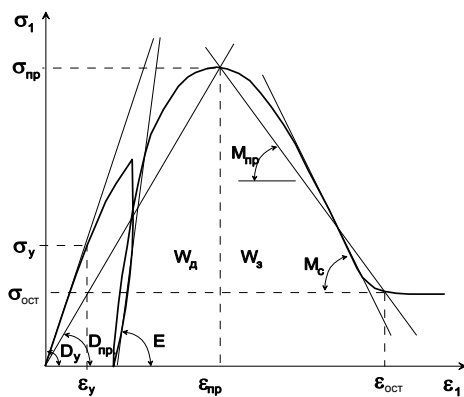


Рис. 4. Схема определения механических показателей при сжатии образцов горных пород

Анализ результатов предварительных исследований образцов различной формы, имитирующих междукамерные целики, показал, что несущая способность пар прямоугольных образцов одинаковой ширины выше, чем трапециевидных, но ниже, чем у образцов прямоугольной формы различной ширины. Для получения более точной информации, чтобы сделать вывод о целесообразности применения какого либо из данных вариантов необходимо провести исследования на большем количестве моделей.

Литература

1. Указания по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей. - СПб.-2008.
2. Варианты неравномерной выемки руды при камерной разработке пологих калийных пластов / В. Г. Артемов, Е. В. Челпанова // Рудник будущего. - 2012. - № 3(11). - С. 83-85.
3. Барях А.А., Асанов В.А., Паньков И.Л. Физико-механические свойства соляных пород Верхнекамского калийного месторождения: учеб. пособие – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 199 с.

ГЕОХИМИЯ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В НЕФТЯНОМ РЕГИОНЕ ТАТАРСТАНА

А.Р. Абдуллина, Р.Р. Галлямов, З.Г. Калкаманова

Казанский Федеральный (Приволжский) университет, магистранты 1 года обучения, инженер кафедры общей геологии и гидрогеологии, abdullina_albina94@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент, Мусин Р.Х.

Аннотация: в данной статье количественная оценка роли тех или иных факторов в формировании состава подземных вод рассматривается на основе результатов аналитических исследований водных вытяжек, приготовленных со всех основных разновидностей почв и пород верхней части разреза на основе дистиллированной воды.

Ключевые слова: минерализация, гидрогеохимический тип, водная вытяжка, геологический разрез.

GEOCHEMISTRY OF FRESH UNDERGROUND WATER IN THE OIL TATARSTAN REGION

A.R. Abdullina, R.R. Gallyamov, Z.G. Kalkamanova

Kazan (Volga region) Federal University, 1st year Master's Degree Students, Engineer of the Department of General Geology and Hydrogeology, abdullina_albina94@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy R.Kh. Musin.

Abstract: In this article, a quantitative evaluation of one or another factor's role in the formation of the groundwaters composition is considered basing on the results of analytic investigation of aqueous extracts prepared from all leading varieties of soils and rocks from the upper part of the section on basis of distilled water.

Keywords: mineralization, hydrogeochemical type, water extract, geological section.

Основные нефтяные богатства Татарстана сосредоточены в его юго-восточной части, где эксплуатируются такие уникальные месторождения как Ромашкинское и Ново-Елховское. Зона активного водообмена обладает здесь мощностью 300-350 м и охватывает комплекс пермских и плиоцен-четвертичных образований. Первые отличаются широким спектром фациальных условий формирования – от морских (верхнешельфовых) до континентальных (озерных, аллювиальных и др.). Важной чертой пермской толщи является ее загипсованность, степень которой нарастает в восточном направлении. Плиоцен-четвертичные отложения выполняют палео- и современные речные долины, они представлены песчано-глинистыми образованиями с мощностью до 210 м [1].

В рассматриваемой осадочной толще выделяется ряд водоносных и слабоводоносных комплексов, связанных водообменом по схеме А.Н. Мятлева. Составы подземных вод (ПВ) этих комплексов, при преобладании природных факторов их формирования, обычно имеют бимодальный характер распределения [2,3]. С одной стороны, это гидрокарбонатные воды с минерализацией до 0,6 г/л, реже более, и общей жесткостью до 7-8 ммоль/л, с другой – гидрокарбонатно-сульфатные и сульфатные воды с минерализацией до 2-3 г/л и общей жесткостью до 20-30 ммоль/л. В первом случае преобладающим гидрогеохимическим процессом является углекислотное выщелачивание карбонатно-терригенных пород, во втором – выщелачивание и растворение гипсов. На участках интенсивного техногенного воздействия также проявлены две основные гидрогеохимические группы ПВ. В одной отмечается повышенная (более 20 %-моль) роль хлоридов, при этом минерализация может достигать 5-10 г/л, а общая жесткость – 40-70 ммоль/л. В другой группе ПВ характеризуются повышенными содержаниями нитратов, здесь минерализация может достигать 2-2,5 г/л, а жесткость – 15-20 ммоль/л. Хлоридные воды пермских отложений отчетливо маркируют контуры крупных нефтяных месторождений, площади развития этих вод составляют многие сотни км². Их формирование связано, в первую очередь, с процессами утечек попутных нефтяных вод из многочисленных трубопроводов и емкостей хранения [2,4]. Нитратные ПВ обладают узлокальным распространением, они тяготеют ко многим населенным пунктам, летним загонам скота, складам удобрений.

В данной статье рассматриваются результаты аналитических исследований водных вытяжек, приготовленных со всех основных разновидностей почв и пород верхней части разреза на основе дистиллированной воды (табл.). В вытяжках определялись рН, электропроводность, концентрации основных анионов и катионов, а также ряда тяжёлых металлов – Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, Zn. Основными аналитическими инструментами выступали ионные хроматографы Dionex-1600 и атомно-абсорбционный спектрометр ContrAA-700.

Анализ таблицы свидетельствует, что даже кратковременное взаимодействие дистиллированной воды с почвами, покровными суглинками и карбонатными породами приводит к появлению гидрокарбонатных кальциевых вод с минерализацией 0,2-0,3 г/дм³. В реальных природных условиях нефтяного региона Татарстана минимальная минерализация родниковых вод составляет около 0,15 г/дм³, а общая жёсткость – 2,5-3,0 ммоль/дм³. Большая часть нисходящих родников, дренирующих подземные воды верхней части карбонатно-терригенных разрезов вне зон интенсивного техногенного воздействия, характеризуется минерализацией 0,3-0,6 г/дм³ и жёсткостью 4,0-7,0 ммоль/дм³. Отличие этих данных от приведенных в таблице связано с двумя

основными причинами. Во-первых, с большей длительностью взаимодействия в системе “вода-порода”; во-вторых, с более высоким парциальным давлением углекислого газа в зоне аэрации и зоне насыщения в сравнении с таковым в атмосферном воздухе.

Подтверждением этого является проведенная нами в 2015-2016 гг. газогеохимическая съемка анализатором Escorprobe 5. Если в приземной части атмосферы детектируемая анализатором концентрация углекислого газа составляла 320-400 ppm, то уже на глубине 0,2-0,3 м на уровне почвенного слоя она была не менее 800-900 ppm, доходя участками на глубине до 1,5 м до 100000 ppm. От парциального давления углекислого газа зависит содержание в воде гидрокарбонат-иона. Если в водных вытяжках максимальная концентрация HCO_3^- составляла 183 мг/дм³, при преобладающих значениях менее 100 мг/дм³, то в родниковых водах она обычно превышает 250-280 мг/дм³.

Таким образом, основные особенности состава пресных подземных вод в ненарушенных или слабо нарушенных условиях нефтяного региона Татарстана хорошо объясняются взаимодействием атмосферных осадков с породами геологического разреза, при этом максимальной минерализующей ролью характеризуются карбонатные породы, а также чернозёмные почвы и покровные суглинки элювиального и делювиального генезиса.

Таблица

Характеристика водных вытяжек				
Литотипы	Индекс возраста	Кол-во проб	Минерализация (мг/дм ³)	Жесткость (ммоль/дм ³)
Почва	Q	9	119-264	0,7-2,62
Суглинок	Q	11	84-218	0,36-1,91
Песчаник	P ₂ kz-P ₂ ur	12	55-151	0,36-1,17
Глина	P ₂ kz-P ₂ ur	10	60-163	0,47-1,01
Мергель	P ₂ kz-P ₂ ur	6	128-228	0,8-2,4
Известняк	P ₂ kz	5	131-285	1,1-2,8

Литература

1. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / Под ред. Б.В. Бутова. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
2. Мусин Р. Х. Техногенные изменения в гидролитосфере Республики Татарстан // Недропользование XXI век. – 2013. – № 5. – С. 61-66.
3. Мусин Р. Х., Калкаманова З. Г. Формирование состава подземных вод в верхней части гидролитосферы Восточно-Закамского региона Татарстана // Нефтяное хозяйство. - 2016. - № 2. - С. 18-22.
4. Гидрогеоэкологические исследования в нефтедобывающих районах Республики Татарстан / Под ред. А.И. Короткова и В. К. Учаева. – Казань: Изд-во НПО “Репер”, 2007. – 300 с.

РОЛЬ ПОЧВ В ФОРМИРОВАНИИ СОСТАВА И МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

М.В. Аверьянова, К.В. Адушева

Казанский Федеральный (Приволжский) университет, студент 4 курса, студент 3 курса,
averyanova.mashulya@bk.ru, december30love@yandex.ru

Научный руководитель: доцент, к.н. Мусин Р.Х.

Аннотация: в ходе данной работы были рассмотрены образцы почв, отобранных в разных районах республики Татарстан. Были сделаны водные вытяжки почв на основе дистиллированной и снеговой (талой) вод. В ходе анализов вод из разных типов почв был выявлен их компонентный состав. Результат исследований – оценка влияния почв на минерализацию и состав подземных вод.

Ключевые слова: почва, подземные воды, компонентный состав.

ROLE OF SOILS IN THE FORMATION OF COMPOSITION AND MINERALIZATION OF UNDERGROUND WATER

M.V. Averyanova, K.V. Adusheva

Kazan Federal University, 4th year Student, 3rd year Student, averyanova.mashulya@bk.ru, december30love@yandex.ru

Research Supervisor: Reader, Candidate of Geology and Mineralogy R.H. Musin.

Abstract: In the course of this work it was examined soil samples taken in different areas of the Republic of Tatarstan. Soil water extracts were made on the basis of distilled and snow (melt) water. During the analysis of water from different soil types have been identified their composition. Results of the study - assessment of the impact of soil mineralization and composition of the groundwater.

Keywords: soil, groundwater, component composition.

В подземных водах растворено множество различных химических элементов и в связи с этим они имеют очень сложный многокомпонентный состав. Вопрос о формировании состава подземных вод приобретает особый интерес, так как оно обуславливается множеством факторов: климат местности; химическое и биологическое выщелачивание различных пород, соприкасающихся с водными системами; залегающие горные

породы, почвы, атмосферные воды; антропогенные факторы; водный режим водоема; смешивание вод [1]. Данная работа уделена почвам, имеющим непосредственный контакт с водной системой.

Атмосферные воды при выпадении на землю попадают на почву, при этом происходят химические и физические реакции, которые обуславливают их состав. А он напрямую зависит от характера почвенного покрова [1]. Важнейшее свойство почвы заключается в том, что почвенный раствор и фильтрующиеся в почве осадки способны усиливать растворимость пород и минералов. Это связано с повышенным содержанием диоксида углерода в почве, который образуется в ходе дыхания живых организмов и корневой системы. Концентрация CO_2 в почвенном воздухе возрастает от 0,33%, свойственных атмосферному воздуху, до 1% и более в почвенном воздухе (в тяжелых глинистых почвах концентрация достигает иногда 5-10%, придавая тем самым раствору сильное агрессивное действие по отношению к породам). В результате растворения диоксида углерода образуются соли, которые впоследствии вымываются из почвенного покрова и обогащают подземные воды. При просачивании через бедные солями торф и болотные почвы вода будет содержать органические вещества, отличающиеся малой минерализацией.

Органическое вещество, содержащееся в почве, способно усиливать агрессивное действие фильтрующейся через почву воды. Оно представлено почвенным гумусом, образующегося в почве при трансформации растительных остатков. В состав гумуса входят гуминовые, органические и фульвокислоты, которые являются активными реагентами. Почвенный раствор, обогащаясь органическими кислотами и углекислым газом, во много раз ускоряет химическое выветривание алюмосиликатов, содержащихся в почвах. Аналогично вода, фильтрующаяся через почву, ускоряет химическое выветривание алюмосиликатов и карбонатных пород, подстилающих почву [2].

При взаимодействии с почвой меняется содержание растворенных газов, содержание кислорода уменьшается, а углекислого газа, наоборот, увеличивается, т.к. кислород расходуется на окисление органических веществ в почве, а углекислый газ выделяется [1].

Для выявления роли почв в формировании состава и минерализации подземных вод верхней части разреза (грунтовых вод) нами были подготовлены, проанализированы и обобщены данные по водным вытяжкам с 31 образца почв, отобранных в Восточно-Закамском (нефтяном) и Предкамском регионах Республики Татарстан (табл.). Приповерхностная часть геологического разреза в этих регионах сложена комплексами полигенных карбонатно-терригенных (участками загипсованных) средне-верхнепермских и терригенных плиоцен-четвертичных отложений. Локализованные в них подземные воды отличаются разнообразным составом (при преобладании гидрокарбонатных кальциевых и магниевых-кальциевых разновидностей) и варьирующей в довольно широких пределах минерализацией и жесткостью (здесь и далее понимается общая жесткость). Минимальные значения последних параметров отмечаются в водах родников, дренирующих первые от поверхности водоносные горизонты в областях их питания, которое осуществляется исключительно за счет инфильтрации атмосферных осадков. Минерализация таких родниковых вод в большинстве случаев составляет 0,15–0,25 г/дм³, а жесткость – 1,5–3 ммоль/дм³ [3]. В вышеотмеченных регионах Татарстана преобладающим распространением пользуются подзолистые, черноземные, дерново-карбонатные и серые лесные почвы.

Таблица
Особенности состава водных вытяжек на основе дистиллированной воды с почвенных образцов

Минерализация, мг/дм ³	Жесткость, ммоль/дм ³	Окисляемость перманганатная, мгО/дм ³	Соединения азота суммарно, мг/дм ³
37–284	0,3–2,6	2–17	0–93
120–250	0,8–1,8	9–12	1–9

Примечание: в знаменателе – предельные значения (минимум, максимум), в числителе – преобладающие.

Максимальными концентрациями и значениями практически всех компонентов и параметров отличаются черноземные и, в меньшей степени, дерново-карбонатные почвы, залегающие на водоразделах в пределах луговых пространств и в лесных массивах. Минимальными значениями – почвы в пределах речных долин.

Сопоставление данных таблицы с составами водных вытяжек с основных разновидностей пород верхней части разреза Татарстана [4,5] свидетельствует, что почвы являются основными минерализаторами природных вод. В реальных условиях почвенные воды на нижней границе почв должны отличаться более высокими значениями практически всех параметров своего состава, т.к. его формирование, в отличие от лабораторных условий, проходит под более высоким парциальным давлением углекислого газа.

Литература

1. Алексеев А.И. Химия воды. СПб, СЗТУ, 2001.
2. http://studopedia.ru/3_4528_faktori-vliyayushchie-na-formirovanie-sostava-prirodnih-vod.html (дата обращения: 07.02.2017).
3. Мусин Р. Х., Файзрахманова З.Г., Загидуллина К.Р., Мусина Р.Х. Вариации и условия формирования состава природных вод в отдельных регионах Татарстана // Гидрогеология сегодня и завтра: наука, образование, практика: Матер.межд. научн. конф. Москва, МАКС Пресс, 2013. С. 334–341.
4. Мусин Р.Х., Мусина Р.З., Нигматуллина Д.А., Тухватуллина Г.А. О мобилизации вещества стратисферы в ходе подземной ветви гидрологического круговорота воды // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: матер. 6-го Всерос. литологического совещания (Казань, 26-30 сентября 2011 г.). В 2 т. Казань, Казан. ун-т, 2011. Т.2.С. 72–75.
5. Файзрахманова З. Г., Мусин Р.Х. Об одном из основных минерализаторов поверхностных и грунтовых вод // Сборник трудов IV междунар. конгресса "Чистая вода. Казань" – 27–29 марта 2013 г. Казань, типогр. ООО "Куранты", 2013. С. 110–112.

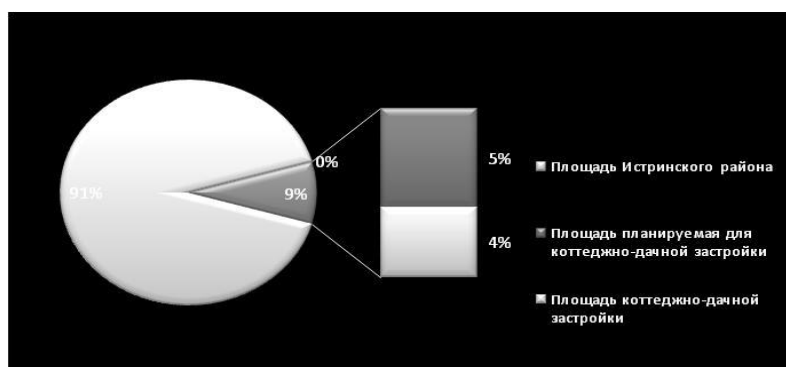


Рис. 2. Диаграмма планируемого увеличения площади коттеджно-дачной застройки в Истринском районе

В рассматриваемом районе можно выделить следующие основные группы наиболее распространенных загрязняющих веществ:

- органические и азотные соединения (характерны для загрязнений, связанных с утечками из хозяйственно-бытовых канализаций; использованием удобрений на сельхозугодиях и др.);
- тяжелые металлы - свинец, медь, никель и др. - (характерны для загрязнения, связанного с автомагистралями, свалками, полигонами ТБО и др.);
- нефтепродукты (связаны с незначительными по объему, но многочисленными утечками горюче-смазочных материалов из транспорта).

Планируемое в дальнейшем увеличение площади зон урбанизации и субурбанизации в Истринском районе может привести, без надлежащего контроля и проведения природоохранных мероприятий, к площадному загрязнению подземных вод. Для раннего выявления наиболее опасных участков, с точки зрения загрязнения подземных вод, и оперативного реагирования для исключения загрязнения, либо для локализации участка загрязнения (в случае если загрязнение уже произошло), можно использовать метод моделирования.

Литература

1. Сафонов С.Г., Полищук С.Л. и др. Схема территориального планирования Истринского муниципального района Московской области. Том 1. Планировочная и инженерно-транспортная организация территории. М.; 2011. 235 с.
2. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2013 г. Выпуск 37. Под ред. С.В.Спектор. М.; Геоинформмарк; 2014. 226 с.
3. Гидрогеология СССР. Выпуск 4. Влияние производственной деятельности человека на гидрогеологические и инженерно-геологические условия. Под. ред. Гармонова И.В. М.: Недра, 1973. 280 с.

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД ШАХТЫ КОМИССАРОВСКАЯ В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ

В.Е. Борисова, Е.С. Торопова

Южно-российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, студенты 4 курса, lokmail@mail.ru, toropova_e.s@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Гавришин А.И.

Аннотация: длительное функционирование в Восточном Донбассе угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов привело к многочисленным негативным последствиям в состоянии окружающей среды. Произошло интенсивное загрязнение поверхностных вод и атмосферы, изменение режима и баланса подземных вод.

Ключевые слова: Восточный Донбасс, шахта Комиссаровская, шахтные воды.

ABOUT CHANGE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF MINE WATERS OF THE KOMISSAROVSKAYA MINE IN EAST DONBASS

V.E. Borisova, E.S. Toropova

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), 4th year Students, lokmail@mail.ru, toropova_e.s@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor A. I. Gavrishin

Abstract: Long functioning coal-mining and coal processing facilities in East Donbass led to numerous negative consequences in the environment. There has been intense pollution of surface waters and the atmosphere, changing the regime and balance of groundwater.

Keywords: East Donbass, the Komissarovskaya mine, mine water.

Анализ закономерностей формирования химического состава шахтных вод региона по результатам обобщения более 5000 анализов вод за столетний период (с 1920 до 2015 г.) показал, что во все обследованные

периоды выделяется четыре главных направления изменения химического состава шахтных вод (с помощью G-метода многомерного классификационного моделирования).

По первому гидрогеохимическому направлению формируются кислые сульфатные шахтные воды, значения pH опускается до 2,2, содержание SO_4^{2-} возрастает до 4,0-4,5, а минерализация – до 10-11 г/л; воды существенно обогащены Fe, Mn, Al, Cu и другими металлами. Происхождение данного направления связано с интенсивным развитием в горных выработках процессов окисления серы и сульфидов.

Второе направление изменения состава шахтных вод приводит к формированию хлоридно-сульфатных шахтных вод, происхождение которых связано, как с процессами окисления серы, так и с притоком хлоридных подземных вод при углублении горных выработок.

В третьем гидрогеохимическом направлении еще больше усиливается роль хлоридных ионов, воды становятся сульфатно-хлоридными за счет притока хлоридных подземных вод на глубоких горизонтах отработки угольных пластов.

По четвертому направлению формируются оригинальные содовые шахтные воды с повышенным содержанием иона HCO_3^- и очень низкими – Ca^{2+} и Mg^{2+} . Происхождение этих оригинальных вод обусловлено притоком в шахты содовых подземных вод, которые связаны с испарительно-конденсационными процессами [1].

Типичной шахтой, в которой формировались воды первого направления, является шахта Комиссаровская. Для этой шахты наиболее детально рассмотрена ситуация изменения химического состава шахтных вод (табл.) после ликвидации шахты. Шахта Комиссаровская расположена к востоку от г. Гуково, у поселка Лихой, пущена в эксплуатацию в 1946 году. Ликвидация шахты «мокрым» способом, путем затопления выработанного пространства, начата в январе 1996 г. Шахта затоплена практически полностью через 3,5 года. В 2000-2001 гг. затопленные выработки дренировались самоизливающимися скважинами №8993 и №8994, с августа 2001 г. – скважиной №9083, а в конце 2009 г. была пробурена скв. №58 в балке Дубовая глубиной 45 м, которая вскрыла затопленный горизонт на отметке +93 м. Основной дренаж шахтных вод многие годы осуществлялся скважиной №9083, которая расположена на восточной окраине хутора Комиссаровский. Изливающаяся из скважин вода поступает в р. Лихую, активно загрязняя ее на многие километры.

После ликвидации шахты «мокрым способом» началось постепенное заполнение подземными водами природно-техногенного резервуара (выработанного и осушенного водоотливом пространства). Сооружение скважин №8993, №8994 и №9083 (для предотвращения подтопления хуторов Лихой и Комиссаровский) привело к тому, что из скважин стали вытекать воды аномально высокой минерализации (10-17г/л), с очень большими содержаниями сульфат-иона (6-11г/л), железа, марганца, алюминия и других компонентов. Такая ситуация явилась следствием развития процессов интенсивного окисления сульфидов и растворения, ранее накопившихся в зоне выветривания сульфатов [2].

После сооружения скв. №58 изменился водный баланс затопленного техногенного горизонта шахты: выход шахтных вод на поверхность из скважины №9083 и по ее затрубному пространству уменьшился более, чем в 2 раза и составляет около 35 м³/час, по новой скважине №58 расход составляет до 25м³/час. Таким образом, общий расход шахтных вод, поступающих на поверхность, составляет порядка 60м³/час.

Таблица

Химический состав шахтных вод

Объект	M	HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	Fe	pH
Грунтовые воды	1240	486	531	63	151	68	179	0.3	7.3
Водоотлив - 60г	1800	350	850	106	124	103	266	0.4	7.8
Водоотл. - 72-81 г.	2770	26	1770	115	204	190	340	15	5.2
Водоотл. - 88-93 г.	3300	0	2150	151	250	212	435	21	5.2
Среднее по шахте	3700	200	2242	198	200	211	641	39	5.8
Скв.8993 – 2000 г.	15500	757	9800	107	250	950	2900	170	6.4
Скв.8994 – 2000 г.	17500	252	11500	118	330	1200	2800	333	6.2
Скв.9083 – 2001 г.	11190	897	6720	161	308	840	1560	212	5.9
Скв.9083 – 2002 г.	14640	674	9260	200	411	1110	2000	317	5.9
Скв.9083 - 2003г.	14250	521	8880	256	561	1160	1420	405	6.1
Скв.9083 – 2004 г.	13360	228	8554	188	504	717	2125	330	6.3
Скв.9083 – 2005 г.	11190	592	7650	166	420	1088	1120	370	6.2
Скв.9083 – 2006 г.	10340	621	6300	240	561	923	785	320	6.1
Скв.9083 – 2007 г.	10360	750	6400	135	540	954	800	290	6.2
Скв.9083- 2008 г.	10130	0	6200	201	505	813	1000	330	6.1
Скв.9083 – 2009 г.	11224	0	7024	223	490	835	1130	513	6.1
Скв.9083 – 2010 г.	12010	0	7436	138	430	1095	1498	442	6.2
Скв.9083 – 2011 г.	11422	0	7360	216	690	858	1594	267	6.2
Скв.9083 – 2012 г.	11513	0	7683	187	673	797	1839	665	6.1
Скв.9083 – 2013 г.	10480	0	7138	106	481	972	1382	462	6.1
Скв.9083 – 2015 г.	9700	427	6377	157	271	748	295	373	6,1

Таким образом, в районе шахты Комиссаровская после её ликвидации и бурения водопонизительных скважин начали формироваться оригинальные высокоминерализованные сульфатные слабокислые воды, существенно обогащенные железом, алюминием, марганцем и другими металлами. Эти воды стали мощным источником загрязнения, особенно вод реки Лихая и многих колодцев и скважин в домах хуторов Лихой,

Комиссаров и др. Из таблицы хорошо видно, что в течение очень длительного времени минерализация и содержания большинства компонентов остаются постоянно высокими.

Бурение новой скважины №58 позволило существенно снизить минерализацию и содержания большинства компонентов, но при ликвидации скважин №8994 и особенно №8983 ситуация может резко измениться в сторону существенного увеличения минерализации вод и содержания большинства компонентов.

Литература

1. Гавришин А.И., Корadini А., Мохов А.В., Бондарева Л.И. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2003. 187 с.
2. Гавришин А.И., Борисова В. Е. Влияние на состояние окружающей среды химического состава вод шахты Комиссаровская в Восточном Донбассе. ТулГУ, 2016.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ЛЕЧЕБНО-СТОЛОВОЙ ВОДЫ «ЧЕРТОВИЦКАЯ» (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С.В. Бочаров

Воронежский государственный университет, молодой ученый, gidrogeol@mail.ru

Научный руководитель: д.г.н., профессор Смирнова А.Я.

Аннотация: минеральная вода «Чертовичская» относится к группе маломинерализованных и лечебных вод хлоридно-сульфатного натриевого состава, умеренно жестких, слабощелочной активной реакции. Химические и физические свойства минеральной воды находятся в полном соответствии со стандартом питьевых лечебных вод.

Ключевые слова: минеральная вода, бальнеология, химический состав, физические свойства, гидроминеральные ресурсы.

NEW DATA ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF MINERAL MEDICAL-TABLE WATER "CHERTOVITSKAYA" (VORONEZH REGION)

S.V. Bocharov

Voronezh State University, Young Researcher, gidrogeol@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geography, Professor A.Y. Smirnova

Abstract: Mineral water "Chertovitskaya" refers to the group of low-mineralized and curative water is chloride-sulphate-sodium composition, moderately hard, slightly alkaline active reaction. Chemical and physical properties of mineral water are in full compliance with standard of drinking medicinal waters.

Keywords: mineral water, balneology, chemical composition, physical properties, hydro resources.

Минеральная вода «Чертовичская» вскрыта разведочно-эксплуатационной скважиной в 2000 году на территории ООО «Санаторий им. Ф.С. Дзержинского» (Рамонский район Воронежской области). Скважина глубиной 276 м в интервале 217,0-262,5 м вскрыла минеральные воды с дебитом источника 50 м³/сут. Геологический разрез включает дезинтегрированную толщу осадочных пород, представленную переслаиванием песчано-глинистых отложений, глинистых алевритов, алевритистыми глинами, алевролитами, алевроаргиллитами и органогенными известняками четвертичной морены, неогена, верхнего и среднего девона.

Впервые аналитические испытания химического состава по отобранному нами пробами были выполнены в аккредитованном испытательном центре природных лечебных ресурсов Российского научного центра восстановительной медицины и курортологии (РНЦ ВМ и К, г. Москва). Результаты свидетельствуют о принадлежности минеральной лечебной воды к группе маломинеральных вод (минерализация 1-5 г/дм³ согласно классификации Е.В. Посохова, Н.И. Толстихина) [1].

По химическому составу минеральная вода относится к хлоридно-сульфатной натриевой, умеренно жёсткой (5,7 ммоль/дм³), слабощелочной активной реакции (рН=7,8) и невысокой окисляемости (1,05-3,69 мгО₂/дм³). Из недиссоциированных молекул присутствует кремневая кислота (0,01 мг/дм³) и борная кислота (0,008 мг/дм³).

В аттестованной лаборатории ОАО «Воронежгеологии», г. Воронеж были также определены основные показатели химического состава минеральной воды «Чертовичская» и доверительные интервалы средних значений макрокомпонентов, в том числе минерализации и жёсткости.

Катионы: магний 3,17 ± 0,45; кальций 4,75 ± 0,14; натрий ± калий 18,6 ± 0,6.

Анионы: гидрокарбонат 2,6 ± 0,15; сульфат 14,6 ± 0,8; хлорид 8,8 ± 0,65.

Минерализация (г/дм³): 1,68-1,82.

Общая жёсткость (ммоль/дм³): 5,55-5,8.

В Испытательном центре природных лечебных ресурсов РНЦВКМ и К в минеральной воде «Чертовичская» установлено присутствие элементов группы железа, металлических рудных элементов, металлоидов, галоидов, активных солей азота, литофильных редких элементов.

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

В лаборатории радиобиологии РНЦВКМ и К проведены гамма-спектрометрические измерения пробы минеральной воды из скважины и определена активность радионуклидов в Бк/кг радия-226 < 1,0; тория-232 < 0,6; цезия-137 < 3,0; калия-40 < 15,0.

Бета-спектрометрические измерения пробы воды стронция-90 показали, что активность этого радионуклида не превышает 0,7 Бк/кг. Содержание в пробе воды урана-238 не превышает 1,6 Бк/кг.

В минеральной воде «Чертовичская» установлено также присутствие литофильных и сидерофильных элементов различной степени токсичности (медь, цинк, свинец, кадмий, ртуть и др.), однако их содержание значительно ниже предельно допустимых концентраций для минеральных вод питьевого назначения [2]. В соответствии со стандартом питьевых вод находятся и основные физические свойства испытуемой минеральной воды (табл.).

Таким образом, вода относится к хлоридно-сульфатной натриевой умеренно жесткой (5,7 ммоль/дм³), слабо щелочной активной реакции (рН=7-8) и сравнительно невысокой окисляемости (1,05-3,69 мгО₂/дм³). Из недиссоциированных молекул присутствует кремниевая кислота (0,01 мг/дм³) и борная кислота (0,008 мг/дм³). В 2016 году в связи с расширением санатория и открытием детского отделения была пробурена новая скважина на минеральные воды в 1,5 км северо-западнее от первой. Исследования химического состава минеральной воды, выполненные также в Аккредитованном испытательном центре (РНЦ ВМ и К), показали идентичность состава источников. Некоторые отличия касаются повышенных количеств галоидов и активных солей азота. Однако их количество также не выходит за пределы ПДК.

Таблица

Химический состав минеральной воды «Чертовичская»					
Группы ионов и молекул	Химические элементы	Индексы ионов и молекул	Грамм	Мг-экв.	Экв. %
Катионы	Литий	Li ⁺	0,00008		
	Аммоний	NH ₄ ⁺	0,0001		
	Калий	K ⁺	0,025	0,64	2
	Натрий	Na ⁺	0,413	17,96	68
	Магний	Mg ²⁺	0,039	3,168	12
	Кальций	Ca ²⁺	0,095	4,752	18
	Стронций	Sr ²⁺	0,0022	0,05	
	Барий	Ba ²⁺	-		
	Железо закисное	Fe ²⁺	0,0001		
	Железо окисное	Fe ³⁺	<0,0001		
	Алюминий	Al ³⁺	<0,00004		
	Марганец	Mn ²⁺	<0,00005		
	Медь	Cu ²⁺	0,000004		
	Кобальт	Co ²⁺	<0,000005		
	Никель	Ni ²⁺	<0,00002		
	Свинец	Pb ²⁺	<0,00001		
	Цинк	Zn ²⁺	<0,00002		
	Кадмий	Cd ²⁺	<0,0000005		
Ртуть	Hg ²⁺	<0,000001			
Хром	Σ(Cr ³⁺ +Cr ⁶⁺)	<0,00001			
Селен	Se ²⁺	<0,000001			
	Сумма катионов		0,574	26,57	100
Анионы	Фтор	F ⁻	0,00225	0,12	
	Хлор	Cl ⁻	0,312	8,8	33
	Бром	Br ⁻	не обн.		
	Иод	I ⁻	<0,0002		
	Сульфат	SO ₄ ²⁻	0,703	14,65	55
	Гидросульфат	HSO ₄ ⁻	-		
	Гидросульфид	HS ⁻	-		
	Тиосульфат	S ₂ O ₃ ²⁻	-		
	Сульфит	SO ₃ ²⁻	-		
	Гидрокарбонат	HCO ₃ ⁻	0,159	2,6	10
	Карбонат	CO ₃ ²⁻	0,012	0,4	2
	Гидросиликат	HSiO ₃ ⁻	-		
	Гидрофосфат	HPO ₄ ²⁻	<0,00002		
	Нитрит	NO ₂ ⁻	<0,00001		
	Нитрат	NO ₃ ⁻	<0,002		
	Сумма анионов		1,188	26,57	100
	В литре воды содержится		Грамм		
Недиссоциированные молекулы	Угольный ангидрид	CO ₂	не обн.		
	Сероводород общий	ΣH ₂ S	не обн.		
	В том числе свободный		-		
	Кремнистая кислота	H ₂ SiO ₃	0,010		
	В том числе коллоидная		-		
	Мышьяк	As	не обн.		
	Борная кислота	H ₃ BO ₃	0,008		
	Окисляемость, мг О ₂ /дм ³			3,68	
Общая минерализация, М			1,78		
Сухой остаток при 180°С			1,71		

Минеральная вода «Чертовичская» значительно расширяет гидроминеральный потенциал Воронежской области и позволит расширить возможность её применения в санитарно-курортных учреждениях региона [3].

Литература

1. Посохов Е.В., Толстихин Н.И. Минеральные воды // Л.: Недра, 1977. – 240 с.
2. Бочаров В.Л. Эколого-геохимическая оценка минеральной лечебно-столовой воды «Чертовицкая» (Воронежская область) / В.Л. Бочаров, С.В. Бочаров, Л.Н. Строгонова // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы. Материалы четвёртой Международной научно-практической конференции. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – С. 318 – 320.
3. Смирнова А.Я., Бочаров В.Л., Лукьянов В.Ф. Минеральные воды Воронежской области (лечебные лечебно-столовые) // Воронеж. Изд-во Петровский сквер, 1995. – 182 с.

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА И УРАНА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДИНАМИКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

М.В. Гонтарев

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики Российской академии наук, аспирант 3 года обучения, mkl9879@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент Малов А.И.

Аннотация: исследования изотопного состава подземных вод позволили определить время их нахождения в водоносных горизонтах и скорости движения от областей питания к областям разгрузки, а также - коэффициенты фильтрации водовмещающих отложений. На этом основании выделены зоны активного и сравнительно активного водообмена, что позволяет оценивать возможности использования содержащихся в них подземных вод для питьевых и лечебных целей.

Ключевые слова: подземные воды, изотопы, уран, углерод, скорости фильтрации.

THE JOINT USE OF ISOTOPES OF CARBON AND URANIUM TO STUDY THE DYNAMICS OF GROUNDWATER

M.V. Gontarev

Federal Center for Integrated Arctic Research of RAS, 3^d year Post-graduate Student, mkl9879@ yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader A.I. Malov.

Abstract: Studies of the isotopic composition of groundwater allowed to determine their residence time in aquifers and flow rate from recharge area to discharge area, and - the filtration coefficients of aquifer sediments. On this basis, the zones of active and relatively active water exchange were identified, which allows to evaluate the possibility of the groundwater use for drinking and therapeutic purposes.

Keywords: groundwater isotopes, uranium, carbon, filtration rate

Введение, объекты и методы исследований

В 2012-2014 годах были выполнены определения химического и изотопного (^{234}U , ^{238}U , ^{14}C , ^{13}C) составов подземных вод по 19 водопунктам (скважины и источники) в песчаных и карбонатных отложениях Северо-Двинской впадины (СДВ) и месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова в зоне сочленения Мезенской синеклизы с Балтийским кристаллическим щитом (табл.).

Для 10 водопунктов удалось рассчитать радиоуглеродный возраст подземных вод [1]. В остальных это не представилось возможным по двум причинам: 1) отсутствие ^{14}C в воде, 2) измеренная активность ^{14}C в пробе оказалась больше исходной активности ^{14}C в области питания подземных вод, скорректированной с учетом химических процессов, изменяющих активность ^{14}C в течение времени нахождения воды в зоне аэрации и водоносном горизонте. Для этих проб были определены уран-изотопные возраста подземных вод в водоносных горизонтах [2]. Предварительно определялись обобщенные параметры миграции урана по пробам подземных вод, датированных радиоуглеродным методом: R/p – отношение фактора запаздывания миграции урана к фактору отдачи и R_d/p – отношение скорости растворения пород к фактору отдачи [2].

В данной работе приведены результаты расчетов вышеназванных параметров и значений (табл.), уточненные с учетом последних разработок в данной области [3]. Результаты использованы для оценки характеристик динамичности подземных вод в водоносных слоях по формулам 1-3.

$$V = l : t, \quad (1)$$

$$K_{\phi} = V \cdot n_0 : I, \quad (2)$$

$$I = (H_0 - H_1) : l, \quad (3)$$

где l , V , K_{ϕ} – см. пояснения к таблице; n_0 – активная пористость водовмещающих отложений, I - гидравлический градиент – приняты равными 0.23 и 0.001, соответственно, по [2,4]. H_0 – абсолютная отметка уровня (напора) подземных вод в области питания, H_1 - абсолютная отметка уровня (напора) подземных вод в точке отбора пробы воды.

Результаты и обсуждение

Для верхней части венда (до 60 – 100 метров от поверхности земли), опробованной в скважине Лесное наблюдаются высокие $V = 6$ м/год и $K_{\phi} = 4$ м/сутки. Это – зона активного водообмена. Время полного

водообмена в ней составляет не более 100 – 1000 лет. К ней приурочены наиболее пресные воды с минимальными концентрациями урана, которые можно использовать для питьевых целей. В то же время они наиболее подвержены поверхностному загрязнению.

Наиболее широко развиты пресные воды в отложениях падунской свиты венда на территории месторождения алмазов (скважины ВПС-28, 36, 22, 6, 3з, 9мз, 130а). Глубина скважин достигает 200 метров. Средние значения $V = 1.6$ м/год, $K_{\phi} = 0.9$ м/сутки. Возраст этих вод возрастает до 2-6 тысяч лет, соответственно растут и концентрации урана – до 6-12 мкг/л. ПДК для питьевых вод составляет 0.2 Бк/л, что соответствует 16 мкг/л ^{238}U . Эту зону можно считать переходной от зоны активного до зоны сравнительно активного водообмена по [4].

Таблица
Результаты исследований минеральных подземных вод, опробованных в 2012 - 2014 гг. по [1,2] с дополнениями

Водопункт	Индекс	M, г/л	^{238}U , мкг/л	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	R/p	R_e/p	^{14}C , pMC	$^{14}\text{C}_o$, pmc	$\delta^{13}\text{C}$, ‰	$t_{^{14}\text{C}}$	$t_{^{238}\text{U}}$	l , км	V , м/год	K_{ϕ} , м/сут
Северо-Двинская впадина														
Ильино ²⁰¹⁴	Q	0.5	2.74±0.06	1.35±0.21	24	8.07·10 ⁻⁶	67.8±0.7	40.8	-12.9	Н.о.	0.56	5	8.9	5.63
Лесное ²⁰¹²	Vpd	0.2	1.70±0.34	1.43±0.21	24	6.56·10 ⁻⁶	50.3±0.6	46.3	-11.5	Н.о.	0.32	5	6.25	3.94
Курьяво-1 ²⁰¹²	Q+V	3.2	3.58±0.07	1.93	117	2.97·10 ⁻⁶	23.7±0.2	69.3	-17.4	9.69	Н.о.	28	2.89	1.82
Курьяво 2-юг ²⁰¹²	Q+V	3.4	0.46±0.01	4.26±0.24	433	8.47·10 ⁻⁷	14.5±0.2	77.9	-19.8	16.3	Н.о.	28	1.72	1.08
Матигоры-М ²⁰¹³	Vpd	7.4	17.3±0.35	6.00±0.9	24	5.4·10 ⁻⁷	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	37.9	28	0.74	0.46
Мироново ²⁰¹⁴	Vpd	5.3	9.86±0.26	7.16±0.94	32	4.4·10 ⁻⁷	1.66±0.3	72.5	-14.6	34.8	Н.о.	47	1.35	0.85
Новодвинск ²⁰¹⁴	Vpd	8.9	0.28±0.01	6.72±1.05	Н.о.	Н.о.	0	Н.о.	Н.о.	Н.о.	100	52	0.52	0.33
Беломорье-1 ²⁰¹⁴	Vpd	9.2	15.38±3.9	5.41±1.36	21	6.1·10 ⁻⁷	5.79±0.2	87.1	-15.6	27.5	Н.о.	20	0.73	0.46
Беломорье-2 ²⁰¹⁴	Vmz	19.2	0.36±0.01	8.61±1.35	Н.о.	Н.о.	0	Н.о.	Н.о.	>35	Н.о.	20	<0.57	<0.36
Месторождение алмазов им. М.В. Ломоносова														
8qc ²⁰¹⁴	Q+C	0.3	0.13±0.01	2.23±0.34	24	2.29·10 ⁻⁶	68.3±0.7	50.8	-13.2	Н.о.	0.10	2	20	13
2o ²⁰¹⁴	C	0.1	0.25±0.5	1.9±0.23	24	3.13·10 ⁻⁶	63.2±1.2	44.7	-11.0	Н.о.	0.13	2	15	9.4
3u ²⁰¹⁴	C	0.3	0.25±0.84	1.46±0.22	24	6.14·10 ⁻⁶	43.5±1.1	36.9	-8.7	Н.о.	0.07	2	29	16
3з ²⁰¹⁴	Vpd	0.1	12.2±0.24	2.26±0.34	12	2.23·10 ⁻⁶	33.3±0.6	49.1	-12.3	3.31	Н.о.	5	1.5	0.94
ВПС-28 ²⁰¹⁴	Vpd	0.3	2.99±0.06	2.39±0.36	24	2.03·10 ⁻⁶	56.7±0.9	44.7	-11.0	Н.о.	2.4	5	2.10	1.3
ВПС-36 ²⁰¹⁴	Vpd	0.3	2.00±0.04	4.81±0.62	34	7.35·10 ⁻⁷	24.3±0.5	47.0	-11.7	6.38	Н.о.	5	0.78	0.49
ВПС-22 ²⁰¹³	Vpd	0.4	6.37±0.13	1.63±0.24	51	4.45·10 ⁻⁶	24.1±0.4	41.6	-10.1	5.00	Н.о.	5	1.00	0.63
ВПС-6 ²⁰¹³	Vpd	0.7	5.21±0.92	2.86±0.42	18	1.5·10 ⁻⁶	24.5±0.6	39.9	-9.6	4.37	Н.о.	5	1.14	0.71
9mz ²⁰¹⁴	Vpd	0.7	0.29±0.06	3.57±0.52	48	1.09·10 ⁻⁶	16.9±0.3	33.2	-7.6	6.23	Н.о.	5	0.80	0.5
130a ²⁰¹³	Vpd	0.8	1.78±0.04	5.94±0.84	8	5.71·10 ⁻⁷	36.0±0.7	45.4	-11.2	1.81	Н.о.	5	2.76	1.74

Пояснения: t – время нахождения (возраст) подземных вод в водоносном горизонте, l – расстояние от области питания до точки отбора пробы, V – скорость фильтрации, K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, Н.о. – не определялось.

В пределах СДВ отложения падунской свиты венда практически повсеместно содержат солоноватые и соленые воды с $M = 5-10$ г/л. K_{ϕ} снижается здесь в два раза по сравнению с территорией месторождения алмазов, возраст подземных вод повышается до 30-100 тысяч лет. Это – зона сравнительно активного водообмена. В ней воды непригодны для питьевого водоснабжения, но могут использоваться в качестве минеральных. В то же время в водах существенно повышены концентрации урана, что определяет необходимость постоянного контроля их радионуклидного состава.

Заключение

В верхней части зоны активного водообмена (V до 6 м/год и K_{ϕ} до 4 м/сутки) время полного водообмена составляет менее 1000 лет. К ней приурочены пресные воды, которые можно использовать для питьевых целей. В то же время они наиболее подвержены поверхностному загрязнению. В зоне сравнительно активного водообмена ($V < 1$ м/год и $K_{\phi} < 0.5$ м/сутки) возраст соленых вод повышается до 30-100 тысяч лет. Эти воды непригодны для питьевого водоснабжения, но могут использоваться в качестве минеральных.

Литература

1. Малов А.И., Гонтарев М.В., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Радиоуглеродное датирование подземных вод Северо-Двинской впадины // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2016. № 4. С. 5–16.
2. Malov, A.I. Estimation of uranium migration parameters in sandstone aquifers // J Environ. Radioactiv. 2016. Vol. 153. P. 61–67.
3. Han, L-F. and Plummer, N. A review of single-sample-based models and other approaches for radiocarbon dating of dissolved inorganic carbon in groundwater // Earth-Science Reviews. 2016. Vol. 152. P. 119 – 142.
4. Малов А. И. Подземные воды Юго-Восточного Беломорья: формирование, роль в геологических процессах: диссертация доктора геолого-минералогических наук: 25.00.07. / А. И. Малов. - Архангельск, 2002. - 294 с.

фильтрации водовмещающих пород меняются от 1 до 21,4 м/сут, но в среднем устойчиво равны 2,5-5 м/сут. Водопроницаемость варьирует в интервале 30-70 м²/сут. По химическому составу подземные воды альбсеноманского комплекса гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,3-0,4 г/дм³, нейтральной реакции. Подземные воды широко используются в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения.

При изучении движения загрязняющего стронциевого фронта обычно используют два подхода. Первый, более простой, использует механизм «поршневого вытеснения», который предполагает простое движение фронта загрязнения. Другой подход учитывает дисперсию между двумя жидкостями – содержащими стронций и лишенными стронциевого загрязнения. Такой процесс по В. М. Шестакову [3] называется фильтрационной диффузией. Оценим, насколько значительно влияние диффузии на движение границы раздела стронциевых вод и вод в так называемом кондиционном состоянии. Для этого определим размеры зоны дисперсии. Согласно В. М. Шестакову [3], размеры зоны дисперсии в условиях плоскопараллельного прямолинейного движения определяется по формуле:

$$aI = 4 \sqrt{\left(\frac{D_m}{v} + D_0\right) \frac{vt}{n_0}}$$

Результаты расчетов для подземных вод меловой системы помещены в таблицу.

Таблица

Результаты расчетов размера зоны дисперсии			
D _m , м ² /сут	D ₀ , м	aI, м	Погрешность, %
10 ⁻³	0,001	40,2	3,8
10 ⁻⁵	0,002	7,06	0,7
10 ⁰	0,001	5,7	0,5

Прохождение загрязнения при расчетной скорости без учета дисперсии будет равно 1058 м. В итоге при разных параметрах D₀ размеры зоны депрессии будут варьировать 0,5-3,8%, следовательно, ошибка в оценке расстояния перемещения стронциевого фронта будет незначительной.

Литература

1. Смольянинов В.М. Подземные воды Центрально-Черноземного региона: условия формирования, использование // Воронеж: Истоки, 2003. – 240 с.
2. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. ГОСТ 2874–82. М – 102 с.
3. Шестаков В.М. Теоретические модели гидрогеологических процессов. Т. 1. Формирование подземных вод как основа гидрогеологических прогнозов // М.: Наука, 1982. – С. 68-75.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХОДЖА-ОБИ-ГАРМ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПАМИР, ТАДЖИКИСТАН)

А.Ю. Демонова, А.В. Корзун

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, молодой ученый, доцент, danna1985@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Харитоновна Н.А.

Аннотация: в данной работе представлены новые данные по химическому составу (макро и микрокомпоненты) азотных термальных вод уникального курорта Ходжа-Оби-Гарм (Таджикистан), расположенного в Памиро-Алайской горной системе. Рассмотрены основные механизмы формирования химического состава и генезиса вод курорта.

Ключевые слова: азотные термальные воды, гидрогеологические условия, микрокомпоненты, РЗЭ и иттрий, Таджикистан.

CHEMICAL COMPOSITION THERMAL WATER OF KHOJA-OBI-GARM SPA (CENTRAL PAMIR, TADJIKISTAN)

A.Yu. Demonova

Lomonosov Moscow State University, Young Researcher, Reader, danna1985@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor N.A. Kharitonova.

Abstract: This since material presents new data on the chemical of waters together with the data on chemical contents of gas phase of the low-enthalpy nitric thermal waters from the unique Khoja-Obi-Garm Spa (Tajikistan) located at the Pamir-Alai mountain system. The main mechanisms considered for the formation of the chemical composition and genesis of water resort.

Keywords: Alkaline low TDS springs, hydrogeological setting, thermal spa, microcomponents. REYs, Republic of Tajikistan.

Азотные термы привлекают внимание многих ученых всего мира в течение нескольких десятилетий. Вопросы, касающиеся происхождения и формирования состава подземных вод остаются до сих пор дискуссионными [1].

Актуальность проблемы изучения термальных вод заключается не только в научном, но и в практическом направлении. Особенно это необходимо при осуществлении прогноза изменения химического состава и обеспечении рациональной эксплуатации месторождения.

Уникальный бальнеоклиматический курорт Ходжа-Оби-Гарм расположен в 60 км к северу от г. Душанбе столицы Республики Таджикистан. Курорт находится в центральной части южного склона Гиссарского хребта, в ущелье реки Ходжа-Обигарм, на высоте +1740—1960 метров над уровнем моря [1,2,4].

В геолого-структурном отношении месторождение Ходжа-Оби-Гарм расположено на северном крыле Ходжа-Оби-Гармской грабен-синклинали. В геологическом строении принимают участие, в основном, интрузивные породы южной части Северо-Варзобского интрузивного массива, представленные гранитами, гранодиоритами, гранит-порфирами среднего и нижнего карбона. Интрузии перекрыты чехлом четвертичных отложений. В юго-западной части района палеозойские образования перекрыты нижнемеловыми осадками, представленными песчаниками и глинами [2].

Гидрогеологические условия месторождения минеральных вод Ходжа-Оби-Гарм чрезвычайно сложные. По условиям залегания и циркуляции выделяется один тип подземных вод – трещино-жильные азотные термальные воды, которые приурочены к мощной зоне дробления гранитов, связанной с Ходжа-Оби-Гармским разломом.

Водообильность трещиноватых гранитов на площади месторождения распределяется неравномерно. Расходы источников - от 0,01 до 5,00 л/сек., источники с максимальным дебитом приурочены к зоне разлома. Температура воды составляет от +58 до +93 °С [3,4].

Последние исследования химического состава термальных вод месторождения Ходжа-Оби-Гарм проводились более полувека назад (в 60-х годах). В 2015-2016 г. в ходе полевых маршрутов были отобраны пробы минеральных вод. После чего был выполнен химический анализ термальных вод на 52 элемента на новейшем аналитическом оборудовании (ИСП-МС).

Основные катионы и анионы определялись методом жидкостной ионной хроматографии (HPLC-10 AVp, SHIMADZU). Концентрации микрокомпонентов и рассеянных элементов измерялись с использованием плазменно-оптической эмиссионной спектрометрии (ICP-AES, Plasmaquant-110) и индуктивной плазменной масс-спектрометрии (ICP-MS, Agilent 7500с). Точность определения всех компонентов была лучше, чем 5% RSD. Расчёт индексов насыщения минералов и форм миграции макро и микрокомпонентов, а также РЗЭ проведено с использованием программных комплексов AQUACHEM 5.1, WATERQ4F и PHREEQC.

По химическому составу минеральные воды месторождения Ходжа-Оби-Гарм относятся к хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатным натриево-кремнистым. Практически во всех скважинах среди анионов преобладает HCO_3^- (CO_3^{2-}) ион, в некоторых скважинах SO_4^{2-} . Основным катионом является Na^{2+} содержание которого доходит до 100 мг/л, в то время как содержания Ca^{2+} , Mg^{2+} и K^+ , как правило, низки. Концентрация радона составляет 22 нКи/л (814 Бк/л).

Кроме карбонатных ионов (HCO_3^- и CO_3^{2-}) присутствуют хлор (до 55 мг/л) и сульфат-ион (до 40 мг/л). Борная кислота (H_3BO_3) – 6 мг/л. Исследуемые термы богаты фтором, концентрации которого достигают 18 мг/л. Отношение Cl/F составляет 3,18. Содержанием кремнекислоты большое от 85,6 до 147 мг/л, в среднем составляет 140 мг/л. Содержание углекислоты свободной (CO_2) варьирует от 2 до 6 мг/л, а сероводорода (H_2S) порядка 3,54 мг/л. Расчет форм нахождения основных ионов в растворе показал, что катионы до 99% находятся в ионной форме.

В ходе исследований были получены новые данные по микрокомпонентному составу месторождения Хаджа-Оби-Гарм. Среди сидерофильной группы элементов значимые концентрации в водах имеют только железо (68,8-139,6 мкг/л), марганец (1,18-7,04 мкг/л), кобальт (0,013-0,039 мкг/л), никель (0,07-0,44 мкг/л). Среди халькофильных элементов особого внимания заслуживают такие элементы как медь (0,4-2,2 мкг/л), цинк (0,8-2,3 мкг/л), галлий (3,9-7,2 мкг/л), мышьяк (4,6-5,34 мкг/л), селен (0,04-0,199 мкг/л), серебро (0,002-0,068 мкг/л), кадмий (0,029-0,047 мкг/л) и свинец (0,12-5,49 мкг/л). Среди литофильных элементов очень высокие концентрации обнаружены для лития (0,9–1,03 мг/л), рубидия (107,3–122,6 мкг/л), стронция (151,7–169,2 мкг/л), цезия (204–231 мкг/л) и алюминия (0,48–126,5 мкг/л). Концентрации марганца (1,18–7,04 мкг/л), а ванадия, хрома и бария очень низкие и не превышают единичных значений в мкг/л. Содержание бора невелико и составляет 0,31–0,34 мг/л. Соотношение В/Сl составляет всего 0,006. Соотношение Cl/Br равно 257 и очень близко по значению к морским водам (293). Соотношение Li:Rb:Cs составляет 100:12:23.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что термальные воды Ходжа-Оби-Гарм по своему генезису являются метеорными (атмосферными) водами, а по условиям формирования трещинно-жильными водами, циркулирующим в пределах массивных интрузий и локализованных в пределах зоны альпийской складчатости. Можно предположить, что дождевая вода ($\text{Na-HCO}_3\text{-Cl}$ состава) просачиваясь в зону формирования грунтовых вод, накапливает преимущественно кальций и гидрокарбонат-ион за счет разложения почвенной органики, что приводит к образованию Ca-Na-Mg-HCO_3 грунтовых вод. При дальнейшем погружении и нагревании вод происходит преимущественное накопление натрия за счет разложения в первую очередь плагиоклазов. В результате образуются Na-HCO_3 воды.

Характерной чертой термальных вод месторождения Ходжа-Оби-Гарм является их высокая температура (89,5-93 °С) и высокая щелочность 8,98-9,18, исключительно низкая общая минерализация, которая составляет 300-400 мг/л.

Литература

1. Барабанов Л.Н., Дислер В.Н. Азотные термы СССР / Отв. Ред. Д.г.-м.н. В.В.Иванов. Москва, издательство: «Геоминвод ЦНИИ КуФ», 1968. 120 с.
2. Баратов Р.Б. Геология и петрография района термальных источников Ходжа-Оби-Гарм. Отчет Ходжа-Оби-Гармской геологической партии по работам 1946 г. Душанбе, 1946.
3. Воронкова Н.А., Сводный научно-технический отчет по гидрогеологическим работам на месторождении термальных вод Ходжа-Оби-Гарм за 1954-57 гг. Сталинабад, 1957.
4. Шапар А.А. и Туев В.Г. Результаты разведочных гидрогеологических работ на месторождении термальных вод Ходжа-Оби-Гарм. (Отчет Ходжа-Оби-Гармской партии за 1963-67 гг.). Душанбе, 1967.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ НА ЛОКАЛИЗАЦИЮ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.Ю. Дешевых, Д.С. Трубицын

Воронежский государственный университет, аспиранты 1 года обучения, lina8686@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Бочаров В.Л.

Аннотация: в работе охарактеризованы водоносные горизонты, перспективные на выявление промышленных типов месторождений подземных вод. Рассмотрены факторы, определяющие перспективы разновозрастных водоносных горизонтов на локализацию ресурсного потенциала подземных вод в пределах гидрогеологических структур второго и третьего порядка.

Ключевые слова: водоносный горизонт, месторождения подземных вод, водообильность, локализация ресурсного потенциала подземных вод.

THE PROSPECTS OF UNEVEN-AGED AQUIFERS OF THE CENTRAL PART OF THE VORONEZH REGION ON LOCALIZATION OF THE DEPOSITS OF UNDERGROUND WATER

G.Yu. Deshevykh, D.S. Trubitsyn

Voronezh State University, 1st year Post-graduate Students, lina8686@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.L. Bocharov

Abstract: The paper described aquifers, promising to identify industrial types of deposits of underground water. The factors that determine the prospects of different ages aquifers for localization resource potential of the groundwater in the hydrogeological structures of the second and third order.

Keywords: aquifer, groundwater deposits, watery, localization resource potential.

Под локализацией месторождений подземных вод понимается выделение площадей и водоносных горизонтов, перспективных на выявление промышленных типов месторождений подземных вод. Для этого требуется всесторонний учет структурных, литолого-фациальных и палеогидрогеологических условий любой изучаемой территории. Актуальность данного вопроса возрастает в краевых частях артезианских бассейнов подземных вод, где водоносные горизонты и их гидродинамические параметры невыдержаны в пространстве.

Центральная часть Воронежской области в пределах площади листа М-37-Х приурочена к сводовой части Воронежской антеклизы и, одновременно, к сочленению крупных гидрогеологических структур II порядка (Московского и Приволжско-Хоперского, а также Донецко-Донского (структура III порядка) артезианских бассейнов подземных вод) [1]. Рассматриваемая территория характеризуется уникальным водораздельным положением, когда формирование ресурсного потенциала подземных вод происходит на площади распространения водоносных подразделений, при практическом отсутствии латерального притока подземных вод.

Основные эксплуатационные горизонты неравнозначны по водообильности и качественному составу подземных вод на площади исследований. Это требует дифференцированного учета всех гидродинамических и гидрохимических условий территории в выборе целевого горизонта (горизонтов) при планировании водоснабжения конкретных потребителей [2].

Приволжско-Хоперский артезианский бассейн.

Наиболее широким распространением пользуются водоносные горизонты неогеновых и четвертичных отложений.

Водоносный верхнеплиоценовый терригенный горизонт (N_2^2). Мощность водоносного горизонта изменяется от 7,0 до 46,0 м, по мере увеличения глубины вреза подошвы неогеновых отложений. Горизонт безнапорный, за исключением участков, где в верхней части разреза отмечаются прослои глин неогеновых и четвертичных отложений. Нижним водоупором являются глины верхнего девона.

Значения коэффициентов фильтрации изменяются от 0,4 до 65,6 м/сут (водопроницаемость достигает 2000 м²/сут). Качественный состав подземных вод горизонта, в основном, соответствует требованиям, предъявляемым питьевой воде. Наиболее высокие перспективы выявления промышленных типов

месторождений питьевых подземных вод связываются с площадью распространения белогорской свиты плиоцена, имеющей грубозернистый состав и наибольшую мощность (до 40 м) водовмещающих отложений.

Мезозойские образования характеризуются островным распространением малопродуктивных водоносных горизонтов в песках нижнемелового возраста. Слабоводообильные (КМ 25-50 м²/сут) образования верхнедевонского возраста содержат пресные подземные воды. Водоносные подразделения среднедевонского возраста и зона трещиноватости кристаллических пород фундамента содержат минеральные лечебные воды.

Московский и Донецко-Донской артезианские бассейны

На рассматриваемой территории бассейны характеризуются схожестью геологического разреза и гидрогеологических условий. Наибольший практический интерес имеют водоносные образования мелового возраста.

Водоносный турон-коньякский карбонатный горизонт (К2 t-сн). Водоносный горизонт представлен мело-мергельными породами туронского и коньякского ярусов верхнего мела. Трещиноватость меловых пород значительно изменяется по площади и в разрезе. В целом для площади характерно закономерное повышение водообильности комплекса в направлении от водоразделов к более низким отметкам рельефа, что определяется увеличением площади водосбора и скорости движения подземных вод на склонах речных долин [3]. На водораздельных пространствах трещиноватость и водообильность меловых пород незначительна. Здесь значения водопроводимости не превышают 50 м²/сут.

Повышенная водообильность комплекса отмечается в пределах поймы и низких (первая и вторая) аллювиальных террас, где водовмещающие породы характеризуются значениями коэффициента фильтрации от 5,5 до 55 м/сут и водопроводимостью 300 – 1700 м²/сут.

Таким образом, водоносный турон-коньякский карбонатный горизонт перспективен на выявление промышленных типов месторождений пресных подземных вод только в пределах речных долин.

Апт-сеноманский водоносный горизонт 2(К1,2a-s) связан с песчаными отложениями аптского и альбского ярусов нижнего мела и сеноманского яруса верхнего мела. Водовмещающими породами служат пески мелко-, средне- и разномелкозернистые, местами грубозернистые. Мощность водоносного горизонта изменяется от первых метров в северной части листа, до 55 м в наиболее полных разрезах. Для горизонта характерна вертикальная гидродинамическая зональность, обусловленная изменениями гранулометрического состава и фильтрационных свойств водовмещающих отложений в вертикальном разрезе. Верхняя зона, охватывающая отложения сеноманского и альбского ярусов, представлена преимущественно песками средне-мелкозернистыми. Нижняя часть разреза горизонта сложена континентальными образованиями аптского яруса – разномелкозернистыми гравелистыми песками, песчаниками и глинами. Наиболее водообильны альбские и аптские отложения представленные гравелистыми песками с коэффициентом фильтрации в пределах 1,2-10,6 м/сутки.

Значение водопроводимости водоносного горизонта на исследуемой территории определяется условиями залегания горизонта, его мощностью и литологическим составом водовмещающих пород. Зоны с повышенным значением водопроводимости приурочены к участкам распространения мощной (до 30 м) толщи грубодисперсных отложений аптского возраста. Здесь значения водопроводимости горизонта возрастают до 312 и более м²/сут.

Таким образом, на рассматриваемой площади, в поле Приволжско-Хоперского АБ выявление промышленных типов месторождений пресных подземных вод возможно только в пределах границ распространения образований белогорской свиты верхнего плиоцена. Водопроводимость целевого горизонта увеличивается от бортов к осевой части палеодолины.

В Донецко-Донском и Московском АБ перспективы локализации промышленных типов месторождений подземных вод связаны с водоносными образованиями мелового возраста. Причем для турон-коньякского горизонта площади, перспективные на выявление месторождений подземных вод ограничиваются полем распространения поймы и низких надпойменных террас. На водораздельных пространствах единственным целевым горизонтом может выступать только водоносный апт-сеноманский терригенный горизонт.

Литература

1. Устименко Ю.А. Отчет о проведении гидрогеологического доизучения масштаба 1:200000 на площади листа М-37-Х (Лиски). Воронеж, 2008. 491 с.
2. Штенгелов Р. С. Разведочная гидрогеология. Поиски и разведка подземных вод. — <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1188021>, 2015. 380 с.
3. Устименко Ю.А. Условия локализации ресурсного потенциала подземных вод верхнемелового карбонатного комплекса на юго-восточном склоне ВКМ (на примере юга Воронежской области). Воронеж, 2009. С. 45-48.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ПЕРИФЕРИИ ПРИВОЛЖСКО-ХОПЕРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА

О.Е. Егунова

Воронежский государственный университет, аспирант 1 года обучения, gidrogeol@mail.ru

Научный руководитель: профессор, д.г.-м.н. Бочаров В.Л.

Аннотация: подземные воды зоны активного водообмена включают водоносные горизонты и комплексы мезо-кайнозоя и сосредоточены в 15-ти гидрогеологических подразделениях водоносных (локально водоносных) и частично водоупорных геологических структур. Они относятся к категории пресных или слабо минерализованных гидрокарбонатных, реже сульфатно-гидрокарбонатных натриево-кальциевых и служат одним из важнейших источников питьевого водоснабжения населения восточных районов Воронежской области.

Ключевые слова: Приволжско-Хоперский артезианский бассейн, Воронежская область, подземные воды, водоносные горизонты и комплексы, водоупоры, экология подземных вод.

HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS AND GROUNDWATER QUALITY OF NORTH-WESTERN PERIPHERY OF THE VOLGA-KHOPERSKY ARTESIAN BASIN

O.E. Egunova

Voronezh State University, 1st year Post-graduate Student, gidrogeol@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.L. Bocharov.

Abstract: Underground water of active water exchange zone includes aquifers and complexes in the Meso - Cenozoic and are concentrated in 15 hydrogeological units of the aquifer (local aquifer) and partly confining geological structures. They are classified as fresh or slightly mineralized hydrocarbonate, less frequently sulphate-hydrocarbonate sodium-calcium being one of the most important sources of drinking water for population of the Eastern districts of the Voronezh region.

Keywords: Volga-Khopersky artesian basin, Voronezh region, groundwater aquifers and complexes, impervious, ecology groundwater.

В основу гидрогеологической стратификации платформенного чехла Хоперского мегаблока Воронежского кристаллического массива положена стратиграфическая схема мезо-кайнозойских отложений [1].

Подземные воды мелового комплекса начинаются со *слабоводопроницаемого локально водоносного турон-сантонского карбонатного горизонта* (K_{2t}-st). Воды горизонта безнапорные. Абсолютные отметки уровня меняются в пределах +145 – +190 м, составляя в среднем +155 м. Химический состав подземных вод преимущественно сульфатно-гидрокарбонатный, гидрокарбонатный натриево-кальциевый с минерализацией 0,4-0,9 г/дм³ и жесткостью 4,2-5,5 ммоль/дм³. Микрокомпоненты (элемента группы Fe, Cu, Zn, Pb, редкие щелочные металлы) находятся в пределах, установленных для воды хозяйственно-питьевого водоснабжения [2].

Водоносный апт-сеноманский терригенный горизонт (K_{2a}-s) имеет преимущественно сульфатно-гидрокарбонатный, реже хлоридно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый состав с минерализацией 0,4-1,2 г/дм³ и жесткостью от 4,2 до 7,5 ммоль/дм³. В отдельных случаях отмечается повышенное количество микроэлементов – Ва (0,2-0,3 мг/дм³), Вг (1,2-2,0 мг/дм³), а также нитрат-иона (до 25 мг/дм³).

Локально водоносный готеривский терригенный горизонт (K_{1g}) содержит подземные воды преимущественно хлоридно-гидрокарбонатного магниево-кальциевого, реже натриево-кальциевого состава, пресные с минерализацией 0,4-1,1 г/дм³. Воды умеренно жесткие до очень жестких: общая жесткость колеблется от 3,5 до 9,5 ммоль/дм³.

В целом воды мелового комплекса хорошо защищены от загрязнения, питание его осуществляется путем подтока вод как нисходящих, так и восходящих. Они эксплуатируются многочисленными скважинами для водоснабжения населения.

Гидрогеологический разрез палеогена начинается с *кантемировского терригенного слабоводоносного горизонта* (K_{3kt}). По всей площади распространения водовмещающие породы залегают под моренными и покровными суглинками. Сложен горизонт песками, в разной мере глинистыми. Воды горизонта пресные, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0,7-1,2 г/дм³, от очень мягких до умеренно жестких. Из-за ограниченного распространения и сравнительно слабой водообильности масштабы его использования весьма незначительные.

Локально слабоводоносный киевско-дерезовский терригенный горизонт (K_{2kv-dr}) распространен преимущественно на водораздельных пространствах. Химический состав подземных вод сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый с минерализацией 1,1-1,3 г/дм³ и жесткостью 4,2-4,8 ммоль/дм³. Ввиду ограниченности обводненных песчаных прослоев горизонт в водоснабжении используется крайне незначительно.

Слабоводоносный каневско-бучакский терригенный горизонт (K_{2kn-bč}) распространен почти повсеместно, отсутствует лишь в пределах глубоко врезанных долин рек и крупных балок. Водовмещающими породами служат пески, песчаники с маломощными прослоями глин. Химический состав подземных вод сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый с минерализацией 0,9-1,2 г/дм³ и жесткостью 5,5-7,5 ммоль/дм³. Горизонт имеет различную водообильность, находящуюся в зависимости от литологического состава водовмещающих пород и эрозионного расчленения рельефа. Воды используются населением в ограниченном масштабе преимущественно колодцами.

Слабоводоносный сумской терригенный горизонт (K_{1sm}) достаточно распространен, отсутствуя лишь в глубоких эрозионных врезках. Воды горизонта преимущественно сульфатно-гидрокарбонатные, гидрокарбонатные магниево-кальциевые с минерализацией от 0,2 до 0,8 г/дм³ от мягких до слабо жестких (2,5-4,8 ммоль/дм³). Воды горизонта устойчивы к загрязнениям, но в отдельных пробах обнаруживается

повышенное содержание титана до 0,35 мг/дм³. Это объясняется наличием в подошве титаноносного «хоперского» подгоризонта [3].

Неогеновый водоносный комплекс включает *слабоводоносные плиоцен-среднечетвертичный элювиальный, делювиальный и ледниковый* (e,d,gN₂-II) и *неоген-нижнечетвертичный аллювиальный* (aI) горизонты. Первый из них сложен глинами с редкими линзами песка. По химическому составу воды имеют довольно пестрый состав с минерализацией 0,2-5,2 г/дм³. Пресные воды здесь имеют небольшое значение. Жесткость их варьирует в довольно широких пределах от 3,4 до 14,7 ммоль/дм³.

Водоносный неогеновый аллювиальный горизонт (N) гидравлически связан с вышележащими аллювиальными горизонтами. Воды этого горизонта весьма пресные с минерализацией 0,2-0,8 г/дм³ и имеют преимущественно гидрокарбонатный, реже хлоридно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый состав с жесткостью до 4,8 ммоль/дм³. В отдельных пробах отмечается повышенное содержание железа (до 0,6-0,8 г/дм³). Эти воды являются основными для водоснабжения городов, расположенных в бассейне р. Хопер (Борисоглебск, Новохоперск, Урюпинск).

Четвертичный водоносный комплекс представлен *водоносными, локально водоносными и слабоводоносными современным аллювиальным* (aIV), *четвертичным почвенно-лессовым и делювиальным* (rg, dI-IV), *верхнечетвертичным аллювиальным* (aIII), *среднечетвертичным аллювиальным* (aII) и *донским водно-ледниковым* (f, Ig^sIds) горизонтами. Воды этих горизонтов преимущественно гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-кальциевые, натриево-магниевые с минерализацией 0,2-1,4 г/дм³, но со значительно варьирующей жесткостью (от 3,3 до 26,9 ммоль/дм³). Воды легко загрязняются с поверхности, о чем свидетельствует повышенное содержание нитратов, достигающих в отдельных случаях 320-380 мг/дм³ [4]. Несмотря на это, воды четвертичного водоносного комплекса используются преимущественно сельским населением, колодцами и отдельными неглубокими скважинами.

Подземные воды являются одним из важнейших источников питьевого водоснабжения населения, роль которых в связи с нарастающими масштабами загрязнения подземных вод неуклонно возрастает. В этой связи начаты широкомасштабные исследования по изучению гидрогеодинамики и гидрогеохимии подземных водоносных комплексов зон активного водообмена, которые могут послужить базисом для создания системы регионального мониторинга.

Литература

1. Бочаров В.Л. Проблемы изучения и использования ресурсов подземных вод Воронежской области // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2010. – 001. – С. 243-251.
2. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. ГОСТ 2874–82. М – 102 с.
3. Савко А. Д. Геология Воронежской антеклизы // Воронеж: Воронеж. ун-т, 2002.-165 с.
4. Бочаров В. Л. К проблеме экологической геохимии бассейна Среднего Хопра // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. геол. - 2001. - Вып. 11. - С. 236-244.

ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАРСТОВАННОСТИ УФИМСКОГО ПЛАТО НА ОСНОВЕ КАРСТОЛОГИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КФС

Н.В. Желнин

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
kol3837215@yandex.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Ерофеев Е.А.

Аннотация: статья посвящена исследованиям в области оценки поверхностной закарстованности территорий. Поверхностные карстовые формы определялись дистанционно, путем дешифрирования крупномасштабных КФС территории Уфимского плато. Изложен методический подход к выявлению карстовых форм на земной поверхности и оценки их геометрических параметров.

Ключевые слова: дешифрирование, космофотоснимки, карстовые формы, карст, плотность карстовых воронок, диаметр, факторный признак.

ESTIMATION OF SURFACE KARSTINNES UFA PLATEAU ON THE BASIS OF KARST INTERPRETATION OF SPACE IMAGES

N.V. Zhelnin

Perm State University, 4th year Student, kol3837215@yandex.ru

Research Supervisor: Senior Lecturer E.A. Erofeev.

Abstract: For work it is used a remote method for evaluation the present condition of cavernous porosity of Ufimskoe plateau, that is based on the cavernous decryption of large-scale space images. There are methods that are expounded to explore cavernous forms on the earth surface and to estimate their geometrical parameters.

Keywords: deciphering, space photos, karst form, karst, density of karst funnels, diameter, factor sing.

Территорией исследований является район сульфатно-карбонатного карста Уфимского плато, расположенный на границе Пермского края и Свердловской области.

Особенностью геологического строения Уфимского плато является наличие мощных толщ растворимых горных пород (известняки, доломиты, мергели), обнажающихся на дневной поверхности или залегающие неглубоко от нее [1].

Основная идея работы – количественная оценка современного состояния поверхностной закарстованности территории Уфимского плато, основанная на результатах дешифрирования крупномасштабных космофотоснимков (КФС).

Объектом исследований являются сами карстовые формы (провалы, воронки, локальные понижения). Дешифрирование выполнено по материалам цветных космоснимков высокого разрешения, предоставляемыми Яндекс, Google, Bing. Космофотоснимки скачивались при помощи навигационной программы Sas Planet, а затем подгружались в среду Arc Gis. Используемая рабочая проекция – WGS 1984 UTM зона 40.

Последовательность обработки КФС и методика дешифрирования заключались в следующем: в первую очередь выбирались космофотоснимки, удовлетворяющими заданным требованиям – качество материалов (разрешение, масштаб, цветность снимка, облачность, время года, и пр.) должны обеспечить возможность надежного выявления карстовых форм на дневной поверхности; затем территория разбивалась по регулярной сетке с шагом ячейки 100*100 м и в едином масштабе 1:2000 тщательно анализировалась квадрат за квадратом. Все формы, в зависимости от достоверности их выявления в рельефе и возможности геометризации делились на две темы – полигональную и точечную. Граница формы проводилась по ее четко выраженным в плане краям (по внешнему контуру).

Воронки по КФС однозначно выявлялись по ряду признаков: по форме в плане (круглая, овальная, ассиметричная), по характеру растительности (заросшая, полужаросшая или открытая), по виду контура (с ярко-выраженными обрывистыми краями или выположенная), по цвету (очень часто с темным оттенком на фоне растительности, с эффектом зеркала – если форма заполнена водой, светлая – если заполнена снегом) и т.д.

Всего на исследуемой территории было выявлено 1344 карстовые формы. При дешифрировании и последующей визуализации форм назначались атрибуты – точечный (геометризация выявленной формы не возможна) или площадной объект (оценка геометрических параметров (диаметр, площадь) при данном разрешении КФС возможна). Точечных объектов выявлено 13, площадных – 1331. Результаты оценочного карстологического дешифрирования показаны на карте плотности (рис.1) и диаграмме распределения диаметров карстовых форм (рис.2).

Для построения карты плотности использованы все установленные выявленные формы (точечные и площадные). Максимальная плотность составила 7,17 шт/км² и приурочена к долинам рек Сылва и Шуртан. Анализируя карту плотности, можно сделать вывод о том, что наибольшая концентрация воронок приходится на северо-восточную, центральную и южную части исследуемой территории.

Характер распределения диаметров карстовых форм проиллюстрирован на рисунке 2. Анализируя диаграмму распределения диаметров можно отметить - наиболее распространенными на территории плато являются воронки, размер которых составляет 9-18 м. Минимальный диаметр – 3,3 м, максимальный – 150 м. Средний диаметр - 20,02 м. Суммарная (геометрическая) площадь воронок составила 0,86 км². Выявлено несколько воронок с диаметром свыше 100 м.



Рис. 1. Карта плотности карстовых форм

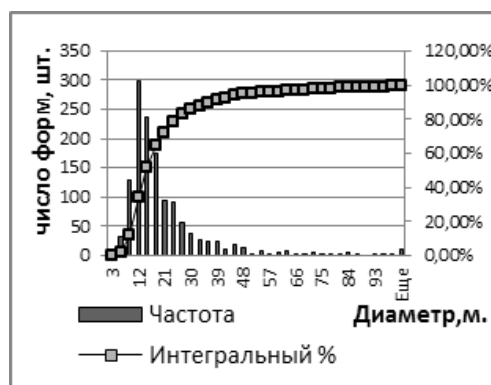


Рис. 2. Диаграмма распределения диаметров карстовых форм

Итогом работы является построение базы данных по закарстованности Уфимского плато, необходимой для проведения дальнейших исследований, направленных на установление степени влияния природных факторов на параметры и интенсивность образования карстовых форм.

В качестве примера представлены предварительные расчеты по оценке влияния рельефа Уфимского плато на количественные показатели карстовых форм. В основу расчетов положена методика В.В. Толмачева [2].

Образование карстового провала происходит под воздействием многочисленных природных факторов, влияние каждого из которых проявляется в виде определения тенденции, которая количественно может быть выражена системой коэффициентов связи Q_i [3]. Сущность методики заключается в использовании теории качественных признаков, позволяющих установить как наличие связей между рассматриваемым фактором и провальным явлением, так и их характер и тесноту связи [2,4]. С целью районирования закарстованных территорий по условиям развития карста необходимо выявлять степень и характер влияния природных факторов на интенсивность и размеры карстовых провалов [2].

Для необходимых расчетов в среде «ArcGIS» была построена элементарная карта рассматриваемого природного фактора (рис.6) с выделением площадей, соответствующим отдельным признакам того или иного фактора, в нашей случае абсолютной высоты рельефа, которые сопоставлялись с картой поверхностной закарстованности. Затем с помощью коэффициентов связи Q_i (1) определяем тенденции развития карстовых провалов.

$$Q_i = \frac{n_i(A - A_i) - (n - n_i)A_i}{n_i(A - A_i) + (n - n_i)A_i} \quad (1)$$

где A — общая площадь территории распространения фактора; A_i — площадь i -го признака фактора; n_i — количество карстовых провалов на площади A_i ; n — общее количество провалов на данной площади. Величина Q_i изменяется от -1 (провалы невозможны) до $+1$ (провалы возможны). Соответственно для каждого выделенного фактора были рассчитаны коэффициенты связи Q_i (табл.) на основе которых строился график изменений Q_i [3] (рис.3).

Таблица

Сопряженности коэффициентов связи Q_i			
Признак фактора	Площадь признака A_i ,	Число провалов на площади A_i	Коэффициент связи Q
146-219	779978	76	-0.85
219-293	858558	759	0.12
293-366	282804	540	0.53

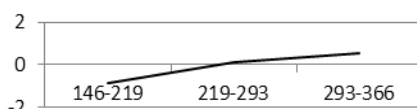


Рис. 3. График изменения коэффициентов связи Q_i



Рис. 5. Расположение карстовых форм в рельефе

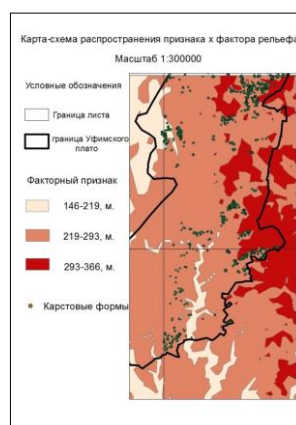


Рис. 6. Карта-схема распространения факторного признака

В результате расчетов выявлены некоторые закономерности, отражающие тенденции развития карстового процесса на территории района Уфимского плато: так с увеличением высоты (абсолютных отметок) количество карстовых воронок возрастает (рис.5,6).

Последующей задачей исследований будет являться анализ геолого-гидрогеологических условий с целью установления более достоверного прогноза развития карста в будущем.

Литература

1. Горбунова К. А., Андрейчук В. Н., Костарев В. П., Максимович Н. Г. Карст и пещеры Пермской области. — Пермь: Издательство Пермского университета, 1992. — 200 с.
2. Толмачев В.В., Троицкий Г.М., Хоменко В.П. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий. Под ред. Е.А. Сорочана. Москва: Стройиздат, 1986. 176 с.
3. Ерофеев Е.А., Катаев В.Н. Применение вероятностно-статистических методов оценки карстовой опасности в условиях техногенного воздействия на закарстованные территории. Журнал "Инженерная геология". Москва, 2010.
4. Толмачев В.В., Ройтер Ф. Инженерное карстование. Москва: Недра, 1990. 150 с.

ГАЗОВЫЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ГАЗОНЕФТЕВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Е.А. Иванова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
ekaterina.ivanova21@yandex.ru

Научный руководитель: доцент, к.г.-м.н. Тюрина И.М.

Аннотация: изучение газового состава подземных вод необходимо, чтобы выявить продуктивные в нефтеносном отношении территории. Высокие концентрации метана в составе водорастворенных газов говорят о перспективности структур на нефть. Такими структурами в Пермском крае являются Сылвенская депрессия, Соликамская депрессия, Косьвинско-Чусовская седловина и прилегающие территории Пермского и Башкирского сводов.

Ключевые слова: газовый состав, подземные воды, газонефтеводоносные комплексы, водорастворенные газы.

GAS COMPOSITION OF UNDERGROUND WATER GAS- OIL-WATER BEARING COMPLEXES IN PERM REGION

E.A. Ivanova

Perm State University, 4th year Student, ekaterina.ivanova21@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.M. Turina.

Abstract: The study of the gas composition of underground water is necessary to identify productive oil bearing areas. Sylvenskaya depression, Solikamsk depression, Kosvinsky-Chusovskaya saddle and the surrounding area of Perm and Bashkir vaults is productive oil bearing structures. These structures are characterized by high concentrations of methane in the composition of water-dissolved gases.

Keywords: gas composition, underground water, gas-oil-water bearing complexes, water-dissolved gases.

По гидрогеологическому районированию западная территория Пермского края относится к Восточно-Русскому и Предуральскому сложному бассейнам пластовых вод.

Подземные воды приурочены к двум гидрогеодинамическим этажам: верхнему и нижнему, границей между которыми является региональный иренский водоупор. Подземные воды нижнего этажа связаны с венд-нижнепермскими породами осадочного чехла и архейско-нижнепротерозойским кристаллическим фундаментом. Для этажа характерно повсеместное развитие соленых вод и рассолов [1].

В зоне весьма затрудненного водообмена палеозойского разреза северо-восточной части Русской платформы на литолого-стратиграфической основе выделяют шесть газонефтеводоносных комплексов (ГНВК).

Ниже приводится характеристика компонентного состава водорастворенных газов (ВРГ) в подземных водах ГНВК палеозойских отложений Пермского края. Она базируется на классификации, разработанной Л.М. Зорькиным [2].

В водах ГНВК содержатся газы углеводородного и азотного классов. По составу ВРГ углеводородного класса выделяются газы: метанового типа ($75\% > \text{CH}_4 > 50\%$; $\text{N}_2 < 25\%$; $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} < 25\%$), и азотно-метанового типа ($\text{CH}_4 > 50\%$; $50\% > \text{N}_2 > 25\%$; $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} < 25\%$). ВРГ азотного класса имеет метаново-азотный ($75\% > \text{N}_2 > 50\%$; $50\% > \text{CH}_4 > 25\%$; $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} < 25\%$) и азотный тип ($\text{N}_2 > 75\%$; $\text{CH}_4 < 25\%$; $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} < 25\%$) [2].

Газовый состав пластовых рассолов средне-верхнедевонского триггенного комплекса на исследуемой территории изменяется от азотно-метанового до азотного. Азотно-метановые газы распространены в восточных частях Пермского и Башкирского сводов. Содержание метана в составе ВРГ этой зоны колеблется от 42 до 56%.

Метаново-азотные газы распространены на территории, прилегающей к зоне азотно-метановых газов. Содержание метана в ВРГ изменяется от 25 до 42%, азота - от 53 до 73%. Газы указанного типа встречены в пределах Верхнекамской впадины, а также на территории Пермского и Башкирского сводов.

ВРГ азотного типа отличаются наибольшим распространением в пределах Камской моноклинали, Верхнекамской впадины, Пермского свода. Концентрация метана в ВРГ колеблется от <1 до 10,5% без видимых закономерностей. Концентрация азота в большей части проб ВРГ превышает 90%.

Водорастворенные газы подземных вод верхнедевонско-турнейского карбонатного комплекса в исследуемом регионе изменяются от метанового до азотного типа.

Метановый тип ВРГ установлен в Сылвенской депрессии, в восточной части Соликамской депрессии, а также в Косьвинско-Чусовской седловине. Концентрация метана колеблется от 70 до 83%. Уменьшение концентрации происходит в западном направлении. Концентрация азота здесь не превышает 14-15%. Зона азотно-метановых газов охватывает Соликамскую депрессию, Косьвинско-Чусовскую седловину и северный склон Башкирского свода. Концентрация метана в составе ВРГ в этой зоне уменьшается до 50-60% при одновременном возрастании доли азота (25-44%).

Метаново-азотные газы установлены на Ярино-Каменоложском месторождении, где концентрация метана в ВРГ составляет 34%, азота - 63%.

Азотный тип ВРГ получил широкое распространение в пределах Камской моноклинали, Чермозской седловины, Пермского свода и Верхнекамской впадины. Концентрация метана в составе ВРГ составляет 0,5-5%.

Она возрастает на поднятиях северо-западного борта Камско-Кинельской системы палеопрогибов (ККСП) до 15%. Концентрация азота колеблется в пределах 81,5-98,6%.

Тяжелые углеводороды в рассолах характеризуемого комплекса содержатся в количестве до 10,4%. Их максимальные концентрации установлены на участках, расположенных вблизи продуктивных нефтяных залежей.

Газовый состав пластовых вод ниже-средневизейского терригенного комплекса изменяется в широтном направлении с востока на запад от метанового до азотного типа.

Метановый газ распространен в Сылвенской депрессии, в северо-восточной части Башкирского свода, в восточной части Соликамской депрессии и Косьюинско-Чусовской седловины. Концентрация метана в ВРГ этой зоны составляет 75-82%, азота - 3,9-21,6%.

Азотно-метановые газы характерны для восточной части Пермского свода, Бабинской впадины, северной части Башкирского свода, для центральной части Соликамской депрессии. Концентрация метана в этой зоне находится в пределах от 68-51%. Концентрация азота повышена до 28,2-46,8%. Метаново-азотный тип установлен в северо-западной части Башкирского свода, на западной окраине Соликамской депрессии, на востоке Чермозской седловины. Концентрация метана в ВРГ изменяется от 46 до 25%, азота от 51 до 72%. Азотный тип ВРГ развит на территории Камской моноклинали, в западной части Чермозской седловины, в центральной и юго-западной части Пермского свода, а также в пределах Верхне-Камской впадины. Максимальная концентрация метана отмечена на западном борту ККСП. Здесь оно достигает 15-23%, на остальной территории концентрация метана не превышает 11%. Концентрация азота находится в пределах от 81 до 98%.

Концентрация гомологов метана достигает 12,2%. В зонах углеводородных газов концентрация этана колеблется от 2 до 6%, а в зоне азотных газов она не превышает обычно 1,5%.

Пластовые воды верхневизейско-башкирского карбонатного и московского карбонатно-терригенного комплексов имеют близкий состав ВРГ и общие условия их распространения.

В пластовых водах доля метана снижается от 280-300 см³/дм³ до менее 50 см³/дм³. Содержание азота увеличивается в западном направлении до 300 см³/дм³ и более.

Для верхнекаменноугольно-нижнепермского комплекса характерно более широкое распространение газов азотного типа. Метановый тип ВРГ развит в восточных частях Соликамской и Сылвенской депрессии. Концентрация метана достигает здесь 71-85%, а концентрация азота равна 8,4-21%. В зоне азотно-метановых газов концентрация метана уменьшается до 62-51% при увеличении концентрации азота до 30-43%. Метаново-азотный тип ВРГ с содержанием метана 19-42% распространен в западной части Предуральского прогиба.

Азотный тип ВРГ характерен, в основном, для платформенной части Прикамья. Содержание метана в составе ВРГ изменяется от 0,7 до 15% при возрастании концентрации азота от 76,3 до 99,7%.

Итак, западная часть Пермского края является непродуктивной, в нефтеносном отношении. Она характеризуется очень низкой концентрацией тяжелых углеводородных газов в составе ВРГ, не превышающая 1,5%. Для восточных районов – Сылвенская депрессия, Соликамская депрессия, Косьюинско-Чусовская седловина и прилегающих территорий Пермского и Башкирского сводов, характерны более высокие концентрации углеводородных компонентов в составе ВРГ. Эти структуры являются перспективными на нефть.

Литература

1. Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края. Пермь, Книжная площадь, 2006. 464 с.
2. Зорькин Л.М., Старобинец И.С., Стадник Е.В. Геохимия природных газов нефтегазоносных бассейнов. Москва, Издательство Недра, 1984. 238 с.

ВЫБОР УЧАСТКА РТ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ПАКЕТЕ PM5

З.Ш. Исагаджиева

Казанский (Приволжский) федеральный университет, магистрант 2 года обучения, zara-121@mail.ru

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент Костерина Е.А.

Аннотация: работа посвящена выбору участка на территории Республики Татарстан для дальнейшего построения модели геофильтрационных процессов с помощью пакета программ PM5 (Processing MODFLOW 5). Выбор осуществлен на основе анализа ландшафта, водных объектов и гидрогеологической изученности территории. Выбран участок Буинского района Республики Татарстан площадью около 323 км².

Ключевые слова: гидрогеологическое моделирование, геофильтрационные процессы, MODFLOW, PM5, подземные воды.

SELECTION OF A SITE IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN FOR MODELLING IN THE PACKAGE PM5

Z.S. Isagadzhieva

Kazan (Volga region) Federal University, 2nd year Master's Degree Student, zara-121@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Physics and Mathematics, Reader E.A. Kosterina.

Abstract: This project is dedicated on a choice of a site in the territory of the Republic of Tatarstan for further construction of a model of geofiltration processes by using PM5 (Processing MODFLOW 5) software package. The selection is based on the analysis of the landscape and water objects characteristics and on the analysis of the hydrogeological study of the territory. Selected site is Buinsk region of the Republic of Tatarstan, which area size is about 323 km².

Keywords: hydrogeological modelling, geofiltration processes, MODFLOW, PM5, underground water.

Подземные воды – крупнейший в мире доступный источник пресной воды. Они играют жизненно важную роль в удовлетворении основных потребностей человека, использующего их в качестве питьевой воды, в сельском хозяйстве и в промышленной деятельности. Математическая модель является полезным инструментом в исследовании движения грунтовых вод, что способствует более рациональному использованию ресурсов. Однако в связи с недостаточной гидрогеологической изученностью территорий, что обуславливает нехватку данных, анализ геофильтрационных процессов в гидрогеологических моделях проводится редко. Объект моделирования должен рассматриваться как целостная система, где происходит взаимодействие между поверхностными и подземными водами, использованием водных ресурсов и воздействием на экосистему. Помимо этого, при создании гидрогеологических моделей остро стоит проблема выбора применяемых методов. В современном мире с увеличением мощности вычислений и широкой доступностью программного обеспечения для созданий моделей, моделирование подземных вод должно стать стандартным инструментом гидрогеологов при решении большинства задач [1].

Для математического моделирования геофильтрации имеется ряд отечественных и зарубежных программных комплексов. MODFLOW является признанным во всем мире программным продуктом в области гидрогеологических расчетов. Пакет программ PM5 (Processing MODFLOW 5) предназначен для построения гидродинамических моделей различного уровня сложности. Это может быть решение как стационарных, так и нестационарных задач в условиях безнапорного, напорно-безнапорного и напорного режимов фильтрации. Пакет имеет средства для облегчения подготовки и ввода исходных данных, позволяет запускать расчетную программу MODFLOW и просматривать результаты моделирования в удобной графической форме.

Целью данной работы является выбор участка на территории Республики Татарстан для дальнейшего построения модели геофильтрационных процессов с помощью пакета программ PM5.

Чтобы пространственный природный объект представить в виде модели, нужно заменить реальную непрерывную среду множеством дискретных элементов и задать сеточную функцию. При создании модели конкретного района также возникает задача правильного определения его внешнего контура и типов граничных условий с учетом региональной закономерности динамики подземных вод.

Для этого существует ряд требований [2]:

– для изолированных гидрогеологических структур на внешнем контуре задаются граничные условия, связанные с потоком вод (условия II рода). Данные области получают питание, в основном, за счет инфильтрационных процессов и притока из рек, озер и других поверхностных источников. Важным этапом моделирования является описание рек, которое сопровождается заданием большого количества исходных данных, так как именно от этих параметров зависит то, как поведет себя модель геофильтрации подземных вод;

– для задания внешних границ расчленение структуры в плане проводится либо по непроницаемой границе (условие II рода: поток равен нулю), либо по гидроизогипсе (граница с условием I рода: напор известен);

– профильные границы модели выделяются в соответствии с региональной геологической или гидрогеологической стратификацией. К таким границам относятся граничные условия II рода на кровле и на подошве водоносных горизонтов – инфильтрационное питание и нулевые перетоки;

– объект моделирования может находиться на территории с большим разнообразием рельефа, для этого пакет PM5 имеет возможность оцифровки поверхности области моделирования.

В соответствии с перечисленными требованиями и условиями, объектом исследования выбран участок Буинского района Республики Татарстан площадью около 323 км². Территория находится в междуречье трех рек: р. Карла на севере, р. Свяга на востоке и р. Чильча на юге. Западной границей участка является водораздел в рельефе. На севере участка расположен районный центр – г. Буинск. На реках расположено четыре гидрологических поста, что позволит корректно задать граничные условия.

Пакет программ PM5 позволяет моделировать наличие как наблюдательных, так и эксплуатационных скважин. На выбранной территории расположены немногим более 70 наблюдательных скважин и 5 эксплуатационных скважин [3]. Таким образом, по результатам обработки собранных данных, выбранную территорию можно назвать подробно гидрогеологически описанной, что позволяет нам построить модель (рис.), пользуясь средствами пакета программ PM5.

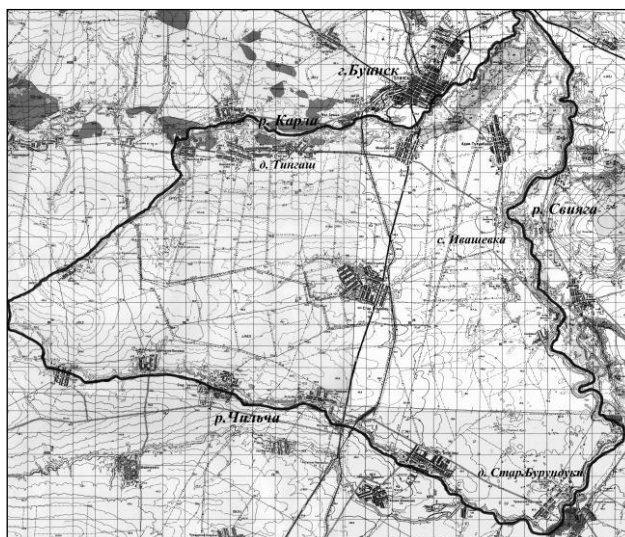


Рис. Область моделирования.

Литература

1. de Graaf I.E.M., Sutanudjaja E.H., van Beek L.P.H., Bierkens M.F.P. A high-resolution global-scale groundwater model [Электронный ресурс]// Hydrology and Earth System Sciences. An interactive open-access journal of European Geosciences Union . URL: <http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/19/823/2015/> (дата обращения: 15.02.2017).
2. Коносовский П.К. Математическое моделирование геофильтрационных процессов: Учеб. Пособие. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 96 с.
3. Фондовые материалы ООО "Научно-производственный центр эколого-геологических и геодезических исследований", 2002.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ (АНАЛИЗ ДЕСЯТИЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ)

А.С. Казанцева

ГИ УрО РАН Кунгурская лаборатория-стационар, инженер, icescave@mi-perm.ru

Аннотация: туристическая деятельность в Кунгурской ледяной пещере (КЛП) развивается с 1914 года. В условиях интенсивной эксплуатации в водоемы пещеры стали поступать химические и микробиологические элементы, изменяющие состав воды. Появилась необходимость охраны природной среды от загрязнения, для чего требовалась информация о ее состоянии. Поэтому в рамках мониторинга пещеры начали проводить гидрохимические наблюдения, цель которых является определение уровня загрязнения воды в озерах и выявление путей поступления загрязняющих веществ.

Ключевые слова: Кунгурская Ледяная пещера, гидрохимический мониторинг.

HYDROCHEMICAL MONITORING OF THE KUNGUR ICE CAVE (ANALYSIS OF DECADAL OBSERVATIONS)

A.S. Kazantseva

Mining Institute of the Ural Branch RAS Kungur laboratory, engineer, icescave@mi-perm.ru

Abstract: Tourist activity in the Kungur Ice Cave develops since 1914. In the conditions of intensive operation the chemical and microbiological elements changing composition of water began to come to reservoirs of a cave. There was a need of protection of the environment from pollution for what information on her state was required. Therefore within monitoring of a cave have begun to make hydrochemical observations which purpose is determination of level of pollution of water in lakes and identification of ways of intake of pollutants.

Keywords: Kungur Ice cave, hydrochemical monitoring.

Данные по гидрохимическому мониторингу проанализированы с 2006 по 2015 гг. За 2007, 2009 и 2010 гг. данные по отбору проб отсутствуют. Систематический отбор проб осуществляется с 2011 года.

Отбор проб и анализ воды из водных объектов КЛП 2 раза в год – весной в паводок и осенью в межень, что соответствует периодам максимальной и минимальной агрессивности подземных вод.

Пробы воды на химический и бактериологический анализы отбираются в нескольких гротах: Дружбы Народов, Романтиков, Геологов, Атлантида, Длинный (южное озеро), Великан (южное озеро), Близнецы, Бирюзовое озеро, Ночь Осенняя, Крестовый, Вышка, Руины и Лукина.

Химический анализ проб воды включает в себя исследования по следующим показателям: рН, минерализация (сухой остаток, мг/дм³), жесткость (мг-экв/л), содержание железа (Fe суммарно, мг/дм³),

нитратов (NO_3^- , мг/дм³), сульфатов (SO_4^{2-} , мг/дм³), хлоридов (Cl^- , мг/дм³), меди (Cu суммарно, мг/дм³), цинка (Zn^{2+} , мг/дм³), аммиака (по азоту, мг/дм³).

Согласно ГН 2.1.5.689-98 - предельно допустимые концентрации ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования гигиенические нормативы от 04.03.98 все загрязняющие компоненты в фазы паводка и межени в период 2006-2015 гг. в пределах нормы, за исключением показателей минерализации, количества сульфатов и жесткости, их содержание превышает ПДК. С 2006 года по 2015 содержание железа в воде в пределах нормы, исключение паводок 2012 года, где существуют отклонение ПДК в некоторых гротах, возможно, это связано с деятельностью человека, другая причина – наличие железа в паводковых водах.

Средняя многолетняя минерализация подземных озер Кунгурской пещеры составляет 2229,56 мг/дм³. Все пробы лежат в пределах от 1614 до 2538 мг/дм³, минимальное значение минерализации (менее 2000 мг/дм³) отмечены в водоеме грота: Великан. Озера с несколько повышенной минерализацией (более 2200 мг/дм³) распределены неравномерно (табл.).

В основном, в гротах Кунгурской пещеры можно гротам прослеживается увеличение минерализации и содержания сульфатов в паводок и уменьшение в осенний период. Однако, в 2012 и 2014 гг. наблюдается обратная тенденция, где минерализация и количество сульфатов межень превышает показатели паводка. Это может быть связано с низким уровнем воды в озерах пещеры, что привело к изменению скорости движения вод, следовательно, растворенный материал частично остается на месте.

Таблица

Средняя многолетняя минерализация воды озер и скважин в Кунгурской пещере (2006-2015), мг/дм³

Грот	NH_4^+ , мг/дм ³	pH	ΣFe , мг/дм ³	Жес-ть, мг-экв/л	ΣCu , мг/дм ³	NO_3^- , мг/дм ³	Минерал-я, мг/дм ³	SO_4^{2-} , мг/дм ³	Cl^- , мг/дм ³	Zn^{2+} , мг/дм ³
Романтиков	0,05	7,61	0,07	24,99	0,01	4,25	2052,96	1328,11	3,23	0,04
Дружбы Народов	0,05	7,50	0,07	27,56	0,02	4,82	2223,47	1422,17	7,94	0,11
Геологов	0,05	7,46	0,09	29,47	0,01	4,29	2289,68	1454,13	7,21	0,02
Длинный (запад)	0,05	7,46	0,10	30,48	0,01	4,55	2345,51	1517,04	6,82	0,04
Длинный (восток)	0,05	7,50	0,14	27,98	0,01	6,38	2247,33	1412,63	13,13	0,02
Великан (сев. озеро)	0,05	7,51	0,15	26,28	0,01	5,25	2095,93	1318,23	7,13	0,02
Великан (южн. озеро)	0,05	7,03	0,16	19,47	0,01	20,53	1614,33	1089,67	8,03	0,01
Атлантида	0,05	7,32	0,11	28,54	0,01	5,10	2217,74	1463,33	6,82	0,03
Близнецы	0,05	7,41	0,07	29,45	0,01	4,27	2364,73	1463,35	7,20	0,02
Бирюзовое озеро	0,05	7,48	0,11	29,49	0,03	3,94	2243,49	1353,08	6,90	0,03
Ночь Осенняя	0,09	7,61	0,23	26,96	0,01	8,26	2229,20	1284,44	17,53	0,03
Лукина	0,05	7,90	0,30	29,60	0,01	11,20	2310,00	1287,80	3,50	0,08
Крестовый	0,04	7,12	0,10	31,47	0,02	2,87	2466,00	1443,87	8,05	0,03
Вышка	0,04	6,88	0,10	25,03	0,02	1,92	2204,50	1292,85	14,34	0,05
Руины	0,04	6,75	0,21	29,40	-	1,36	2538,50	1397,50	13,00	-
Среднее	0,05	7,37	0,13	27,74	0,01	5,93	2229,56	1368,55	8,72	0,04

Большое значение данные показатели имеют для расчетов индекса насыщения (Ин) [1] – способности природных вод растворять горную породу, что тесно связано с состоянием целиков, обеспечивающих устойчивость кровли и стен гротов.

Если индекс насыщения отрицательный, то раствор является недосыщенным, происходит процесс растворения, при этом коэффициент растворимости меньше единицы. Если индекс насыщения больше нуля, раствор пересыщен, местен процесс осаждения из раствора и коэффициент растворимости больше единицы. Для каждого из гротов пещеры был подсчитан индекс насыщения и коэффициент растворимости (по Звереву [2]) для разных фаз водности. Выявлено, что в паводок коэффициент растворимости стремится к единице, а в межень близок или больше единицы [3].

При наличии результатов анализов по достаточному количеству показателей можно определять классы качества воды, которые являются интегральной характеристикой загрязненности вод [4]. Классы качества определяются по индексу загрязненности воды (ИЗВ), для пещеры он равен 0,3, что соответствует II классу качества воды (чистая вода).

Бактериологический анализ включает в себя определение общего микробного числа (мл), наличие общих колиформных бактерий (мл), термотолерантных колиформных бактерий (мл), колифагов (мл), а также определяется ОМЧ при $t=37^\circ\text{C}$ и при $t=22^\circ\text{C}$.

Воды озер в пещере по микробиологическим показателям, в течение почти всего года остаются значительно ниже предусмотренных СанПиНом. Отклонение показателей от нормы прослеживается в межень 2006 г. (ОМЧ в гроте Великан 250 на 1 мл), 2011 г. (число колифагов в гроте Геологов равен 100 на 100 мл, Романтиков, Длинный (запад), Бирюзовое озеро – 10, Дружбы Народов - 52) и паводок 2012 г., где содержание ОМЧ и колифагов в гроте Дружба Народов 134 единиц в 1 мл и 52 в 100 мл соответственно, в гроте Геологов число колифагов 100 единиц на 100 мл.

Увеличение показателя ОМЧ и количества колифагов в гротах КЛП приходится в основном на осенний период, это связано с локальным антропогенным воздействием при проведении экскурсий и эксплуатации

пещеры. Из-за особенностей снеготаяния на Ледяной горе (наличие свалки на горе) и паводка на р. Сыльва в озерах отдельных гротов пещеры наблюдаются повышенные показатели в весенний период.

Таким образом, химическое загрязнение вод имеет сезонный характер и связано с природными и антропогенными факторами. Результаты анализов также показали, что вода во всех пробах имеет сульфатно-кальциевый состав, средняя минерализация 2,2 г/л, средняя жесткость воды составляет 27,74 мг-экв/л.

Расчетов дефицита насыщения тесно связано с состоянием целикков, обеспечивающих устойчивость кровли и стен гротов, что в конечном итоге влияет на безопасность нахождения в пещере. С этими целями был продолжен эксперимент по определению скорости растворения образцов, заложенных в озерах КПП, начатый еще Е.П. Дорофеевым [5]. Химические анализы проб воды определяют ее растворяющую способность. Это позволит выявить пути поступления в КПП загрязняющих веществ.

Выявить антропогенную трансформацию количественного и качественного состава микроорганизмов в настоящее время вряд ли возможно. Можно лишь предполагать, что с началом массового посещения пещеры туристами проникновение микроорганизмов в пещерную среду увеличилось.

Постоянно действующий комплексный мониторинг в пещере позволяет обеспечивать охрану уникального природного объекта и вовремя предпринять меры по рациональному использованию.

Литература

1. *Hydrochemistry & Water Analysis. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aqion.de/site/168> (Дата обращения: 23.03.2016).*
2. *Гидрогеохимические исследования системы гипсы - подземные воды / В.П. Зверев. - М.: Наука, 1967. - С. 23.*
3. *Казанцева А.С. Анализ химического состава воды и уровня загрязнения в гротах КПП за период 2006-2015 гг. // Стратегия и процессы освоения георесурсов: Матер. ежегодной науч. сессии / Горный ин-т УрО РАН. Пермь, 2016. - № 14. - С. 48-50.*
4. *Биофайл научно-информационный журнал. [Электронный ресурс]. URL: <http://biofile.ru/geo/23740.html>. (Дата обращения: 01.03.2016).*
5. *Кунгурская Ледяная пещера: опыт режимных наблюдений/Под ред. докт. геолого-минер. наук В.Н. Дублянского. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. - С. 280-286.*

НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ БАССЕЙНА Р. ТУРАЕВКИ

И.И. Капатская

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 3 курса,
ira.kapatskaya@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Килин Ю.А.

Аннотация: в статье представлены результаты гидрохимического анализа реки Тураевки. Рассмотрены возможные причины загрязнения вод в бассейне реки. Исследования позволяют установить, что содержание макрокомпонентов – Cl, SO₄ и Ca превышает предельные допустимые концентрации в водах рассматриваемой реки.

Ключевые слова: нефть, нефтяное загрязнение, загрязнение нефтепродуктами, нефтеловушка, отстойник, ПДК, гидрохимический анализ.

OIL CONTAMINATION OF THE TURAYVKA RIVER BASIN

I.I. Kapatskaia

Perm State University, 3rd year Student, ira.kapatskaya@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader Y.A. Kilin.

Abstract: The article presents the results of the hydrochemical analysis of the Turaevka River. There are some causes of water pollution in the river basin which were considered. Exploring has allowed that such macrocomponents as Cl, SO₄ and Ca are exceeds of the maximum permissible concentration in this river.

Keywords: oil, oil pollution, oil products, oil separator, hydrochemical analysis.

Традиционно считается, что загрязнение окружающей среды связано с поверхностными и приповерхностными разливами нефти при разработке месторождений и аварийными ситуациями при ее транспортировке. Однако с давних времен известны многочисленные природные выходы нефти на дневную поверхность. В процессе многолетней эксплуатации месторождений установлены случаи фильтрации нефти из нефтяных залежей до уровня дневной поверхности по зонам неотектонической трещиноватости.

Территория деревни Павлово, что находится в Ординском районе Пермского края, расположена в зоне Кокуйского газонефтяного месторождения. Деревня расположена в низине в пойме р. Тураевки, воды которой содержат нефтепродукты. Река дважды меняет поверхностный сток на подземный и выходит в виде восходящего родника у деревни из под скалы. В верховьях река не загрязнена нефтепродуктами, а при выходе родника имеет повышенное содержание нефтепродуктов. Залповый выброс нефти впервые произошел 18 апреля 1997 г [1].

Кокуйское месторождение приурочено к субмеридиональной Веслянской валообразной структуре. Выходы подземных вод на поверхность обусловлены как нисходящими потоками из центральной части

карстового массива, так и восходящими потоками карстовых вод из водопроводящих и водоносных полостей в обвальном-карстовом горизонте. Благодаря восходящим потокам открыты залежи нефти на незначительной глубине.

При ретроспективном анализе нефтепромысловых данных было установлено, что при бурении скважины 824-с в 1968 г. в долине р. Тураевки на глубинах 159,8-164,75 м, в артинских известняках нижнепермских отложений были отмечены «... редкие неясные пятна высохшей нефти...» [2,3].

Привнос нефтепродуктов возможен в карстовый массив как в результате горизонтального движения водных масс, так и в результате восходящего вертикального подъема компонентов глубинных флюидов по трещинным зонам и скважинам. Карстовый массив в данном районе состоит из локальных водоупоров и емкостей-резервуаров, имеющих хороший воздухообмен с внешней средой. В осенне-зимний период при понижении температур воздуха и падения уровня карстовых вод в горном массиве, карстовые пустоты являются накопителем ледово-снежных масс с включениями множества загрязняющих веществ. При повышении температуры воздуха (в апреле-мае) происходит активное таяние этих масс и значительные объемы паводковых вод прочищают карстовый массив и выносят загрязняющие вещества из него в виде мощного восходящего паводка [2,3].

В настоящее время на местах выхода нефти построены капитальные сооружения ловушечного типа, в которых производится сбор нефтесодержащих вод и транспортировка их для использования на нефтепромыслах в технологических целях.

На данном участке для улавливания из сточных вод нерастворимых загрязнений применяют отстойники непрерывного действия (проточные). Нефтеловушки применяют для механической очистки сточных вод от нефтепродуктов, способных к гравитационному отделению (всплыванию), и от осаждающихся твердых механических примесей.

По направлению движения жидкости в сооружении, отстойники подразделяют на два основных типа: горизонтальные и вертикальные. Первичные отстойники (вертикальные) служат для предварительного осветления сточных вод, поступающих на физико-химическую очистку, а вторичные (горизонтальные) - для осветления сточных вод, прошедших физико-химическую очистку (рис.1,2) [4,5].

В июне 2016 г был взят отбор проб воды для лабораторных исследований. Для наглядного изображения изменения химического состава построен гидрохимический профиль по данным 5-ти опробований по методике К.А. Горбуновой (рис.3). Результаты гидрохимического анализа вод реки Тураевки позволяют обнаружить превышение концентраций в воде, а именно содержание Cl превышает ПДК в 1,6 раз, SO₄ – в 2,9 раз, Ca - в 5,2 раза (табл.). По минерализации воды реки можно отнести к солоноватым и соленым. Такая вода неприятна на вкус, ее употребление приводит к нарушениям в состоянии здоровья.

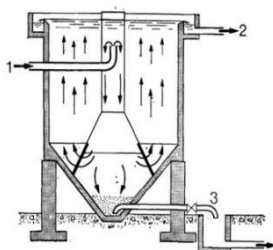


Рис. 1. Вертикальный отстойник для очистки сточных вод.
1 – поступающая сточная вода,
2-осветленная сточная вода,
3-выпуск осадка

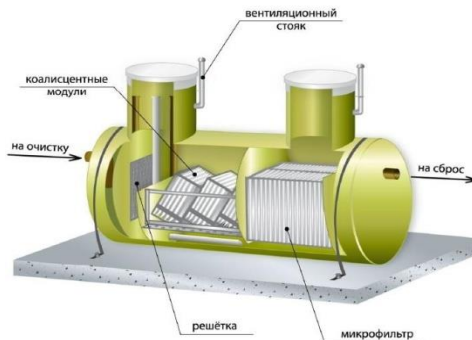


Рис. 2. Нефтеловушка горизонтальная

Таблица
Макрокомпонентный состав: показатели, нормируемые и зарегистрированные в водах реки (июнь-июль 2016г)

Показатели	ПДК, не более	р. Тураевка
Водородный показатель	6-9	7,48-8,13
Общая минерализация, мг/дм ³	1000	2329-3250,9
Общая жесткость, мг-экв/дм ³	7	30,9-42,5
Неорганические вещества		
Хлориды (Cl ⁻), мг/дм ³	350	5,6-556,1
Сульфаты (SO ₄ ²⁻), мг/дм ³	500	1410-1471
Гидрокарбонаты (HCO ₃ ⁻), мг/дм ³	1000	292,8-411,8
Натрий (Na), мг/дм ³	200	2,5-129,1
Кальций (Ca ²⁺), мг/дм ³	30-140	570-727,1
Магний (Mg ²⁺), мг/дм ³	20-85	35,6-75,3

Примечание: приведены показатели, характеризующие предельные концентрации основных неорганических веществ, влияющих на качество воды [6,7,8]

Высокие содержания *сульфатов* в карстовых водах обусловлены литологическим фактором, повышение значения *хлоридов* формируются в результате вертикальной восходящей миграции компонентов и концентрации подземного стока в узлах пересечения линеаментов, повышенное содержание *кальция* обусловлено литологией вмещающих пород (залежи известняков, гипсов, доломитов), микробиологическими процессами, протекающими в почвах, а так же промышленными сточными водами.

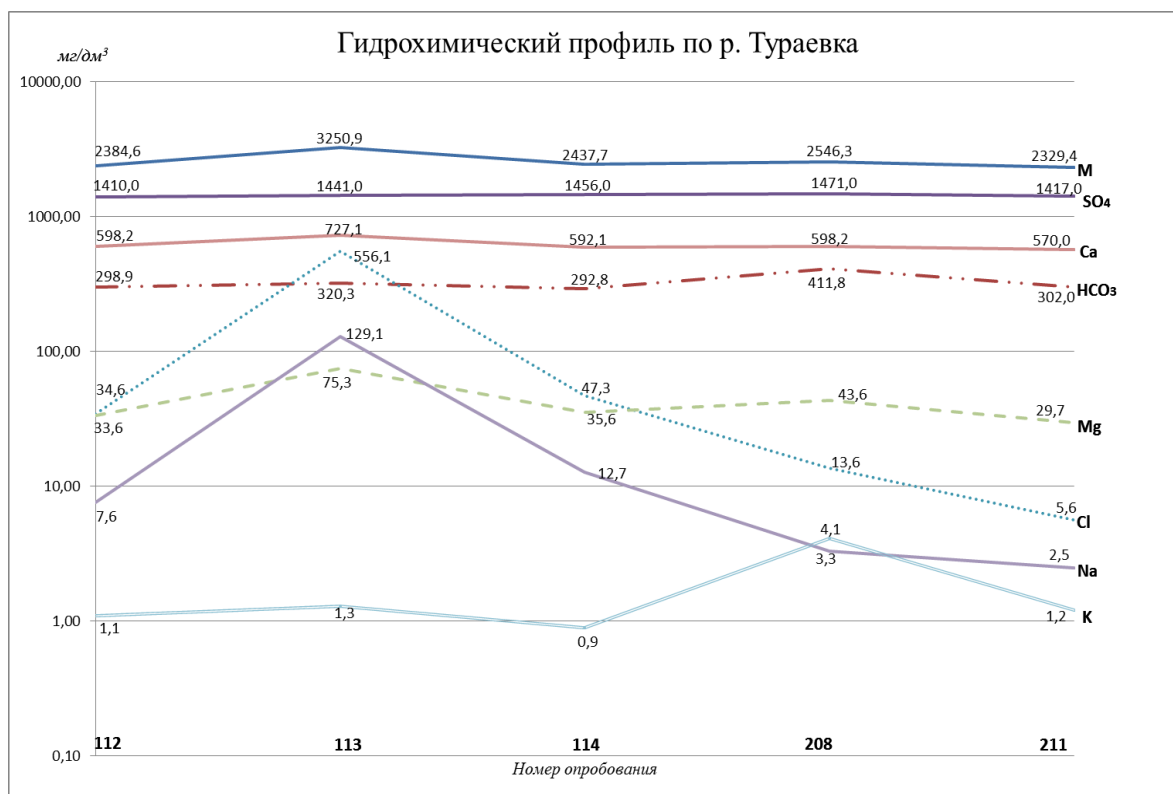


Рис. 3. Гидрохимический профиль по р. Тураевка

Главным источником нефтепроявлений считается постоянная миграция флюидов из продуктивных горизонтов по зонам неотектонической трещиноватости.

Литература

1. Оборин А.А. и др. Нефтезагрязненные биогеоценозы. 2008. 54 с.
2. Костарев С.М. Формирование техногенных скоплений компонентов глубинных флюидов в приповерхностных массивах горных пород (на примере р-нов нефтедобычи Пермской области) / Известия ВУЗов. Нефть и газ. №5, 2004, 132-143 с.
3. Костарев С.М. Методы поиска техногенных скоплений флюидов в верхней части геологической среды нефтяных месторождений Пермского Прикамья / Геоэкология. №6, 2005, 522-559 с.
4. Ласков Ю.М. и др. Примеры расчетов канализационных сооружений: учебное пособие для вузов – М.: Стройиздат, 1987 – 255 с: ил.
5. Жуков А.И. и др. Канализационная промышленность предприятий / Стройиздат, 1962, 348 с.
6. СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»
7. СанПИН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
8. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».

ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО РАЙОНА ПО ПРИГОДНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

З.В. Кивилева

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
zoia.kivileva@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Щукова И.В.

Аннотация: на основе анализа гидрохимических данных по индивидуальным водозаборным скважинам жителей Пермского района были выделены территории, с условно пригодными и непригодными подземными водами для целей

хозяйственно-питьевого водоснабжения. В «непригодных районах» повсеместно наблюдается повышенная минерализация, жесткость, концентрация железа общего, нитратов и сульфатов и они приурочены к автомобильным и железным дорогам.

Ключевые слова: подземные воды, ПДК, питьевое водоснабжение.

ZONING OF THE TERRITORY OF THE PERM REGION ON THE SUITABILITY OF UNDERGROUND WATER FOR THE PURPOSE OF DRINKING WATER SUPPLY

Z.V. Kivileva

Perm State University, 4th year Student, zoya.kivileva@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Associate I.V. Shchukova.

Abstract: Based on the analysis of hydrochemical data on individual water wells of inhabitants of Perm region were allocated territories with conditionally suitable and unsuitable groundwater for the purpose of drinking water supply. In "unsuitable areas", there is a general increase in mineralization, stiffness, the concentration of common iron, nitrates and sulphates, and they are confined to road and railroads.

Keywords: groundwater, MPC, drinking water supply.

Территорией исследования является Пермский административный район – площадь, расположенная южнее города Перми, в междуречье Камы и Сылвы. Для района характерна городская и частная застройка, промышленные зоны и сельскохозяйственные угодья. Большая часть населения в пределах частного сектора использует индивидуальные водозаборные скважины для хозяйственно-питьевых целей, ввиду отсутствия централизованного водоснабжения.

Климат района континентальный, определяется его расположением в восточной части Европейской равнины в предгорьях Уральских гор. За год в среднем выпадает 600-700 мм атмосферных осадков, годовое количество осадков превышает испарение, поэтому увлажнение избыточное.

Исходя из особенностей геологического строения и гидрогеологических условий в зоне активного водообмена в пределах территории Пермской агломерации выделяются следующие гидрогеологические подразделения [1]:

- водоносные горизонты четвертичных отложений (aQ, a-dQ);
- шешминский терригенный слабоводоносный локально-водоносный комплекс (P₁ šš);
- соликамская терригенно-карбонатная водоносная свита (P₁ sl).

Довольно часто в четвертичных отложениях формируются техногенные водоносные горизонты и верховодка, происхождение которой чаще всего также имеет техногенный характер.

Отложения четвертичного возраста в районе исследований практически сплошным чехлом покрывают палеозойские породы и представлены комплексом рыхлых континентальных осадков, среди которых преобладают аллювиальные, элювиально-делювиальные, озерно-болотные и техногенные. *Шешминский терригенный комплекс* – это толща красноцветных, переслаивающихся в вертикальном разрезе, замещающихся и выклинивающихся по простиранию песчаников, алевролитов, аргиллитов с прослоями и линзами известняков, мергелей. Характерной особенностью разреза является его загипсованность и известковистость. *Соликамская свита* сложена терригенно-карбонатными породами (чередование и переслаивание известняков, мергелей, песчаников, доломитов, аргиллитов, алевролитов, глин) с прослоями гипсов и ангидритов [1].

Районирование [2] осуществлялось с целью установления территорий, в пределах которых рекомендуется и не рекомендуется использовать подземные воды для питьевого водоснабжения. В качестве классификационного признака принят показатель предельно допустимых концентраций (ПДК) химических элементов в воде по СанПиН 2.1.4.1175-02 [3]. В случае отсутствия какого-либо показателя в указанном документе использован другой нормативный документ – ГН 2.1.5.1315-03 (с дополнениями и изменениями от 27.09.2007 г.), наиболее полно характеризующий качество вод [4].

Граничные значения, представленные в таблице – это значения, при которых происходит качественное изменение состояния подземных вод. Согласно граничным условиям, в пределах района можно выделить два таксона: I – территории с подземными водами условно пригодными, II – территории, с подземными водами непригодными для питьевого водоснабжения.

Таблица

Граничные значения классификационного признака

Таксон/ Состояние	Мин., мг/дм ³	SO ₄ , мг/дм ³	Fe, мг/дм ³	Na+K, мг/дм ³	NO ₃ , мг/дм ³	NO ₂ , мг/дм ³	NH ₄ , мг/дм ³
I/ условно пригодные	< 1000	< 500	< 0,3	< 200	< 45	< 3	< 2
II/ непригодные	> 1000	> 500	> 0,3	> 200	> 45	> 3	> 2

Выделение таксонов на территории исследования выполнено на основе результатов химического состава подземных вод зоны активного водообмена по данным опробования 76 водозаборных скважин из четвертичного (Q), шешминского (P₁šš) и соликамского (P₁sl) водоносных подразделений с глубин 10-80 м (рисунки).

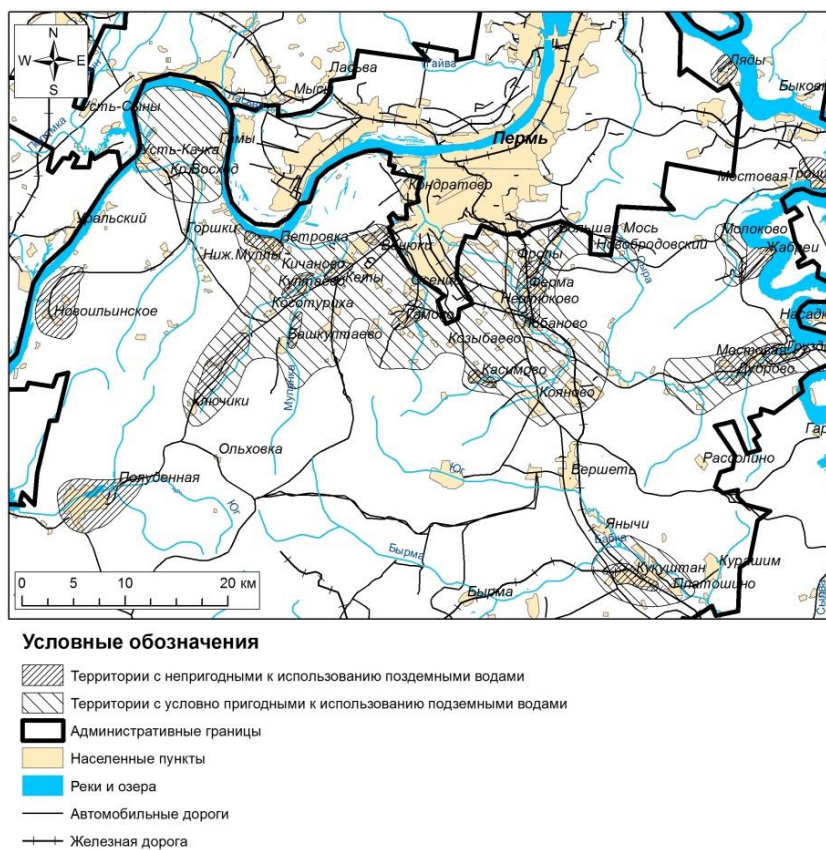


Рис. Карта состояния подземных вод

В результате гидрохимического анализа установлено, что *грунтовые воды четвертичных отложений* пресные и весьма слабосолоноватые гидрокарбонатного и сульфатного состава, по величине pH нейтральные, по величине общей жесткости – жесткие и умеренно жесткие. Из всех показателей значение ПДК превышают железо ($Fe_{общ}$) в одной пробе, сульфаты (SO_4^{2-}) и нитраты (NO_3^-) в двух и трех пробах соответственно.

Для вод *шешминского водоносного комплекса* характерны гидрокарбонатный и сульфатный состав, большинство проб относится к жестким и умеренно жестким водам. Минерализация превышает ПДК в 22% пробах. Концентрация сульфатов (SO_4^{2-}), нитратов (NO_3^-) и железа ($Fe_{общ}$) превышает ПДК в 12%, 23% и 15% проб соответственно.

Подземные воды соликамской водоносной свиты сульфатного и гидрокарбонатного состава (по 50% проб каждая). Воды гидрокарбонатного состава – пресные, сульфатного – весьма слабосолоноватые. Воды жесткие и очень жесткие, по содержанию pH нейтральные. Концентрация сульфатов (SO_4^{2-}), нитратов (NO_3^-) и железа ($Fe_{общ}$) превышает ПДК в 40%, 20% и 50% проб соответственно.

Таким образом, в результате гидрохимического анализа были выделены территории с условно пригодными подземными водами для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения и территории с непригодными подземными водами. «Непригодные» приурочены, во-первых, к сильно застроенным и промышленным зонам, во-вторых, к автомобильным и железным дорогам. Здесь повсеместно наблюдается повышенная минерализация, жесткость, концентрация железа общего, нитратов и сульфатов. В пределах этих зон необходима дополнительная очистка и мониторинг подземных вод в водозаборных скважинах в течение года.

Литература

1. Катаев В.Н., Щукова И.В. *Подземные воды города Перми* / ГОУ ВПО «Перм. гос. ун-т». – Пермь, 2006. – 142 с.
2. Середин В.В. *Математические методы в гидрогеологии и инженерной геологии* / ГОУ ВПО «Перм. гос. ун-т». – Пермь, 2011. – 120 с.
3. СанПиН 2.1.4.1175-02. «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников». М.: Минздрав России, 2003.
4. ГН 2.1.5.1315-03. *Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 27.04.2003 г. (с дополнениями и изменениями от 27.09.2007 г.)*.

ШАРТАШИНСКАЯ-4 – НОВАЯ ПЕЩЕРА ИРЕНСКОГО КАРСТОВОГО РАЙОНА

Д.Д. Кожанов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 2 курса,
dimitriykozz@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н. Минькевич И.И.

Аннотация: проведено обследование и описание новой пещеры Пермского края (Шарташинская-4), которое представляет большой научно-практический интерес в исследовании Иренского карстового района. Были получены данные о строении пещеры, её отложениях их составе и генезисе. Составлен схематический план пещеры, двух гротов, разрез пещеры в двух направлениях.

Ключевые слова: Шарташинская пещера, Иренский карстовый район, карст гипса.

SHARTASHINSKAYA-4 – NEW CAVE OF IREN KARST REGION

D.D. Kozhanov

Perm State University, 2nd year Student, dimitriykozz @ gmail.com

Research Supervisors: Candidates of Geology and Mineralogy I.I. Minkevich.

Abstract: A survey and a description of the new cave of Perm region (Shartashinskaya-4), which is of great scientific interest in the study of the Iren karst region. Data were obtained on the structure of the cave, deposits and genesis. A schematic outline of the cave, two grottoes, a cave section in two directions is drawn up.

Keywords: Shartashinskaya cave, Iren karst region, karst of gypsum.

Изучение карстовых пещер представляет собой большой научно-технический и прикладной интерес: рациональное решение многих хозяйственных вопросов (проектирование строительство и эксплуатация инженерно-геологических объектов), использование водных и минеральных ресурсов карстовых областей, их охрана возможны только на основе знания закономерностей распространения и развития карста [1]. Спелеологические исследования позволяют глубже понять условия развития карстовых процессов. Безкарстово-спелеологических исследований невозможно провести полный анализ территории для успешного решения многих хозяйственных задач в районах распространения растворимых пород [2].

Изучение карстовых процессов Пермского края имеет более чем полувековую историю. За это время было открыто свыше 1800 пещер, суммарной протяженностью 180 км [3]. Вследствие широкого развития карста в Пермском крае, с ним приходится сталкиваться при решении ряда практических вопросов. Так, например, Иренский карстовый район изучается в связи с поисками поделочного гипса, решением вопросов водоснабжения, проведением инженерно-геологических изысканий, особенно при прохождении магистральных нефте- и газопроводов [4].

Для данного района характерен карст гипса, который протекает в почти горизонтально залегающих толщах водопроницаемых горных пород. Вода, просачиваясь через верхнюю толщу песчаников или конгломератов, попадает далее вглубь, в подстилающие неподвергающиеся карсту водопроницаемые породы и, растворяя их, по трещинам проникает далее вглубь, в подстилающие некарстующиеся водопроницаемые породы [5].

Иренский спелеологический район приурочен к Волго-Уральской спелеологической провинции, насчитывающей около 65 пещер разной протяженности и изученности, площадью закарстованных пород 5700 м². Кунгурско-Иренский район находится в пределах западного крыла северной оконечности Уфимского вала [6]. На верхнеиренском участке располагается Шарташинская пещера, протяжённостью около 50 м. Впервые инженерно-геологическое описание местности и определение её как потенциального участка карстовой опасности произвели В.С. Лукин и Ю.А. Ежов. Авторы изучили провалы и пришли к выводу о том, что сульфатные породы имеют небольшую мощность и находятся в зоне вертикальной циркуляции карстовых вод. Мощность покрова над сульфатными породами повышается на границе с районом карбонатного карста до 40–50 м. Зафиксированные провалы не превышают 5 м в поперечнике и 4,2 в глубину [7]. Относительно устойчивые площади располагаются на местных водораздельных отрицательных структурах, где карстовые впадины редки или отсутствуют. Карстуются сульфатные, в меньшей степени, карбонатные пачки, залегающие в пределах пологих платформенных структур. Наиболее закарстованны своды локальных положительных структур, особенно на участках примыкания к долинам транзитных рек [8]. Гипсово-ангидритовые отложения, которые её слагают, относятся к филиповскому горизонту нижнего отдела кунгурского яруса Р₁. Состав подземных вод зоны активного водообмена: сульфатно-кальциевый, гидрохимическая фация-сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевая, минерализация составляет – 760-1280 мг/л [9].

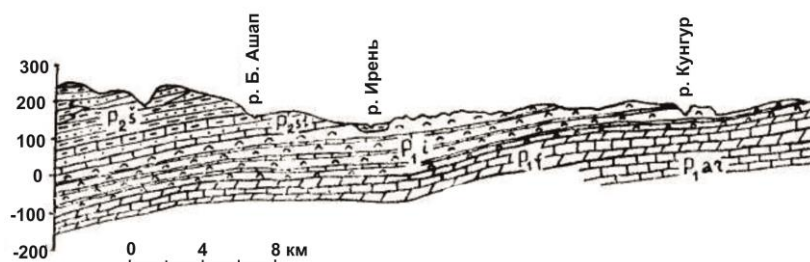


Рис. 1. Схема строения Иренского карстового района

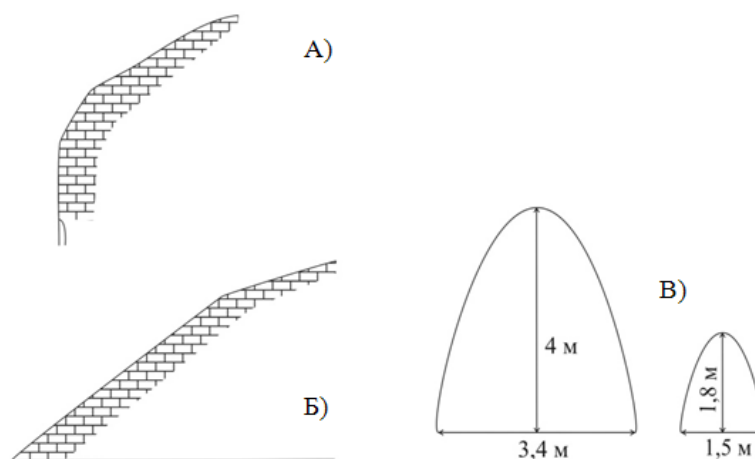


Рис. 2. План: пещеры А) поперечный, Б) продольный; В) гrotов

Шарташинская-4 была обнаружена в 2013 г. местными жителями с. Шарташи недалеко от села в лесной полосе, рядом с посёлком Первомайский. Она располагается на левом берегу р. Ирень. Вход в пещеру представляет собой угловатую расщелину, находящуюся в присклоновой части оврага, ход идёт горизонтально, с постепенным спуском по 3-м ярусам. В привходовой части начинается спуск к изогнутому коридору, высота которого достигает 1,6 м, ширина до 2,5-3,0 м. Здесь имеются обвальные отложения гипсоангидритовой осыпи, глинистый материал, фрагменты опада растений, далее коридор сменяет узкий спуск к следующему ярусу, на ступенях которого отложилось большое количество глинистого материала. В своде происходит обрушение пластов горных пород под действием силы тяжести на менее устойчивых трещиноватых участках. В кровле свода имеется нависший гипсовый пласт, шириной 1,3 м, мощностью 30–40 см. Второй канал довольно узок и имеет высоту в максимальной точке 1,3 м, ширину 1,5-1,8 м. Далее канал выходит к 1 гроту, на полу которого, располагается большое количество глинистого материала и гипсового глыбово-щебенистого материала. Свод имеет конусовидную форму. На стенах грота присутствует тонкая ледяно-иниственная корочка. Коридор, соединяющий 1 и 2 гrot довольно узок, местами высотой менее 1 м, идёт под наклоном, переходя в более крупный гrot 2, высота которого составляет 4 м. В гроте наблюдаются многочисленные ледяные сталактиты и сталагмиты. Также в центральной части пещеры имеется ледяная многолетняя колонна, которая подтаивает летом, но сохраняет свою форму и высоту, до 2 м. Цвет колонны матово-белый. Лёд образуется поздней осенью-зимой из-за сильного охлаждения (Изотерма Кунгурского района в январе составляет $-17;-18\text{C}^{\circ}$). Гrot интересен тем, что он является развилкой 2 последующих лазов. После второго грота пещера принимает двухэтажную форму, характерную для гипсовых пещер. Последующие лазы узкие, замыкают пещеру в 2 точках.

Вся пещера образована преимущественно в гипсах. В пещере присутствуют следующие виды пещерных отложений: пещерная глина, глыбы и щебень гипса со сводов и стен пещеры; водные механические отложения, принесённые в пещеру водой, через трещины, карстовые воронки, представленные песчано-глинистыми разностями; ледяные сталактиты, сталагмиты, колонны, иней и лёд на стенах пещеры [10].

Пещерная глина представлена в основном нерастворёнными остатками сульфатных и карбонатных пород.

Над пещерой имеются конусообразные карстовые воронки, шириной до 1,5-2 м, глубиной до 0,5 м.

Исследования Шарташинской пещеры позволяет понять обстановку развития карста Иренского карстового района и в частности верхнеиренского карстового участка, дать оценку карстоопасности участка.

Задачами наших дальнейших исследований является:

1. выявление сходства температурного режима Шарташинской и Кунгурской Ледяной и Ординской пещеры;
2. анализ инженерно-геологической обстановки территории верхнеиренского карстового участка.

Литература

1. Горбунова К.А., Карст гипса СССР // Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1997. 84 с.
2. Валуйский С.В., Евдокимов С.С., Родионов В.В. // Пещеры Пермской области. Пермь: Перм. ун-т, 1990. Вып. 22. С. 23-34.
3. Лавров И.А., Андрейчук В.Н. Пещеры Урала и Приуралья // Пермь: [б. и.], 1992. 76 с.
4. Назаров Н.Н. Карст прикамья. Физико-географические (Геоморфологические) аспекты // Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1996. 95 с.
5. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области // Пермь: Изд-во Перм. ун-та. 1992. 200 с.
6. Валуйский С.В., Родионов В.В. Спелеотуристические маршруты Урала // Екатеринбург: Банк культурной информации, 2008. 75 с.
7. Лукин В.С., Ежов Ю.А. Карст и строительство в районе Кунгура // Пермь: Кн. изд-во, 1975. 119 с.
8. Катаев В.Н. Основы структурного карстования // Пермь: ПГУ, 2004. 143 с.
9. Минькевич И.И. Гидрогеологические особенности районов развития сульфатных карстующихся пород Пермского Прикамья // Пермь: [б. и.], 2003. 295 с.
10. Максимович Г.А. Основы карстования // Пермь: Кн.изд-во, 1963. Т.1. 444 с.

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

И.А. Лямин

Пермский государственный национальный исследовательский университет, аспирант 1 года обучения,
lyaminilya@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Фетисов В.В.

Аннотация: оценка инфильтрационного питания является важным вопросом при определении естественных ресурсов подземных вод верхней гидродинамической зоны. В статье рассмотрены методы Н.Н. Биндемана (1960), А.В. Лебедева (1936, 1967) и Б.И. Куделина (1960), даны краткие характеристики, приведены расчетные формулы и проанализированы особенности каждого метода.

Ключевые слова: инфильтрационное питание, естественные ресурсы подземных вод, зона активного водообмена.

APPROACHES TO THE ESTIMATE OF INFILTRATION OF GROUNDWATER

I.A. Lyamin

Perm State University, 1st year Post-graduate Student, lyaminilya@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader V.V. Fetisov.

Abstract: Study of infiltration of supply is important issue to determine the natural groundwater resources in the upper hydrodynamic zone of active water exchange. The article deals the methods of study of infiltration of supply of N. N. Bindeman (1960), A.V. Lebedev (1936, 1967) and B. I. Kudelina (1960), brief description, calculation of formulas and analyzed the disadvantages of each method.

Keywords: infiltration supply, natural resources of groundwater, zone of active water exchange.

Основной составляющей естественных ресурсов подземных вод (ЕРПВ) зоны активного водообмена является инфильтрационное питание. Подземные воды являются восполняемым полезным ископаемым, поэтому роль инфильтрационного питания, как привлекаемых ресурсов, очень важна для большинства типов месторождений.

Инфильтрационное питание можно определить, как процесс поступления атмосферной влаги на свободную поверхность, часть которой проникает в зону интенсивного водообмена и становится, в большинстве случаев, основной частью ресурсов подземных вод [1,2].

Значительное влияние на формирование инфильтрационного питания оказывают природные условия местности, которые определяют интенсивность атмосферных осадков и питание поверхностных водотоков и водоемов. На формирование инфильтрационного питания также оказывают влияние природные факторы (метеорологические, ландшафтные и гидрогеологические) [3].

Оценка инфильтрационного питания основана на поэтапном решении следующих задач [1,2]:

1. схематизация условий формирования водного баланса.
 2. районирование изучаемой территории по комплексу факторов.
 3. определение основных расчетных характеристик формирования водного баланса.
 4. определение среднесуточных составляющих водного баланса (величина суммарного испарения, подземного и поверхностного стока, инфильтрация).
 6. выбор основных расчетных методов для определения интенсивности инфильтрационного питания.
 7. построение итоговой карты среднесуточного инфильтрационного питания.
- Разнообразие природных условий определяет неоднородность величины инфильтрационного питания, что указывает на необходимость их комплексной оценки.

С.О. Гриневский [2] разделяет методы оценки инфильтрационного питания на площадные (региональные) и точечные (локальные).

Вопросы оценки инфильтрационного питания подземных вод рассматривались также в работах: Н.Н. Биндемана, И.К. Гавич, Г.Н. Каменского, Н.Н. Веригина, П.А. Киселева, М.М. Крылова, А.В. Лебедева, В.А. Мироненко, И.С. Пашковского, С.М. Семенова, В.Г. Ткачук, В.М. Шестакова и др.

Инфильтрационное питание зависит от многообразия природных факторов, что учитывается при выборе метода его оценки. Несмотря на разнообразие методов, все они имеют определенные ограничения, которые влияют на точность определяемых параметров и возможность их использования.

В таблице представлены основные методы оценки инфильтрационного питания.

Таблица

Методы оценки инфильтрационного питания			
Метод	Автор	Расчетные формулы	Используемые параметры
Гидродинамический	Н.Н. Биндеман (1960)	$W = \mu * \frac{\Delta h}{\Delta t}$ $W = \mu * \frac{\Delta h + \Delta z}{\Delta t}$	Δh – изменение уровня воды в скважине за время Δt , μ – недостаток насыщения грунта, Δz – изменение оттока за счет спада уровня
Метод уравнений связи	А.В. Лебедев (1936, 1967)	$W * \Delta t = p * z^{-c}$	z – глубина ПВ; p и c – эмпирические коэффициенты
Метод среднегодовалого водного баланса	Б.И. Куделин (1960)	$\mp E_0 = X_0 - Y_0 - Z_0$	X_0, Y_0, Z_0 – соответственно многолетняя норма атмосферных осадков, речного стока и испарения

Гидродинамический метод. В основе метода представлены уравнения стационарной и нестационарной фильтрации. Методика расчета заключается в определении величины питания подземных вод по изменению уровня за определенный период времени (Н.Н. Биндеман, 1960; В.М. Шестаков, 1979–1996; В.С. Ковалевский, 1967, 1983–1990; А.В. Лебедев, 1967) [4,5,6,7] на основе метода конечных разностей.

Получила распространение методика, предложенная Н.Н. Биндеманом (1960) [4,5], применение которой целесообразно при неглубоком залегании уровня подземных вод. Величины Δh и Δz определяются графически, в течение года суммируются все подъемы. Данный подход позволяет оценить минимальные значения величины инфильтрационного питания [8].

Метод уравнений связи. Метод, предложенный А.В. Лебедевым (1936, 1967), используется для определения величины инфильтрационного питания на больших площадях, имеющих достаточно однородные условия на поверхности земли, увлажнения и подземного стока. Метод предполагает аппроксимацию реальных графиков колебания уровня подземных вод, позволяющими использовать известные аналитические зависимости для оценки инфильтрационного питания [8].

Дальнейшее развитие этого направления получило в работах И.С. Пашковского, определяющего норму инфильтрационного питания при известной среднегодуальной глубине залегания уровней подземных вод в зависимости от предельного расхода через поверхность земли и потенциального инфильтрационного питания, отвечающего характерной глубине залегания уровня [9].

Метод среднегодуального водного баланса. Метод был предложен Б.И. Куделиным (1960) для оценки инфильтрационного питания и разгрузки артезианских водоносных горизонтов, залегающих ниже зоны дренирования местной речной сетью. При оценке составляется уравнение водного баланса, состоящее из приходных и расходных элементов. Баланс подземных вод составляется для любой территории (участка, бассейна, реки) и для любого промежутка времени [7,10].

Применение балансового метода целесообразно при относительно неглубоком залегании уровня, когда зона аэрации сложена трещиноватыми скальными породами. Кроме того, для определения динамических ресурсов подземных вод может использоваться балансовый метод в тех случаях, когда отдельные составляющие питания (инфильтрация атмосферных осадков, просачивание поверхностных вод) определены независимыми методами [8].

Помимо природных факторов, на техногенно нарушенных территориях, например, участках хвостового хозяйства горнодобывающих предприятий, на величину инфильтрационного питания могут оказывать влияние дополнительные факторы. На участках размещения отходов горных пород происходит изменение фильтрационных свойств подстилающих природных грунтов. Под действием веса размещаемых на земной поверхности пород происходит деформация естественного состояния грунтов, что влечет уплотнение порового пространства. На участках размещения отходов соледобычи может наблюдаться засоление подстилающих грунтов, это ведет к изменению их минеральной структуры, и, как следствие, к изменению фильтрационных свойств.

В заключении хотелось бы отметить, что существующие методы, как правило, не позволяют в полной мере учесть всю совокупность факторов, влияющих на формирование инфильтрационного питания. Для более точного определения величины инфильтрационного питания необходимо комбинирование подходов.

Литература

1. Гринецкий С.О. Закономерности формирования инфильтрационного питания подземных вод / С.О. Гринецкий, М.В. Новоселов // Водные ресурсы. – 2011. – Т.38, № 2. – С. 169-180.
2. Гринецкий С.О. Оценка инфильтрационного питания и ресурсов подземных вод на основе гидрогеологических моделей / С.О. Гринецкий // Диссертация доктора геолого-минералогических наук. – Москва. – 2012. – 383 с.
3. Каплина Т.Н. Новейшая тектоника и формирование многолетнемерзлых пород и подземных вод. / Т.Н. Каплина, О.П. Павлова, В.П. Чернядьев, И.Л. Кузнецова. - М.: Наука. – 1975. – 119 с.
4. Биндеман Н.Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод / Н.Н. Биндеман. – М.: Госгеолтехиздат. – 1963. – 204 с.
5. Биндеман Н.Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод / Н.Н. Биндеман, Л.С. Язвин. - М: Недра. – 1970. – 299 с.
6. Пащковский И.С. Математическое моделирование подземного и поверхностного стока с водосбора / И.С. Пащковский // Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Методы изучения водообмена. – Киев. – Наукова думка. – 1988. – С. 89-103.
7. Шестаков В.М. Геогидрология / В.М. Шестаков, С.П. Поздняков. – М.: Академкнига. – 2003. – 173 с.
8. Гребнева А.В. Условия формирования естественных ресурсов подземных вод в зоне сочленения Витимо-Патомского нагорья и Тамаракской депрессии (на примере Тамаракского месторождения подземных вод) / А.В. Гребнева // Диссертация на соиск. уч. степ. к.г.-м.н. – Санкт-Петербург. – 2014. – 142 с.
9. Каменский Г.Н. Движение подземных вод в неоднородных пластах / Г.Н. Каменский, Н.А. Корчебоков, К.И. Резин. — М.: Объединенное научно-техническое издательство. - 1935. – 169 с.
10. Щепетунин И.Ф. Бром в соляной толще Иркутского соленосного бассейна и отходах солеваренного завода / И.Ф. Щепетунин // Проблемы советской геологии. – 1937. - № 8. - С. 726-729.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС-2

Н.А. Маслова

Воронежский государственный университет, магистрант 2 года обучения, gidrogeol@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Бочаров В.Л.

Аннотация: изучены гидрогеологические условия площадки строительства самой крупной в России Нововоронежской АЭС-2. Основное внимание уделено гидрогеологической стратификации, химическому составу подземных вод и гидрогеодинамике. Показано, что повышение уровня подземных вод не создаст угрозы подтопления строящихся реакторов новой АЭС.

Ключевые слова: атомная электростанция, энергетический блок, подземные воды, гидрогеологические условия, водозабор, фильтрационный поток, уровневый режим.

HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE CONSTRUCTION SITE OF NOVovorONEZH NUCLEAR POWER PLANT-2

N.A. Maslova

Voronezh State University, 2nd year Master's Degree Student, gidrogeol@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.L. Bocharov.

Abstract: Studied the hydrogeological conditions of the site of the construction of the largest in Russia, the Novovoronezh NPP-2. Focuses on the hydrogeological stratification, chemical composition of groundwater and gidrogeodinamika. It is shown that the increase in groundwater level will not create the threat of flooding of reactors under construction of new nuclear power plants.

Keywords: nuclear power plant energy unit, groundwater, hydrogeological conditions, water intake, filtration, flow, level mode.

Растущий спрос на энергетические ресурсы создает прочную основу для возрождения ядерной энергетики. После длительного, более чем 30-летнего перерыва Россия возобновила сооружение новых атомных электростанций. Принятая Федеральная целевая программа по развитию атомного энергопромышленного комплекса традиционно базируется на существующих типах реакторов с водой под давлением (ВВР). На промышленной площадке Нововоронежской атомной электростанции, функционирующей с середины XX столетия, создается новая Нововоронежская АЭС-2, призванная заменить выводимых из эксплуатации отработавших свой срок реакторных установок ВВР-440 более мощными – ВВР-1200. В настоящее время завершается строительство первого энергоблока мощностью 1200 МВт и ведутся инженерные изыскания под сооружение второго энергоблока такой же мощности [1].

Известно, что существуют вполне определенные, довольно строгие требования к состоянию геологической среды для участков, выделяемых под сооружения атомных электростанций. Вопросы безопасности ядерной энергетики в немалой степени зависят от геологического строения участков недр, гидрогеологии, инженерно-геологических условий, физико-химических параметров грунтового основания [1,2]. Цель данной работы – установить, возникли ли негативные признаки изменения геологической среды, в первую очередь, гидрогеологических условий в районе строящейся АЭС-2 в течение последних десятилетий, которые могли бы отрицательным образом отразиться на безопасности вновь создаваемого энергетического объекта [3].

Материалы производственной научно-исследовательской практики позволяют однозначно и положительно ответить на этот вопрос [4].

В гидрогеологическом разрезе района расположения Нововоронежской АЭС-2 выделены два структурно-гидрогеологических этажа: верхний и нижний. Подземные воды верхнего этажа приурочены к песчаным породам современного, четвертичного и неогенового комплексов. Их отличает безнапорный характер и поровый тип циркуляции. Химический состав воды преимущественно гидрокарбонатный натриево-кальциевый с невысокой минерализацией ($0,3-0,6 \text{ г/дм}^3$) и жесткостью ($2,6-6,4 \text{ ммоль/дм}^3$). Подземные воды нижнего структурно-гидрогеологического этажа локализованы в терригенно-карбонатных отложениях мелового и девонского возрастов, а также в кристаллических породах архейско-протерозойского фундамента. Для них характерен порово-пластовый, трещинно-пластовый, карстово-трещинный типы циркуляции. Подземные воды отличаются повышенной минерализацией ($0,7-1,5 \text{ г/дм}^3$), жесткостью ($4,4-8,4 \text{ ммоль/дм}^3$), сульфатно-хлоридным кальциево-натриевым, реже хлоридно-натриевым составом.

Особенности геологического строения и гидрогеологической стратификации района расположения АЭС-2 определяют характер наполнения и взаимосвязи водоносных горизонтов и комплексов. Перетекание подземных вод из вышележащих горизонтов в нижележащие как в латеральном направлении, так и по вертикали определяется, главным образом, устойчивостью разделяющих водоупоров и гидродинамическим режимом водных потоков.

Большое практическое значение при решении задач, связанных с проблемой устойчивости зданий и сооружений АЭС, имеет изучение первого от поверхности неоген-четвертичного водоносного комплекса и, в частности, уровневый режим грунтовых вод, его наполняющих [2,3]. В течение длительного мониторинга за состоянием подземных вод установлены качественные и количественные изменения природной обстановки, которые отразились в изменении уровня грунтовых вод и их динамике.

Колебания уровня со всей очевидностью возникают в результате изменения естественного или искусственного поступления инфильтрационных и техногенных вод на кровлю горизонта с последующим стоком (расходованием) подземных вод. Исследование периодичности изменения уровня грунтовых вод на территории промышленной площадки АЭС свидетельствует о наличии периодов его подъема и спада. Статистическая оценка уровня вод показала, что подъем уровня, его максимальные значения в большинстве случаев наблюдаются в весенний период года [3,4]. Затем наступает длительный спада уровня практически по всем скважинам, находящимся в условиях естественного режима. В связи с этим было признано целесообразным выявлять пространственное положение зеркала грунтовых вод, гидродинамическую структуру потоков на моменты высокого и низкого стояния уровня грунтовых вод, то есть на период весеннего подъема и осенне-зимнего спада. Отчетливо выделяется региональный поток грунтовых вод, направленный к юго-западу со стороны левобережного водораздела через вторую и первую террасы к реке Дон, в которую происходит разгрузка подземной водной массы. Средний гидравлический уклон потока составляет $0,003-0,004$.

Установление закономерностей уровня грунтовых вод в годовом и многолетнем разрезе времени является основой прогноза в изменении режима вод, который может быть использован для планирования и проведения строительных или опытных гидрогеологических работ, прогнозирования сейсмологических и сеймотектонических процессов.

В связи со строительством Нововоронежской АЭС-2 осуществлен прогноз изменений гидрогеологических условий применительно к различным вариантам эксплуатации сооружений Нововоронежской атомной электростанции [3]. Для промышленной площадки атомной электростанции прогноз может рассматриваться в границах трехслойной фильтрационной модели, состоящей из двух водоносных горизонтов – четвертичного и верхнедевонского, разделенных слабопроницаемым слоем глинистых пород [2]. Среднее значение отметки подошвы нижнего водоносного горизонта (кровли нижнецигровских глин девона) составляет 65 м. Эта величина была принята за начало отсчета относительных уровней подземных вод и относительных отметок границ инженерно-геологических элементов.

Как показали расчеты, эксплуатация существующего на промышленной площадке АЭС водозабора интенсивностью $6000 \text{ м}^3/\text{сут.}$ увеличивает максимальную разность напоров на $1,4 - 4 \text{ м}$. Данные прогнозных расчетов показали, что при нормативной интенсивности техногенных утечек из сооружений существующих действующих блоков, повышение уровня воды в верхнем горизонте не создаст угрозы подтопления сооружений АЭС-2. Расчетный градиент фильтрационного напора в раздельном слое глин на два порядка меньше критического, что обеспечивает суффозионную устойчивость раздельного слоя глин [2].

Литература

1. Бочаров В.Л. *Современные эколого-экономические проблемы атомной энергетики // Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации. № 2(25). Липецк, изд-во Липецк. эколого-гуманитарного ин-та, 2010. С. 68-70.*
2. Бочаров В.Л., Курилович А.Э., Смирнова А.Я. *Геология района Нововоронежской атомной электростанции // Труды НИИ геологии Воронеж. гос. ун-та. Вып. 66. Воронеж, изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2012. 90 с.*
3. Бочаров В.Л., Курилович А.Э., Маслова Н.А. *Гидрогеологические условия района Нововоронежской атомной электростанции (НВАЭС-2) // Экологическая безопасность АЭС. Труды второй науч.-практ. конф. с Междунар. участием, посвящ. 70-летию атомной отрасли России. Калининград, изд-во «Аксиос», 2015. С. 34 – 37.*
4. Маслова Н.А. *Производственная научно-исследовательская практика на строительстве Нововоронежской АЭС-2 // Практика геологов на производстве. Сборник трудов Всероссийской студенческой научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, изд-во Южного Федерального ун-та, 2016. С. 121 – 122.*

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОД В СКВАЖИНАХ ПЯТИГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Т.В. Мочалова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса, durnoypegas@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Минькевич И.И.

Аннотация: приводится математическая модель прогноза температуры вод в скважинах Пятигорского месторождения минеральных вод танетского и датско-зеландского водоносных горизонтов палеогенового водоносного комплекса в зависимости от химического состава воды и глубины залегания.

Ключевые слова: минеральные воды, математические методы в гидрогеологии, Пятигорское месторождение минеральных вод.

MATHEMATICAL FORECASTING MODEL OF TEMPERATURE OF WATERS IN WELLS OF THE PYATIGORSK FIELD OF THE MINERAL WATERS

T.V. Mochalova

Perm State University, 4th year Student, durnoypegas@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.I. Minkevich.

Abstract: The mathematical forecasting model of temperature of waters is given in wells of the Pyatigorsk field of mineral waters of the tanetsky and Danish-Zeland water-bearing horizons of a paleogen water-bearing complex depending on the chemical composition of water and a depth.

Keywords: mineral waters, mathematical methods in hydrogeology, the Pyatigorsk field of mineral waters.

Цель работы: составление математической модели прогноза температуры вод в скважинах Пятигорского месторождения минеральных вод танетского и датско-зеландского водоносных горизонтов палеогенового водоносного комплекса в зависимости от химического состава воды и глубины залегания.

Для составления математической модели зависимости температуры вод в скважинах от химического состава и глубины залегания использовались программы Statistica (программный пакет для статистического анализа, реализующий функции анализа данных, управления данными, добычи данных, визуализации данных с привлечением статистических методов) и Microsoft Excel. Данные для расчетов взяты из диссертации Г.Л. Бондаревой «Гидродинамические и гидрогеохимические особенности Пятигорского месторождения минеральных вод».

В районе Пятигорского месторождения датско-зеландский (эльбурганский) водоносный горизонт сложен серыми и темно-серыми плотными мергелями, местами с прослоями алевролитов, песчаников, аргиллитов. Мощность горизонта от 8 до 238 м. Горизонт напорный.

На площади выходов горизонта воды пресные гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные.

Танетско-эоценовый относительно водоупорный горизонт представлен мергелями и глинами с редкими прослоями известняков, песчаников, известковистых и алевролитистых глин. В средней части танетских отложений выделяется водоносный песчаный слой общей мощностью 65-68 м.

Подземные воды танетско-эоценового относительно водоупорного горизонта песчаных отложений характеризуются абсолютным преобладанием по площади развития хлоридных натриевых вод, на юге развиты подземные воды хлоридно-гидрокарбонатного состава [1,2].

В таблице исходных данных представлены данные по танетскому и датско-зеландскому водоносным горизонтам. Данные о температурах в скважинах 17-бис, 33-бис, 34-бис, 36-бис, 39-бис, 41-бис, 57-РЭ-бис (Ессентукский участок Пятигорского месторождение минеральных вод) отсутствуют [1].

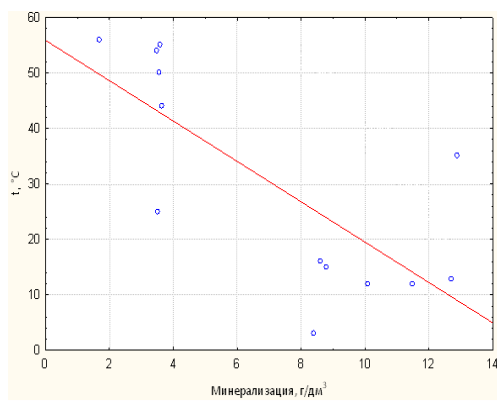


Рис. 1. Диаграмма рассеяния (зависимость температуры от минерализации)

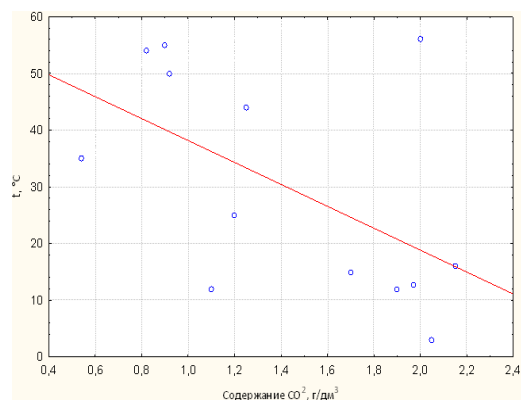


Рис. 2. Диаграмма рассеяния (зависимость температуры от содержания углекислого газа)

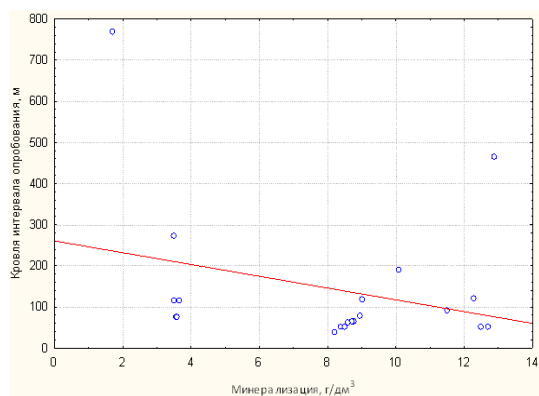


Рис. 3. Диаграмма рассеяния (зависимость минерализации от отметки кровли интервала опробования)

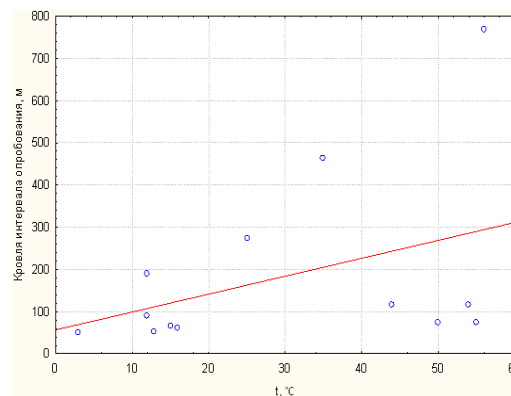


Рис. 4. Диаграмма рассеяния (зависимость температуры от отметки кровли интервала опробования)

На рисунках 1, 2 составлены поля корреляции. Из диаграмм рассеяния видно, что с увеличением минерализации температура уменьшается, а с уменьшением содержания углекислого газа – увеличивается.

Из рисунков 3, 4 видно, что с увеличением глубины минерализация уменьшается, а температура увеличивается. Следовательно, уменьшение температуры с увеличением минерализации связано с уменьшением глубины кровли интервала опробования.

При расчете парных корреляций было выявлено, что при $n-2=4$ и $\alpha=0,05$ коэффициент корреляции равен 0,81. Следовательно, выявлена зависимость температуры от минерализации (коэффициент корреляции равен $0,87 > 0,81$).

Зависимость температуры от содержания CO_2 не выявлено.

При $n-2=9$ и $\alpha=0,05$ коэффициент корреляции равен 0,6040. Следовательно, прослеживается зависимость температуры от минерализации и содержания CO_2 (коэффициент корреляции равен $r_{расч} = 0,9048 > r_{таб} = 0,6040$).

Уравнение зависимости температуры от химического состава:

$$t = -17,3447 + 0,0330 \times x + (-2,9926) \times M + (-1,8696) \times CO_2 + (-0,2854) \times \delta D + (-4,4830) \times \delta^{18}O. \quad (1)$$

где t – температура, °C; x – кровля интервала опробования, м; M – минерализация, г/дм³; CO_2 – содержание CO_2 , г/дм³; δD , ‰V-SMOW; $\delta^{18}O$, ‰V-SMOW.

В таблице произведен расчет температур по формуле (1) [3].

Таблица

Расчет неизвестных температур в скважинах						
Водопункт опробования	Кровля интервала опробования, м	Минерализация, г/дм ³	t, °C	Содержание CO_2 , г/дм ³	дD, ‰ V-SMOW	д18O, ‰ V-SMOW
скв. 17-бис (Е)	52	12,5	5,49	1,51	-75	-8,91
скв. 33-бис (Е)	65	8,73	17,16	1,56	-73	-9,05
скв. 34-бис (Е)	50	8,52	18,80	1,71	-75	-9,32
скв. 36-бис (Е)	120	12,3	7,35	1,57	-74	-8,78
скв. 39-бис (Е)	118	9,03	20,75	1,36	-75	-9,45
скв. 41-бис (Е)	76,9	8,96	18,23	1,76	-75	-9,31
скв. 57-РЭ-бис(Е)	36,8	8,21	21,29	1,63	-76	-9,67

С помощью применения математических методов в гидрогеологии были рассчитаны температуры в 7 скважинах Эссентукского участка Пятигорского месторождения минеральных вод: 17-бис ($t=5,49^\circ C$), 33-бис ($t=17,16^\circ C$), 34-бис ($t=18,80^\circ C$), 36-бис ($t=7,35^\circ C$), 39-бис ($t=20,75^\circ C$), 41-бис ($t=18,23^\circ C$), 57-РЭ-бис ($t=21,29^\circ C$).

Литература

1. Бондаренко Г.Л. Гидрогеодинамические и гидрогеохимические особенности Пятигорского месторождения минеральных вод. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. // Пермь, 2011.
2. Минькевич И.И., Нуриев И.С., Шестов И.Н. Минеральные воды. Учебное пособие. // Казань, Казанский университет, 2012.
3. Середин В.В. Математические методы в гидрогеологии и инженерной геологии. Курс лекций. // Пермь, Пермский государственный университет, 2011.

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ В ЗАЛЕГАНИИ НЕФТЕНОСНЫХ СТРУКТУР
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЕРХНЕ-ЧУСОВСКИЕ ГОРОДКИ**

П.В. Некрасов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения,
uait.uolter2014@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Карасёва Т.В.

Аннотация: освещение данной проблемы нефтяной гидрогеологии ведётся в двух направлениях, в зависимости от характера взаимоотношений воды с нефтью. Первое направление – это где вода и нефть рассматриваются как геохимические ассоциации, являющиеся результатом биохимических процессов, т.е. вода считается или как побочный продукт процесса нефтеобразования, или как активный агент в процессе образования нефти. Второе направление – то, где вода трактуется только как активный физический спутник нефти [1].

Ключевые слова: Пермский край; углеводороды; гидрогеология; месторождение Верхне-Чусовские городки.

**HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS IN THE OCCURRENCE OF OIL-BEARING
STRUCTURES OF THE FIELD TOP-CHUSOVSKIE GORODKI**

P.V. Nekrasov

Perm State National Research University, 1st year Master's Degree Student, uait.uolter2014@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor T.V. Karaseva.

Abstract: Coverage of this problem of oil hydrogeology is conducted in two directions, depending on the nature of the relationship of water and oil. The first area is where oil and water are considered as geochemical Association, which is the result of biochemical processes, i.e. water is considered or as a by-product of the process of petroleum formation, or as an active agent in the process of formation of oil. The second area is where the water is treated only as a companion oil.

Keywords: Perm Krai; hydrocarbons; hydrology; field top-chusovskie gorodki.

Первая промышленная нефть на Урале получена из скважины №20 б. геологического комитета в Верхне-Чусовских городках 16 апреля 1929 г, при оконтуривающих работах Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей под руководством П.И. Преображенского.

Сначала эксплуатации до 1.09.1934 г, добыто 45,008 т нефти и весьма незначительное количество воды. В эксплуатации пребывало 28 скважин, причём среднемесячная добыча в среднем, за этот период, составляла 125 т, а среднечасовая – 0,32 т [2].

Залежь приурочена к поднятию брахиоподово-мшанковых известняков (известняки эти кавернозны, трещиноваты, реже мелкопористы). Под брахиоподово-мшанковыми известняками залегают, почти горизонтально, без отчётливо тектонических нарушений, криноидно-мшанковые известняки, подстилаемые в свою очередь фузулиновыми известняками.

При этом основное, что характерно для нефти Верхне-Чусовских городков – это большая вязкость, её высокий удельный вес, колеблющийся в пределах 0,95-0,969, при высоком содержании бензиново-лигроиновых фракций, составляющих около 24% (23,23-24,85). Высокое содержание как серы (4,12-5,4), так и акцизных смол (54,5). Содержание парафина по данным одного анализа невелико.

Нефть даёт асфальты (дорожные битумы) высокого качества. Кровля нефтеносной части известняков встречается, в зависимости от расположения эксплуатационных скважин, на глубине 314-354 м, опускаясь в скв. №1-а до 370 м.

Мощность нефтеносной части по данным описания керна на эксплуатационных скважинах колеблется для большинства скважин от 42 до 76 м.

Однако на протяжении указанных мощностей известняки обладают как различным характером и количеством пустот, так и различной нефтенасыщенностью.

Газ: содержание его колеблется в пределах от 58,9 до 82,9%. Газ этот может быть отнесён к сухим. Содержание этана составляет от 4,4 до 19%. Пропана ещё меньше, чем этана от 1,3 до 14,8%. Содержание бутана от 0,6 до 5,4%. Азот с редкими газами составляет от 6,8 до 17%. Количественное определение для редких газов отдельно дало содержание аргона, криптона и рения 0,002 – 0,032% (табл.).

Таблица

Данные о составе нефти				
Содержание в %				
C	H	S,	O+N	CH ₄
84,9	2,79	4,20	1,11	-

Необходимо, однако, помнить, что здесь мы имеем дело не с песками и песчаниками, а с известняками, где в плотной основной массе могут иметь место отдельные каверны весьма значительного размера. Поперечное сечение этих каверн даёт размеры нам незнакомые по псаммитовым коллекторам. Такая пористость, давая высокую проницаемость в отдельных ходах – кавернах, не обеспечивает значительной общей проницаемости [3].

Сущность проблемы заключается в том, что в дополнение к структурной (антиклинальной) теории образования нефтяных месторождений, выдвигается гидравлическая теория, в которой главным активным агентом в аккумуляции нефтяной залежи, является вода, движущаяся как под действием гидростатического напора и вследствие силы тяжести.

На примере месторождения устанавливается весьма тесная и глубокая связь гидрогеологических условий с геологической структурой, проявившейся в определённых закономерностях. Так, хлор-кальциевые воды нижнего кунгура условиями своего пространственного распространения, отображают в плане местоположение купольной части глубинной верейской структуры.

Исходя из того, что хлор-кальциевые воды кунгура имеют ближайший химический аналог воды с водами верейской толщи, допускается положение о вертикальной миграции их на последней по трещинам пород.

Факт совместного залегания в толще н. кунгура хлоркальциевых вод с нефтью, расценивается на фоне вышесказанного, как прямое свидетельство в пользу вторичного происхождения последней, т.е. кунгурская нефть как и хлор-кальциевая вода, мыслится трещинными дериватами верейской водо-нефтеносной толщи.

Механизм миграции с глубин воды и нефти мыслится в форме инъекции (интрузии) по трещинам пород внутрикупольной части структуры в момент формирования последней под действием тектонических напряжений [4].

Итоги и выводы

Установлено, что некоторые гидрогеологические закономерности в размещении вод по разрезу пород находятся в прямой функциональной зависимости от форм и характера происхождения вмещающей их структуры. В этом случае вода, рассматриваемая неразрывно от общего геолого-гидрогеологического комплекса, послужила руководящим фактором в выявлении и изучения нефтеносной структуры.

На основе изучения физико-геологических условий нефтяного месторождения, установлено наличие капиллярного режима. При этом главной движущей силой является расширение растворённого в нефти газа. Явление Жамена в крупных кавернах, естественно, не имеет места. Подстилаящая нефть вода перемещается незначительно. Подъём воды значителен лишь в наиболее пористых участках водо-нефтяного контакта. Вместе с тем необходимо ещё раз указать, что название капиллярного можно придать режиму месторождения Верхне-Чусовских городков условно [4].

Вода, сопутствующей нефти и обладающей гидростатическим напором, приписывается в некоторых случаях активная роль в создании пластового давления в нефтяной залежи, вследствие чего, в последней обуславливается режим гидравлического характера [1].

В 1933 году нефтепромысел добыл максимум 15 тысяч тонн нефти, после чего объём добычи пошёл на спад. Промысел прекратил добычу в 1945 году.

Литература

1. Куканов В.М. – Гидрогеологические условия, как фактор в выявлении и изучении нефтеносных структур. Отчёт. 1939. Москва. - 98 с.
2. Максимович Г.А. – Режим нефтяного месторождения Верхне-Чусовские городки. Отчёт. 1934г. Пермь. -- 17 с.
3. Сулин В.А., Варов А.А. – Нефтяные месторождения рифовых фаций известняков на Урале. Нефтяное хозяйство 1932г., № 11-12, стр. 263-268, 1933г. №1,-С. 21-24.
4. Сулин В.А., Гоптидзе К.Л., Блинков М.И., Варов А.А., Гуляева Л.А. – Материалы по геологии, гидрогеологии и разведочным работам Верхнечусовского района Уральской области. 1933г. Онти М.Л. - 136 с.

К ОЦЕНКЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЛАСТОВЫХ ВОД С НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫМИ СТОКАМИ (НА ПРИМЕРЕ ЯРИНО-КАМЕНОЛОЖСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

И.О. Ощепков

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения,
oschepkov_i@mail.ru

Научный руководитель: к.г.н., доцент Ворончихина Е.А.

Аннотация: рассмотрены условия осаждения неорганических солей – наиболее распространенного негативного последствия закачки нефтепромысловых стоков в подземные пласты-коллекторы, существенно снижающего технико-экономические показатели нефтедобычи. Представлены расчеты, иллюстрирующие возможность оптимизации процесса закачки стоков на стадии проектирования.

Ключевые слова: нефтепромысловые стоки, пластовые воды, графоаналитические методы совместимости вод, оптимизация закачки стоков.

TO ASSESSMENT OF THE INTERACTIONS OF RESERVOIR WATERS RUNOFF WITH OILFIELD (BY THE EXAMPLE YARIN-KAMENOLOZHSKOGO DEPOSIT)

I.O. Oshchepkov

Perm State National Research University, 1st year Master's Degree Student, oschepkov_i@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geography, Reader Voronchihina E.A.

Abstract: We reviewed the conditions of deposition of inorganic salts – the most abundant negative consequences of pumping oilfield drains into underground strata-collectors, which significantly reduce the technical and economic parameters of oil production. Presents calculations of that illustrate the possibility optimize the process of pumping drains at the design stage.

Keywords: oilfield drains, formation waters, water compatibility of Graphic analytical methods, optimization of pumping drains.

В настоящее время практика захоронения значительных объемов нефтепромысловых стоков получила широкое распространение на нефтегазовых месторождениях Пермского края.

Важная задача, решаемая в процессе обоснования варианта захоронения нефтепромысловых стоков в выбранный целевой горизонт - предварительная оценка совместимости смешиваемых жидкостей.

Основной проблемой, возникающей в настоящее время в процессе оценки совместимости, является отсутствие проб пластовых вод глубоких водоносных горизонтов.

В практике недропользования в качестве основных поглощающих целевых горизонтов используют верхнедевонско-турнейский и окско-серпуховский водоносные комплексы, которые, как правило, не содержат залежей запасов нефти и не являются объектами промышленной разработки.

Вышеуказанные проблемы определяют актуальность проблемы прогнозирования солеобразования в целом. Некоторые взаимодействия пластовых вод с нефтепромысловыми стоками показаны на примере Ярино-Каменоложского нефтяного месторождения.

Геолого-гидрогеологические условия и нефтегазоносность.

В тектоническом отношении Ярино-Каменоложское месторождение приурочено к одноименной структуре, расположенной в пределах Каменоложской валообразной зоны.

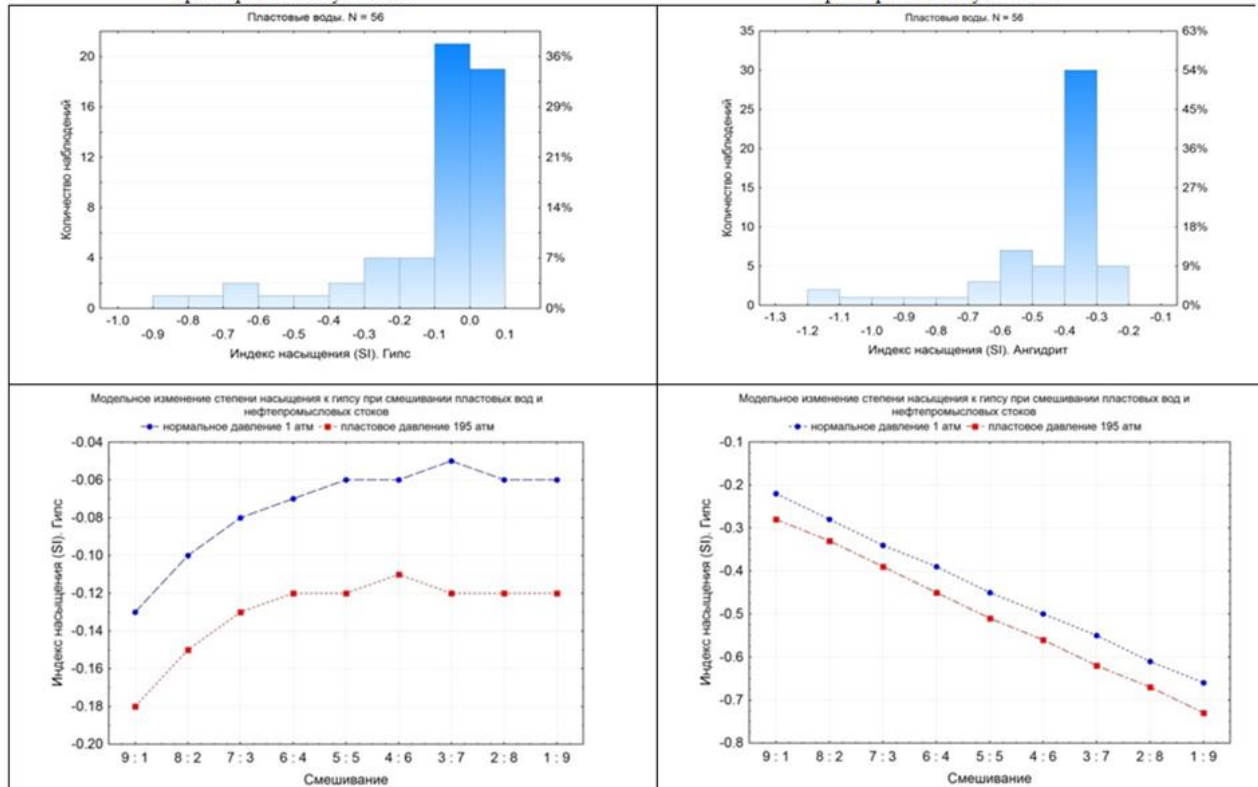
Ярино-Каменоложская структура относится к тектоно-седиментационным, образовавшимся за счет развития карбонатных рифов верхнедевонско-турнейского возраста.

Геологический разрез Ярино-Каменоложского месторождения изучен структурными, поисковыми, разведочными и эксплуатационными скважинами на глубину 2420 м (скв. 410) от четвертичных отложений до вендского комплекса.

При корреляции разреза по керну, опробованию и данным геофизических исследований промышленная нефтегазоносность установлена в отложениях нижнего (тульский, бобриковский, турнейский пласты) и среднего карбона (пласт башкирский+серпуховский) [1,2].

Таблица 1

Графики зависимостей физико-химического моделирования смешения нефтепромысловых стоков и пластовых вод
 Степень насыщения пластовых вод по отношению к гипсу при нормальных условиях Степень насыщения пластовых вод по отношению к ангидриту при нормальных условиях



Нефтепроявления по керну отмечены в артинском и сакмарском ярусах, в верхнекаменноугольных отложениях и в верейском горизонте.

Промышленное захоронение нефтепромысловых стоков предполагается проводить ниже залегания турнейской нефтяной залежи, имеющей ВНК на глубине 1440 м. Расстояние по вертикали от кровли эксплуатационной толщи до ВНК составляет около 300 м [3].

В пределах рассматриваемого района выделяются следующие гидрогеологические подразделения [4]:

- водоносный, локально-слабоводоносный комплекс в четвертичных, отложениях;
- водопроницаемая локально-водоносная соликамская терригенно-карбонатная свита (P2slk);
- водопроницаемая локально-водоносная иренская карбонатная-сульфатная серия (P1ir).

Методика и результаты исследований.

Для достижения оценки совместимости нефтепромысловых стоков и пластовых вод расчётно-аналитическими и графоаналитическими методами достаточно наличия сведений о макрокомпонентом составе пластовых вод, их плотности, pH и газовом составе.

В настоящей работе предпринята попытка обоснования возможностей использования предложенных методов моделирования совместимости вод разного химического состава без использования лабораторного моделирования. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- дать гидрохимическую характеристику пластовых вод эксплуатационных горизонтов;
- дать гидрохимическую характеристику нефтепромысловых стоков анализируемых месторождений;
- выполнить анализ совместимости и получить оценку совместимости пластовых вод водоносных комплексов и нефтепромысловых стоков.

Методический комплекс основан на использовании методов В.А. Панова, А.А. Емкова, Г.Н. Позднышева; индексов стабильности Ланжелъе, Ризнера, Ю.П. Гатенберга и В.П. Дьякова.

Анализ и оценка совместимости пластовых вод водоносных комплексов и нефтепромысловых стоков проводились на примере сульфатов (гипса и ангидрита)

Все исходные данные по гидрохимическому опробованию нефтепромысловых стоков и пластовых вод собраны по отчетно-фондовым материалам филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть».

По результатам физико-химического моделирования (табл.1) установлено, что смесь пластовых вод и нефтепромысловых стоков в различных соотношениях не достигает насыщения по отношению к сульфатным минералам (гипсу) и осаждение осадка не прогнозируется.

В пластовых условиях степень насыщения к сульфатным минералам несколько ниже, чем при нормальном атмосферном давлении, за счет уменьшения растворимости минералов.

Результаты работы могут быть учтены при подготовке технической и проектной документации для обоснования участков под закачку нефтепромысловых стоков.

Литература

1. Жильцова Н.С. Уточнение геологического строения и пересчет запасов нефти и газа Ярино-Каменоложского месторождения. Отчет по теме 8-68, этап 1. Гипровостокнефть, Пермь, 1969, т.1, 187 с.
2. Копылов И.С. и др. Составление геоэкологической карты Пермской области масштаба 1:500000. Отчет Геоэкологической партии ПГГСП "Геокарта" по результатам геоэкологических исследований по теме № 48096-9/11 на территории Пермской области в 1998-2000годах. Пермь, 2000.
3. Марков Н.Н. Подсчет запасов нефти и газа Ярино-Каменоложского месторождения по состоянию на 01.01.1960 г. Отчет по теме №766. Фонды ПФ Гипровостокнефть, Пермь, 1961.
4. Яковлев Ю.А. Оценка геолого-гидрогеологических условий и техническое обоснование опытно-промышленной закачки нефтепромысловых стоков на Ярино-Каменоложском месторождении. ПермНИПИнефть, Пермь, 1999. С. 48

КАЧЕСТВО ГРУНТОВЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СОЛИКАМСКОЙ ВПАДИНЫ

Н.В. Патрушев, Д.Ю. Наумов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса, ассистент кафедры динамической геологии и гидрогеологии, patrushev_nv@mail.ru, dinaumov@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Тюрина И.М.

Аннотация: предметом исследования являются используемые населением в питьевых целях грунтовые воды центральной части Соликамской впадины. Установлено нарушение гидрогеохимического режима, произведена оценка качества и выявлен характер распределения загрязнения по территории.

Ключевые слова: грунтовые воды, загрязнение, химический состав.

QUALITY OF GROUND WATERS OF THE CENTRAL PART OF THE SOLIKAMSK DEPRESSION

N.V. Patrushev, D.Yu. Naumov

Perm State University, 4th year Student, Assistant Lecturer to department of Dynamic Geology and Hydrogeology, patrushev_nv@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.M. Tyurina.

Abstract: Object of research are the ground waters of the central part of the Solikamsk depression used by the population in the drinking purposes. Violation of the hydrogeochemical mode is established, assessment of quality is made and the nature of distribution of pollution across the territory is revealed.

Keywords: ground waters, pollution, chemical composition.

Проблема водно-экологического кризиса, связанная с употреблением населением некачественной подземной питьевой воды с каждым годом становится все более острой. Помимо природных факторов ухудшения качества особое место занимает техногенный. Цель работы – оценить качество грунтовых вод в пределах центральной части Соликамской впадины и выявить вероятные источники загрязнения.

Исследуемая территория приурочена к левобережной части долины реки Камы. Согласно гидрогеологическому районированию она относится к Предуральскому сложному бассейну пластовых (блоково-пластовых) вод [1]. В её пределах находится крупное Тюлькинское поселение Соликамского района с населением около 1350 человек [2]. Местное население с помощью индивидуальных водозаборных скважин глубиной 7-12 метров активно эксплуатирует водоносный локально-слабоводоносный четвертичный аллювиальный горизонт мощностью 30-50 метров, который объединяет такие отложения, как пески, гравий, галечник с прослоями супесей, суглинков и глин. Существенной особенностью вод аллювиальных отложений является их незащищенность от загрязнения [3].

Необходимо отметить, что на данной территории в пределах долины Камы имеется большое количество заболоченных участков. При так называемом болотном загрязнении грунтовые воды в результате разложения растительных и животных остатков при участии бактерий обогащаются органическими кислотами, соединениями азота, хлором и железом [3].

Изучен химический состав грунтовых вод, используемых местным населением в питьевых целях (табл.). Для того, чтобы проследить пространственное изменение химического состава, территория условно была поделена на несколько частей: северо-западную, северную, южную и восточную – наиболее удаленные от р. Камы, юго-восточную – примыкающую к реке.

По результатам опробования установлено, что грунтовые воды на исследуемой территории являются весьма пресными [4]; по степени общей жесткости – мягкие (от 1,6 до 2,4 мг-экв/дм³), преимущественно нитратные и по фациальному облику практически не соответствуют природному HCO₃-Ca – составу. Необходимо также отметить пониженные значения pH (5,7-6,8), что является отражением закисления грунтовых вод.

В восточной части исследуемой территории зафиксированы самые низкие значения pH (5,69), общей жесткости (1,6 мг-экв/дм³) и повышенные значения многих веществ, в частности отмечено значительное превышение по азотистым соединениям: нитратам (3,2 ПДК) и аммонии (3,8 ПДК) [5].

Коммунально-бытовые стоки содержат много неокисленных органических веществ, поэтому в подземных водах верхних водоносных горизонтов снижается величина окислительно-восстановительного потенциала, что обуславливает преобладание переменено-валентных соединений в низших формах окисления (среди соединений азота – NH₄). В дальнейшем происходит нитрификация – окисление аммония до нитрата при участии аэробных бактерий [6].

В южной части грунтовые воды характеризуются наилучшим качеством. Они имеют гидрокарбонатный состав, отмечено самое низкое значение по нитратам (2,6 мг/дм³) при фоновом содержании нитратов в подземных водах верхних водоносных горизонтов Пермского Прикамья не более 10 мг/дм³ [7]. Превышений ПДК в этой части территории не выявлено.

Таблица

Химический состав грунтовых вод четвертичного аллювиального горизонта (п. Тюлькино, 2016-2017 гг.)

Часть территории	Мин-я	HCO ₃	SO ₄	Cl	NO ₃	F	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Гидрохим. фация
	мг/дм ³											
Восточная	351,9	12,2	38,9	44,0	142,5	0,4	21,9	6,6	22,7	52,8	9,8	NO ₃ -K-Cl
Северо-зап.	224,4	34,2	9,0	28,3	100,0	0,2	30,0	11,5	10,6	0,5	<0,5	NO ₃ -HCO ₃ -Ca
Юго-вост.	185,7	65,9	27,6	30,1	2,6	0,3	27,9	8,5	22,3	<0,5	<0,5	HCO ₃ -Cl-Ca
Южная	260,3	43,9	38,1	28,2	75,8	0,3	25,9	12,0	35,5	0,5	<0,5	NO ₃ -HCO ₃ -SO ₄
Северная	212,8	28,1	36,1	37,3	48,7	0,2	26,7	10,8	24,2	0,5	<0,5	NO ₃ -Cl-SO ₄
Средние значения	247,0	36,9	29,9	33,6	73,9	0,3	26,5	7,7	23,1	11,0		

Установлено увеличение количества макрокомпонентов в грунтовых водах от северо-западной и восточной части к южной, то есть по мере приближения к р. Каме. Одновременно в таком же направлении уменьшается количество нитратов (рис.1).

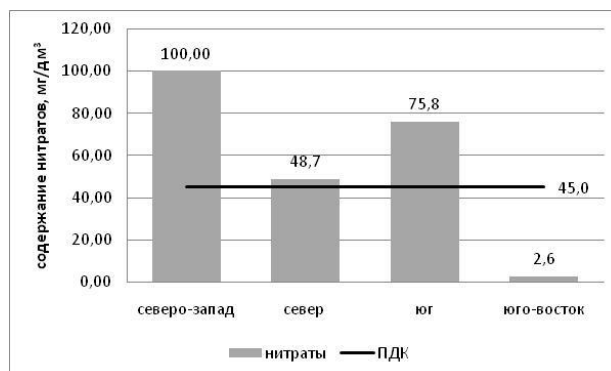


Рис. 1. Содержание нитратов в грунтовых водах

Оценка риска использования в питьевых целях без предварительной очистки и подготовки грунтовых вод определялась согласно руководству Р.2.1.10.-1920-04 по значениям коэффициента опасности (далее – КО), который представляет собой отношение среднесуточной дозы химического вещества к его референтному (безопасному) уровню воздействия. Среднесуточная воздействующая доза учитывает концентрацию вещества в питьевой воде, величину потребления, продолжительность воздействия, частоту воздействия, массу тела человека, число дней в году. Если КО не превышает 1, то риск развития у человека неканцерогенных эффектов несущественный и воздействие характеризуется как допустимое [8,9]. По результатам расчетов было установлено для всей исследуемой территории в целом, что нитраты – приоритетное вещество, которое составляет наибольшую долю в суммарной величине коэффициента опасности (рис. 2).

При воздействии компонентов, содержащихся в грунтовых водах, на одни и те же органы и системы организма наиболее вероятным типом их комбинированного действия является суммация [8]. В общей структуре поражаемых органов и систем в результате употребления грунтовой воды в первую очередь преобладает опасность поражения крови и сердечно-сосудистой системы, особенно для жителей восточной части. Накапливаясь в организме человека, нитраты реагируют с гемоглобином крови, образуя метгемоглобин. Это вещество в отличие от гемоглобина не переносит кислород, что приводит к кислородному голоданию тканей [10].

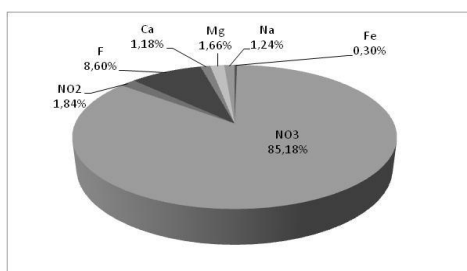


Рис. 2. Доля веществ в суммарной величине коэффициента опасности

Вследствие интенсивной многолетней инфильтрации стоков, близости зеркала грунтовых вод и малой мощности аллювиальных отложений произошла сильная метаморфизация химического состава.

Таким образом, бытовое загрязнение локального характера – ведущий фактор ухудшения качества грунтовых вод для данной территории.

Литература

1. Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края. Энциклопедия. Пермь, 2006. 464 с.
2. Официальный сайт Соликамского муниципального района. URL: <http://solikamsk-raion.ru> (дата обращения 25.02.2017).
3. Шимановский Л.А., Шимановская И.А. Пресные подземные воды Пермской области. Пермь, Пермское книжное издательство, 1973. 197 с.
4. ОСТ 41-05-263-86. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. Утвержден и введен в действие приказом (распоряжением) министерства геологии СССР №239 от 12.05.86.
5. ГН 2.1.5.1315-03. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Утверждены Главным санитарным врачом РФ 27.04.2003.
6. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. М.: Наука, 2004. 677 с.
7. Тюрина И.М., Ширилкина Е.М. Виды загрязнения грунтовых вод г. Перми // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, 2005. С. 316-317.
8. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Утверждено и введено в действие Главным санитарным врачом РФ 05.03.2004.
9. Тюрина И.М., Патрушев Н.В., Кожанов Д.Д. Влияние техногенных факторов на качество грунтовых вод города Перми // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, 2016. С. 175-178.
10. URL: http://www.osmos.ru/house/article/nitraty_ochistka_vody.html (дата обращения 25.02.2017).

ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОД БАССЕЙНА РЕКИ ИРЕНЬ

И.С. Репин

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
ivan.repin.2012@mail.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Ермолович И.Г.

Аннотация: в данной статье рассматриваются возможности загрязнения подземных вод в бассейне реки Ирень при разработке нефтяных месторождений. Большое внимание уделяется значению карста. Кратко описывается влияние неотектоники на миграцию флюидов.

Ключевые слова: карст, загрязнение нефтепродуктами.

HYDROCARBONS INFLUENCE ON CHEMICAL COMPOSITION OF WATERS IN THE IREN RIVER BASIN

I.S. Repin

Perm State University, 4th year Student, ivan.repin.2012@mail.ru

Research Supervisor: Senior Lecturer I.G. Ermolovich.

Abstract: The article deals with possible pollution of underground waters in the Iren River basin while developing oil fields. Geological and hydrogeological conditions of the researched territory are described in detail. Much attention is given to importance of karst.

Keywords: karst, groundwater pollution.

Сульфатно-карбонатные иренские отложения имеют широкое площадное распространение на описываемой территории, преимущественно в левобережной части р. Ирень. А в правобережье она выходит на поверхность в виде узкой полосы меридионального простираения, погружаясь под соликамские отложения в западном направлении. Иренская свита представляет собой чередование хорошо выдержанных по площади гипсово-ангидритовых и известняково-доломитовых пачек.

Л.А. Шимановский [1] в иренской свите выделил два водоносных горизонта, отметив при этом особую роль туйской карбонатной пачки, которая, по его мнению, является водоупором, определяющим разницу гидрогеологических условий верхней и нижней части комплекса.

По Г.А. Максимовичу [2] северная часть Уфимского плато представляет собой бассейн трещинно-карстовых вод с двусторонним стоком: на запад к р. Ирени и на восток - в сторону р. Сылвы и Иргины. Описываемый комплекс имеет распространение в западной части этого бассейна и, следовательно, разгружается в р. Ирень [1] подразделяет этот бассейн на ряд более или менее самостоятельных бассейнов, ограниченных крупными правыми притоками р. Ирени. Атмосферные осадки, выпадая на поверхность карстующихся пород иренской свиты, проникают вглубь, образуя зону вертикальной циркуляции. На участках, где карбонатные пачки залегают на уровне глубоких речных долин движение вод резко меняет своё направление на горизонтальное. В этих условиях подземные воды стекают по падению карбонатных слоёв и разгружаются на незначительном превышении над урезами рек. На отдельных участках «подвешенные» горизонтальные потоки карстовых вод приурочены не к карбонатным прослоям, а к мощным толщам сульфатных пород. Вероятно, они связаны с древними пещерами, дно которых закальматировано глинистыми осадками. Таков родник 175 в окрестностях с. Ключики 2-е, вытекающий из пещеры, имеющей превышение 5 м над дном суходола.

Кокуйское месторождение приурочено к субмеридиональной Веслянской валообразной структуре. Выходы подземных вод на поверхность обусловлены как нисходящими потоками из центральной части карстового массива, так и восходящими потоками карстовых вод из водопроявляющих и водоносных полостей в обвално-карстовом горизонте, захватывающем значительную часть приповерхностной толщи коренных отложений. Глубина таких полостей в зонах активного выщелачивания сульфатных пачек иренского горизонта, по данным структурного и изыскательского бурения, может достигать 60 и более метров. Восходящие движения глубинных вод из карстовых полостей к поверхности могут быть инициированы закачкой вод в продуктивные горизонты при разработке Кокуйского месторождения [3]. Эти движения глубинных вод, вероятно, происходит как по вертикали, так и в латеральном направлении через сеть предполагаемых субвертикальных линейных трещинно-разрывных структур. Их периодическое раскрытие под воздействием современных тектонических деформаций осадочного комплекса, возможно, активизирует интенсивность поступления глубинных флюидов к поверхности. С ними связано поступление в поверхностные источники минеральных и углеводородных загрязнений непосредственно из погребенных продуктивных толщ непосредственно через трещины в условно непроницаемых крышках. По имеющимся сведениям наиболее загрязненные нефтью участки расположены в меридиональной полосе линеаментов, ограничивающих с востока Кокуйский и Павловский блоки.

До 1997 года нефтепроявлений на территории Кокуйского месторождения не наблюдалось, в том числе и на реке Тураевке около д. Павлово. Залповый выброс нефти впервые произошел 18 апреля 1997 г. Вода в реке покрылась плёнкой нефти 20 сантиметровой толщины. В воздухе стоял специфический запах. В 250 метрах выше деревни, в месте выхода из горы реки Тураевки, обнаружили выделения нефти, в течение 10 дней последствия аварии были ликвидированы [3].

Для установления причины загрязнения проводились исследования. Было установлено превышение ПДК по содержанию нефтепродуктов в воде Тураевки в 4-5 раз, в атмосферном воздухе превышение ПДК по всем углеводородам также в несколько раз.

Экспертизой было определено считать основным источником загрязнения воды - р. Тураевку, в которую нефть попадает из карстовых полостей, а атмосферного воздуха - эксплуатационные скважины. В местах выхода нефти были сооружены нефтеловушки.

Работы на данной территории проводились сотрудниками Кунгурского стационара Горного Института УрО РАН, ПермНИПИнефть, ООО «НТС-Нефтегаз», сотрудниками кафедры динамической геологии и гидрогеологии ПГНИУ. Вероятнее всего, главным источником нефтепроявлений является постоянная миграция флюидов из продуктивных горизонтов по зонам неотектонической трещиноватости, а не локальные

приповерхностные аварийные разливы, связанные с нарушениями технологии разработки месторождения [3]. На территории Кокуйской группы месторождений в естественных условиях в разрезе палеозойских отложений имеются в наличии субвертикальные трещинные зоны, по которым возможна вертикальная восходящая миграция компонентов глубинных пластовых флюидов из нижних продуктивных горизонтов в приповерхностную гидросферу. Наиболее интенсивное движение вод в карстовом массиве приурочено к линейным субвертикальным тектоническим трещинно-разрывным структурам, а разгрузка подземных вод наблюдается в виде родников в узлах пересечения линеаментов и основных и второстепенных дрен. В карбонатно-сульфатном комплексе пород толщи, перекрывающей продуктивные горизонты, отсутствуют глинистые водоупоры, широко развиты карстовые процессы, что способствует вертикальной проницаемости перекрывающего комплекса пород. Высокая ёмкость перекрывающего карбонатного комплекса способна поглотить значительные объёмы пластовых и сточных вод в случае нарушения герметичности скважин, трубопроводов или восходящих потоков углеводородов по зонам разуплотнения осадочного чехла.

Принимая во внимание возникновение процесса сульфат-редукции в водах р. Каменки, протекающей на территории месторождения, можно предположить, что поступление нефти в грунтовые воды сульфатно-кальциевого состава обуславливают интенсификацию и других микробиологических процессов трансформации углеводородов в серо и азот содержащие компоненты, в том числе высокотоксичные.

Подводя итог вышеизложенному, следует подчеркнуть, что главной причиной нефтепроявлений на промыслах является не природный, а техногенный фактор, инициирующий начало процесса. Интенсивная нефтедобыча и применение при разработке различных методов воздействия на продуктивные горизонты для повышения нефтеотдачи активизирует современные зоны тектонической активности. Провоцируются слабые землетрясения вследствие длительной добычи жидких полезных ископаемых и закачки вод. Депрессии, возникающие в процессе разработки нефтяных залежей с поддержанием пластового давления путём заводнения, приводят к вертикальным перетокам флюидов и загрязнению пресных вод верхних горизонтов. Перетоки осуществляются из эксплуатационных и ликвидированных скважин из-за негерметичности и по трещинным зонам [4].

Источники загрязнения геологической и природной среды на исследуемой территории могут быть как глубинными, так и поверхностными [5].

По результатам отбора проб воды для лабораторных исследований и последующего их гидрохимического анализа, оценки макро- и микро - компонентного состава поверхностных и подземных вод можно сделать вывод, что интенсивный процесс выщелачивания гипсов серии, выражающийся широким развитием карста, определяет преимущественное распространение сульфатных кальциевых вод. В центральной части течения реки Ирень были отмечены значительные превышения предельно допустимой концентрации нефтепродуктов. Здесь содержание нефтепродуктов равно $5,62 \text{ мг/дм}^3$. А в реке Тураевке, близ деревни Павлово, $15,52 \text{ мг/дм}^3$, что свидетельствует о частичном загрязнении вод нефтепродуктами.

Литература

1. Шимановский Л.А., Шимановская И.А. Отчёт о гидрогеологической съёмке масштаба 1:200000 в северной части Уфимского плато. Фонды УТГУ, 1956.
2. Максимович Г.А. Основы карстоведения, т.1. Пермь, 1963.
3. Оборин А.А. Нефтезагрязнённые биогеоцинозы (процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы): монография / А.А. Оборин, В.Т. Хмурчик, С.А. Иларионов, М.Ю. Маркарова, А.В. Назаров; УрО РАН; Перм. гос. ун-т; -Пермь, 2008.-511 с.
4. Быков В.Н. Экология недропользования: Учеб. Пособие: В 2кн. / Перм. гос. ун-т.; -Пермь 2000.
5. Быков В.Н. Нефтегазовое карстоведение. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2002.-351 с.

ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ ГОРОДА ПЕРМИ

Д.А. Снежинская, Н.В. Патрушев, М.А. Зяббаров

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 2 курса, студент 4 курса,
студент 1 курса snezhinskaya.darya@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Тюрина И.М.

Аннотация: проведена сравнительная оценка родниковых вод на наличие нитратного загрязнения, вычислен коэффициент опасности и выявлены наиболее загрязнённые родники

Ключевые слова: родники, химический состав, нитратное загрязнение, коэффициент опасности.

ECOLOGICAL AND HYDROGEOCHEMICAL CONDITIONS OF THE RIGHT BANK OF THE CITY OF PERM

D.A. Snezhinskaya, N.V. Patrushev, M.A. Zyabbarov

Perm State University, 2nd year Student, 4th year Student, 1st year Student, snezhinskaya.darya@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.M. Tyurina

Abstract: A comparative evaluation of spring water for the presence of nitrate pollution, hazard ratio calculated and identified the most polluted springs.

Keywords: rings, chemical composition, nitrate contamination, hazard ratio.

Экологическая ситуация в г. Перми с каждым годом меняется, чаще всего не в лучшую сторону. Одним из главных факторов загрязнения окружающей среды является деятельность человека. Немаловажное практическое значение для удовлетворения потребностей населения г. Перми в питьевой воде имеют родники, множественные выходы которых отмечаются во всех районах города. Загрязнение таких родников может зависеть от степени защищённости водоносного горизонта, расположения относительно источников антропогенного загрязнения, отсутствия санитарно-защитных зон на прилегающих к ним территориях.

Родники микрорайонов Н.Курья, Гайва и Закамск приурочены к слабоводоносному локально-водоносному шешминскому терригенному комплексу и водоносному локально-слабоводоносному четвертичному аллювиальному комплексу Восточно-Русского бассейна пластовых вод, сложенному из пластов и линз гравия, галечника, разнородных песков с прослоями супесей и суглинков. Основным источником питания этого горизонта являются атмосферные осадки [1].

На территории этих микрорайонов насчитывается порядка 13 родников. По результатам химического анализа 5 режимных родников установлены преобладающие гидрохимические фации – $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$ и $\text{SO}_4\text{-Ca-Cl}$. Содержание SO_4 колеблется от 24,3 до 160,77 мг/дм³; Cl- от 14,55 до 150,0 мг/дм³. Общая жесткость родниковых вод составляет 5,05 мг*эquiv/ дм³. Показатель pH равен 6-7 и свидетельствует о том, что воды нейтральные. Для данной территории характерно быстрое увеличение минерализации вод с глубиной и небольшая водообильность пород. Вследствие этого перспективные водоносные горизонты для централизованного водоснабжения на территории г. Перми отсутствуют. За счёт подземных вод можно обеспечить лишь небольшие предприятия и отдельные посёлки при условии контроля за качеством воды [2]. Изучен химический состав родников за осенние периоды 2012 и 2016 гг. Рассмотрены данные по содержанию нитратов, так как они являются основным показателем бытового загрязнения (табл.).

Таблица

Химический состав родниковых вод правобережья г. Перми

№	Местопол-е	2012 г.			2016 г.		
		Минер. мг/дм ³	NO ₃ , мг/дм ³	Гидрохим. фация	Минер., мг/дм ³	NO ₃ , мг/дм ³	Гидрохим. фация
1	Лев. берег р. Гайвы у изоляторного завода	227,8	17,23	HCO ₃ -Ca-SO ₄	244,5	16,2	HCO ₃ -Ca
2	Прав. берег р. Камы, ул. Кировоградская 110	401,03	40,56	SO ₄ – Ca-Cl	609,8	56,3	Cl-SO ₄ -Ca
3	Прав. берег р. Камы, ул. Калинина 12	339,6	47,44	SO ₄ – Ca – HCO ₃	348,1	49,6	SO ₄ -Cl-HCO ₃
4	Прав. берег р. Камы, ул. Водников	425,98	59,54	SO ₄ – Ca-Cl	534,7	91,4	SO ₄ -NO ₃ -Cl
5	Прав. берег р. Камы, ул. Шишкина 12	508,55	31,25	SO ₄ – HCO ₃ -Ca	546,2	33,6	SO ₄ -Cl-HCO ₃

Согласно руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04) авторами был проведен расчёт коэффициента опасности и выявлены наиболее загрязнённые родники. Коэффициент опасности (КО) - это отношение действующей дозы или концентрации химического вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия (для нитратов референтный уровень равен 1,6 мг/кг). Если рассчитанный коэффициент опасности вещества не превышает единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни не существенна и такое воздействие характеризуется как допустимое [3].

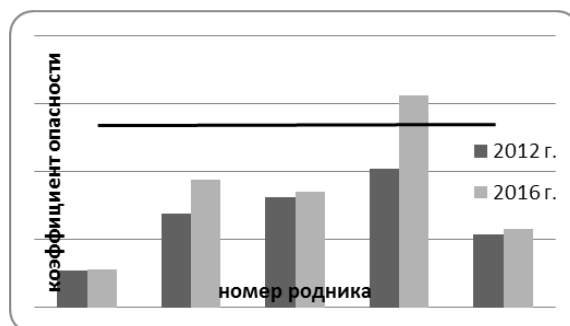


Рис. Диаграмма коэффициентов опасности по содержанию нитратов в родниках за 2012 и 2016 гг.

Приведенная диаграмма построена по значениям коэффициентов опасности по содержанию нитратов в родниках (рис.). Предельный порог обозначен жирной линией. Таким образом, можно судить о потенциальной опасности родников по этим результатам. За 2012 г. лишь один родник №4 (1,02) наблюдался с потенциально опасной водой. Наибольшее значение коэффициента опасности за 2016 г. наблюдается у родника №4

(КО=1,56). У остальных родников произошли небольшие изменения коэффициента опасности не в лучшую сторону, но при этом предельный порог коэффициента опасности не превышен.

Из изложенного следует, что ни в одном из родников не улучшается качество воды. Вода родника № 4 является потенциально опасной для употребления. Коэффициент опасности родника №2 близок к предельному порогу, следовательно, можно предположить, что и он окажется потенциально опасным для употребления. Необходим регулярный мониторинг химического состава подземных вод и проведение комплекса экологических мероприятий направленных на ликвидацию источников загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края. Энциклопедия. Пермь, 2006. 464 с.
2. Шимановский Л.А., Шимановская И.А. Пресные подземные воды Пермской области. Пермь, Пермское книжное издательство, 1973. 197 с.
3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Утверждено и введено в действие Главным санитарным врачом РФ 05.03.2004.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СОСТАВА ДРЕНАЖНЫХ ВОД ПРИ ИМИТАЦИИ ВЫВЕТРИВАНИЯ СУЛЬФИДСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД

Н.А. Стрильчук

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, студент 4 курса, nata.stirilchuk@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., научный сотрудник Яблонская Д.А.

Аннотация: в работе приводятся данные о формировании состава дренажных вод, полученные в результате экспериментальных работ по имитации выветривания сульфидсодержащих вмещающих пород медно-порфировых объектов Баимской рудной зоны (Западная Чукотка).

Ключевые слова: кислотный сток, состав дренажных вод, потенциал кислотообразования, имитация выветривания.

RESEARCH THE DYNAMICS OF COMPOSITION OF DRAINAGE WATERS UNDER SIMULATED WEATHERING OF SULPHID ROCKS

N.A. Strilchuk

Lomonosov Moscow State University, 4th year Student, nata.stirilchuk@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Researcher D.A. Yablonskaya.

Abstract: The paper presents data about the formation of drainage water obtained as a result experimental studies to simulate the weathering for sulfidic geologic materials of porphyry copper deposits (Baimskaya ore zone, Western Chukotka).

Keywords: acid drainage, composition of drainage water, the potential of acid generation, weathering simulation.

При выветривании сульфидсодержащих пород происходит образование агрессивных кислых сульфатных вод с повышенной минерализацией, влияющих на качественный состав природных вод. Для прогноза активизации процессов кислотного стока при освоении сульфидных месторождений необходимо оценить общий потенциал и скорость кислотообразования для вмещающих пород. Прогнозные оценки базируются на результатах специальных статических и кинетических тестов и, как правило, осуществляются на этапе разработки проекта освоения месторождения [1,2].

В основу работы положены результаты изучения керна разведочных скважин (25 образцов) потенциально промышленных медно-порфировых объектов Баимской рудной зоны (Западная Чукотка), освоение которых является приоритетной задачей развития региона в настоящее время. Аналитические работы проводятся на базе лабораторного комплекса кафедры геохимии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Баимская зона расположена в юго-восточной части Олойского металлогенического пояса, Cu-Mo-Au-порфировые месторождения сформировались при внедрении монцонитовых интрузий раннемелового егдыгкычского комплекса в верхнеюрские вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования. Оруденение пространственно связано с каливошпатовыми и кварц-серицитовыми зонами, включающими штокверки кварцевых жил и прожилки с борнитом, халькопиритом, молибденитом, пиритом и титаномagnetитом, на отдельных участках развита зона вторичного сульфидного обогащения с борнитом и халькозином [3].

Общий потенциал кислотообразования вмещающих пород, определенный в ходе статических тестов (Acid Base Accounting (ABA-тест), по [2]), оценивается как высокий, коэффициент потенциала нейтрализации для всех образцов меньше единицы [4], что свидетельствует о значительной вероятности формирования кислотного стока.

Состав потенциальных дренажных вод в первом приближении соответствует составу водных вытяжек из вмещающих пород (Short-Term Leach Test, по [2]). Состав фильтратов, полученных в статическом режиме, гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый и магниевый-кальциевый с щелочными и околонеитральными значениями pH (6,6-7,8) и минерализацией 0,3-0,4 г/л, за исключением пород зоны развития пиритовой

оторочки, для которых водные вытяжки отличаются повышенной до 1 г/л минерализацией, сульфатным кальциево-магниевым составом и значениями рН от 3,3 до 4,8.

Исследование динамики состава потенциальных дренажных вод проводится в ходе имитации выветривания (Humidity Cell Test, [5]) в лабораторных условиях для трех образцов вмещающих пород.

За весь период тестирования (30 недель) значения водородного показателя в еженедельных фильтратах из образцов пород сохраняются на уровне 7,0-7,7. Данные по удельной электропроводности растворов свидетельствуют, что основной вынос легкорастворимых солей происходит в первые 6-7 недель выветривания, при этом анионный состав фильтрационных вод сменяется на сульфатно-гидрокарбонатный (рис.).

Полученные данные позволяют утверждать, что, несмотря на высокий потенциал кислотообразования вмещающих пород Баймской рудной зоны, установленный по результатам АВА-теста, в долговременном периоде пока не происходит активизации процессов формирования кислотного стока. В настоящее время экспериментальное исследование динамики состава фильтратов продолжается.

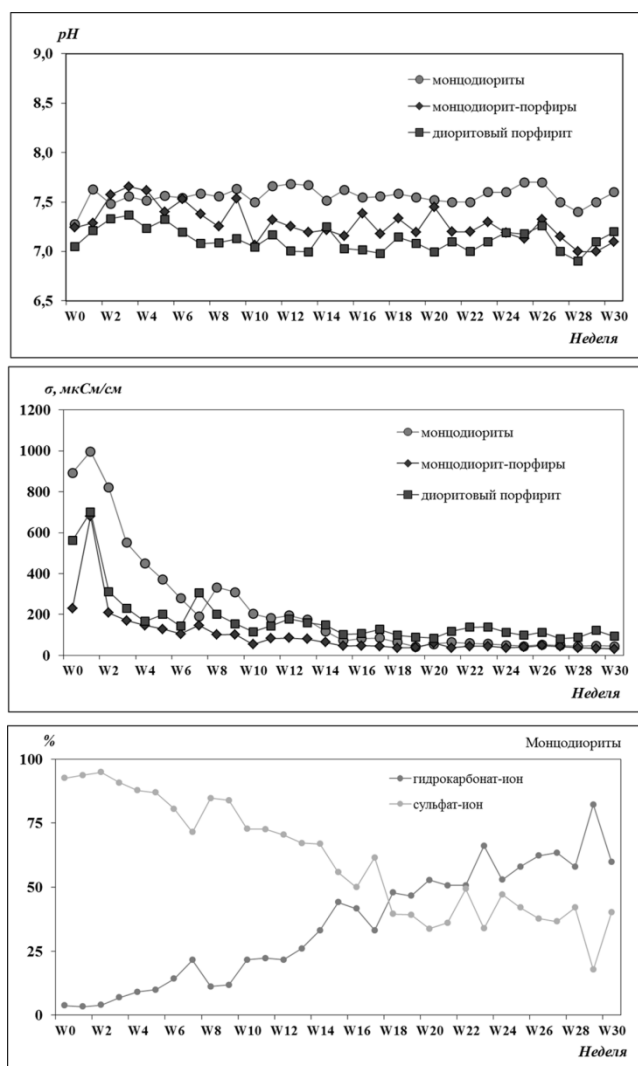


Рис. Динамика изменения рН, удельной электропроводности и состава анионов еженедельных фильтратов

Литература

1. Еделев А.В. Прогнозная оценка состава дренажных вод, взаимодействующих с сульфидсодержащим веществом. *Геология и геофизика*, 2013. Т.54, №1, С. 144-157.
2. MEND Report 1.20.1 Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. December 2009.
3. Маруценко Л.И., Бакшеев И.А., Нагорная Е.В., Читалин А.Ф., Николаев Ю.Н., Калько И.А., Прокофьев В.Ю. Кварц-серпичитовые метасоматиты и аргиллизиты Au-Mo-Cu-месторождения Песчанка (Чукотка), Россия // *Геология рудных месторождений*. 2015. Т. 57. № 3. С. 213-225.
4. Lubkova T., Yablonskaya D., Shestakova T., Strilchuk N., Olynikova O. Geochemical investigations for the acid rock drainage prediction applied to the Nakhodka porphyry copper system (Western Chukotka, Russia) // *16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016*, том 5, С. 381-388
5. ASTM D5744 – 13. Standard Test Method for Laboratory Weathering of Solid Materials Using a Humidity Cell1. Copyright by ASTM International, United States. 2013, 23 p.

ГИДРОХИМИЯ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАССЕЙНА Р.СТИКС В Г. ПЕРМИ

П.А. Токарев

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения,
pastokarev@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Килин Ю.А.

Аннотация: центральная часть г. Перми в последнее время интенсивно застраивается, в районе р. Стикс и выхода её коллектора на поверхность строится новый микрорайон Солдатская слобода. Всё это оказывает отрицательное воздействие на гидрохимический состав вод.

Ключевые слова: Пермский край, ретроспектива хим. состава, подземные воды, антропогенное воздействие.

HYDROCHEMISTRY OF GROUNDWATER AND SURFACE WATER OF THE RIVER STYX IN PERM

P.A. Tokarev

Perm State University, 1st year Master's Degree Student, pastokarev@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader Yu.A. Kilin.

Abstract: The Central part of the city of Perm is intensively built up in the region of the river Styx and its exit manifold to the surface to build a new neighborhood of Soldiers' settlement. All this has a negative impact on the hydrochemical composition of water.

Keywords: Perm region, a retrospective of the chemical composition, underground water, human impact.

Река Стикс протекает по жилым кварталам Свердловского района г. Перми в северо-восточном направлении в настоящее время является техногенно измененным водотоком, так как в XX столетии происходило бурное развитие города Пермь, город застраивался, при этом русло реки заключали в трубы, а рельеф местности выравнивался.

В гидрогеологическом отношении по результатам исследований встречены грунтовые воды четвертичного и шешминского водоносных комплексов:

1. верхний (установившийся) уровень вод четвертичного водоносного комплекса (порово-грунтовые воды);
2. нижний (появившийся) уровень вод четвертичного водоносного комплекса;
3. воды шешминского водоносного комплекса.

Порово-грунтовые воды (1-й горизонт) приурочены к верхней части четвертичного разреза, представленного аллювиально-делювиальными, в основном, текучепластичными- текучими суглинками. Уровень грунтовых вод зафиксирован на глубине 2,0-4,4 м (отметки 144,2-148,5 м).

Воды на преимущественно слабой (по результатам 2002г.- сильной) углекислотной агрессивностью по отношению к бетону нормальной проницаемости, за период 2002-2005г.г.- пресные, по изысканиям 2010 г. - слабосоленые; очень жесткие (в 2002г.- встречаются жесткие); по pH – слабощелочные, редко нейтральные; по химическому составу преимущественно гидрокарбонатно-сульфатно- кальциево-натриевого и сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевого состава.

В нижней части четвертичного разреза подземные воды (2-й горизонт), в основном аккумулируются в линзах песчано-гравийных отложений, не имеющих площадного распространения. Воды были вскрыты на глубине 2,2-6,5 м (отметки 140,35-148,27 м).

Воды слабосоленые, очень жесткие, по pH кислые, нейтральные, по химическому составу преимущественно гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевого, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевого.

Воды шешминского водоносного комплекса (3-й горизонт) приурочены к аргиллитам и песчаникам. Вся толща обводнена, но ее водообильность по разрезу неравномерна. Основным источником питания служат атмосферные осадки и воды четвертичных отложений. Воды верхнепермских отложений напорные. Величина напора составляет 5,2-20,5 м. Воды вскрыты на глубине 9,8-24,2 м (отметки 126,8-141,45 м) [1].

Подземные воды преимущественно слабосоленые, очень жесткие, по химическому составу преимущественно гидрокарбонатно- сульфатно-кальциево-натриевого и сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевого состава. Химический состав подземных вод практически не изменился за период с 1989-2004 [2].

Питание р. Стикс происходит за счет разгрузки подземных вод, атмосферных осадков и утечек из водонесущих коммуникаций. По своему химическому составу вода в реке Стикс имеет гидрокарбонатно-кальциево-натриевый состав. Содержание загрязняющих веществ изменяется по сезонам года. В период прохождения весеннего половодья наблюдаются более высокие концентрации загрязняющих веществ. В период прохождения дождевых паводков и при меженных уровнях воды содержание загрязняющих веществ снижается. Очевидно, это связано с тем, что загрязняющие вещества, скопившиеся на водосборе за период с ноября по апрель, попадают в реку [3]. В этот период наблюдается превышение ПДК по сухому остатку (более 1 г/л), по кальцию ($232-240 \text{ мг/дм}^3$), по аммонии ($11,65 \text{ мг/дм}^3$), по сульфатам ($331,61 \text{ мг/дм}^3$). В летне-осенний

период содержание загрязняющих веществ снижается, содержание почти всех веществ не превышает ПДК, исключение составляет аммоний и сульфаты. Этот факт указывает на загрязнение воды хозяйственно-бытовыми стоками [4].

Таблица

Химические анализы воды реки Стикс в створах 1-1, 2-2, 3-3.

Содержание по пробам							
Водоток	Стикс Створ 3-3	Стикс Створ 1-1	Стикс Створ 2-2	Стикс Створ 1-1	Стикс Створ 2-2	Стикс Створ 1-1	Стикс Створ 1-1
Глубина, м	0	0	0	0	0	0	0
Дата	29.04.04	29.04.04	29.04.04	23.06.04	23.06.04	20.07.04	16.09.04
Катионы							
Кальций ⁺⁺ , мг/л	232,46	240,48	232,46	198,40	210,42	114,23	98,20
Магний ⁺⁺ , мг/л	34,05	29,18	31,62	26,75	34,05	20,67	13,38
Железо ⁺⁺ , мг/л	0	0,01	0,01	0	0	0,01	0
Железо ⁺⁺⁺ , мг/л	0,08	0,08	0,10	0	0	0,13	0,05
Аммоний ⁺ , мг/л	9,83	11,65	9,65	1,73	0,28	2,66	3,50
Натрий ⁺⁺ +К, мг/л	61,02	96,49	83,54	92,78	45,80	38,01	55,04
Анионы							
Гидрокарбо-наты, мг/л	463,74	451,53	500,35	463,74	463,74	268,48	207,46
Хлориды, мг/л	127,62	127,62	127,62	116,99	102,81	56,72	53,18
Сульфаты ⁻ , мг/л	298,75	331,67	306,57	238,67	228,79	138,68	167,07
Нитриты, мг/л	0,02	0,03	0,03	0,10	0,10	0,13	0,01
Нитраты, мг/л	11,43	8,84	11,93	22,54	2,65	19,89	13,26
Карбонаты, мг/л	0	24,0	0	0	0	0	0
Минерали-зация мг/л	1238,99	1321,58	1303,87	1161,69	1088,64	659,61	611,14
Сухой остаток, мг/л	1007,13	1095,2	1053,70	929,82	856,77	525,37	507,41

По величине минерализации (по О.А. Алекину) воды имеют высокую минерализацию. Река Стикс на участке изысканий является неизученным водотоком, на гидрохимический режим которой влияют техногенные факторы. В настоящее время большая часть водосборной площади засыпана, застроена, перекрыта сетями коммуникаций - ливневой канализации, дренажных сетей, хозяйственно-бытовой канализации. Река превратилась в техногенно-измененный водоток, сток в которой наблюдается ниже ул. Н. Островского. Загрязняющие вещества поступают в реку Стикс с дождевыми и талыми водами, а также при утечках из коммуникаций. Отрицательное воздействие на реку Стикс будет происходить во время строительства и в период эксплуатации. При строительномонтажных работах по заключению реки в трубу возможны различные негативные процессы, которые необходимо учесть. Предусмотреть мероприятия обеспечивающие охрану подземных и поверхностных вод от загрязнений [5].

Литература

1. Отчёт об Инженерно-геологических работах на объекте «Жилой комплекс “Солдатская слобода” в Свердловском районе г. Перми» выполнены ЗАО «ВерхнекамГИСИЗ» на основании технического задания ОАО «СтройПанельКомплект» и договора №174 от 25 марта 2005.
2. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте «Жилой комплекс «Солдатская слобода», ОАО «ВерхнекамГИСИЗ» 2004.
3. Отчет об оценке воздействия на окружающую среду при строительстве жилого микрорайона «Солдатская слобода» в квартале №145 Свердловского района г. Перми», Естественнонаучный институт, 2005.
4. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
5. СП 11-101-95 по разработке раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» при основаниях инвестиций в строительстве предприятий, зданий и сооружений. М., Госстрой России, 1998.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЕВОНСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.С. Трубицын, Г.Ю. Дешевых

Воронежский государственный университет, аспирант 1 года обучения, dimbasman@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Бочаров В.Л.

Аннотация: статья посвящена практической значимости вод девонских отложений для питьевого водоснабжения в северо-западной части Воронежской области. Приведена подробная характеристика франского водоносного горизонта как наиболее перспективного в разрезе девонских отложений. Исследования позволили установить, что водообильность франского водоносного горизонта в первую очередь зависит от литологического состава пород и их трещиноватости.

Ключевые слова: подземные воды, водоносный горизонт, водоснабжение, химический состав, девонский комплекс, водообильность, концентрация, удельный дебит.

PROSPECTS USE OF GROUNDWATER DEVONIAN COMPLEX FOR DRINKING WATER SUPPLY POPULATION OF NORTHWESTERN PARTS VORONEZH REGION

D.S. Trubitsyn, G.Yu. Deshevykh

Voronezh State University, 1st year Post-graduate Student, dimbasman@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.L. Bocharov.

Abstract: The article is devoted to the practical importance of the waters of the Devonian in the provision for drinking water supply north-western part of the Voronezh region. Provides detailed description of the Frasnian aquifer as the most promising in the Devonian section. Investigations revealed that the abundance of water Frasnian aquifer in the first place depends on the lithology and fractures.

Keywords: groundwater aquifer, water supply, transmissibility, water-bearing rocks, the chemical composition, the Devonian complex, abundance of water, concentration, discharge.

Практическая значимость вод девонских отложений в части обеспечения питьевого водоснабжения возрастает в северо-западной части Воронежской области. Эта территория практически полностью попадает в пределы площади листа М-37-III (Касторное) масштаба 1:200 000, в пределах которого большей частью расположены Нижнедевицкий, Семилукский и Хохольский районы.

На данной территории первые от поверхности водоносные отложения мелового возраста выклиниваются или характеризуются существенно низкими фильтрационными свойствами. Кроме того, хорошо изученные первые от поверхности водоносные подразделения часто испытывают загрязнение, обусловленное антропогенным влиянием [1]. В связи с этим водоносный комплекс девонских отложений приобретает приоритетное значение как объект изучения при поисках питьевых подземных вод.

Рассматриваемая территория находится на восточном склоне Средне-Русской возвышенности и представляет собой полого холмистую равнину. Большая часть территории листа дренируется реками Ведуга, Девица и их притоками (бассейн р. Дон).

В геологическом строении территории принимают участие докембрийские, девонские, юрские, меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные образования. Верхнедевонские отложения выходят на поверхность только по долинам крупных рек [1].

Девонский водоносный комплекс включает водоносные франский и эйфельско-франский горизонты и относительно водоупорный франский (чаплыгинский) горизонт.

Перспективным для использования является франский водоносный горизонт, залегающий первым в разрезе девонских отложений и имеющий повсеместное распространение на исследуемой территории.

Франский водоносный горизонт 2(D_{3f}) сложен породами саргаевского, семилукского, петинского, воронежского, евлановского и ливенского горизонтов франского яруса верхнего девона [2]. Водовмещающими отложениями служат трещиноватые известняки с прослоями песчаников, пески. Мощность обводнённых отложений в северо-восточной части площади листа достигает 110,0 м. Уровни воды устанавливаются в долинах рек Ведуга, Девица на глубинах 0,5 м, увеличиваясь в сторону водораздельных пространств до глубины 85,0 м. В кровле горизонта залегают водоносные отложения нижнемелового и четвертичного возраста. Перекрывающий водоупор отсутствует. Подстилающим водоупором выступают глины чаплыгинской свиты.

Водообильность горизонта определяется рядом факторов, основными из которых являются литологический состав пород и их трещиноватость.

Для дисперсных нелигифицированных и слабосцементированных пород с поровым типом проницаемости основным фактором, определяющим фильтрационные параметры горизонта, выступает литолого-фациальный состав водовмещающих отложений [3]. В этом отношении водоносными являются пески и песчаники петинской и воронежской свит. Отложения петинской и воронежской свит распространены в северной половине площади листа. Удельные дебиты единичных скважин, оборудованных для эксплуатации водоносных петинско-воронежских отложений изменяются в пределах 0,28-1,54 л/с.

Для лигифицированных пород (известняки и доломиты) основополагающим фактором, определяющим величину проницаемости пород, помимо выщелоченности (кавернозности) является тектоническая трещиноватость. К таковым относятся евлановско-ливенские и семилукско-саргаевские отложения.

Евлановско-ливенские отложения распространены в крайней северной части площади листа. Водовмещающими породами являются трещиноватые известняки с прослоями глин и, реже, песчаников. Удельные дебиты скважин, оборудованных для эксплуатации водоносных евлановско-ливенских отложений изменяются от 0,1 до 3,85 л/с.

Образования семилукской и саргаевской свит на интересующей нас территории распространены повсеместно. Водовмещающие породы представлены переслаиванием трещиноватых известняков и глин. Удельные дебиты эксплуатационных скважин изменяются в значительных пределах, от 0,14 до 1,98 л/с.

В целом воды горизонта пресные, преимущественно гидрокарбонатные, реже сульфатно - гидрокарбонатные различного катионного состава, с преобладающей минерализацией 0,5 - 0,9 г/дм³. Во многих случаях в водах горизонта отмечается повышенное (по отношению к санитарным нормам) содержание бора, максимальное значение которого достигает 2,4 мг/дм³ [4].

Величина общей жесткости изменяется в пределах от 3,0 до 7,0 мг-экв/дм³, преобладающие значения рН изменяются в пределах 7,0-8,0. Содержание в воде общего железа находится в пределах 0,05-0,5 мг/дм³.

Приведенная гидрогеологическая характеристика франского водоносного горизонта позволяет сделать следующие выводы:

1. разрез франского горизонта пестрый, водовмещающими породами здесь служат пески, трещиноватые известняки и песчаники. Наиболее водообильные участки приурочены к эрозионным врезам, где франские отложения залегают вблизи земной поверхности;

2. пространственное распределение водообильности водовмещающих образований определяется литологическим составом и трещиноватостью пород;

3. химический состав подземных вод преимущественно гидрокарбонатный, реже сульфатно-гидрокарбонатный, различного катионного состава, без особых превышений, за исключением повышенного содержания бора. В этом случае воды горизонта рекомендуется использовать совместно с водами готерив-сеноманского водоносного горизонта. В результате смешения воды девонских и меловых горизонтов можно избавиться от превышенных концентраций брома, характерных для девона и высоких концентраций общего железа, характерных для вод нижнемеловых отложений;

4. в связи с хорошей защищенностью от загрязнения с поверхности и на отдельных участках с достаточно высокой водообильностью, подземные воды франского водоносного горизонта следует рассматривать как один из основных водоносных горизонтов централизованного питьевого водоснабжения.

Литература

1. Позднякова Н. И. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Воронежской области в 2014 г. Воронеж, 2015. Воронежский филиал ФБУ «ТФГИ по ЦФО».
2. Егоров В.А. Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (Воронежская область, II этап). Воронеж, 1999 ФБУ «ТФГИ по ЦФО», инв. № 1485.
3. Шестаков В. М. Гидрогеодинамика: учебник. – М.: КДУ, 2009. – 334 с.:ил., табл.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». М.: Минюст, 2001. - 98 с.

СУКСУНСКИЙ РАЙОН - ЗОНА РАЗГРУЗКИ КАРСТОВЫХ ВОД

О.С. Филин

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
filinaelena67@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Килин Ю.А.

Аннотация: Суксунский карстовый район является зоной разгрузки карстовых вод Уфимского вала. Разгрузка происходит как со стороны Русской платформы, так и со стороны Предуральяского прогиба. Виды разгрузки разнообразны: родниковая – в виде высокодебитных выходов карстовых вод типа воклюзов, субаквальная – в озера и русла рек, подземная – в контактирующие породы. Здесь Кунгурский водоносный горизонт карбонатных отложений разделяется на локализованные подземные потоки соответственно наиболее проницаемым (трещиноватым, закарстованным) зонам и зонам литологических контактов.

Ключевые слова: разгрузка вод, карстовые воды, Суксунский район.

HYDROGEOLOGY SUKSUNSKII KARST REGION IN THE PERM KRAI (PROVINCE)

O.S. Filin

Perm State University, 4th year Student, filinaelena67@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader Y.A. Kilin.

Abstract: The Suksun karst area is an area of karst water discharge of the Ufa shaft. The discharge comes from both the Russian platform and from the Ural deflection. There are different types of water discharge. The spring discharge is in the form of high-producing outputs of karst water as a vauclus, subaqueous discharge goes to lakes and riverbeds, underground discharge goes to the contact solid. There the Kungur aquifer of carbonate deposits is divided into localized groundwater flows respectively the most permeable (fractured, karst) zones and zones of lithologic contacts.

Keywords: discharge of water, karst water, Suksun area.

Суксунский муниципальный район. Естественными водными источниками в районе является р. Сылва с ее притоками. Из левых притоков наиболее крупными является р. Иргина. Правые притоки Сылвы представлены мелкими реками: Березовка, Сыра, Салан, и др. Химический состав трещинных вод отличается большим разнообразием, что обусловлено пестротой литологического состава. Водоснабжение восточной части района осуществляется за счет поверхностных вод Сылвы, Иргины и грунтовых и трещинных вод аллювиальных и терригенных отложений [1].

Гидрогеология. Территория Суксунского района входит в гидрогеологические области трещинных и карстовых вод Сылвенской впадины и карстовых вод Уфимского плато. В восточной части района, относящейся к Сылвенской впадине, развиты грунтовые воды аллювиальных отложений, а также трещинно-пластовые и карстовые воды кунгурского терригенного водоносного комплекса. В связи с загипсованностью разреза и наличием линз соли в нижней части кунгурского комплекса развиты минерализованные воды.

В западной части Суксунского района, входящей в область карстовых вод Уфимского плато, распространены карстовые воды артинско-филипповского карбонатного горизонта. Главная особенность его в том, что основные ресурсы подземных вод приурочены к линейным водообильным зонам (концентрированные карстовые водотоки), часто проявляющимся на поверхности в виде логов и суходолов [2].

Подземные воды в Суксунском районе используются населением из родников, колодцев и скважин. Карстовые участки с очагами разгрузки карстовых вод сведены в таблицу (табл.1).

Таблица 1

Карстовые участки Кишертского района с очагами разгрузки карстовых вод		
Суксунско-Советинский	Долины р.Советянки, р.Киселевки	Родники восходящие и нисходящие от 2л/сек до 54 л/сек карстовая река Советянка увеличивает расход при разгрузке родников с 16 л/сек до 257 л/сек. Вода пресная с минерализацией от 61 до 641 мг/л
Ключевской	Долина р.Иргины	Родники севернее горы «Рифа» 11шт. восходящие и нисходящие с суммарным дебитом до 36л/сек, дающим начало ручья. Южнее горы «Рифа» у с.Брехово 4 родника дающие начало р.Иргина с дебитом 320л/сек. Суммарный дебит родников составляет более 1000 л/с.

Таблица 2

Химический состав вод Суксунского района					
	Место отбора пробы	Дата опробования	Минерализация, мг/л	SO4-2 мг/л	Гидрохимическая фация
1	р.Сылва(прав.берег)	15.06.15г.	425,4	22,7	HCO3 – Ca—SO4
	р.Сылва(лев.берег)	15.06.15г	407,2	64,7	HCO3 – Ca—SO4
2	р.Иргина(прав приток)	16.06.15г	476,6	65	HCO3 – Ca—SO4
	р.Иргина(лев.приток)	16.06.15г	334,8	21.2	HCO3 – Ca—SO4
3	р.Советинка	15.06.15г	363,1	1,7	HCO3 – Ca—SO4
4	Родник	16.06.15г.	483,7	31.2	HCO3 – Ca—SO4
	Колодец(д.Мартьянов)	16.06.15г.	766,6	148.3	HCO3 – Ca—SO4

Фациальный состав поверхностных вод

Фациальный состав подземных вод

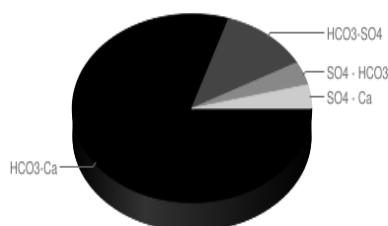


Рис. 1. Фациальный состав поверхн. вод



Рис. 2. Фациальный состав подземн. вод

Общее представление, о весовом соотношении растворенных в воде веществ, дают гидрохимические фации. Климатические условия обуславливают преобладание гидрокарбонатно-кальциевых гидрохимических фаций. Влияние местных факторов – литологического, гидрогеологического и антропогенного – приводит к появлению не типичных для данной климатической зоны гидрохимических фаций. На участках развития легкорастворимых сульфатных пород, подстилающих грунтовые воды, и в местах подтока сульфатных карстовых вод появляются сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые гидрохимические фации. Такое явление установлено для сел Б. Ключи и для деревень Мазуевка, Шумково и др.

По исследованиям экспедиции кафедры в 2015 г., где я непосредственно принимал участие, были отобраны 43 пробы поверхностных и подземных вод. Фациальный состав поверхностных вод выглядит следующим образом: в 24х пробах из 43 преобладают гидрокарбонатно-кальциевые воды (80%) , в оставшихся 20% – сульфатно-кальциевые, сульфатно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные (рис.1). Фациальный состав подземных вод (19 проб) преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый (90%) и гидрокарбонатно-сульфатный (10%) (рис.2).

Уровень грунтовых вод испытывает закономерные сезонные колебания. Максимальные уровни отмечаются обычно в мае и сентябре – октябре, минимальные – в феврале, марте, иногда в январе. Летний минимум затушевывается, но все же к концу лета население указывает на понижение уровня воды в колодцах. Амплитуды сезонных колебаний уровней достигают иногда 3,3 м (Л.А. Шимановский, 1958).

В ходе исследования было отмечено лишь одно превышение ПДК по минерализации из 43 проб (по ГОСТу 2874 ПДК = 1000мг/дм³) – в районе Карстовой воронки (проба № 407), здесь M = 1185,6 мг/дм³. Одной из причин высокой минерализации, является значительная сульфатность. Минимальная же минерализация наблюдается в районе Карстового озера (проба № 110) - M = 121, 3 мг/дм³.

В результате донного опробования на Карстовом озере (проба № СС-17) было выявлено наличие нефтепродуктов – 0,37 мг/дм³. Так же незначительное количество данного показателя было замечено в 2х ручьях, колодце и роднике.

В результате изучения гидрогеологических и гидрохимических данных можно сделать вывод, что питание грунтовых вод происходит не только за счет инфильтрации атмосферных осадков и речных вод в аллювиальные отложения, но в значительной степени за счет подтока пресных карстовых вод с запада и

частично сульфатных с востока. На формирование химического состава грунтовых вод данного района большое влияние оказывает не только нефтяное, но и бытовое загрязнение.

Литература

1. Электронный ресурс. URL: www.suksun.ru (дата обращения: 03.03.2017).
2. Килин Ю.А. Минькевич И.И. «Кишертский район – зона разгрузки карстовых вод».

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ

О.С. Ценева

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
tsos1994@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Тюрина И.М.

Аннотация: рассмотрены вопросы поиска нефтяных и газовых месторождений геомикробиологическим методом, выделены перспективные территории на нефтегазоносность по результатам биогеохимической съемки.

Ключевые слова: подземные воды, микробиология, поиск нефтегазовых месторождений, перспективные территории.

MICROBIOLOGICAL RESEARCH UNDERGROUND WATER OIL-GAS DEPOSITS IN THE PERM REGION

O.S. Tseneva

Perm State University, 4th year Student, tsos@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.M. Tyurina.

Abstract: Search for oil and gas fields by microbiological method, allocated promising areas for oil and gas potential on the results of biogeochemical survey.

Keywords: groundwater, microbiology, search for oil and gas fields, promising areas.

Геомикробиологический метод основан на изучении жизнедеятельности микроорганизмов бактериального фильтра Земли. Углеводородная микрофлора образует в своей совокупности своеобразный биологический фильтр, способный задержать и переработать значительную часть горючих газов, просачивающихся к поверхности, что создает аномалии в зоне поисково-геохимического зондирования и ореола рассеивания залежей углеводородов.

Нормальная жизнедеятельность углеводородоокисляющей микрофлоры невозможна без воды, так как все необходимые вещества для своего роста и существования микроорганизмы усваивают из водных растворов, поэтому геомикробиологический метод основан на изучении бактериологического состава подземных вод. Жизненно необходимыми для микроорганизмов являются соединения углерода, водорода, кислорода и многие другие, которые в разных количествах содержатся во всех типах вод.

В настоящее время наиболее изучена деятельность микроорганизмов в преобразовании газов, поскольку они являются для последних необходимыми субстратами для роста и развития. Ведущая роль микробиологических процессов в образовании азота, двуокиси углерода, сероводорода бесспорна. Это же можно утверждать и для синтеза метана и водорода в верхней зоне литосферы [1].

При оценке перспектив нефтегазоносности используются различные поисковые признаки, которые делятся на две группы: прямые и косвенные. К прямым относятся бактерии, избирательно окисляющие этан, пропан, бутан и частично пентан; бактерии, потребляющие ароматические углеводороды (бензол, толуол, нафталин и др.); к косвенным – десульфатизирующие микроорганизмы. В качестве контрольных микроорганизмов служат бактерии, продуцирующие метан и водород [2].

Геомикробиологический метод исследования является составной частью геохимических работ при поисках месторождений нефти и газа. Целесообразность такого комплексирования обусловлена следующими обстоятельствами:

- микроорганизмы могут ассимилировать значительную часть мигрирующих веществ, в результате форма газогеохимических аномалий может значительно изменить свои характеристики;
- путем определения углеводородобразующих бактерий могут быть отбракованы газовые «ложные» аномалии за счет процессов современного метанообразования;
- обычно наблюдается обратная зависимость между суммой углеводородов и интенсивностью развития углеводородоокисляющей микрофлоры;
- на содержание углеводородных газов в геохимических аномалиях влияют фазы солнечно-лунных гравитационных волн, а микробиоценоз бактериального фильтра отличается большей стабильностью ввиду многовековой адаптации к этим колебаниям.

Наблюдение за общей численностью бактерий в грунтовых водах Приуралья показали, что количество бактерий колеблется в пределах от 2 до 300 тыс. кл/мл. Бактерии, окисляющие пропан, бутан, составляют в среднем 10% от общей численности [1].

Выбор опорных, информативных горизонтов для нефтепоисково-геохимических исследований осуществляется на глубине ниже регионального уровня грунтовых вод.

Для выяснения эффективности водной газобиохимической съемки в условиях Пермского Прикамья опытно-методические работы были первоначально представлены на трех разведанных месторождениях: Мазунинское (Кунгурский район), Майкорское (Юсьвинский район), Каменское (Октябрьский район). Помимо поднятий с заведомо известной нефтеносностью, местом опытно-методических исследований был избран район Биявашского поднятия (Октябрьский район), оконтуренного по данным структурного бурения и подготовленного к разведке. Спустя несколько лет здесь было открыто месторождение. Кроме того, газобиохимическая съемка проводилась также в районе детально разбуренного «пустого» поднятия – Ишимовского (Октябрьский район).

Данная таблица свидетельствуют о том, что в отношении интенсивности развития как углеводородокисляющих бактерий в сумме, так и в особенности бактерий, окисляющих тяжелые углеводороды, над всеми месторождениями получен четкий аномальный эффект. Над всеми месторождениями отмечаются и повышенные газовые показатели по сумме тяжелых углеводородов и, за исключение Мазунинского месторождения, по сумме всех углеводородных газов. В данном случае на Мазунинском месторождении получена отрицательная газовая аномалия за счет метана. Относительно высокие концентрации его в водах прилегающих участков, а также интенсивные процессы бактериального окисления тяжелых углеводородных газов снивелировали газовый эффект в этом районе и без того ослабленный довольно мощным экраном слабопроницаемых сульфатно-карбонатных отложений кунгурского яруса.

На Ишимовском «пустом» поднятии ни по углеводородокисляющим бактериям, ни по сумме тяжелых углеводородных газов аномалии не выделены.

Таблица
Основные геохимические показатели водной биогеохимической съемки в Пермском Приуралье [1]

Месторождение, поднятие	Водорастворенные газы, $n \cdot 10^{-4} \text{ см}^3/\text{дм}^3$		Углеводородокисляющие бактерии, усл. ед.	
	Метан	Сумма гомологов матана	Сумма углеводород-кисляющих бактерий	Сумма этан-, пропан-, бутан-окисляющих бактерий
Месторождения				
Майкорское				
В контуре	237,35	57,45	56,2	50,8
За контуром	23,94	19,74	17,3	6,6
Среднее	164,6	44,76	36,4	31,8
Мазунинское				
В контуре	0,26	0,48	32,0	15,0
За контуром	1,51	0,34	12,0	1,7
Среднее	0,79	0,38	23,0	10,0
Каменское				
В контуре	60,28	13,51	74,8	83,6
За контуром	10,45	7,35	21,3	13,1
Среднее	29,01	9,71	46,6	30,4
Биявашское				
В контуре	50,53	502,29	81,0	81,0
За контуром	2,14	1,89	0,0	0,0
Среднее	31,4	274,72	48,7	48,7
Поднятия				
Ишимовское				
Свод	16,03	2,07	18,4	14,6
Крылья	5,45	1,87	18,8	13,2

В России остались слабо разведанные территории, где существует шанс открытия новых месторождений. Эти территории не изучены из-за отдаленности, сложных физико-географических условий, поэтому далеко не все методы поисков возможно там применить. Проще применять на этих территориях комплексные геохимические методы, включая геомикробиологические исследования.

Литература

1. Оборин А. А., Стадник Е. В. Нефтегазопроисходящая геомикробиология, Екатеринбург: УрО РАН, 1996.
2. Зорькин Л.М., Старобинец И.С., Стадник Е.В. Геохимия природных газов нефтегазоносных бассейнов. М.: Недра, 1984.

ПОДТОПЛЕНИЕ ЗАСТРОЕННЫХ УЧАСТКОВ СЕЛА БАШКУЛТАЕВО ПЕРМСКОГО КРАЯ

Э.Р. Шаймарданова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
shaymardanova.elvina@inbox.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Минькевич И.И.

Аннотация: подтопление - по наносимому социально-экономическому ущербу, занимает ведущее место среди опасных инженерно-геологических процессов. Процесс подтопления является проблемой как больших городов, так и небольших населенных пунктов.

Ключевые слова: подтопление, инженерно-геологические изыскания, гидрогеологическая характеристика.

FLOODING OF BUILT-UP AREAS OF THE VILLAGE BASHKULTAEVO PERM REGION

E.R. Shaymardanova

Perm State University, 4th year Student, shaymardanova.elvina@inbox.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.I. Minkevich.

Abstract: Flooding — caused socio-economic damage, is the leading hazardous engineering-geological processes. The process of flooding is a problem as big cities and small settlements.

Keywords: flooding, geological engineering, hydrogeological characteristics.

Введение. Проблема подтопления в последние годы является одной из самых актуальных. Именно в Пермском крае участились случаи подтопления застроенных участков. И это осложняет хозяйственное освоение территории, а так же усложняет жизнь жителям проблемных районов, приносит большой вред приусадебным участкам и сельскому хозяйству.

Были изучены материалы отчета по инженерно-геологическим изысканиям в селе Баш-Култаево под строительство мечети на ул. Октябрьская. Проведены обследования территории и замеры уровней воды в скважинах, опрос местных жителей в связи с подтоплением жилых построек.

Целью работы является изучение причин подтопления в селе Баш-Култаево.

Общие сведения о районе исследования. В административном отношении исследуемым участком является с. Башкултаево Пермского района Пермского края.

В геоморфологическом отношении район расположен на 4 левобережной надпойменной террасе р. Камы, осложненной долинами р. Мулянка и р. Малиновка и их мелкими притоками.

В геологическом строении района принимают участие пермские песчаники и аргиллиты, перекрытые четвертичными аллювиальными отложениями – суглинки и гравийными грунтами. С поверхности распространен почвенно-растительный слой, мощностью 3.0 м.

В гидрогеологическом отношении район характеризуется распространением подземных вод, приуроченных к четвертичным аллювиальным и пермским отложениям.

При изысканиях в августе 2012 г., установившийся уровень подземных вод зафиксирован в толще гравийных грунтов на глубине 3.4; 3.6 м.

Согласно приложению ИСП 11-105-97 часть 2 территория района отнесена к категории 2-А, что является потенциально подтопляемой.

В связи с тем, что изыскания проводились в летнюю межень, в период снеготаяния и обильных проливных дождей возможен подъем уровня подземных вод на всю толщу гравийных грунтов до отметки 134.62; 135.18 м. [1]

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-нитратно-кальциевые с минерализацией 1.5-1.6 дм³.

Причины подтопления. Основными причинами подтопления на стадии строительного освоения застраиваемых территорий являются:

- изменение условий поверхностного стока при осуществлении вертикальной планировки (в том числе засыпки естественных дренажей – оврагов и водотоков, срезка растительного покрова и др.),
- значительный разрыв во времени между земляными и строительными работами нулевого цикла, приводящий к накоплению поверхностных вод в строительных котлованах, траншеях и выемках.
- заилованность русла и дна водоемов [2]

Источники и факторы подтопления. Источники подтопления территорий промышленных предприятий, городов и населенных пунктов разделяются на естественные и искусственные.

К естественным источникам относятся атмосферные осадки (дождевые и талые воды), грунтовые воды, сток поверхностных вод с окружающих территорий, вода в парообразной форме в грунтах зоны аэрации.

К искусственным источникам относятся воды, накапливающиеся в различных искусственных понижениях рельефа, котлованах, траншеях, грунтах обратной засыпки, различные резервуары, отстойники, накопители жидких стоков и шламонакопители, гидрозолоотвалы, очистные сооружения, объекты с мокрым технологическим процессом (цехи мокрых производств, ТЭЦ и др.), водонесущие коммуникации всех видов и др. [3,4].

Мероприятия при хозяйственном освоении территории. При освоении территории необходимо выбирать мероприятия исходя из местных природных условий и специфики производственно-хозяйственной деятельности.

Детальное изучение природных особенностей района (положение уровня грунтовых вод и их режима, литологические особенности, степень дренируемости территории системой рек и овражно-балочной сетью, соотношение коэффициентов испарения и инфильтрации).

Предварительный прогноз качественных и количественных изменений естественных условий в процессе подготовки территории на стадии планировочных работ, строительства и эксплуатации объектов с учетом величины водопотребления, площадей сооружений и искусственных покрытий [3].

Мероприятиями по предотвращению, локализации и устранению негативных последствий освоения являются: выбор и разработка оптимальных технологических схем при строительстве и эксплуатации промышленных и гражданских объектов, дополнительные мероприятия по предотвращению утечек промышленных и хозяйственных вод, а также изменения химического состава грунтовых вод.

Заключение. Породы, перекрывающие коренные пермские отложения, являются четвертичными аллювиальными. Уровень грунтовых вод находится близко к дневной поверхности, в связи с этим в период снеготаяния и половодья возможно его поднятие.

Автором были проведены измерения уровня грунтовых вод в скважинах на территории с. Башкултаево в период весеннего половодья 2016 г. наблюдалось поднятие подземных вод аллювиального горизонта выше дневной поверхности. Вода доходила до жилых построек, затопивая приусадебные территории и подвалы.

Литература

1. СНиП «Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застроенных территориях» МОСКВА СТРОЙИЗДАТ, 1991
2. Отчет по инженерно-геологическим изысканиям на объекте «Мечеть по ул. Октябрьская в с. Баш-Култаево Пермского района Пермского края» выполнены ОАО «Верхнекам ТИСИЗ», 2012.
3. Быков В.Н., Д.М. Димухаметов, М.Ш. Димухаметов. Эколого-геологическая обстановка города, 2001.
4. Котлов. Ф.В. Антропогенные геологические процессы на территории города. М., 1977.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ РЕКИ ИРЕНЬ

Ю.М. Шамгунова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса,
Schamgunovaym@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Килин Ю.А.

Аннотация: рассмотрен химический состав подземных и поверхностных вод бассейна р. Ирень. Приведена оценка данных гидрогеохимических исследований подземных и поверхностных вод за 2016 год. Так же выделены основные виды загрязнений на исследуемой территории.

Ключевые слова: загрязнение вод, химический состав вод, р. Ирень.

POLLUTION OF GROUND AND SURFACE WATERS IN THE POOL OF THE RIVER IREN

Yu.M. Shamgunova

Perm State University, 4th year Student, Shamgunovaym@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader Y.A. Kilin.

Abstract: Chemical composition of underwater and surface water of the Iren's river basin was described in this article. Evaluation of these hydrogeochemistry studies of underwater and surface water was shown for 2016. Also the main types of pollution in the study area were highlighted.

Keywords: water pollution, chemical composition of waters, the river IREN.

Территория исследований расположена в пределах бассейна р. Ирень, на территории Октябрьского, Уинского, Ординского и Кунгурского районов Пермского края. Главным водотоком изученной территории является река Ирень с ее притоками. Рельеф земной поверхности холмисто-увалистый. Абсолютные отметки понижаются от 290 м в восточной части территории до 180-200 м южнее с. Орды. Наиболее низкие отметки в долинах р. Ирени (137 м).

Основное направление течения большинства рек меридиональное. Гидрографическая сеть (гидрологический фактор) оказывает влияние на формирование подземных вод. Существенное значение имеет густота гидрографической сети, глубина эрозионного вреза, режим и химический состав речных вод, характер взаимоотношений их с подземными водами. Густота гидрографической сети способствует водообмену в водоносных горизонтах, выносу солей из них и обуславливает формирование разнообразных по химическому составу грунтовых вод [1].

На химический состав поверхностных вод исследуемого района оказывают влияние как природные, так и антропогенные факторы, причем последние оказывают наибольшее влияние. Большое количество природных

загрязнений поступает в водоемы весной с паводковыми водами, в составе которых имеются растворимые и нерастворимые загрязняющие вещества: растительные остатки, продукты размыва берегов, мусор, некоторые вещества, вымываемые из почв. К числу природных факторов следует отнести наличие карстующихся пород на водосборе бассейна, чем вызвана повышенная минерализация поверхностных вод. На разрезе (рис.1) показано, что правый берег реки сложен гипсами и ангидритами кунгурского яруса нижней перми, это объясняется сульфатный состав подземных и поверхностных вод питающих р. Ирень. Среднее содержание основных компонентов приведено на круговой диаграмме (рис.2).

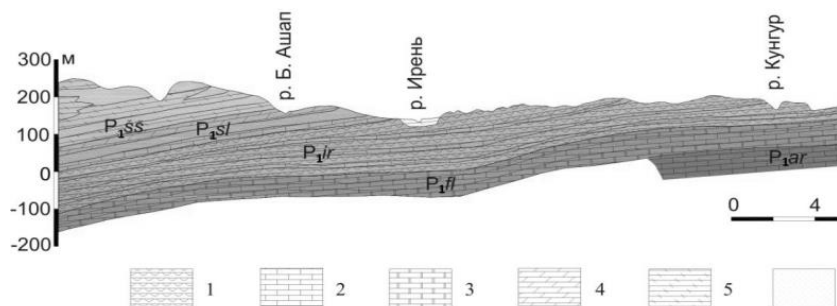


Рис. 1. Геологический разрез зоны активного водообмена
1 – гипсы и ангидриты; 2 – известняки; 3 – доломиты; 4 – мергели;
5 – аргиллиты; 6 – песчаники.

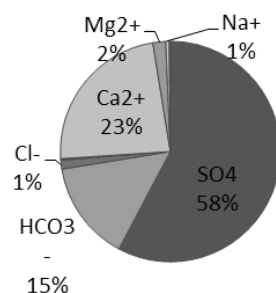


Рис. 2. Среднее содержание растворенных веществ

В результате деятельности человека в водоемы поступает большое количество различных загрязнений в жидком, твердом, коллоидном и эмульгированном состоянии. Все их можно разделить на следующие основные группы: бытовые загрязнения, промышленные загрязнения, загрязнения ядохимикатами, удобрениями, поверхностно-активными веществами.

Промышленные стоки в настоящее время являются основными источниками загрязнения водоемов. Наибольшее количество вредных отходов поступает в водоемы со сточными водами нефтедобывающей промышленности. В бассейне р. Ирени интенсивно ведется разработка нефтяных месторождений. На территории бассейна расположены 8 действующих нефтяных месторождений, 7 магистральных и 3 внутрипромысловых газопровода, 4 нефтепровода. Сточные воды на нефтепромыслах образуются при бурении нефтяных скважин, их эксплуатации, промывке и очистке нефтяных резервуаров, в которые собирают нефть, при обработке нефти [2].

Родники истоков р. Ясылки и р. Каменки расположенные в пределах горного отвода Кукуйского месторождения нефти имеют химический состав SO₄ – Ca – HCO₃ с минерализацией от 1515,3 мг/дм³ до 2630,0 мг/дм³, Cl иона меняется от 1,7 мг/дм³ до 43,2 мг/дм³, содержание Mg от 21,4 мг/дм³ до 52,1 мг/дм³, pH изменяется от 6,93 до 7,57, жесткость общая меняется от 20,3 до 35,2 мг-экв/л. Для данных родников по исследованиям 2016 г. характерно присутствие большого количества нефтепродуктов до 3200 мг/дм³. При этом количество нефтепродуктов меняется от 3,6 мг/дм³ в апреле, 2360 мг/дм³ в мае и 3200 мг/дм³ в июле. Дебиты меняются от сезона года весной от 2-10 л/с, в летнюю межень до 1,5-5 л/с. В родниках, где обнаруживается большое количество нефтепродуктов, наблюдался белый цвет воды и выходы нефтепродуктов в виде черных шаровидных сгустков и масляных радужных пленок. Интересный факт, что пробы воды, отобранные в устьях р. Ясылки, р. Каменки не показывают наличие нефтепродуктов. Этот факт указывает на очаговое загрязнение, которое в дальнейшем может привести к загрязнению обширных территорий по направлению потока подземных и поверхностных вод. Факт такого загрязнения установлен в восходящем роднике, расположенном между деревнями Карьево и Маринкино в 3-х метрах от уреза р. Ирень содержание нефтепродуктов 5,62 мг/дм³.

Сведения о максимальных и средних концентрациях нефтепродуктов в речных водах (в местах, где обнаружено загрязнение) за 1984 и 2016 года приведены в таблице.

Таблица

Содержание нефтепродуктов		
Год	Среднее значение мг/дм ³	Максимальное содержание мг/дм ³
1984	1,36	1,8
2016	4,53	15,52

В 1984 г. наибольшее содержание нефтепродуктов отмечалось в р. Ирени-Веслянка (1,44 мг/дм³), р. Ирень-Кокуй (0,78 мг/дм³), р. Ирень-Шубино (1,44 мг/дм³), р. Ирень-Кунгур (1,8 мг/дм³) [2].

В 2016 г. в центральной части течения реки Ирень были отмечены значительные превышения ПДК. В 100 м на юго-запад от д. Малый Ашап (1,26 мг/дм³), р. Тураевка (15,52 мг/дм³).

Химический состав и санитарное состояние подземных вод аллювиально-делювиальных отложений, имеющих повсеместное распространение на водоразделах и склонах западной части бассейна р. Ирень находится в прямой зависимости от химизма подземных вод подстилающих отложений шешминской свиты нижней перми, в основном он гидрокарбонатный [3].

В очагах загрязнения (животноводческие комплексы, фермы, населенные пункты) загрязнение носит биогенный и бактериальный характер, в местах разработки нефтяных залежей - промышленный характер (нефтепродукты). Охрана подземных и поверхностных вод бассейна р. Ирень носит актуальный характер, требует срочной разработки специальных мероприятий для локализации очагов загрязнений.

Литература

1. Афанасьев Т.П., Ахмедсафин У.М., Бабинцев А.Е. *Гидрогеология СССР. Том XIV. Урал. М.: Недра, 1972. - 648 с.*
2. Михайлов Г.К., Булдаков Б.А. *Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Формирование подземного стока в зависимости от структурно-тектонических условий Уфимского плато /междуречье Сылвы и Ирени/. Пермь - 1969. Михайлов Г.К., Булдаков Б.А.*
3. Шимановский Л.А., Кунц Э.В. *Формирование химического состава подземных вод зоны активного водообмена Пермской области. Химический состав и ресурсы подземных вод Предуралья и Зауралья. Сборник научных трудов. Свердловск, 1986.*

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ФОТОДЕСТРУКЦИИ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ

А.Р. Алешина, О.Ю. Дроздова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, студент 4 курса, молодой ученый,
alisa.aleshina@mail.ru, drozdova_olga@yahoo.fr

Научный руководитель: к.б.н. Дроздова О.Ю.

Аннотация: одним из важнейших регуляторов биохимического цикла элементов в природе является деструкция растворенного органического вещества в природных водах. В данной работе исследуется процесс фотодеструкции органических веществ природных вод бореальной зоны. Определены некоторые количественные и качественные характеристики, показывающие изменение органических веществ под действием УФ-излучения. В ходе исследуемого процесса изменяются формы нахождения Cr, Co, Zn, Ni и Cu с увеличением доли их низкомолекулярной фракции, что может повысить их биодоступность.

Ключевые слова: фотодеструкция, природные воды, растворенное органическое вещество, гуминовые вещества, металлы.

ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF THE PHOTODEGRADATION PROCESS OF ORGANO-MINERAL COMPLEXES IN SURFACE WATERS OF BOREAL ZONE

A.R. Aleshina, O.Yu. Drozdova

Lomonosov Moscow State University, 4th year Student, Young Researcher, alisa.aleshina@mail.ru,
drozdova_olga@yahoo.fr

Research Supervisor: Candidate of Biological Sciences O.Yu. Drozdova.

Abstract: Degradation of dissolved organic matter in natural waters is one of the most important regulators of elements biochemical cycles in nature. In this work we investigate the process of photodegradation of organic matter in natural waters of the boreal zone. Some of the quantitative and qualitative characteristics, showing the changes of the organic matter under UV-radiation, were identified. During UV exposure, the change of forms of Cr, Co, Zn, Ni and Cu occurs, the proportion of low molecular weight fraction increase and it can enhance their bioavailability.

Keywords: photodegradation, surface waters, dissolved organic matter, humic substances, metals.

Растворенное органическое вещество (РОВ) в континентальном стоке является наиболее динамичным и крупным геохимическим резервуаром, изменения в котором отражают особенности климатической зональности и процессы изменения климата. Для железа и большинства микроэлементов доминирующая миграционная форма представлена комплексными органо-минеральными соединениями, в которых роль лигандов играют преимущественно анионы фульвокислот. Транспортная функция гуминовых веществ (ГВ) обусловлена устойчивостью образующихся комплексных соединений и их растворимостью [1]. Несмотря на высокую термодинамическую устойчивость, гуминовые вещества могут трансформироваться во время миграции. Основными процессами, ответственными за трансформацию органических веществ, являются их био- и фотодегградация [2]. Фотодеструкция органических веществ в значительной степени регулирует биохимические циклы элементов путем изменения их биологической доступности [3], и интенсивность выбросов CO₂ из поверхностных вод в атмосферу [4]. К настоящему времени проведено много исследований по фотодегградации РОВ [5,6]. Однако данных о механизмах фотохимических превращений и возможных изменений форм металлов в литературе недостаточно.

Данная работа направлена на изучение процессов, происходящих при УФ-облучении природной воды. Лабораторные эксперименты проводились с пробами вод истока р. Сеньга (Владимирская область), характеризующихся высоким содержанием растворенного органического углерода (РОУ) и железа. Чтобы исключить микробиологическое воздействие пробы воды при отборе были пропущены через фильтр 0,22 мкм (FiltrеM). Длительность экспериментов составляла 26 дней. Для облучения использовались УФ-лампы (ДКБУ 9,254 нм). Через определенные промежутки времени отбирались пробы, которые при необходимости консервировались и хранились в холодильнике до анализа. В ходе эксперимента контролировались: значения рН раствора, оптические характеристики, содержания РОУ, гуминовых веществ и металлов в различных размерных фракциях (метод ультрафильтрации с использованием фильтров Millipore: 0,22 мкм, 0,025 мкм и 1 кДа).

Оптические плотности проб исследуемой природной воды при разных длинах волн уменьшались со временем облучения, изменялись такие показатели как C/N и SUVA₂₅₄, что свидетельствует о трансформации РОВ во время эксперимента. Общее содержание РОУ при УФ-облучении проб уменьшилось в 3,5 раза. При этом так же наблюдалось уменьшение РОУ во фракции <0,025 мкм (в 2,7 раза) и небольшое увеличение в фильтратах <1 кДа (в 1,7 раза). Общее содержание гуминовых веществ в облученных пробах уменьшилось почти в 6 раз по сравнению с исходным. Для фракции <0,025 мкм в первые 10 дней экспериментов

наблюдалось снижение концентраций ГВ, а затем их увеличение в исследуемых пробах, что может быть связано с преобладанием разрушения более высокомолекулярных ГВ.

Наблюдалось снижение $[Fe]_{общ}$ в ходе эксперимента. Это может быть связано с тем, что при воздействии УФ-излучения часть железа высвобождается из комплексов с органическими лигандами и начинает образовывать коллоиды, которые задерживаются на фильтре 0,22 мкм при перефильтрации проб. Было отмечено увеличение содержания $Fe(II)$ в растворе (до 45% от $[Fe]_{общ}$) при облучении, и его снижение в последующие дни эксперимента. Стоит отметить, что в пробах, которые подвергались УФ-облучению так же наблюдалось выпадения осадка, представленного, в основном, гидроксидами железа и органическими веществами.

Снижение концентраций в растворе наблюдалось для таких металлов как Pb, Cr, Co и Zn, что, возможно, связано с тем, что данные элементы находятся в комплексах с органическими лигандами, которые стабилизируют образующиеся коллоиды железа, или в виде изоморфных примесей гидроксидов Fe. Общие содержания Ni и Cu не изменялись в ходе эксперимента. В фильтратах <0,025 мкм концентрации всех рассматриваемых элементов уменьшались. Содержания Cr, Co, Zn, Ni и Cu увеличивались во фракции <1 кДа, что свидетельствует о возможности разрушения их высокомолекулярных комплексов с органическими веществами (например, с ГВ) и образовании более низкомолекулярных форм, которые, как известно, являются более биодоступными.

В условиях проведенных экспериментов происходило разрушение РОВ в пробах исследуемой природной воды под действием УФ-излучения, с образованием низкомолекулярных органических соединений в качестве продуктов деструкции. Одновременно с этим происходит образование высокомолекулярных соединений, представляющих собой гидроксиды железа, стабилизированные органическими веществами. Показано, что в ходе исследуемого процесса деструкции РОВ могут изменяться формы нахождения металлов в природных водах.

Литература

1. Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука, 1993. – 237 с.
2. Ilina S.M., Drozdova O.Yu., Lapitskiy S.A., Alekhin Yu.V., Demin V.V., Zavgorodnyaya Yu.A., Shirokova L.S., Viers J. And Pokrovsky O.S. Size fractionation and optical properties of dissolved organic matter in the continuum soil solution-bog-river and terminal lake of a boreal watershed // *Organic Geochemistry*, 2014. Vol. 66. P. 14-24.
3. Vähätalo, A.V. and Wetzel, R.G. Photochemical and microbial decomposition of chromophoric dissolved organic matter during long (months-years) exposures // *Marine Chemistry*, 2004, Vol. 89. P. 313-326.
4. Cory, R.M., Ward, C.P., Crump, B.C. and Kling, G.W. Sunlight controls water column processing of carbon in arctic fresh waters // *Science*. 2014, Vol. 345. P. 925-928.
5. Porcal, P., Dillon, P.J. and Molot, L.A. Interaction of extrinsic chemical factors affecting photodegradation of dissolved organic matter in aquatic ecosystems // *Photochemical & Photobiological Sciences*. 2014, Vol. 13. P. 799-812.
6. Ward, C.P. and Cory, R.M. Complete and partial photo-oxidation of dissolved organic matter draining permafrost soils // *Environmental Science & Technology*. 2016, Vol. 50 (7). P. 3545–3553.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВЛЯЮЩИХ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОССОШИНСКОЙ ПЛОЩАДИ С ЦЕЛЬЮ РАЗМЕЩЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ХРАНИЛИЩА ГАЗА

Э.Я. Аюпова

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, магистрант 2 года обучения,
ayupova.eliza@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Харькина М.А.

Аннотация: рассмотрены составляющие эколого-геологической системы (ЭГС) Россошинской площади. Описаны составляющие ЭГС Россошинской площади. Проведенные исследования показали, что располагающееся на территории Россошинской площади подземное хранилище газа в каменных солях не оказывает значительного воздействия на биоту.

Ключевые слова: эколого-геологическая система, подземные хранилища газа, эколого-геологические условия.

CHARACTERISTICS OF COMPONENTS OF ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL SYSTEMS ROSSOSHINSKAYA AREA FOR THE PURPOSE OF PLACEMENT AND FUNCTIONING UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES

E.Y. Ayupova

Lomonosov Moscow State University, 2nd year Master's Degree Student, ayupova.eliza@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader M.A. Kharkina.

Abstract: We describe the components of ecological and geological systems of Rossoshinskaya area. Studies have shown that is located on the territory of Rossoshinskaya Square underground gas storage in rock salts do not have a significant impact on the biota.

Keywords: ecological and geological system, underground gas storage, ecological and geological conditions.

Термин экосистема был введен в научную литературу в 1935 году английским ботаником А. Тенсли, который рассматривал экосистему как «совокупность комплексов организмов с комплексом физических факторов их окружения, то есть факторов местообитания в широком смысле» [2]. В свою очередь важным является определить, какое место в экосистеме занимает эколого-геологическая система (ЭГС). Она представляет собой определенный объем литосферы с функционирующей непосредственно в нем или на его поверхности биотой, включая человека и социум. То есть, ЭГС является частью экосистемы (рис.) [3].

Объектом исследования стала Россошинская площадь, которая находится на западном пологом склоне южной части Приволжской возвышенности в 25 км к западу от г. Волгоград. В административном отношении изучаемая территория находится в Городищенском районе Волгоградской области в окрестностях села Красный Пахарь. На ее территории располагается Волгоградское подземное хранилище газа (ПХГ) в каменных солях. На данный момент размыто три резервуара и одна скважина находится в процессе бурения.

Характеристика ЭГС Россошинской площади включает в себя характеристики абиотической части: литосферы (массива горных пород, подземных вод, современных процессов, геохимических и геофизических полей), почвы, а также биотической составляющей: растительного и животного мира, микроорганизмов и человеческого сообщества.

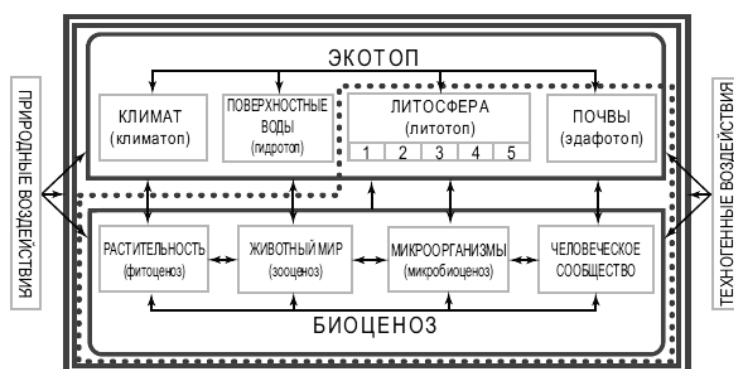


Рис. Схема структуры экосистемы с учетом геологической составляющей и классов воздействий на нее. Точечной линией выделены границы эколого-геологической системы [3]

В ходе изучения **абиотической части** ЭГС Россошинская площадь обладает благоприятными геологическими и гидрогеологическими условиями для организации подземного хранилища газа. Они заключаются, во-первых, в наличии соляных отложений ($P_{1к}$) мощностью 600 м, обладающих высокой герметичностью. Во вторых, наличием водоносного горизонта (T_1), который может использоваться как источник технического водоснабжения для подземного растворения солей при создании подземной полости. При этом мощная толща (150 м) нижнетриасовых глин практически изолирует горизонты отбора технических вод и горизонт закачки высокоминерализованного рассола. Эрозия почв и частичное заболачивание, определяющие эколого-геодинамические условия, не препятствуют подземному строительству.

Геохимическая обстановка определяется сульфатно-хлоридным загрязнением почв. Почвообразование идет по каштановому типу с образованием каштановых и светло-каштановых почв в комплексе с солонцами. На староорошаемых площадях развито вторичное засоление. Концентрации загрязнителей (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni) не превышают установленные санитарные нормы (ПДК и ОДК) по валовому содержанию и подвижным формам. Исключение составляет мышьяк ПДК которого превышено в 6,2 раза. Предположительно, это связано с применением мышьяк содержащих удобрений и частичным естественным засолением.

Геофизические условия характеризуются как благоприятные для подземного строительства, так как отсутствуют аномалии экологически значимых геофизических полей (радиационного, вибрационного). Фон по гамма-излучению в г. Волгограде, расположенного на расстоянии 25 км, составляет 12 мкР/ч [1].

Биотическая часть ЭГС, включает в себя: фитоценоз, зооценоз, микробиоценоз и человеческое сообщество.

Современный растительный покров территории строительства Волгоградского ПХГ представлен в основном различными агроценозами и паровыми полями, залежами разного возраста и деградированными пастбищами. Преобладающей растительностью являются сухие ковыльно-полынно-типчаковые и типчаково-полынные бедноразнотравные степи.

Среди сельскохозяйственных угодий преобладают посевы зерновых и пропашных (лук, томаты и др.) культур, бахчи, посевы кормовых трав (суданка), а также пастбища для мелкого рогатого скота (преимущественно овец).

Особенности животного мира Городищенского района обусловлены не только зональными, но и антропогенными факторами. Наиболее многочисленными представителями являются млекопитающие, относящиеся к отряду грызунов: суслик малый, суслик крапчатый, слепушонка обыкновенная, полевка обыкновенная, мышовка степная. Всего их насчитывается 32 вида.

В окрестностях с. Красный Пахарь встречаются Коршун Черный и Журавль Серый, которые занесены в Красные Книги Российской Федерации и Волгоградской области.

Влияние строительства Волгоградского ПХГ на популяции животных и растительность следует рассматривать как значительное по силе, но непродолжительное по времени. На площадях, изымаемых в границах постоянного и временного отвода, зооценоз, начиная от беспозвоночных животных, практически полностью исчезнет. Хотя значительное число видов животных избегает гибели непосредственно в процессе строительства, они, как правило, вытесняются с территории. Вытесненные животные не всегда могут адаптироваться в уже сложившихся зооценозах, поэтому плотность их населения может сокращаться.

На стадии эксплуатации ПХГ, после восстановления нарушенных местообитаний, следует ожидать общего улучшения экологической ситуации. Таким образом, мы видим, что характеристики абиотической части ЭГС позволяют разместить здесь подземное хранилище газов. Абиотическая часть ЭГС будет испытывать значительную техногенную нагрузку, что скажется на численности животных, но в целом животный и растительный мир изменится незначительно, так как территория уже является техногенно нарушенной в ходе сельскохозяйственной деятельности.

Литература

1. В. А. Брылев. География и экология Волгоградской области / авт. кол.; под общ. ред. проф. В. А. Брылева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Волгоград: Перемена, 2005.
2. Воронков Н.А. Основы общей экологии: Учебник для студентов высших учебных заведений. - М.: Агар, 1999. - 96 с.
3. Трофимов В. Т., Харькина М. А. Ещё раз о содержании инженерно-экологических изысканий – достижения, упущенные возможности и недостатки в СП 47.13330.2012 // Инженерные изыскания. — 2015. — № 7. — 74–80 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С СУЛЬФИДНЫМИ МЕДНЫМИ РУДАМИ

И.В. Балыкова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, магистрант 1 года обучения,
Irin701@gmail.com.

Научный руководитель: к.г.-м.н., старший научный сотрудник Лубкова Т.Н.

Аннотация: получены оценки взаимодействия водных растворов с сульфидными рудами меднопорфирового проявления участка III-Весенний (Находкинское рудное поле, Западная Чукотка). Исследования показали, что, несмотря на имеющийся потенциал к формированию кислотного стока, при моделировании взаимодействия с атмосферными осадками длительное время происходит формирование нейтральных низкометалльных сульфатных кальциевых вод. При взаимодействии с кислыми рудничными водами (рН<3.5) наблюдается эффект их частичной нейтрализации с формированием слабокислых дренажных вод, содержание меди в которых, однако, возрастает в 10-100 раз.

Ключевые слова: кислотный дренаж, потенциал выщелачивания металлов, меднопорфировое оруденение, Чукотка.

EXPERIMENTAL STUDY OF COPPER SULFIDE ORES IN INTERACTION WITH WATER SOLUTION

I.V. Balykova

Moscow State University, 1st year Master's Degree Student, Irin701@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Researcher T.N. Lubkova.

Abstract: The experimental results of interaction between water solution and sulfide ores of the porphyry copper III-Vesenni site, the Nakhodka ore field, Western Chukotka, were obtained. Despite the existing acid generation potential the long-time interaction with atmospheric precipitation had resulted to neutral sulphate drainage with low metal concentration. As a result of interaction with acidic mine waters (pH<3.5) the effect of its incomplete neutralization was observed. It's resulted to slight acidic drainage but copper content in this water was increased in 10-100 times.

Keywords: acid rock drainage, metal leaching, porphyry copper system, Chukotka.

Добыча и переработка руд являются мощным фактором преобразования компонентов природной среды. Применительно к сульфидным месторождениям основную опасность представляет потенциальная возможность формирования кислотного стока при окислении сульфидов из руд и вмещающих пород при их складировании на дневной поверхности в отвалах.

Для прогноза и оценки воздействия на окружающую среду отвалов горных выработок необходимо изучение кинетики окисления сульфидсодержащих отвалов и механизмов выщелачивания из них токсичных элементов. В настоящее время прогнозные оценки возможности развития процессов кислотного дренажа осуществляются уже на этапе разведки месторождения с применением экспериментальных методов (статические и кинетические тесты).

Целью настоящей работы являлась оценка взаимодействия водных растворов с сульфидными рудами в зоне выщелачивания меднопорфирового оруденения на основе моделирования природных процессов в лабораторных условиях.

Экспериментальные исследования проводились для оруденелых метасоматитов, отобранных в районе участка III Весенний Находкинское рудного поля, локализованного в Баимской золото-меднорудной зоне (Западная Чукотка). Геологическое строение рудного поля определяют верхнеюрские туфогенно-терригенные отложения, прорванные интрузивными и субвулканическими телами от позднеюрского до позднемелового возраста. Рудное поле включает ряд Cu–Mo-порфировых штоков кварцевых и кварц-карбонатных прожилков с сульфидами (пиритом, халькопиритом, борнитом, блеклыми рудами, молибденитом) [1].

Объединенный образец представлен кварц-кальцишпатовыми метасоматитами с тонкими прожилками кварца и вкрапленностью минералов меди (содержание Cu, по данным ИСП-АЭС, составляет 1,1%). По данным АВА-теста [2] установлено, что исследуемые метасоматиты характеризуются низким нейтрализующим потенциалом (в среднем 5,5 кг CaCO₃/т, n=3) и могут рассматриваться как потенциально кислотопродуцирующие (коэффициент потенциала нейтрализации в среднем 0,5).

В ходе эксперимента моделировали воздействие атмосферных осадков и кислых рудничных вод (в качестве экстрагентов использовали дистиллированную воду и слабые растворы серной кислоты, соотношение «проба: экстрагент» = 1:5). В фильтратах определяли pH, электропроводность, макрокомпонентный состав (в соответствии с [3]), а также содержание меди методом ИВАМ.

При взаимодействии с атмосферными осадками на протяжении эксперимента (в течение 13 недель) не происходило существенного изменения pH, общая минерализация резко снижалась в первые 3-4 недели (за счет вымывания легко растворимых солей), а затем стабилизировалась (рис. 1).

Выщелачивания меди из метасоматитов в целом не происходило (содержание в фильтратах менее 0,2 мг/л). По результатам моделирования с рудничными водами установлено, что содержание меди закономерно обратно коррелирует с pH ($r=-0.9$ при $r5\%=0,553$, $n=13$) и резко возрастает (в 10-100 раз, до 20 мг/л) на 9-10 неделе при снижении pH до 5,5. Выщелачивание меди сопутствует растворению матрицы метасоматитов, которое обуславливает увеличение минерализации фильтратов.

Расчеты pH точки нулевого заряда (pH_{тнз}) (рис.2) свидетельствуют о том, что на первых этапах взаимодействия с водными растворами сорбционные процессы минимальны (pH растворов близко к pH_{тнз}=7,45), сорбция ионов металлов из рудничных растворов затруднена.

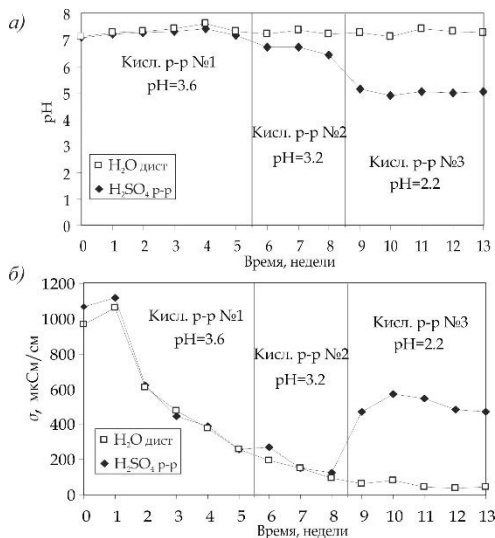


Рис. 1. Изменение pH (а) и электропроводности (б) в ходе эксперимента.

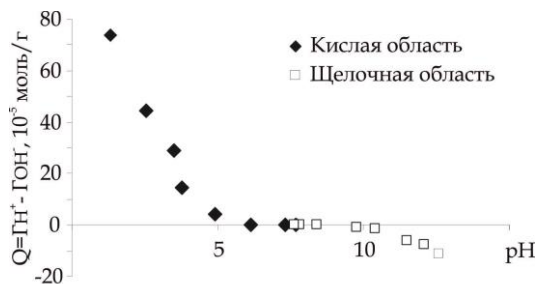


Рис. 2. Кривая потенциметрического кислотно-основного титрования поверхности.

В результате исследований было установлено, что, несмотря на потенциал кислотообразования, при взаимодействии кварц-калийшпатовых метасоматитов с атмосферными осадками длительное время не будет происходить формирования кислотного стока и выщелачивания меди. Слабокислый (pH=5) сульфатный сток с повышенной минерализацией может формироваться при взаимодействии с кислыми рудничными водами (pH<3.5), которые обуславливают частичное растворение матрицы метасоматитов и активное выщелачивание меди.

Литература

1. Сидорина Ю.Н. Геохимическая зональность Находкинской порфирово-эпитермальной системы (Западная Чукотка) // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2015, № 2. С. 77–83.
2. Sobek A.A., Schuller W.A., Freeman J.R., Smith R.M. Field and laboratory methods applicable to overburden and mine soils. U.S. EPA 600/2-78-054. 1978. P. 203.
3. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод // Москва: Изд-во «Недра», 1970. 488 с.

УПРАВЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОЕКТОВ НА ШЕЛЬФЕ БЛИЗ ОСТРОВА САХАЛИН

Д.В. Бек, Э.М. Сарсекеева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, студенты 1 курса, ob98@inbox.ru, elmira-071098@mail.ru

Научный руководитель: доцент кафедры ГРПИ Гайдукова Т.А.

Аннотация: влияние нефтегазовых проектов Сахалина на состояние окружающей среды. Исследование на примере охотско-корейской популяции серых китов.

Ключевые слова: ОВОС, шельф, нефть, газ, серые киты.

CONTROL IMPACT ON THE ENVIRONMENT WHILE OIL AND GAS PROJECTS ON THE SHELF OF SAKHALIN ISLAND

D.V. Bek, E.M. Sarsekeyeva

National Research Tomsk Polytechnic University, 1st year Students, ob98@inbox.ru, elmira-071098@mail.ru

Research Supervisor: Reader T.A. Gaidukova.

Abstract: Impact of oil and gas projects of Sakhalin island on the environment. Researching on example of Okhotsk-Korean population of grey whales.

Keywords: EIA, shelf, oil, gas, grey whales.

В 1970-1980 годах на северо-восточном шельфе острова Сахалин были открыты 15 месторождений нефти и газа, 8 из которых по количеству запасов относятся к категории крупных и два - к категории уникальных (Лунское и Южно-Киринское).

Активная разработка нефтегазовых месторождений на северо-восточном шельфе острова Сахалин началась в середине 90-х годов. По состоянию на начало 2017 года в разработке находятся: проект «Сахалин-1» - включает в себя освоение трех морских месторождений: Чайво, Одопту и Аркутун-Даги, оператор проекта - компания «Эксон Нефтегаз Лимитед»; проект «Сахалин-2» - включает в себя освоение двух морских месторождений: Пильтун-Астохского и Лунского месторождений, оператор проекта - компания «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.»; проект «Сахалин-3» - включает в себя освоение Киринского газоконденсатного месторождения, оператор проекта - «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск». ООО «РН-Сахалинморнефтегаз» разрабатывает морские месторождения Одопту-море и Лебединское, которое в декабре 2014 г. введено в опытно-промышленную разработку[1].

Помимо шельфовых проектов добыча нефти и газа ведется и на суше о. Сахалин. В настоящее время на суше острова в разработку вовлечено более 95% разведанных запасов нефти. Большинство эксплуатируемых месторождений суши находится в завершающей стадии разработки.

Активная разработка нефтегазовых месторождений на северо-восточном шельфе о. Сахалин несет в себе увеличение фактической и потенциальной антропогенной нагрузки на окружающую среду. Во избежание возникновения проблемных ситуаций и для осуществления прогнозирования, а также управления фактическим и потенциальным воздействием в Российской Федерации и в мире действует нормативно-правовая база, которая регламентирует деятельность в этой сфере, в частности процесс оценки воздействия на окружающую среду.

В основе нормативно-правового регулирования в области охраны окружающей среды лежит Конституция Российской Федерации, ФЗ «Об охране окружающей среды» [2]. Основными нормативными актами в области оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) являются ФЗ «Об экологической экспертизе» и приказ «Положение об оценке воздействия намечаемой и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации».

Помимо требований российского законодательства компании, осуществляющие реализацию нефтегазовых проектов, ориентируются на требования международных стандартов. К таким стандартам относятся требования Всемирного Банка, Международной финансовой корпорации (IFC), Европейского банка реконструкции и развития (EBRD). В нефтегазовой отрасли на международном уровне применяются стандарты Международной ассоциации представителей нефтегазовой промышленности по охране окружающей среды и социальным вопросам (IPIECA).

Современный опыт показывает, что особое внимание при реализации любого проекта необходимо уделять своевременной и тщательной ОВОС. ОВОС представляет собой процесс прогнозирования потенциального воздействия предстоящей проектной деятельности на окружающую среду и человека, его жизнестойкость и управления этим воздействием посредством совершенствования проектных решений, реализации мер по минимизации негативного воздействия и увеличению пользы от реализации проекта.

В данном исследовании актуальность и острота вопросов ОВОС при реализации нефтегазовых проектов на шельфе близ острова Сахалин демонстрируется на примере проектов «Сахалин-1» и «Сахалин-2», в частности в отношении воздействия на серых китов (*на основе открытых информационных материалов, включая материалы оценки воздействия, отчетов по программе мониторинга охотско-корейской популяции серого кита, которая не в полной мере реализуется с привлечением ведущих российских научно-исследовательских институтов*).

Деятельность в рамках этих проектов осуществляется вблизи места нагула серых китов залива Пильтун. В середине 1990-х оно было единственным из известных ученым мест нагула серых китов в Охотском море.

В международном сообществе развернулась бурная дискуссия о допустимости промышленной деятельности вблизи популяции, которая, как тогда полагали, насчитывает более 40 китов[3]. Обсуждалось, нанесет ли вред китам и их кормовой базе движение судов, работа трубоукладчиков и другой техники во время строительства необходимых объектов, не испугает ли шум и пр. Никто не знал, куда и когда они мигрируют, о тех угрозах, которым подвергаются за пределами Сахалина, о том, где размножаются и рожают детенышей. Неизвестна была их кормовая база, реакции на различные воздействия, точная численность и др.

Ряд факторов, представляющих потенциальную угрозу для охотско-корейской популяции серых китов, как и для других китообразных, проявляется на всех стадиях разработки шельфовых проектов, начиная с геологоразведки, строительства, а в дальнейшем и эксплуатации. Существуют риски столкновения животных с судном, загрязнения моря, приводящие к смерти особей, недостаточная организация освоения прибрежных зон, незаконный китобойный промысел, попадание в рыбацкие сети, заболевания. Поэтому была инициирована программа мониторинга, которая реализуется в настоящее время с целью:

- расширить базу научных знаний о серых китах и экологии, а также о факторах, оказывающих влияние на китов и места их обитания;
- оценить состояние серых китов и мест их обитания.

Информация, полученная в рамках реализации этой программы, используется компаниями для:

- минимизации воздействия производственных операций на серых китов и места их обитания (в соответствии с российскими требованиями)[4].

Разработан, реализуется и обновляется план защиты этой исчезающей популяции млекопитающих. Каждая версия плана проходит независимую экспертизу международной Консультативной группы по сохранению западно-тихоокеанских серых китов, которая создана Международным союзом охраны природы (МСОП).

Но, несмотря на принятые законы и меры по сохранению численности особей серых китов, их количество ежегодно нестабильно. Поэтому необходимо при разработке нефтяных месторождений увеличить финансирование на мероприятия по защите млекопитающих на шельфе о. Сахалин.

Проведение мероприятий по оценке воздействия в современном мире является важной составляющей любого производства. Сосуществование человека и природы зависит, прежде всего, от влияния, которое оказывает антропогенная деятельность на окружающую среду. Исходя из степени проявления данного воздействия и мер, которые принимаются для поддержания благоприятной экологической обстановки, будет зависеть будущее всего человечества.

Литература

1. Промышленность // Губернатор и Правительство Сахалинской области. Дата обновления: 11.02.2016. URL: <https://sakhalin.gov.ru/index.php?id=168>
2. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002. Т. 7-ФЗ.
3. Владимирова А.В. Серые киты. Сахалинская история / *Gray Whales. The Sakhalin Story*: — М.: ИП Волкова М.А., 2012. — 108 с.
4. Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд. Концепция защиты охотско-корейской популяции серых китов. 2003. С.-4-6.

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРОВ РТУТИ В ВОЗДУХЕ

Д.А. Бельшев, Р.Д. Перевоицков

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистранты 1 года обучения,
dmitry-belyshev@yandex.ru, perka4@rambler.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Блинов С.М.

Аннотация: в результате техногенной деятельности человека в окружающей нас среде повышается концентрация токсичных веществ, загрязнителей. Одним из таких элементов является ртуть. В связи с этим должны соблюдаться меры безопасности при использовании этого токсичного металла. Измерение концентрации паров ртути является одной из задач экологии, экологической геологии. Приводятся результаты измерений концентрации паров ртути в воздухе одного из корпусов ПГНИУ.

Ключевые слова: ртуть, токсичность, предельно допустимые концентрации.

MEASUREMENT OF THE CONCENTRATION OF MERCURY VAPOR IN THE AIR

D.A. Belyshev, R.D. Perevoschikov

Perm State University, 1st year Master's Degree Students, Dmitry-belyshev@yandex.ru, perka4@rambler.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy S.M. Blinov.

Abstract: As a result of man's technogenic activity, the concentration of toxic substances, pollutants increases in our environment. One such element is mercury. In this regard, safety measures should be observed when using this toxic metal. Measuring the concentration of mercury vapor is one of the tasks of ecology, ecological geology. The results of measurements of the concentration of mercury vapor in the air of one of the PSU corpses are given.

Keywords: Mercury, toxicity, maximum permissible concentrations.

Ртуть является одним и наиболее токсичных металлов, применяемых в производстве бытовых предметов (ртутные лампы, термометры). Поэтому очень важен вопрос о правильном хранении и утилизации ртути. Незначительные объемы ртути в помещении могут привести к серьезным последствиям для здоровья в виду высокой токсичности ее паров. В 2016 году в лабораторию экологической геологии ЕНИ ПГНИУ поступила просьба об исследовании подвального помещения 15 корпуса ПГНИУ на наличие ртутного загрязнения. На первом этапе выполнения работы были рассмотрены нормативные документы, касающиеся изучения ртути в помещениях, а также был произведен визуальный осмотр помещений. В помещениях было обнаружено большое количество разбитых ртутных ламп, а также множество ртутных термометров.

Изучение загрязненного помещения проводилось с использованием анализатора ртути РА-915+. Прибор предназначен для измерений массовой концентрации паров ртути в атмосферном воздухе, воздухе жилых и производственных помещений в полевых и лабораторных условиях, а также для измерений содержания ртути в других объектах (газах, водах, почвах, пищевых продуктах, углеводородном сырье и др.) в соответствии с аттестованными и стандартизованными методиками (методами) измерений. Принцип действия анализаторов основан на дифференциальном атомно-абсорбционном методе измерения массовой концентрации паров ртути, который реализуется с помощью зеемановской поляризационной спектроскопии с высокочастотной модуляцией [1].

Всего, в соответствии с методикой МУК 4.1.1468-03 [2] опробовано 36 точек. В результате измерения концентрации паров ртути в воздухе помещения были выявлены комнаты с превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) ртути в 1,5-2 раза, в соответствии с СНИП №4607-88 [3] (рис.1).

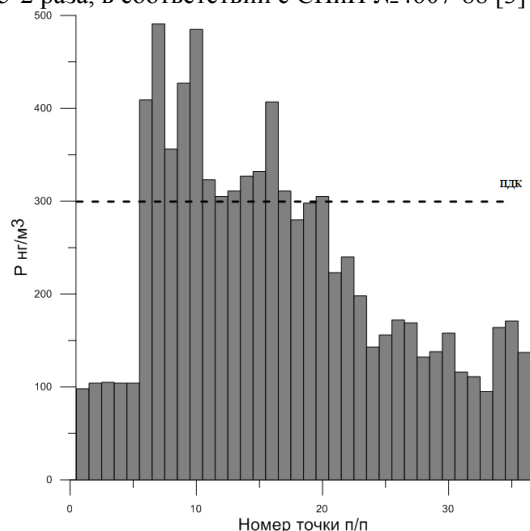


Рис. 1. Гистограмма распределения значений концентрации ртути по точкам наблюдения

Широкое применение ртути в медицине, металлургии, химической промышленности, сельском хозяйстве и быту предполагает обязательное соблюдение мер предосторожности при использовании этого металла. В случае утечки или нештатных ситуаций следует незамедлительно сообщить об этом в соответствующие службы, которые организуют специализированное проведение демеркуризации (Роспотребнадзор, МЧС России).

Литература

1. *Руководство по эксплуатации анализатора ртути РА-915+*. 25 с.
2. *Методические указания МУК 4.1.1468-03. Атомно-абсорбционное определение паров ртути в атмосферном воздухе населенных мест и воздухе рабочей зоны.*
3. СанПиН 4607-88 «Санитарные правила при работе со ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением».

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ Г. КАМЕНСКА-УРАЛЬСКОГО

Т.С. Бобина

Уральский государственный горный университет, магистрант 1 года обучения, tanyashka1993@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Болтыров В.Б.

Аннотация: рассматривается антропогенное воздействие на окружающую среду, делающее ее непригодной для обитания человека; экологические последствия работы предприятий, загрязняющих атмосферу, гидросферу, почву на территории г. Каменска-Уральского. Предложены мероприятия по улучшению экологической обстановки в МО город Каменск-Уральский.

Ключевые слова: экология, Экологическая доктрина Российской Федерации, загрязняющие вещества, ТБО.

ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE KAMENSK-URALSKY CITY

T.S. Bobina

Ural State Mining University, 1st year Master's Degree Student, tanyashka1993@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.B. Boltyrov.

Abstract: Discusses human impact on the environment, making it unfit for human habitation; environmental implications of the work of enterprises polluting the atmosphere, hydrosphere, soil in the Kamensk-Uralsky city. Proposed measures to improve the environmental situation in MO the Kamensk-Uralsky city.

Keywords: ecology, Ecological doctrine of the Russian Federation, contaminants, solid waste.

Воздух, которым мы дышим, с большим трудом можно назвать пригодным; воду, которую мы употребляем, с большим трудом можно назвать питьевой. Кроме того, есть и другие проблемы, которые также пагубно влияют на наше здоровье.

Стратегической целью государственной политики в области экологии, провозглашенной в Экологической доктрине Российской Федерации, является сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, повышения качества жизни, улучшения здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения экологической безопасности страны [1].

Город Каменск-Уральский относится к зоне чрезвычайной экологической ситуации. Это связано с высокой концентрацией промышленных предприятий, размещением жилья вблизи промышленной зоны, загрязнением воды и воздуха по причине недостаточного использования экологически чистых технологий в промышленности.

В 2015 году по городу выбрасывалось 123 загрязняющих веществ. Превышение ПДК зафиксировано для 39 веществ. Основными загрязняющими веществами являются твердые фториды, фтористый водород, бензопирен, аэрозоли металлов (Al, Cu, Zn, Ni, Fe, Mn).

Анализ экологической обстановки на территории МО город Каменск-Уральский позволяет сделать следующие выводы.

Большой вклад в выбросы загрязняющих веществ в атмосферу дают Красногорская ТЭЦ (44,6 %) и «УАЗ-СУАЛ» – филиал ОАО «СУАЛ» (36,3 %). Неблагополучное состояние атмосферного воздуха определяют выбросы таких загрязняющих веществ, как диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, бенз(а)пирен, фтористый водород и аммиак. Вклад в выбросы по ингредиентам от отдельных предприятий следующий:

- диоксид серы – Красногорская ТЭЦ (91,4 %);
- оксид углерода – «УАЗ-СУАЛ» – филиал ОАО «СУАЛ» (81,1 %);
- диоксид азота – Красногорская ТЭЦ (74,8 %); ОАО «СинТЗ» (16,0 %);
- фтористый водород – «УАЗ-СУАЛ» – филиал ОАО «СУАЛ» (98,7 %);

- бенз(а)пирен «УАЗ-СУАЛ» – филиал ОАО «СУАЛ» (100 %);
- аммиак – МУП КУ ПТО ЖКХ (30,9 %), ПО «Октябрь» (11,9 %), ОАО «Каменск-Уральский хладокомбинат» (10,2 %).

В процентном отношении валовая нагрузка на атмосферный воздух от промышленных предприятий МО составляет 68 %, от автотранспорта – 32 % (2015 г.). Выбросы автотранспорта в черте города частично уменьшились после открытия в 2008 году дороги Южный обход, позволяющей отвести от города поток транзитного транспорта Екатеринбург-Курган.

В 2015 году в 28,2 % проб почв, взятых на территории Каменска-Уральского, выявлено высокое загрязнение почвы тяжёлыми металлами. По содержанию тяжёлых металлов в почве можно построить следующий ряд (по мере убывания): Mn, Zn, Ni, Cr, Cu, Cd, Co, Pb.

Предприятиями города за 2015 год образовано 1179,46 тыс. т. и 255,61 тыс. м³ отходов, что составляет 0,47 % в общем объеме образования отходов по области [2]. Максимальное количество отходов образовано на предприятиях: «УАЗ-СУАЛ» – филиал ОАО «СУАЛ», Красногорская ТЭЦ ОАО «Свердловэнерго», ОАО «Синарский трубный завод», ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод».

На территории города Каменска-Уральского зарегистрировано 14 объектов размещения отходов, занимающих общую площадь 570,4 га. Серьезной проблемой для города остается проблема складирования и переработки промышленных отходов, особенно токсичных. Из образующегося количества отходов обезвреживается и утилизируется только 25 %. В городе практически отсутствуют полигоны для обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов, а полигоны бытовых отходов в большинстве не способны принимать указанные виды. В основном токсичные промышленные отходы хранятся на территории промышленных предприятий. В тоже время имеет место случаи несанкционированных действий и нарушения законодательства [3].

В последнее время в городе наблюдается устойчивый рост ртутного загрязнения на предприятиях, в организациях и на территории населенных пунктов. Это обусловлено неорганизованным размещением и захоронением ртути и ртутьсодержащих отходов. Поступающие на полигоны ТБО ртутьсодержащие отходы частично нейтрализуются.

В результате исследований загрязненности почв города по санитарно-химическим показателям уровень загрязненности составляет 70 %, на загрязненности тяжелыми металлами – 70 %, загрязнения свинцом – 43 %.

Главная река города Исеть загрязняется сбросами промышленных предприятий по всему своему течению ещё до Каменска-Уральского (особенно в Екатеринбурге). На территории города вода реки не пригодна даже для купания.

24 предприятия города имеют 22 выпуска сточных вод в р. Исеть и ее притоки. Около 95 % всех сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты предприятиями города, составляют сточные воды:

- МУП КУ ПТО ЖКХ (53 %);
- «УАЗ-СУАЛ» – филиал ОАО «СУАЛ» (16,9 %);
- ОАО «СинТЗ» (13,3 %);
- ЗАО «Нерудсервис» (6,5 %);
- ОАО «КУМЗ» (4,7 %).

Анализируя качество питьевой воды из источников водоснабжения следует отметить, что из поверхностного водоисточника, которым является Нижне-Сысертское водохранилище, по санитарно-химическим показателям вода в 75 % случаев не соответствует гигиеническим требованиям, при этом следует отметить, что в жаркий летний период года в воде Нижне-Сысертского появляется превышение ПДК по марганцу, который не поддается обычным методам очистки [2].

На улучшение состояния окружающей среды направлены мероприятия комплексной экологической программы, основной задачей которой является обеспечение экологически устойчивого развития территории муниципального образования. Для решения этой задачи предполагается использовать финансовые ресурсы организаций-природопользователей, а также средства городского бюджета. За счет этих средств можно будет реализовать следующие мероприятия по улучшению экологической обстановки в городе:

1. Ввести систему обеззараживания питьевой воды диоксидом хлора на Мазулинском подземном источнике;
2. Приступить к модернизации очистных сооружений;
3. Продолжить реализацию мероприятий, обеспечивающих сохранение и развитие зеленого фонда города, в том числе городских лесов;
4. Продолжить строительство мусоросортировочного комплекса на полигоне ТБО.

Литература

1. Евсеев Б. Резонанс в унисон с природой // Наука Урала. 1998. №19. С. 4-5.
2. Решение городской думы г. Каменска-Уральского от 28.04.2010 п 203 «О комплексной экологической программе муниципального образования город Каменск-Уральский на 2010 - 2015 годы».
3. Микушин В. Урал превращается в свалку токсичных и ядерных отходов // Деловой Урал. 1997. №17. С. 2.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СХЕМ УТИЛИЗАЦИИ СНЕГА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

Е.В. Булавина

Вологодский государственный университет, магистрант 2 года обучения, kitblack52@Gmail.com

Научный руководитель: к.т.н. доцент Лебедева Е.А.

Аннотация: в данной работе произведена оценка многолетних рядов наблюдений за температурой воздуха и количеством осадков на территории г. Вологда в связи с вопросом актуализации метеорологических данных при планировании зимней уборки территории.

Ключевые слова: снегоудаление, метеорологические характеристики, атмосферные осадки, температура воздуха.

THE USE OF REGIONAL METEOROLOGICAL OBSERVATION SERIES IN THE DESIGN OF SNOW DISPOSAL SCHEMES IN VOLOGDA CITY

E.V. Bulavina

Vologda State University, 2nd year Master's Degree Student, kitblack52@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Engineering Sciences, Reader E.A. Lebedeva.

Abstract: In this paper we evaluated the long-term series of observations of air temperature and precipitation in the city of Vologda in connection with updating the meteorological data in the planning of winter cleanup.

Keywords: snow removal, meteorological characteristics, precipitation, air temperature.

Постоянные колебания метеорологических условий, изменение высоты снежного покрова, увеличение площади убираемых покрытий, новые технологии уборки снега требуют внесения изменений в исходные данные для расчета объемов вывоза и утилизации снега на территории города.

Мероприятия по утилизации снега должны проектироваться на основе комплексной генеральной системы снегоудаления города или его района, являющейся составной частью генеральных схем инженерного оборудования города [1].

Целью работы является выделение комплекса региональных метеорологических характеристик и их актуализация путем статистической обработки многолетних рядов метеорологических наблюдений на метеостанции «Вологда».

В соответствии с рекомендациями [2] уточнение климатических параметров производилось с учетом метеорологических наблюдений за период после 1980 г. Архив данных представлен на сайте ВНИИГМИ-МЦД [3].

Анализ амплитуды колебаний количества осадков в различные годы по месяцам на метеостанции «Вологда» за 1980-2015 гг. представлен на рисунке (рис.1).

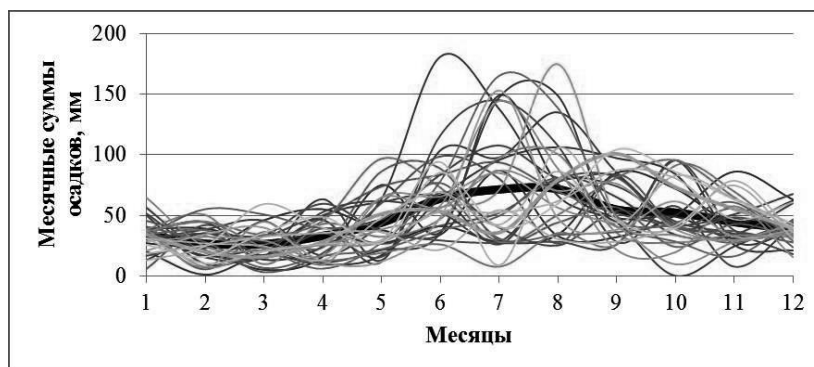


Рис. 1. Графики месячных сумм осадков на метеостанции «Вологда» за 1980-2015 гг. Условные обозначения: тонкие кривые – месячные суммы осадков за различные года с 1980 по 2015; толстая черная линия – среднее многолетние значения

Из графика следует, что в многолетнем срезе максимальные амплитуды среднемесячного количества осадков отмечаются в теплый период года (с мая по сентябрь). В холодный период года многолетние колебания среднемесячного количества осадков существенно более сглажены.

Температура приземного слоя воздуха является важным параметром, определяющим условия увлажнения территории. Анализ среднегодовых температур воздуха на станции «Вологда» за период с 1980 по 2015 г показывает тенденцию к росту (рис.2).



Рис. 2. График среднегодовых температур за период наблюдений с 1980 по 2015 гг.

Анализ среднегодовых температур воздуха на станции «Вологда» за период с 1980 по 2015 г, произведенный по отдельным сезонам года, показывает, что наибольшая тенденция к росту наблюдается в зимний период (рис.3).



Рис. 3. График многолетних температур в зимний период с декабря по февраль за период наблюдений с 1980 по 2015 гг.

Тенденция к росту температуры влечет за собой изменение и других метеорологических характеристик. В частности повышение температуры приводит к изменению соотношения между количеством выпадающих жидких и твердых осадков в течение года, особенно в зимние период с декабря по февраль. Изменения в пропорции жидких и твердых осадках в свою очередь отражается на таких характеристиках снежного покрова, как высота, плотность, запас воды в снеге, продолжительность залегания. Перечисленные характеристики и динамика их изменений должны быть положены в основу при проектировании схем утилизации снега на территории города.

Литература

1. Руководство по проектированию городских улиц и дорог / Центр. н.-и. и проектный ин-т по градостроительству Госгражданстроя. – М.: Стройиздат, 1980. – 222 с.
2. СП 131.1330.2012. Свод правил. Строительная климатология: актуализированная редакция СНиП 23-01-99:утв. Минрегионом РФ 30.06.2012 №275. – Введ. 01.01.2013.–Москва: Минрегион России, 2012. – 109 с.
3. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой Центр Данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation>.

ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ УЧАСТКА ВОДОЗАБОРА №9 РАЙОНА СЕЛА НИКОЛЬСКОЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

А.С. Велин

Воронежский государственный университет, аспирант, velin.artem@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н. профессор Бочаров В.Л.

Аннотация: в последнее время для геологической среды городских и промышленных территорий приоритетным загрязнителем становятся нефтепродукты. Это связано с увеличением количества автотранспортных средств, нефтехранилищ, авторемонтных мастерских, АЗС и т.д. Таким образом, актуальной становится задача организации рационального контроля и управления состоянием геологической среды. Комплексный мониторинг позволяет оптимизировать проблему бесконтрольной техногенной нагрузки.

Ключевые слова: водозабор, техногенный объект, водоносный горизонт (комплекс), углеводороды, гексан, нефтепродукты, предельно – допустимая концентрация (ПДК).

THE EFFECT OF HYDROCARBON CONTAMINATION ON THE GEOECOLOGICAL CONDITIONS OF THE AREA OF WATER INTAKE NO. 9 NEAR THE VILLAGE OF NIKOLSKOYE OF THE CITY OF VORONEZH

A. S. Velin

Voronezh State University, Post-graduate Student, velin.artem@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.L. Bocharov.

Abstract: Recently, for the geological environment of urban and industrial areas as a priority pollutant to be oil. This is due to the increase in the number of vehicles, oil storage tanks, auto repair shops, gas stations, etc. Thus, the urgent becomes the problem of the rational control and state management of the geological environment. Comprehensive monitoring allows to optimize the problem of uncontrolled anthropogenic loads.

Keywords: water intake, man-made object, the aquifer (complex), hydrocarbons, hexane, petroleum products, maximum permissible concentration (MPC).

Водозабор №9 расположен на восточном берегу сухой долины р. Песчанка. Долина имеет северное направление, переходящее в районе п. Никольское на северо – западное. Абсолютные отметки южного фланга водозабора составляют 112 - 116 м, отметки дна долины – 98 – 104 м глубина залегания грунтовых вод в пределах суходола составляет 40 – 7,13. В верховьях на восточном борту долины юго – восточнее п. Никольское расположен карьер по добыче глин и Никольский завод стройматериалов [1].

Гидрографическая сеть представлена реками Усманка, Песчанка и Воронежским водохранилищем. Питание рек осуществляется за счет атмосферных осадков и различных подземных вод.

Работы проводятся по левому берегу Воронежского водохранилища на территории примыкающей к водозабору № 9. Общая площадь исследований составляет 20 км. Глубина исследований – подошва водоносного неоген – четвертичного комплекса.

Пробы грунтов зоны аэрации отобраны из вновь пробуренных наблюдательных скважин 13 – 63. Зоны аэрации опробованы по полную мощность лабораторным путем. Зона аэрации представлена насыпными грунтами (преимущественно суглинками, почвой, суглинками и песками [2].

С севера на юг (вверх по течению Песчанка) отмечается увеличение содержания как нефтепродуктов (от <15 мг/кг по 150 мг/кг), так и гексана (от 0,53/кг до 9,76 мг/кг). Максимальное содержание зафиксировано в точке №5, расположено в 150 м к югу от территории завода стройматериалов.

Содержание нефтепродуктов также увеличивается в южном направлении. Средневзвешенное содержание нефтепродуктов в грунтах, отобранных в интервале 0,2 – 4,0 м по скважинам 23-63, возрастает в южном направлении от 22,4 до 104,6 мг/кг. Максимальная концентрация 225 мг/кг зафиксирована в скважине № 6а, находящейся в 100 м к югу от завода стройматериалов, на глубине 1,0 м. Содержание нефтепродуктов в карьере завода стройматериалов изменяется в пределах 40,0 – 53, 3 мг/кг [3].

Гексан обнаружен в пробах почв, грунтов из скважин №3з, 5з, 6з и во всех пробах из карьера в количестве от 0,19 до 16,4 мг/кг. Максимальное содержание также приурочено к скважине № 6з. Бензол, толуол, стирол и ацетон в пробах почв грунтов не обнаружено.

Нефтепродукты обнаружены в наблюдательных скважинах №3з, 4з в количествах, соответственно, 1,11 мг/дм (11,1 ПДУ) и 0,44 мг/дм (4,4 ПДК), а также во всех опробованных частных колодцах с. Никольское – от 0,15 мг/дм (1,5 ПДК) до 0,77 мг/дм (7,7 ПДК). В наблюдательных скважинах № 2з, 5з, 6з, в ведомственных эксплуатационных скважинах и в скважинах ВПС – 9 содержание нефтепродуктов ниже ПДК[4].

Гексан обнаружен в пробах воды из эксплуатационной скважины №35 ВПС – 9. (5,7 м/дм – 570 ПДК) и двум колодцам с. Никольское (от 4,4 мг/дм до 17,7 мг/дм). Аномальное содержание гексана относится к колодцу, расположенному в северной части села. Во всех остальных пробах гексан не обнаружен (ниже предела измерения – 0,05 мг/дм).

Выявление источников и оценка масштабов углеводородного загрязнения геологической среды и подземных вод представляет собой сложную научно-производственную задачу. По состоянию на 2001 г. При прогрессирующем загрязнении подземных вод не были известны даже в первом приближении параметры очага загрязнения на южном фланге водозабора ВПС-9, эксплуатирующего неоген – четвертичный водоносный комплекс [5,6].

1. Комплекс работ, по предварительной оценке, масштабов загрязнения сначала включал лишь выполнение газовой съемки на площади 20 га, в дальнейшем, по ее результатам, оперативно был значительно расширен и содержал: газовую съемку по горизонту подземных вод, гидрохимическое опробование скважин, сложные химико-аналитические исследования, картосоставительские и другие работы.

2. На территории участка работ установлено углеводородное загрязнение подземных вод. Экологически значимые концентрации нефтепродуктов в подземных водах на изученной площади по состоянию на июль 2001 г. не обнаружены.

Литература

1. Бочевер Ф.М., Лапшин Н.Н., Орадовская А.Е. Защита подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1979. 254 с.
2. Метод рекомендации по геохимическому изучению загрязнения подземных вод. М., ВСЕГИНГЕО, 1991.
3. Ванюшин А.В. Отбор проб и анализ природных газов нефтегазоносных бассейнов. / Ванюшин А.В., Завьялов Л.М., Коробейник Г.С. и др. М.: Недра, 1985. 239 с.
4. Гидрогеология СССР. Т.4 Воронежская обл.: Недра, 1972. 497 с.

5. Гольденберг В.М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. / Гольденберг В.М., Газда С. – М.: «Недра», 1984. 262 с.
6. ГОСТ 17.4.3.01 – 83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». М.: Издательство стандартов, 1984.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ПРИ ВНЕСЕНИИ В НЕГО ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫХ РЕАГЕНТОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ АДМИНИСТРАТИВНОМ ОКРУГЕ ГОРОДА МОСКВЫ

А.К. Горняков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, магистрант 1 года обучения,
gornyakov.ak@gmail.com

Научный руководитель: д.г.-м.н. профессор Королёв В.А.

Аннотация: в статье рассматривается изменение водородного показателя, окислительно-восстановительного потенциала, электропроводности и солесодержания снегового покрова Юго-Западного административного округа города Москвы под воздействием противогололёдных реагентов. С целью независимого изучения данного вопроса было проведено исследование снегового покрова с остатками противогололёдных реагентов на семи площадках, прилегающих к крупнейшим автомагистралям Юго-Западного округа столицы. Полученные данные позволяют утверждать, что существует прямая зависимость между контролируемыми показателями и внесением противогололёдных реагентов.

Ключевые слова: снеговой покров, антиобледенители, противогололёдные реагенты, дорожные остатки ПГР, Москва, городские территории.

DYNAMICS OF THE SNOW STATISTICS CHANGES DUE TO ADDITION OF THE ANTI-ICING REAGENTS IN THE SOUTHWEST ADMINISTRATIVE DISTRICT OF MOSCOW

A.K. Gornyakov

Lomonosov Moscow State University, 1st year Master's Degree Student, gornyakov.ak@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.A. Korolev.

Abstract: This article discusses the changes of pH-value, redox potential, conductivity and salinity of the snow in the Southwest Administrative District of Moscow affected by addition of the anti-icing reagents. To research snow statistics changes, the snow with residues of the anti-icing reagents was explored on the seven areas that are adjoined to the biggest highways in the South-Western part of Moscow. The results of research show that there is a direct relationship between the snow statistics changes and the addition of the anti-icing reagents.

Keywords: snow cover, anti-icing reagents, anti-ice covered groundreagents, precipitates with remains of anti-ice-covered ground reagents, Moscow, facilities in the city.

Снеговой покров рассматривается как среда, депонирующая в зимний период основную часть применяемых в городе противогололёдных реагентов (ПГР) [1]. Остатки ПГР сметаются на обочины дорог и газоны. При снеготаянии остатки ПГР попадают как в почвы, так и в подпочвенные грунты и в подземные воды, способствуя тем самым ряду негативных инженерно-геологических процессов [2]. В связи с вышеизложенным, целью работы является изучение динамики содержания остатков ПГР, а также водородного показателя (рН), окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), электрической проводимости и солесодержания в снеговом покрове Юго-Западного административного округа (ЮЗАО) города Москвы.

Методика исследований состояла в следующем. Опробование снегового покрова проводилось ежемесячно, начиная с ноября 2016 г. на 7 площадках, прилегающих к крупнейшим автомагистралям ЮЗАО г. Москвы и МКАД. На каждой из площадок опробование проводилось по профилю, перпендикулярно ориентированному дорожному полотну на расстоянии 0,1, 0,5 и 3 м от проезжей части. Растаявший снег сепарировался на бумажном фильтре на жидкую и твердую фазы, после чего проводился анализ жидкой фазы с определением рН (с помощью рН-метра «РН-061»), ОВП (с помощью ОВП-метра «ОРР-16961»), электрической проводимости и солесодержания (с помощью гидротестера «СОМ-80»).

Установлено, что пробы на всех площадках имели в основном нейтральную или слабощелочную реакцию среды. В большинстве случаев водородный показатель возрастал с удалением от проезжей части. Наибольшая разница в водородном показателе зарегистрирована в декабрьских пробах. Значение окислительно-восстановительного потенциала проанализированных проб, как правило, уменьшалось вместе с удалением от проезжей части. Из этого следует, что внесение ПГР увеличивает окислительно-восстановительный потенциал и уменьшает водородный показатель.

Электропроводность и солесодержание проанализированных проб уменьшались с удалением от проезжей части. Максимальные значения электропроводности и солесодержания ежемесячно достигались на обочине МКАДа, где применение ПГР шло наиболее интенсивно. Наибольшие значения электропроводности и солесодержания на обочине МКАДа зарегистрированы в декабре – 17818 мкСм и 8964 мг/л соответственно. Стоит также отметить, что значения электропроводности и солесодержания снегового покрова с остатками ПГР на площадке, прилегающей к МКАДу, были значительно выше на всех трёх точках в сравнении с точками на

остальных площадках, к примеру, по результатам опробования январских проб, среднее значение электропроводности на площадке у МКАДа составило 4198 мкСм, тогда как среднее значение остальных площадок – 300 мкСм. То же касается и соледержания: средняя концентрация за январь на площадке у МКАДа составила 2078 мг/л, тогда как среднее значение остальных площадок – 165 мг/л.

Полученные данные позволяют утверждать, что существует прямая зависимость между контролируемыми показателями и внесением ПГР. Это, в свою очередь, свидетельствует об изменении состава снегового покрова под воздействием ПГР.

Литература

1. Ачкасов А.И., Башаркевич И.Л., Варава К.В., Самаев С.Б. Загрязнение снегового покрова под влиянием противогололедных реагентов // *Разведка и охрана недр.* № 9-10. 2006. С. 132-137.
2. Королев В.А., Соколов В.Н., Самарин Е.Н. Оценка эколого-геологических последствий применения противогололедных реагентов в г. Москве // *Инженерная геология.* № 1. 2009. С. 34-43.

ПРИМЕНЕНИЯ НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ РАЗЛИВАХ НЕФТИ НА СУШЕ И ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

И.Р. Давлетшина, Н.А. Меньшикова

Уральский государственный горный университет, студенты 4 курса, ilmiradav@inbox.ru

Научный руководитель: к. г.-м. н., доцент Стороженко Л.А.

Аннотация: ежегодно на территории России происходит около 400 экологических катастроф, связанных с нефтью. Это разрывы трубопроводов, аварии на нефтедобывающих объектах, железнодорожные катастрофы при перевозке нефтепродуктов и т.д. Последствия этих катастроф для мира животных, растений, микроорганизмов исключительно тяжелы. Причем, отрицательное воздействие на экологию проявляется не всегда сразу, что зависит от времени года, погодных условий, местности и других факторов. Большую роль играют масштабы и характер аварий, продолжительность воздействия.

Ключевые слова: разлив нефти, нефтеокисляющие биопрепараты, загрязнение, сорбенты, диспергенты.

THE APPLICATION OF OXIDIZING AGENTS IN OIL SPILLS ON LAND AND WATER BODIES

I.R. Davletshina, N.A. Menshikova

Ural State Mining University, 4th year Students, ilmiradav@inbox.ru

Research supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader L.A. Storozhenko.

Abstract: there are about 400 environmental disasters associated with oil every year in Russia. The ruptures of pipelines, failures on oil facilities, railway accidents, during transportation of petroleum products, etc. Consequences of these disasters for the world of animals, plants, microorganisms extremely difficult. Moreover, the negative impact on the environment is manifested not always, depending on the time of year, weather conditions, terrain and other factors. The greatest role played by the scope and nature of accidents, the duration of exposure.

Keywords: oil spill, oil-degrading biological products, pollution, sorbents, dispersants.

В последнее десятилетие обострились вопросы, связанные с влиянием нефтяного производства на экологическую ситуацию в различных районах. В зависимости от пространственного положения нефтепроводов и способов транспортировки нефти и нефтепродуктов при авариях на потенциально опасных объектах опасности подвергаются различные слои биосферы.

В тоже время в природе существуют процессы самоочищения от нефтяного загрязнения. Эти процессы контролируют поведение нефти в природе, тем самым определяя ее дальнейшую судьбу.

В первом приближении вытекшая нефть в гидросфере распределяется по следующим фазам: в атмосферу за счет испарения, ко дну идут тяжелые фракции нефти, часть нефти оказывается в водном объеме за счет растворения и образования устойчивых эмульсий, а оставшаяся часть остается на поверхности воды в виде пленки [1].

Основным источником воздействия на реки, озера и прочие водные объекты являются утечки нефти и нефтепродуктов из резервуаров при авариях подводных трубопроводов.

Влияние нефти, керосина, бензина, мазута, смазочных масел на водоем проявляется в ухудшении физических свойств воды (замутнение, изменение цвета, вкуса, запаха); растворении в воде токсических веществ; образовании поверхностной пленки нефти и осадка на дне водоема, понижающей содержание в воде кислорода.

Настоящим природным концентратом живых микроорганизмов является плодородная почва. В 1 г такой почвы может содержаться до нескольких миллиардов живых клеток микроорганизмов. Они расщепляют все органические останки животного и растительного происхождения. Им же принадлежит заслуга в элиминации нефтепродуктов. Удивительно, но факт, что и в почве, которая никогда не имела контакта с нефтью или

нефтепродуктами, также обитают нефтеокисляющие микроорганизмы, хотя и в относительно малых количествах - несколько миллионов в 1 г богатой гумусом почвы [2].

При попадании нефти и нефтепродуктов изменяется весь комплекс свойств почвы, характеризующих ее плодородие: ухудшаются физические свойства, изменяется почвенный поглотительный комплекс, резко снижается содержание подвижных соединений азота и фосфора, развивается солонцовый процесс. Резко изменяется интенсивность окислительно-восстановительных ферментативных процессов.

В результате загрязнения почвы нефтью может погибнуть вся ее микрофлора, но уже на второй год после загрязнения нефтеокисляющие микроорганизмы бурно размножаются, достигая концентрации в несколько миллиардов клеток в грамме почвы [3].

Деградация нефти в грунтовой среде происходит путем биологического окисления микроорганизмами и химического окисления. Значительно ускоряют процесс очищения почвы от нефти дождевые осадки, которые вымывают ее и тем самым снижают концентрацию нефти в верхних слоях почвы.

Таким образом, разработка и совершенствование различных методов очистки сред обитания организмов после разливов нефти является одной из приоритетных и актуальных проблем на сегодняшний день.

Алгоритм разработки нефтеокисляющих биопрепаратов очень прост: микробиологи выделяют из загрязненной почвы чистые культуры нефтеокисляющих микроорганизмов (поскольку их очень много, то выбирают лучшие). В специальных аппаратах, называемых ферментерами, наращивают в необходимых количествах, вносят питающие и стабилизирующие добавки, обезвоживают по специальной технологии и биопрепарат готов. Описанная в нескольких словах технология разработки и производства биопрепаратов представляет собой сложный, длительный и дорогостоящий процесс [4].

Внести биопрепарат в почву несложно, особенно при наличии необходимых технических средств. Учитывая то, что каждый вид биопрепарата имеет свою технологию внесения, которую фирма-производитель прикладывает к каждой партии препарата, в этой короткой памятке целесообразней уделить внимание другим факторам, которые необходимо учитывать для достижения результата.

Надо помнить, что шансов получить эффект от применения биопрепарата тем больше, чем больше видов и штаммов микроорганизмов входит в его состав.

Лучше в состав биопрепарата вводить микроорганизмы, выделенные непосредственно из тех почв, которые предстоит очищать, т.е. производить биопрепараты под конкретную задачу.

При ликвидации разливов нефти на воде ситуация обстоит сложнее. Для этого используются различные сорбенты и диспергенты. Диспергенты - специальные химические вещества, которые применяются для активизации естественного рассеивания нефти. После такой обработки нефть удаляется с поверхности воды специальными устройствами.

Для локализации разливов нефти и нефтепродуктов применяют различные порошкообразные, тканевые или боновые сорбирующие материалы. Сорбенты при взаимодействии с водной поверхностью начинают немедленно впитывать нефть, максимальное насыщение достигается в период первых десяти секунд (если нефтепродукты имеют среднюю плотность), после чего образуются комья материала, насыщенного нефтью [5].

С уверенностью можно сказать, что за отечественными нефтяными сорбентами большое будущее и их широкое применение пока сдерживается как отсутствием достаточно полной и достоверной информации, но и их определенным несовершенством нормативно-правовой базы.

Литература

1. Богомолов А.И. Химия нефти и газа. М.: Недра, 1989.
2. Богомолов А.И. Современные методы исследования нефти. Справочно-методическое пособие. Ленинград. М.: Недра, 1984.
3. Орлов Д.С., Аммосова Я.М. Методы контроля почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами // Почвенно-экологический мониторинг. М.: Изд. МГУ, 1994. С. 69-86.
4. Давлетишина И.Р. Применение нефтеокисляющих биопрепаратов для нефтезагрязненных земель // IX Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум – 2017»: электрон. журн.: <https://www.scienceforum.ru/2017/2275/28821> (дата обращения 20.02.2017).
4. Биопрепараты – деструкторы нефти и нефтепродуктов // НП «Научно-курсовой комбинат» :/электрон. журн.: <http://npukk.ru/?q=node/252> (дата обращения: 20.02.2017).

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА ПЕРМСКОГО КРАЯ

Л.И. Даль

Автономное некоммерческое объединение «Центр социальных инициатив «Энергия Жизни», молодой ученый, dallarisa@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент Копылов И.С.

Аннотация: в статье приводится комплексный геоэкологический анализ северо-запада Пермского края. Территория ранжирована на 4 класса геоэкологического состояния.

Ключевые слова: геоэкология, окружающая среда, геохимические аномальные зоны, геоэкологическая оценка.

GEO-ECOLOGICAL PROBLEMS AND THE ENVIRONMENT OF THE NORTH-WEST OF PERM KRAI

L.I. Dal

Autonomous nonprofit organization «Center of social initiatives» «Life Energy», Young Researcher,
dallarisa@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy I.S. Kopylov.

Abstract: The article provides a comprehensive geoecological analysis of the North-West of Perm Krai. Territory ranked into 4 classes geoecological condition.

Keywords: geoecology, environment, geochemical anomalous zones, geoecological assessment.

Территории северо-западной части Пермского края охватывает площадь Коми-Пермяцкого округа (Гайнский, Косинский, Кочевский, Кудымкарский, Юрлинский и Юсьвинский муниципальные районы и г. Кудымкар), площадь 32,8 тыс. км². Основными экологическими проблемами являются: 1) техногенное химическое загрязнение почв, грунтов, подземных и поверхностных вод, растительности, атмосферы (комплексами деревообрабатывающей, транспортной, строительной, машиностроительной промышленности, жилищно-коммунальным хозяйством); 2) деградация лесных массивов деятельностью лесозаготовительного и деревообрабатывающего комплекса; 3) загрязнение почв и водоемов ядохимикатами агропромышленного комплекса; 4) нарушение ландшафтов деятельностью геолого-поисковых работ, разработкой месторождений полезных ископаемых, особенно нефтегазовых; 5) развитие экзогенных геологических процессов (ЭГП); 6) накопление промышленных и бытовых отходов; 7) истощение и загрязнение запасов подземных вод и др. [1].

Геоэкологический анализ проведен на основе материалов геоэкологического, ландшафтно-геохимического картографирования территории Пермского края масштаба 1:500 000 и региональных геохимических исследований Коми-Пермяцкого АО, проведенных в ФГУП «Геокарта-Пермь» и ПГНИУ, в которых автор принимала участие. Комплексная геоэкологическая оценка состояния природной среды выполнена по методикам [2,3].

По физико-географическому и ландшафтному районированию территория входит в бореальную таежную зону, среднетаежную подзону Восточно-Русской равнины [4], находится в пределах мегагеохор аккумулятивной равнины Северного Прикамья и денудационной равнины Среднего Прикамья [5]. В гидрографическом отношении расположена в верхнем бассейне р. Камы. Характеризуется преимущественно низменным слабохолмистым рельефом.

В геолого-структурном отношении территория расположена в пределах восточной окраины Восточно-Европейской платформы и характеризуется сложными геолого-гидрогеологическими условиями, резкой неоднородностью неотектонических движений. Установлено большое количество глубинных разломов, которые являются ведущим фактором формирования геохимических аномалий [6,7].

По комплексу неотектонических критериев (повышенная мегатрещиноватость, расчлененность рельефа и др.) [8], установлено 7 крупных геодинамических активных зон с площадями 750-2750 км². Установлено несколько тысяч тектонических линеаментов. Они представляют собой участки повышенной геологической опасности, как для условий строительства различных объектов, так и для здоровья проживающего населения, т.е. обладают геопатогенным характером, о чем свидетельствуют статистические данные (корреляция участков повышенной геодинамической активности с местами повышенной заболеваемости населения)[9,10].

На территории развиты различные ЭГП, из которых наибольшее развитие получили: процессы заболачивания, подтопления, просадки, связанные с суффозионно-карстовыми процессами, оползневые и эрозийные процессы. Процессы заболачивания имеют очень широкое распространение, особенно в северной части.

Эколого-гидрогеологические условия. На территории установлены 2 крупные гидрогеохимические аномальные зоны (АЗ): Косинская и Иньвинская АЗ с площадями 5-5,5 тыс. км² [11]. Косинская АЗ - в бассейне р. Косы, приурочена к водоносным комплексам мезозойских, уржумских и казанских терригенных отложений с изоминерами 0,2-0,5 г/дм³, с площадными аномалиями (с превышение ПДК) по Вг, Ва; точечные: Mn, V. Иньвинская гидрогеохимическая АЗ расположена в бассейне р. Иньвы, приурочена к водоносным комплексам уржумских и казанских терригенных отложений с изоминерами 0,3-0,5 г/дм³, с площадными аномалиями: Вг, Ва; точечными: Cd, Mn, Ni, Be, Pb.

Эколого-геохимические условия. На территории расположены 4 крупные геохимические аномальные зоны (по почвам): Веслянская, Косинская, Иньвинская и Чермозская АЗ с площадями 2-3 тыс. км² [12]. Эти аномальные зоны имеют площадное распространение элементов в почвах (с превышение ПДК в 1,5-13 раз) по: Cd, Cu, Zr, Ga, Mn, Be, Cr, Pb, Ti, Ni, Ba (до 1,4 ПДК), с локальным распространением (с превышение ПДК в 2-30 раз): Cd, Ni, Ba, Zn, Co, V, Sr, Sn, P. Основными факторами выделенных АЗ являются природные условия формирования при контролирующей роли геодинамического фактора. Техногенные аномалии имеют

локальный мозаичный характер. Отмечается пространственное совпадение практически всех крупных аномалий с геоактивными зонами, характеризующимися повышенной трещиноватостью.

Комплексная экологическая оценка состояния природной среды проведена по методике экспертно-балльной оценки и критериям (оценка состояния ландшафтов, почв, подземных и поверхностных вод, геологических процессов и других компонентов) [3] позволяет дать следующую интегральную оценку. Около 41% территории, в основном северная и менее – западная части района имеют благоприятное и удовлетворительное экологическое состояние (менее 20 баллов) и отвечают уровню экологической нормы. Около 45% территории в основном центральная, восточная и южная части характеризуется условно благоприятными экологическими условиями (напряженным состоянием, 20-40 баллов) и входят в зону экологического риска. Около 16 % территории в юго-восточной части, характеризуется неблагоприятными экологическими условиями (>40 баллов). Выделяются обширные геохимические аномалии, часто с опасной степенью загрязнения (более 3-20 ПДК). Эти участки классифицируются, как территории с кризисным экологическим состоянием природной среды [1].

Проведенный анализ характеризует современное геоэкологическое состояние северо-запада Пермского края, в целом, как удовлетворительное с отдельными неблагоприятными аномальными участками, на которых необходимо организовать комплексный геоэкологический мониторинг.

Литература

1. Копылов И.С., Даль Л.И. Геоэкологическая оценка состояния природной среды Коми-Пермяцкого округа // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2-2.
2. Копылов И.С. Концепция и методология геоэкологических исследований и картографирования платформенных регионов // *Перспективы науки*. 2011. № 8 (23). С. 126-129.
3. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // *Современные проблемы науки и образования*. 2011. № 6.
4. Ландшафтная карта СССР масштаба 1:4 000 000 / Под ред. А.Г. Исаченко. М.: ГУГК, 1988.
5. Копылов И.С., Даль Л.И. Типизация и районирование ландшафтно-геохимических систем // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2.
6. Копылов И.С. Региональные геологические факторы формирования экологических условий // *Успехи современного естествознания*. 2016. №12-1. С. 172-177.
7. Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // *Вестник Пермского университета. Геология*. 2013. № 3 (20). С. 5-30.
8. Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Копылов И.С. Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье). М.: *Геотектоника*, № 6. 2008. С. 46-69
9. Копылов И.С. Аномалии тяжелых металлов в почвах и снежном покрове города Перми как проявления факторов геодинамики и техногенеза // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 1-2. С. 335-339.
10. Копылов И.С. Геоэкологическая роль геодинамических активных зон // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014. № 7. С. 67-71.
11. Даль Л.И., Копылов И.С., Алексеева Л.В. Гидрогеоэкологическая оценка Кудымкарского района // *Современные научные исследования и инновации*. 2016. № 9 (65). С. 339-346.
12. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // *Современные проблемы науки и образования*. 2011. № 6.

ТРЕХМЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЗОН ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

А.В. Донецких

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 3 курса,
nasty_a_doneckih@mail.ru

Научный руководитель: к.г.н., доцент Красильников П.А.

Аннотация: в статье представлены результаты геостатистической обработки данных методом Кригинга и их трехмерная визуализация средствами программного комплекса Voxler. 3D визуализация позволяет не только собрать воедино все полученные результаты полевых и лабораторных исследований, но и выявить закономерности, которые трудно поддаются количественному описанию и которые весьма сложно обнаружить с помощью вычислительных процедур.

Ключевые слова: 3D визуализация, геостатистика, пространственный анализ.

THREE-DIMENSIONAL VISUALIZATION OF ZONES BY OIL PRODUCTS' POLLUTION

A.B. Doneckih

Perm State University, 3^d year Student, nasty_a_doneckih@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geographical Sciences, Reader P. A. Krasilnikov.

Abstract: there are the results of geostatistical data which has been processed by Kriging's method and their three-dimensional visualization means by Voxler's program complex. 3D visualization permits not only to collect all received results of field and

laboratory's investigations together, but also to expose conformities with laws, which are difficult to yield to a numerical description and which are very complicated to reveal with computational procedures.

Keywords: 3D visualization, geostatistics, spatial analysis.

Одно из важнейших направлений научно-технического прогресса в геологии состоит в широком внедрении автоматизированных методов накопления, хранения, обработки и передачи геологической информации с целью повышения эффективности геологических исследований [1].

В наше время современные компьютерные технологии развиваются особенно быстро. Они внедряются повсеместно и, несомненно, помогают человеку в его деятельности. Именно рост компьютерных технологий и расширение математических методов, привели к созданию теории геостатистики, которая используется на большинстве горных и геологических предприятиях мира.

В данной работе, геостатистические методы обработки данных применялись для выявления зон распространения углеводородов в грунтовом массиве. Затем на основе полученных геостатистических расчётов я визуализировала зоны загрязнения нефтепродуктами.

Визуализация материалов открывает возможность не только собрать воедино все полученных результаты полевых исследований, но и выявить закономерности, которые трудно поддаются количественному описанию и которые весьма сложно обнаружить с помощью вычислительных процедур.

Итак, целью данного исследования является выявление зон загрязнения нефтепродуктами и их трехмерная визуализация, позволяющая наглядно представить местоположение зон относительно имеющихся промышленных объектов.

Для выявления закономерностей и построения математических моделей использовались полевые и экспериментальные данные, полученные при выполнении работ по очистке загрязненной нефтепродуктами территории АО «Нефтехимик» руководителем которых был д.г.-м.н., профессор В.В. Середин. Результаты этих исследований представлены в научных трудах [2,3,4].

Для определения содержания углеводородов в грунтах, им были проведены полевые исследования, включающие в себя бурение скважин, отбор монолитов, изучение kernового материала, гидрогеологических, геоморфологических и других условий. Всего на территории исследований было пробурено 250 скважин, которыми вскрыты антропогенные и четвертичные отложения, а также породы шешминского горизонта, из которых отобрано более 1160 проб для определения содержания углеводородов. Местоположение скважин, в которых осуществлялось опробование грунтов представлено на рисунке (рис.1).



Рис. 1. Схема расположения скважин

В процессе дальнейшего изучения, мною были использованы результаты этих исследований, которые свелись к следующим показателям: пространственное местоположение точек опробования (координаты x, y); глубина опробования, которая в дальнейшем преобразовывалась в координату z посредством вычитания глубины отбора проб из абсолютной отметки устья скважины; номер скважины; количественное содержание нефтепродуктов в пробе.

Для пространственного анализа использовался геостатистический метод – кригинг, который дает несмещенную оценку значений точек или средних содержаний блоков. Кригинг выполняет две группы задач: это количественное определение пространственной структуры данных и создание прогноза. На основе этого метода мною были построены 3D модели.

С целью трехмерной визуализации зон загрязнения нефтепродуктов в результате аварийных разливов использовался программный комплекс Voxler, который не только позволяет геостатистически обработать исходные данные, но и обладает широким комплексом возможностей по визуализации полученных результатов.

Voxler позволяет загружать 3D-данные в удобную интерактивную программную среду, где можно их просматривать, оценивать объемные характеристики, строить изолинии рельефа, получать сечения по заданным пользователем направлениям, получать изображения в различных ракурсах [5].

Процедура геостатистического анализа сводится к следующему: загружаем таблицу excel в программу, строим точечные объекты, тем самым отображая визуальное расположение скважин. Затем преобразовываем в трехмерное пространство, искусственно увеличиваем масштаб по оси Z .

В результате этого мной визуализировались максимальные зоны загрязнения углеводородов, которые приурочены к скважинам 7в, 14/6, 3в, 8в, 10а, 9а, 16/6 (рис.2).

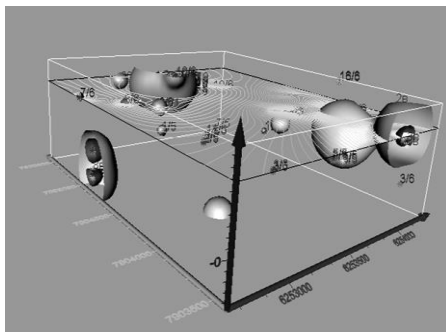


Рис. 2. 3D модель глубины проникновения углеводородов и их распространение

Таким образом, программа позволяет визуализировать точки любым графознаком, задавая вид и цвет значка, а также подписывать отображаемые объекты. В дальнейшем я провела геостатистическую обработку, построила трёхмерный грид, представляющий собой блочную модель 100*100*100 ячеек со значением содержания УВ в каждой ячейке.

В качестве визуализации было использовано два приема: во-первых, содержание углеводородов на глубине 5 м., которое показано изолиниями с использованием шкалы послышной окраски с шагом 0,5 (мг / 100 г почвы); во-вторых, картознаками отображены области с максимальным содержанием углеводородов. Кроме того возможности программного средства позволяют строить срезы в виде контурных карт на любой глубине, а также менять их цветовое отображение. Помимо этого существует возможность выделить зоны с заданным содержанием, к примеру, обозначить области, где существует превышение ПДК, где содержание УВ превышает ПДК в 2 раза и т.д.

Литература

1. Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии. СПб.: Недра, 2006. 223 с.
2. Середин В.В., Леонович М.Ф., Красильников П.А. Прогноз фильтрации углеводородов в дисперсных грунтах при разработке нефтяных месторождений. Нефтяное хозяйство. 2015. № 5. С. 106-109.
3. Середин В.В. Исследование пространственного распределения углеводородов в почвогрунтах и водах на территориях, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Пермь: РИО ПГТУ, 1998. 110 с.
4. Середин В.В. Оценка геоэкологических условий санации территорий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 1999. 153 с.
5. URL: <http://www.fort21.ru/cont/content.php?id=758> (дата обращения 17.02.2017).

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТБО. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В.Ю. Дунец

Амурский государственный университет, студент 3 курса, lerik-dunets13@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Кезина Т.В.

Аннотация: работа посвящена изучению твердых бытовых отходов (ТБО) на территории Амурской области. Автором рассмотрены основные проблемы переработки и утилизации ТБО, состав, их классификация и показана необходимость принятия срочных мер по их переработке.

Ключевые слова: Твердые бытовые отходы, характеристика ТБО, классификация, класс опасности, переработка, утилизация, воздействие на окружающую среду.

METHODS AND WAYS OF PROCESSING OF MSW. PROSPECTS OF DEVELOPMENT

V.Yu. Dunets

Amur State University, 3st year Student, lerik-dunets13@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor T.V. Kezina.

Abstract: Work is devoted to studying of the municipal solid waste (MSW) in the territory of the Amur region. The author has considered the main problems of processing and utilization of MSW, structure, their classification and need of acceptance of urgent measures for their processing is shown.

Keywords: Municipal solid waste, characteristic of MSW, classification, danger class, processing, utilization, environmental impact.

Чтобы работать эффективно в области утилизации отходов, необходимо знать, что такое твердые бытовые отходы и реально оценивать их пользу и вред для окружающей природной среды. С каждым годом

отходов становится все больше, человек затрачивает много времени и средств, для того чтобы переработать эффективно не уменьшающиеся горы мусора.

Твёрдые бытовые отходы (ТБО) — это непригодные для дальнейшего использования пищевые продукты и предметы быта или товары, потерявшие потребительские свойства [1]. ТБО делятся на отбросы (биологические ТО) и собственно бытовой мусор (небиологические ТО искусственного или естественного происхождения), часто именуемым просто мусором.

Ежегодно количество мусора возрастает примерно на 3 % по объёму. Количество ТБО в странах СНГ составляет около 100 млн тонн/год, причём на долю России приходится более четверти этого объёма (по другим данным за 2007 год для РФ составили около 63 млн тонн/год) [2].

Состав твёрдых бытовых отходов зависит от многих факторов: уровня развития страны и региона, культурного уровня населения и его обычаев, времени года и других причин. Более трети ТБО составляют упаковочные материалы, количество которых непрерывно увеличивается. ТБО характеризуются многокомпонентностью и неоднородностью состава, малой плотностью и нестабильностью (способностью к загниванию). Источниками образования ТБО могут быть как жилые, так и общественные здания, торговые, зрелищные, спортивные и другие предприятия. В зарубежной практике названию "ТБО" соответствует термин "твердые муниципальные отходы" (Municipal Solid Waste) [3].

Размещение отходов сначала на свалках, а затем на полигонах имеет многовековую историю.

Захоронение ТБО на свалке – самый простой и дешёвый способ удаления мусора, однако, это экологически неправильно и экономически невыгодно [4]. Правильное инженерное обустройство свалок должно обеспечивать защиту окружающей среды. Зачастую, отходы, которые должны быть переработаны, все равно оказываются на свалках. В результате растут площади занимаемые свалками, а государству наносится экономический ущерб за счет безвозвратно потерянных вторичных ресурсов.

По приблизительным подсчетам экологов в Приамурье действует 17 официальных полигонов ТБО, куда разрешено вывозить отходы и более 600 несанкционированных. Территории, куда незаконно выбрасывают мусор, включены в территориальную схему обращения с отходами. Ее разработали в Министерстве природных ресурсов Амурской области. Она предполагает, что лишь часть несанкционированных свалок будет ликвидирована. Порядка 240 свалок планируется под места накопления, то есть, это места, где отходы до 11 месяцев будут накапливаться. После чего – либо пойдут на переработку, либо не будут перевозиться на захоронение или сортировку [5].

В Амурской области планируется построить завод по переработке мусора на одном из свободных участков территории опережающего развития (ТОР) «Белогорск». В настоящее время проект находится в стадии утверждения и обсуждения.

За несанкционированную свалку мусора амурчан могут наказать штрафом. Для юридических лиц – от ста тысяч рублей, а простым гражданам, не соблюдающим чистоту, грозит штраф от тысячи рублей и более. Несанкционированные свалки выявляют специалисты Министерства природы вместе с общественниками – они проводят рейды.

Всего 14 % отходов в нашем регионе обезвреживается и используется, а в целом по России этот показатель составляет 44 %, в Хабаровском крае — 60 %, Еврейской автономии — больше 50 % [6].

Из доклада администрации Амурской области можно узнать, что объёмы образовавшихся отходов в Амурской области за 2014 год составили – 671,7 тыс. тонн, а в 2015 год – 1174,5 тыс. тонн [7]. Год от года объёмы ТБО растут, и это требует принятия срочных мер по их переработке.

Существующая в России система обращения с ТБО не является оптимальной и эффективной, действующий механизм сбора, вывоза и захоронения ТБО исчерпал свои возможности и нуждается в обновлении. Сложившаяся ситуация хранения, использования и обезвреживания отходов приводит к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов и представляет реальную угрозу здоровью современных и будущих поколений страны.

Каждый человек, который заботится о будущем нашей Земли, должен задумываться о том, что же он оставит для своих потомков - красивую ухоженную планету или свалку с горой мусора.

Литература

1. Бобович, Б.Б. *Переработка промышленных отходов* / Б.Б. Бобович. – М.: Интермет Инжиниринг, 1999. – 445 с.
2. Вайсберг Л.А. *Технологические подходы к переработке отходов производства и потребления* / Л.А. Вайсберг В.А. Арсентьев, Н.В. Михайлова. СПб.: Механобр-техника, 2010. – 22 с.
3. Игнатович Н.И. *Что нужно знать о твёрдых бытовых отходах?* / Н.И. Игнатович, Н.Г. Рыбальский. – М.: Изд-во РЭФИА, 1995. – 66 с.
4. *Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: федеральный закон от 04 июня 1998 г. № 89. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».*
5. Шубов, Л.Я. *Технология твёрдых бытовых отходов: учебник* / Л.Я. Шубов, М.Е. Ставровский, А.В. Олейник. – М.: Альфа-М.: 2015. – 396 с.
6. Лотош В.Е. *Переработка отходов природопользования* / В.Е. Лотош. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2002. – 463 с.
7. Проглядова, О. *Мусорная планета* / О. Проглядова // *Эхо планеты*. – 2010. – № 37. – С. 40.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Е.А. Звонарев

ФГУП «Уральский электромеханический завод», evgen-zvonarev@mail.ru

Т.С. Бобина

Уральский государственный горный университет, магистрант 1 года обучения, tanyashka1993@mail.ru

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы обращения с металлическими, очень низкоактивными, низкоактивными и среднеактивными радиоактивными отходами, последовательность этапов работы по их фрагментации и переплавке. Рассматриваемая концепция обращения с МРАО позволяет сократить объемы МРАО и организовать их более компактное хранение в специализированных организациях.

Ключевые слова: металлические отходы, фрагментация, переплавка, радиационный контроль, радионуклиды, дезактивация.

THE ORGANIZATION OF RADIATION CONTROL WHEN PROCESSING METAL RADIOACTIVE WASTE

Е.А. Zvonarev

FSUF «Urals Electromechanical Plant», evgen-zvonarev@mail.ru

T.S. Bobina

Ural State Mining University, 1st year Master's Degree Student, tanyashka1993@mail.ru

Abstract. In article address questions with metal, very low-active, low-active and medium-active radioactive waste, sequence of stages of work on their fragmentation and melting are considered. The considered concept of the address with MRAO allows to reduce volumes of MRAO and to organize their more compact storage in the specialized organizations.

Keywords: metal junks, fragmentation, melting, radiation control, radionuclides, deactivation.

Для сокращения объемов металлических и металлосодержащих РАО ряд организаций предлагает услуги по фрагментации и переплавке очень низкоактивных, низкоактивных и среднеактивных металлических радиоактивных отходов (МРАО). Несмотря на то, что данная концепция переработки МРАО является удобной и технически обоснованной, возникает ряд организационных проблем в области радиационной безопасности персонала и населения, а так же экологического благополучия территорий. К таким проблемам относятся:

- организация системы классификации и сортировки МРАО;
- организация системы радиационного контроля на всех этапах обращения с МРАО в организациях, оказывающих услуги по фрагментации и переплавке;
- организация надзорной деятельности за соблюдением норм и требований радиационной безопасности.

Работы на участках по фрагментации и переплавке МРАО должны проводиться поэтапно с проведением радиационного контроля параметров и фиксацией данных в журналах. Условно, на участке по фрагментации и переплавке МРАО должны выделяться следующие этапы работ:

Входной контроль. При выполнении всех требований радиационной безопасности (РБ), на участки по фрагментации и переплавке МРАО поступают в контейнерах с оформленными, на каждую партию радиоактивных отходов, паспортами. В паспортах на партию РАО должны быть указаны сведения, в соответствии с СП 2.6.6.1168-02 «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)» [1] и НП-067-11 «Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации» [2].

При приеме партии МРАО в цехах фрагментации и переплавки необходимо проводить входной контроль с целью определения соответствия данных, указанных в паспорте на партию РАО, фактическим данным. Организацией оказывающей услуги по фрагментации и переплавке МРАО могут быть определены дополнительные параметры входного контроля, не исключая обязательных: целостность упаковки (контейнера), масса (объем), мощность поглощенной дозы излучения на поверхности и на расстоянии 1 м от наружной поверхности, снимаемое (нефиксированное) загрязнение наружной поверхности упаковок с РАО. По результатам входного контроля оформляется акт приема-передачи с указанием данных паспорта на партию РАО. Далее, на этапе входного контроля организуется вскрытие упаковок (контейнеров), при необходимости осушка контейнеров, извлечение МРАО и передача на сортировку.

Сортировка. Классификационная сортировка МРАО является трудоемким технологическим процессом, направленным на разделение МРАО в потоки по способам переработки, хранения и (или) передачи на долговременное хранение.

Классификация МРАО должна осуществляться в несколько стадий и обосновываться в нормативной документации. К критериям, на основе которых должна осуществляться сортировка относятся:

- радионуклидный состав;
- отнесение твердых отходов к радиоактивным (в соответствии с Постановлением Правительства от 19.10.2012 №1069) [3];

- удельная активность (в соответствии с СПОРО-2002);
- мощность экспозиционной дозы;
- срок потенциальной опасности (в соответствии с Федеральным законом от 11 июля 2011 г. N 190-ФЗ) [4];
- способ переработки: дезактивация; дробеструйная обработка металла; прессование; фрагментация; переплавка; отходы, не подлежащие переработке (ржавчина, бетон, другие не металлические РАО, переработка которых не возможна в цехах по фрагментации и переплавке МРАО) и др.

Переработка. Работы по переработке МРАО, разделенных на потоки, проводятся в отдельно выделенном участке цеха по фрагментации и переплавке МРАО. Важнейшим критерием на этапе переработки МРАО является минимизация воздействия ионизирующего излучения на персонал и население [5]. С этой целью в цехе по фрагментации и переплавке МРАО должно применяться оборудование с дистанционным управлением.

Кондиционирование. Для кондиционирования вторичных ТРО, образовавшихся при фрагментации, дезактивации целесообразно использовать метод цементирования [6]. Перед передачей конденсированных ТРО в специализированные организации для долговременного хранения на партию РАО оформляется паспорт в соответствии с СПОРО-2002 и НП-067-11.

Общая схема обращения с МРАО в цехах фрагментации и переплавки представлена на рисунке.



Рис. Принципиальная схема обращения с МРАО при фрагментации и переплавке

Стоит отметить, что на каждом этапе обращения с МРАО, выделенном на схеме, необходимо вести радиационный контроль параметров рабочей среды, индивидуальный дозиметрический контроль, технологический контроль. Основной проблемой в части радиационного контроля при фрагментации и переплавке МРАО для надзорных органов и организаций, оказывающих таковые услуги, является отсутствие единых требований к Программе радиационного контроля, по некоторым требованиям осуществляется перекрестный надзор, а некоторые аспекты радиационной безопасности, в том числе требования к радиационному контролю, могут контролироваться не в полной мере или не попадать под надзор ни одной из Федеральных служб.

Литература

1. СП 2.6.6.1168-02 «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)».
2. НП-067-11 «Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 октября 2012 г. N 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов».
4. Федеральный закон от 11 июля 2011 г. N 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
5. НП-055-14 «Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности».
6. НП-020-15 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности».

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ МАЙСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.Н. Казаков

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения,
cazakov.valentin@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Шукова И.В.

Аннотация: на основе современных данных о химическом составе поверхностных, подземных вод и донных отложений установлено, что загрязнение на территории месторождения можно считать допустимым.

Ключевые слова: поверхностные воды, подземные воды, нефтяное загрязнение, Майское нефтяное месторождение.

GEOECOLOGICAL STATE OF NATURAL WATERS IN THE TERRITORY OF THE MAISKOYE OIL FIELD (TYUMEN REGION)

V.N. Kazakov

Perm State University, 1st year Master's Degree Student, cazakov.valentin@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader I.V. Shchukova.

Abstract: Based on current data on the chemical composition of surface, groundwater and bottom sediments, it has been established that pollution in the field can be considered permissible.

Keywords: surface water, groundwater, oil pollution, Maiskoye oil field.

Введение. Майское нефтяное месторождение расположено в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области, входит в состав Сургутского нефтегазоносного района Среднеобской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Месторождение открыто в 1976, через 2 года введено в промышленную разработку. На Майском месторождении за три десятилетия добыто более 11,5 млн тонн нефти. На сегодняшний день месторождение находится на завершающей, 4-ой стадии разработки, однако, благодаря применению новых технологий и бурению новых скважин здесь открываются ближайшие перспективы добычи нефти — бурятся новые кусты, из которых можно добывать более 250 тонн нефти в сутки. По мнению геологов, активно разрабатывать Майское месторождение можно еще не менее четверти века. Территория исследования находится на северо-западе месторождения, на границе со Среднебалькским нефтяным месторождением.

Общая характеристика района исследования. Климат округа умеренный континентальный, характеризующийся быстрой сменой погодных условий, особенно осенью и весной, а также в течение суток. На формирование климата существенное влияние оказывает защищённость территории с запада Уральским хребтом, открытость с севера, способствующая беспрепятственному проникновению холодных арктических масс. Немаловажную роль играет равнинный характер местности с большим количеством рек, озёр и болот. Зима суровая и продолжительная с устойчивым снежным покровом, лето короткое и сравнительно тёплое [1].

На территории округа насчитывается более 2 тыс больших и малых рек, главные реки Обь (3650 км) и Иртыш (3580 км) – крупнейшие реки России. Район исследования гидрографически расположен в пределах бассейна реки Большой Балык – левого притока р. Обь.

Треть территории округа занимают болота, преимущественно верхового и переходного типа [1].

На территории исследования развиты аллювиальные и флювиогляциальные осадки четвертичного возраста, значительной мощности, представленные в основной массе пластичными суглинками.

Результаты исследований. В летний период 2015 в ходе инженерно-экологических изысканий было проведено опробование подземных, поверхностных вод и донных отложений.

Отбор подземных вод производился из инженерно-геологических скважин с глубины 1,5-2,0 м. Поверхностные воды отбирались из реки Айяун и её левобережного притока, ручья Безымянный. Опробование донных отложений проводился в местах отбора поверхностных вод. В общей сложности отобрано и проанализировано 6 проб (2 из скважин с глубины 1,5-2 м., 2 из поверхностных водотоков, 2 донных отложений).

В результате гидрохимических данных установлено, что воды реки Айяун $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$ состава, пресные с минерализацией до 92 мг/дм³, близкие к нейтральным по показателю pH (7,0-7,1), очень мягкие (0,8 мг-экв/дм³). Значительные превышения ПДК рыб-хоз. отмечаются для $\text{Fe}_{\text{общ}}$ (14,4 ПДК), фосфатов (9 ПДК), Cu (4,8 ПДК), Mn (2,7 ПДК). Кроме того, зафиксировано высокое значение показателя перманганатной окисляемости вод (29 мг O_2 /дм³).

Воды, отобранные из Безымянного ручья, Cl-Na-Ca состава с общей минерализацией 239 мг/дм³, очень мягкие (0,5 мг-экв/дм³), слабокислые (pH= 6,2). Превышения ПДК_{рх} выявлены у NH_4^+ (3,5 ПДК), $\text{Fe}_{\text{общ}}$ (33 ПДК), фосфатов (1,5 ПДК), Cu (5 ПДК), Mn (11,7 ПДК). Показатель перманганатной окисляемости так же высок (9,6 мг O_2 /дм³), но ниже, чем в водах Айяун.

Подземные воды $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ состава, пресные, с минерализацией 401 мг/дм³, близкие к нейтральным (pH 6,93), мягкие (3,73 мг-экв/дм³). В целом, все исследуемые компоненты не превышают значений ПДК, исключением являются $\text{Fe}_{\text{общ}}$ (60 ПДК), фенолы (9 ПДК) и показатель перманганатной окисляемости (27,6 мг O_2 /дм³).

Донные отложения представляют собой физико-химическую систему, состоящую из компонентов терригенного, биогенного и хемогенного происхождения. Важнейшими показателями эколого-геохимических свойств аллювиальных осадков являются, прежде всего, микроэлементы и органические соединения.

Проба, отобранная в Айяун, илистая с примесью супеси. Органическое вещество составляет 61,6 % от массы пробы. Все определяемые компоненты находятся в допустимых концентрациях, за исключением $\text{Pb}_{\text{вал}}$ (1,1 ПДК) и $\text{Fe}_{\text{общ}}$ (29,6 кларка). Уровень нефтяного загрязнения можно считать допустимым.

Отложения, взятые со дна Безымянного ручья, имеют супесчаный состав. Содержание органического вещества составляет 18,1%. Из определяемых компонентов лишь содержание общего железа имеет превышение (100,3 ПДК). Уровень нефтяного загрязнения допустимый.

Выводы: на основе современных гидрохимических исследований на северо-западе Майского месторождения установлено, что водотоки территории пресные, гидрокарбонатного и хлоридного состава, что соответствует условиям нарушенного гидрохимического режима.

Основные определяемые компоненты общего химического состава соответствуют нормативам водных объектов рыбохозяйственного значения, за исключением общего железа и фосфатов.

Микрокоэлементный состав речных вод соответствует нормам ПДК_{р.х.} [2], исключением являются Mn и Cu. Согласно опубликованном данным, повышенные концентрации этих микроэлементов вызваны естественными процессами и являются региональной особенностью.

Подземные воды пресные, гидрокарбонатного состава, превышения относительно ПДК выявлены лишь у железа, фенолов и показателя перманганатной окисляемости.

Донные отложения представлены илистой и супесчаной фракциями. Все определяемые компоненты, за исключением общего железа и свинца, не превышают нормы. Нефтяное загрязнение находится в пределах допустимой нормы.

Однако, во всех пробах отмечаются повышенные значения показателя перманганатной окисляемости.

Повышенное содержание Fe_{общ.}, Mn, высокие значения мутности и перманганатной окисляемости обусловлены влиянием процессов заболачивания, и могут рассматриваться в качестве естественной региональной особенности территории. Нефтяное загрязнение в природных водах не зафиксировано.

Литература

1. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. Утвержден Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993 г.
2. ГН 2.1.5.1315-03. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 27.04.2003.

О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ БАЛЫКТЫ-ЖЫЛАНДИНСКОЙ ГРУППЫ ОЗЕР СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.К. Какпанова

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, молодой ученый, kakpanova@mail.ru

Научный руководитель: к.г.н., доцент Пашков С.В.

Аннотация: в данной статье раскрывается современное состояние Балыкты-Жыландинской группы озер СКО. Дана основная характеристика озер: гидробиология, морфометрия, морфология, гидрология. Рассмотрены экологические условия и угрожающие факторы. Даны рекомендации по охране озер.

Ключевые слова: Балыкты, Жыланды, Камышловка, морфометрические показатели озер, фауна и флора озер.

THE PRESENT STATE-BALYKTY ZHYLANDINSKOY GROUP OF LAKES OF NORTH KAZAKHSTAN REGION

А.К. Какпанова

M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Young Researcher, kakpanova@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor S.V. Pashkov.

Abstract: This article reveals the current state-Balykty Zhylandinskoy group NKR lakes. Basic characteristic of the lakes: hydrobiology, morphology, morphometry, hydrology. The ecological conditions and the threats. Recommendations for the protection of lakes.

Keywords: Balykty, Zhylandy, Kamyshlovka, morphometric characteristics of lakes, flora and fauna of the lakes.

Озера Балыкты и Жыланды расположены в пределах Есильского района Северо-Казахстанской области, в центральной части Камышловского лога. В переводе с казахского языка озеро Балыкты значит Рыбное, Жыланды - Змеиное.

Озера лежат в долине древней р. Камышловки. Территория этого района сложена горизонтально залегающими неогеновыми озерными и частично озерно-аллювиальными отложениями общей мощностью 10-20 м, представленными преимущественно глинами, которые перекрыты тонким слоем лессовидных желто-бурых суглинков.

Оба эти озера имеют связь с озером Большой Тарангул. Озера Жыланды и Балыкты по всей морфологии имеют сходство между собой. Расположенные на плоской равнине, они с первого взгляда представляются совершенно заросшими тростниками, однако и то и другое имеет плесы.

Озеро Балыкты по абсолютной высоте расположено на 4,8 м ниже Жыланды, этим и объясняется сток весенних вод в сторону Балыкты.

Берега рассматриваемых озер в основном плоские, низменные. побережье озеро Балыкты образует два залива. Только юго-западный залив занят песчаным береговым валом 1-1,5 м относительной высоты и крутизны 25-30°.

Юго-восточный залив меньших размеров и почти сплошь зарос тростником, береговой вал здесь выражен менее резко. На южном побережье находится понижение, занятое болотом. В многоводные дни болото заполняется водой и соединяется с озером. В рельефе между озером и болотом хорошо выражена сухая ложбина до 50 м ширины.

Восточное побережье имеет береговой уступ около 1,5 м высоты, который носит следы стояния более высокого уровня воды в озере. При продвижении на северо-восток берег постепенно снижается. Проявляются западины с ориентацией с востока на запад. В целом здесь была ложбина стока, соединяющая Балыкты с озером Аксуат. Весной в западинах застаивается вода. Побережье очень низменное, в весенний паводок занимаемое водой, покрыто тростником.

Западное побережье имеет небольшой уступ 40-50 см высотой, в основании которого залегают суглинки.

Юго-западное побережье - пологое, низменное, незаметно сливается с водораздельным пространством. Для него характерным является наличие сухих протоков с пологими склонами, которые служат соединительным звеном с озером Жыланды. Здесь прослеживается -три сухих протока, их ширина 50-60-70 м, глубина свыше метра. Один из этих протоков, северный, был главной рекой [1].

Побережье озера Жыланды в основном низменное, заросшие тростником и осокой.

Площадь озера Жыланды – 8,8 км², длина – 3 км, ширина – 3,3 км, длина береговой линии – 12,3 км. С северо-западной стороны в озеро впадает ручей Бас-Карасу. Берега пологие, слабоизрезанные. Дно ровное, илистое. Слой отложений колеблется от 0,4 до 0,8 м. В многоводные годы глубины достигают 2-х м.

Площадь озера Балыкты – 13,1 км², длина – 5,2 км, наибольшая ширина – 4,7 км, длина береговой линии – 16,3 км. Берега низкие, пологие, суглинистые, задернованные. Глубина в центральной части доходит до 2,0-2,2 м [2].

Данные озера - бессточные пресные с преимущественно паводковым типом питания с циклически изменяющимся гидрологическим режимом.

Замерзают озера в среднем к 10 ноября. При безветренной погоде ледовый покров появляется раньше. Наибольшая толщина льда наблюдается в феврале, в наиболее суровые зимы достигает 1 м, а в обычные-60-70 см. На ледяном покрове бывают трещины до 25 см ширины.

Озера очищаются ото льда в среднем 20-25 апреля. Балыкты хорошо прогревается. Термическая стратификация не выражена.

Прозрачность воды наблюдалась до дна озера. Цвет воды зеленовато-коричневый, обусловлен обилием растворенных в воде органических веществ.

В районе озер выделяют 17 разновидностей почв. Основной фон на водоразделе составляют черноземы обыкновенные. По неглубоким понижениям сформировались лугово-черноземные почвы. По дну Камышловского лога в виде отдельных пятен, а в пределах наиболее пониженных участков сплошными массивами, распространены солонцы лугово-черноземные и луговые, солончаки луговые и соровые.

На акватории озера Жыланды развита мощная сплавина, где кроме жесткой надводной растительности произрастают ива и береза, в центральной части расположен открытый плес. Это места гнездования серых гусей и серых журавлей, реже других видов. Озеро Балыкты на 50% покрыто тростником, в прибрежной зоне – осокой. Коренной тип растительности на водоразделе – красноковыльно-богаторазнотравные группировки. Определено около 25 видов водорослей, среди них доминируют зеленые, сине-зеленые и диатомовые [1].

На акватории в виде куртин разной площади произрастает тростник – место гнездования лебедей, серых гусей, нырковых уток, лысух, черношейных поганок, озерных чаек, черных и белокрылых чаек. Прибрежные участки озер заняты лугово-болотной растительностью, где располагаются гнездовья речных уток – серой, кряквы, чирка-трескунка, широконоски, красноголовых нырков и куликов. Междоузелья заняты лесами, пастбищами и пашнями. При созревании хлебов здесь кормятся серые и белолобые гуси, серый журавль, кряква, лебедь-кликун. Редкие виды – серый журавль, серая цапля, ходулочник. Из рыб в озере Балыкты обычен карась [1].

На водораздельных участках располагаются пахотные земли, вблизи побережья – пастбища и водопой скота. На озере Балыкты развито рыболовство.

Угрожающими факторами является обработка пахотных земель вблизи водоема, пастьба и водопой скота, рыболовство, имеет место браконьерств.

Озера входят в состав охотничьего хозяйства «Красный бор». На побережье озера Жыланды ограниченно проводится охота, озеро Балыкты имеет статус микрозаказника;

Таким образом, озера Балыкты и Жыланды имеет важное хозяйственное значение. В качестве рекомендаций предлагаем организовать в пределах озер Балыкты и Жыланды особо охраняемую территорию областного значения или озеро Балыкты сделать филиалом расположенного вблизи Смирновского зоологического заказника республиканского значения.

Литература

1. Вилков В.С., Дробовцев В.И. Камышловская группа озер. // Важнейшие водно-болотные угодья Северного Казахстана. – М.: Русский университет, 2002. С. 46-50.
2. Коломин Ю.М. Озера Северо-Казахстанской области: справочное пособие. - Петропавловск, 2004. С. 72.

ОБ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМАХ ОСВОЕНИЯ МАЛЫХ ОЗЕР СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.К. Какпанова

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, молодой ученый, kakpanova@mail.ru

Научный руководитель: к.г.н., доцент Пашков С.В.

Аннотация: в данной статье раскрываются основные проблемы освоения малых озер СКО. Указана необходимость комплексного исследования водоемов и рациональной организации озерного хозяйства. Основные направления развития рыбного хозяйства представлены в Программах развития РК, Постановлениях Правительства РК и др. В целях улучшения состояния озер необходимо проведение мелиоративных мероприятий и инвентаризация озерного фонда области. Перспективой является обеспечение местного населения рыбой из озер СКО.

Ключевые слова: озеро, рыбное хозяйство, эвтрофирование, водоохранные зоны, рыбопродуктивность.

ON THE BASIC PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF SMALL LAKES NORTH KAZAKHSTAN REGION

А.К. Kakpanova

M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Young Researcher, kakpanova@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor S.V. Pashkov.

Abstract: in this article the main problems of development of small lakes NKR. The necessity of a comprehensive study of reservoirs and the rational organization of lake management. The main directions of fisheries development presented in the program of development of the Republic of Kazakhstan, Government and others. In order to improve the state of the lake is necessary to conduct reclamation activities and inventory Fund lake area. Vista is to provide the local population with fish from lakes NKR.

Keywords: Lake fisheries, eutrophication, water protection zones, fish productivity.

В Северо-Казахстанской области насчитывается более 3500 озер с площадью водного зеркала более 4000 км². В том числе в 1500 водоемах имеются рыбные ресурсы, в основном карась [1].

Попадающее большинство озер служат местом гнездования и отдыха водоплавающей птицы. На некоторых озерах производится промысел озерного бокоплава. В ряде соленых водоемов имеется *Artemia Salina*. К сожалению, полное обследование водоемов области проводилось в 1956-58 г.г. в целях комплексного использования их водных и биологических ресурсов в районах освоения целинных и залежных земель [2].

В дальнейшем исследования проводились по отдельным районам, а также по программе биологического обследования наиболее перспективных рыбохозяйственных водоемов.

В рамках программы развития рыбного хозяйства 2004-2006 гг. были намечены основные направления развития рыбной отрасли, наведен порядок на водоемах, определены основные приоритеты для инвестирования [3]. Так, главным направлением стало рыборазведение, в целях которого увеличился выпуск рыбопосадочного материала на Петропавловском рыбопитомнике.

Принятое Правительством Постановление об отведении водоохранных зон и полос работает не в полной мере, так как зоны отведенные землепользователями не соблюдаются. Это приводит к интенсивному заболачиванию в результате максимального опаживания под урез воды, а во время дождей и весеннего снеготаяния плодородный слой смывается в озера и они зарастают.

Для поддержания уровня воды озёр следует создавать водоохранные зоны радиусом в 500-1000 м и с древесно-кустарниковой растительностью с залужением распаханых участков, проводить снегодержание по акватории озёр и на водосборах и другие мероприятия, стимулирующие от сток в озёра. Создание водоохранных зон необходимо также и для предотвращения эвтрофирования и гипертрофирования водоёмов соблюдением целого ряда условий. Необходимо водосборы озёр и сами озёра содержать в надлежащем санитарном состоянии. При современной большой концентрации скота в десятки раз увеличилось поступление в водоёмы биогенных элементов (азота и фосфора), что ведёт к экологическому загрязнению озёр. Для водопоя скот, как правило, загоняется прямо в воду. Даже у питьевых водоёмов нередко располагаются животноводческие помещения и загоны (например у оз. Налобино). В целях предотвращения загрязнения водоемов необходимо сооружение специальных поилок, копаней, прудов для водопоя скота, изоляция стоков с животноводческих объектов и сёл, запрет или, в крайнем случае, ограничение выпаса, скота по берегам.

Таким образом, необходима полная инвентаризация водного фонда области с определением водоохраной зоны.

Рациональная организация озёрного хозяйства возможна при достаточно устойчивом водном балансе озер и удовлетворительном качестве воды. Особенно это относится к водоёмам питьевого назначения и к тем, которые могут быть использованы для рыборазводных целей.

В настоящее время 111 наиболее перспективных водоемов передано в долгосрочную аренду. Дополнительно определены 550 водоемов, где можно заниматься рыболовством и в перспективе получить их в аренду. Однако заниматься рыбным бизнесом пока экономически невыгодно и прежде всего потому, что подавляющее большинство водоемов области мелководные, глубиной до 2,5 метров. Они подвержены зимним заморам и сохранить в них ценные виды рыбы (карпа, сиговых) довольно сложно. Маловодные заросшие водоемы очень слабо или вовсе не осваиваются рыбным промыслом, так как для занятия промыслом рыбаку необходимо зарегистрироваться в налоговом органе, как индивидуальному предпринимателю. Однако затраты рыбака на регистрацию, оплату всевозможных налогов не окупаются добычей мелкого карася и его реализацией в связи с отсутствием рынка сбыта и крайне низкой ценой реализации, дороговизной ГСМ. Но, тем не менее, осваивать эти водоемы необходимо, так как кормовая база малых озер истощена от переизбытка малоценных рыб. В связи с этим необходимо шире использовать активные орудия лова - бредни, невода. Во время неводного лова озеро очищается от излишней растительности, улучшается газообмен водоема. Так же необходимо переселение рыбы из водоема в водоем, что положительно воздействует на рыбопродуктивность озер. Чем интенсивнее ведется промысел на таких озерах и зарыбление, тем крупнее становится рыба [4].

Для этого, необходимо разрешить сетевой лов ограниченным количеством сетей на мелководных зарастаемых озерах, не вводя его в статус промыслового, а рыбака в категорию предпринимателей. Необходимо при передаче таких водоемов в аренду применять более упрощенную форму контроля и отчетности по сравнению с арендаторами перспективных водоемов.

При освоении труднодоступных, заросших водоемов, а также соленых, прудов, котлованов, где нет другой рыбы кроме той которую зарыбили предприниматели, необходимо снизить ставки платежей за биоресурсы и учитывать затраты связанные с их освоением [4].

Программой развития рыбного хозяйства предусмотрен комплексный подход к развитию рыбной отрасли области. Однако многие вопросы находятся пока в стадии разрешения. Так до сих пор не решен вопрос о кредитовании рыбацких производственных коллективов. В связи с тем, что, водоемы на которых они ведут добычу рыбы являются государственными, а стоимость основных фондов, являющихся залоговым имуществом, крайне низкая, так как вблизи водоема запрещено капитальное строительство.

До сих пор не отлажен вопрос оптового закупа мелкой рыбы, глубокой переработки и хранения. На начальной стадии находится вопрос о переработке рыбной мелочи для производства комбинированных кормов и др.

Таким образом, население области, проживающее вблизи этих водоемов полностью возможно обеспечить рыбой с местных озер. Для этого необходимо комплексное исследование водоемов области в целях использования водных и биологических ресурсов, проведение мелиоративных мероприятий, инвентаризация водного фонда с определением водоохраных зон.

Литература

1. Коломин Ю.М. *Озера Северо-Казахстанской области: справочное пособие*. - Петропавловск, 2004. С. 72.
2. *Озера Северного Казахстана*. Изд. Ан КазССР, 1960. 212 с.
3. *Об утверждении Программы развития рыбного хозяйства на 2004-2006 годы*. Постановление Правительства РК от 29 декабря 2003 года №1344.
4. Коломин Ю.М. *Ихтиология и рыбоводство: учебно-методическое пособие для студентов биологических и экологических специальностей СКГУ*. - Петропавловск, 2009. 117 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДАХ НА СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ ТОМСКОГО ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА

А.В. Карманова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, магистрант 1 года обучения,
anya.karmanova.93@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Пасечник Е.Ю.

Аннотация: исследован химический состав вод на разных стадиях водоподготовки Томского подземного водозабора. Благодаря своим особенностям, они показывают динамику содержания в качестве индикатора трансформации условий формирования химического состава вод.

Ключевые слова: редкоземельные элементы, состав подземных вод, станция водоподготовки.

CHARACTERISTICS OF RARE-EARTH ELEMENTS IN WATER DRINKING-WATER TREATMENT STATION AT TOMSK UNDERGROUND WATER SUPPLY POINT

A. V. Karmanova

National Research Tomsk Polytechnic University, 1st year Master's Degree Student,
anya.karmanova.93@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader E.Yu. Pasechnik.

Abstract: Exploration of chemical composition of ground waters Ob-Tom interstream area, and rare-earth elements spectation forms. Due to their characteristics, they show dynamic content as an indicator of transformation conditions of formation water chemistry.

Keywords: rare-earth elements. groundwater composition, drinking-water treatment station.

Редкоземельные элементы обладают сходными химическими свойствами, однако их концентрация в геологических объектах различна. Поэтому их разделяют на группы легких (La, Ce, Pr, Nd), средних (Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho), и тяжелых (Er, Tm, Yb, Lu) редкоземельных элементов. Изучение форм нахождения и распределения редкоземельных элементов в водной среде позволяет получить объективную информацию об условиях формирования поверхностных и подземных вод.

Объектом исследования является Томский подземный водозабор, который эксплуатирует подземные воды месторождения, открытого в междуречье р. Оби и р. Томи сотрудниками кафедры гидрогеологии и инженерной геологии ТПИ (ТПУ) Рассказовым Н.М. и Удодовым П.А. в 1963 г. Глубоко залегающие подземные воды подвержены наименьшему техногенному загрязнению. Однако их использование требует больших затрат на строительство инженерных сооружений, связанных с водоподготовкой. Химический состав таких вод характеризуется повышенной минерализацией и, для территории Томской области, повышенным содержанием железа [1,2].

Автором были отобраны пробы подземной воды поступающей на станцию водоподготовки (рис.1), из скорых фильтров и системы повторного использования. Система повторного использования предназначена для приема воды после промывки скорых фильтров с большим количеством взвешенных частиц (более 300 мг/л), отстаивания промывной воды в течение времени необходимого для выпадения взвешенных частиц в осадок, и снижении мутности до концентрации 10 мг/л. После этого промывную воду подают в голову очистных сооружений, а осадок откачивают на иловые поля.

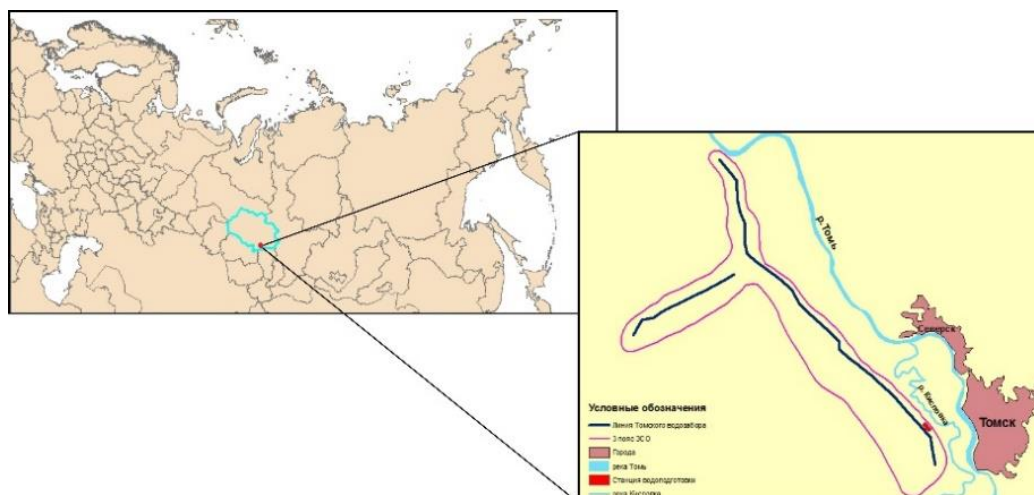


Рис. 1. Схема расположение объекта исследования

Исследования химического состава подземных вод выполнялись в аккредитованной лаборатории научно-образовательного центра «Вода» кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии ТПУ. Полученные результаты свидетельствуют о повышенном содержании железа и кремния в исходной воде, что не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Все остальные показатели находятся в пределах нормы. В процессе водоподготовки повышается рН, увеличивается содержания хлора, гидрокарбоната и нитратов, но при этом наблюдается снижение большинства показателей.

Также были получены результаты по содержанию редкоземельных элементов в подземной воде (рис.2). Из чего можно сделать вывод, что водоподготовка дает положительные результаты по таким элементам, как гадолиний, диспрозий и эрбий. Рост концентрации редкоземельных элементов в системе повторного использования связан с отстаиванием воды в течение времени, вследствие чего происходит накопление данных элементов.

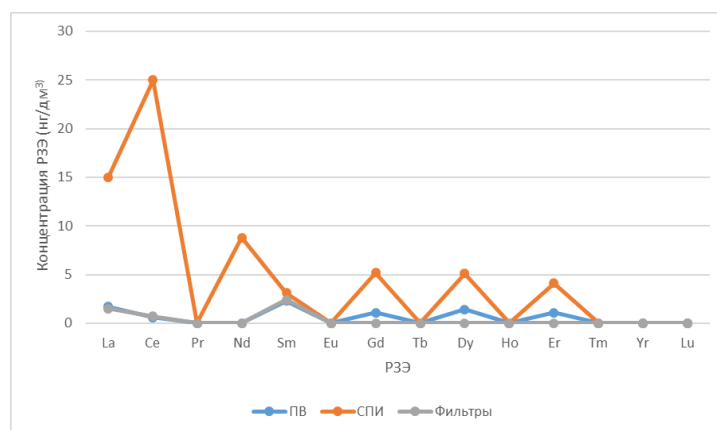


Рис. 2. Распределение редкоземельных элементов (ПВ – подземная вода, СПИ–система повторного использования, фильтры – вода после скорых фильтров)

Благодаря своим свойствам, а также согласованному химическому поведению, редкоземельные элементы считаются важными микрокомпонентами в изучении различных геологических процессов, а именно генезиса магматических горных пород, эволюции коры и мантии, основанном на предположении, что эти элементы «неподвижны» во время метаморфических процессов. Но поведение этих элементов в природных водах осложняется различными процессами, такими как формирование водных комплексов, коллоидный транспорт, ионный обмен и адсорбция, что приводит к фракционированию этих элементов в водных растворах по сравнению с материнской породой [3].

На станции обезжелезивания Томского подземного водозабора выпадает большое количество осадка – 150 кг в сутки, который сбрасывается в р. Кисловку. Концентрации редкоземельных элементов определяют область применения железосодержащих осадков, образующихся в процессе водоподготовки, а также показывают динамику содержания в качестве индикатора трансформации условий формирования химического состава природной воды. Поэтому нами в настоящее время проводятся исследования состава железосодержащего осадка.

Такие осадки являются практически невостребованными вторичными минералами, хотя пути их утилизации очень широки. Недостаточная изученность данного вопроса тормозит решение сложившейся проблемы многих регионов, которая с каждым годом набирает обороты.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00429 мол_а.

Литература

1. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Коробкин В.А. и др. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь – Томского междуречья. Томск: Издательство Томского архитектурно – строительного университета, 2003. – 174 с.
2. Viktor K. Popov, Elena Yu. Pasechnik and Anna Karmanova. Recycling of iron-containing deposits – the main way to increase the efficiency of water-protective measures on the territory of the Tom lower course/ MATEC Web of Conferences 85, 2016.
3. Чудаев О.В., Чудаева В.А. Микроэлементы и элементы редкоземельной группы в минеральных водах Приморья // Геология и горное дело в Приморье прошлом, настоящем и будущем. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – С. 93–96.

ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ В НИЖНЕТУРИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Д.А. Котылко

Исовский геологоразведочный техникум, студент 3 курса, kotylkod@mail.ru

Научный руководитель: преподаватель специальных дисциплин высшей категории Лобанова И.А.

Аннотация: в летние месяцы 2016 года в Нижнетуринском водохранилище наблюдалось замутнение воды, что сказалось на работе электростанции и качестве питьевой воды. В результате обследования водотоков, питающих водохранилище, были выявлены основные источники загрязнения воды. В работе представлены результаты анализа проб воды, сделаны выводы и предложения по улучшению ситуации.

Ключевые слова: водохранилище, старательская артель, взвешенные частицы, мутность, мутномер, конвекционные потоки.

IDENTIFYING SOURCES OF WATER POLLUTANTS IN RESERVOIR OF NIZHNYAYA TURA

D.A. Kotylko

Isovsky Geological Prospecting College, 3^d year Student, kotylkod@mail.ru

Research Supervisor: the teacher of special disciplines I.A. Lobanova.

Abstract: Turbidity of reservoir of Nizhnyaya Tura was observed during summer months of 2016. That had a negative impact on the power station and quality of drinking water. The main sources of water pollution were identified. This document presents the results of water samples analysis, conclusions and suggestions for improvement of this situation.

Keywords: reservoir, gold prospectors, the weighed particles, turbidity, convection streams.

Нижнетуринское водохранилище находится в Свердловской области на территории городов Нижняя Тура и Лесной. Водоём имеет важное значение для населения и промышленности.

В летние и осенние месяцы 2015-2016 г. в Нижнетуринском водохранилище вода периодически становилась мутной. Это сильно сказалось на качестве водоснабжения наших городов и работе Нижнетуринской тепловой электростанции (НТГРЭС). Руководство НТГРЭС обратилось в Исовский геологоразведочный техникум с просьбой выяснить возможные источники загрязнения водоёма.

Целью работы является выявление причин резкого повышения мутности воды в Нижнетуринском водохранилище.

В техникуме была создана группа по изучения этой проблемы. Группа выполнила полевые наблюдения, опрос местных жителей и отбор проб воды [1]. Протяжённость пеших и водных маршрутов составила 45км, отобрано 24 пробы воды. Полевые работы выполнены в сентябре 2016 года.

Предварительное выявление возможных источников загрязнения осуществлялось путём анализа топографических карт. Изучались космические снимки последних лет. Анализ имеющихся материалов позволил выбрать участки маршрутного обследования и места отбора проб в бассейне водохранилища [2].

Анализы проб воды выполнены в химической лаборатории НТГРЭС. Определялось рН воды, мутность и количество взвешенных частиц.

Исследования проводилась на территории условно разбитой на три участка: река Тура (рис.1), река Малая Именная (рис.2), акватория Нижнетуринского водохранилища (рис.3). Результаты работ рассматриваются отдельно для каждого участка.

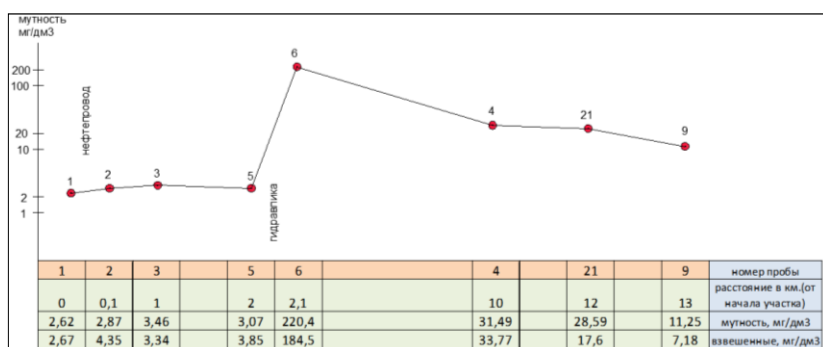


Рис. 1. График изменения мутности воды в реке Тура на участке: пробы 1-9

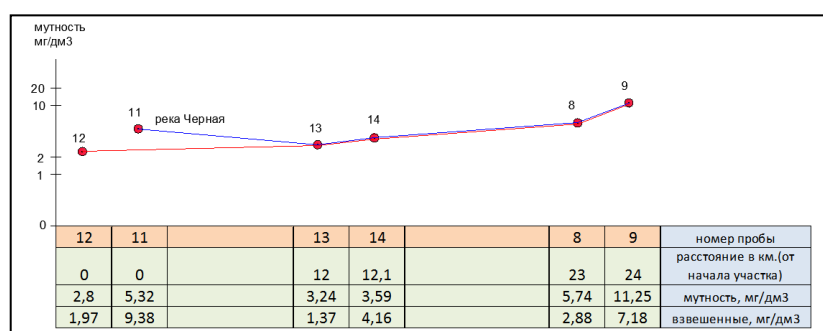


Рис. 2. График изменения мутности воды в реке Малая Именная: пробы 8-12

По результатам маршрутного обследования и анализа проб воды [3] Нижнетуринского водохранилища и питающих его рек сделаны следующие выводы о причинах повышенной мутности водоёма.

В 2016 году основным источником поступления мутной воды в Нижнетуринское водохранилище является разработка россыпного золота. Разработка месторождения в долине реки Сорочка старательской артели «Фарта» проводится с нарушением водоохранных правил. Замутнение воды происходит также при проведении работ на трассе нефтепровода, пересекающего основные реки, питающие водохранилище (р. Тура и р. Малая Именная).

В 2015 году заиливание водохранилища определялась в основном двумя причинами: строительством газопровода по дну водоёма, интенсивным «ливневым» сносом в водоём компонентов почв и горных пород, из-за аномально дождливой погоды.

Необычайно жаркое лето 2016 года стало причиной интенсивного развития в воде микроорганизмов животного и растительного происхождения на основе питательной среды, поступившей в водоём в 2015 году.

Наличие на фильтрах водозабора НТГРЭС илесто-песчаных частиц и организмов, обитающих в придонном иле, а также повышенная мутность воды в районе водозабора предположительно связана с

неправильной установкой и функционированием водозаборного оборудования, при работе которого возникают конвекционные потоки, которые взмучивают придонные осадки и вода становится более мутной, чем в среднем по водохранилищу.

Периодическое замутнение воды по всей акватории Нижнетуринского водохранилища предположительно связано с образованием придонного «мутного облака», состоящего из тонко-глинистых и коллоидных частиц, микроорганизмов и водорослей. Конвекционные потоки, возникающие в воде при колебании температуры и ветре, могут поднимать мутную воду к поверхности.

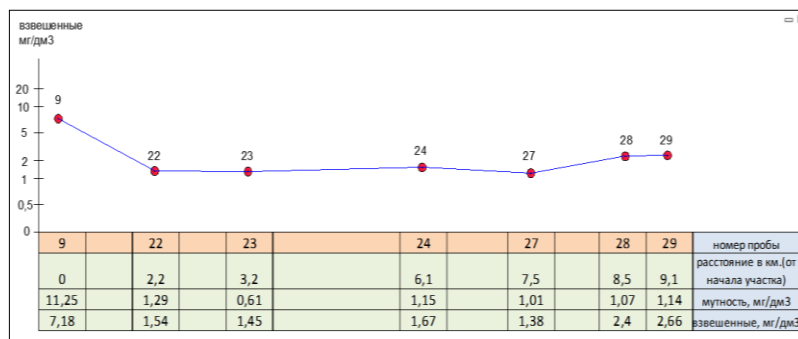


Рис. 3. График изменения мутности воды в южной части Нижнетуринского водохранилища на участке деревня Малая Именная – Нижнетуринская ГРЭС: пробы 9–29

На основании выводов и предположений, сделанных по результатам исследований, мы рекомендуем:

1. Организовать мониторинг и максимально ограничить поступление в Нижнетуринское водохранилище минеральной мути с предприятий, ведущих золотодобычу и предприятий, эксплуатирующих, нефте- и газопроводы.
2. Помочь самоочищению водоёма максимально возможным сбросом мутной воды через шлюзы плотины.
3. Изменить конструкцию водозабора (осуществлять водозабор с минимально возможной глубины). Уменьшить производительность водозаборного оборудования.

Литература

1. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. – М.: Медицина, 1981
2. Алексеев Л.В. Контроль качества воды. – М.: Инфра-М, 2009.
3. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. - СПб.: «Крисмас+», 2009.

ТЕХНОГЕННЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ В РАЙОНЕ ХВОСТОХРАНИЛИЩА КОМСОМОЛЬСКОГО ЗОЛОТО-ИЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО ЗАВОДА ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Т.А. Кулешова

Новосибирский государственный технический университет, студент 4 курса, kuleshova.nstu@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Юркевич Н.В.

Аннотация: приводятся данные о составе сульфид-содержащих отходов переработки руд Комсомольского золото-извлекательного завода по данным геохимических и геофизических методов анализа. Предложен метод обнаружения геохимических аномалий при помощи электротомографии. Получена отрицательная корреляция электрического сопротивления с содержанием сульфидной и сульфатной серы в веществе отходов, выделены геохимические ассоциации элементов.

Ключевые слова: хвостохранилище, электротомография, удельное электрическое сопротивление, металлы, химический состав.

TECHNOGENIC GEOCHEMICAL ANOMALIES NEAR THE TAILING AREA OF KOMSOMOLSK GOLD PROCESSING PLANT ON GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL DATA

T.A. Kuleshova

Novosibirsk State Technical University, 4th year student, kuleshova.nstu@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader N.V. Yurkevich.

Abstract: data on the composition of sulphide-containing wastes of ore processing at the Komsomolsk Gold Recovery Plant according to geochemical and geophysical analysis methods are given. A method for detecting geochemical anomalies by means of

electro tomography is proposed. A negative correlation of the electrical resistance with the content of sulfide and sulfate sulfur in the waste material was obtained, geochemical associations of the elements were identified.

Keywords: mine tailing dump, electrical resistivity tomography, electrical resistivity, metals, chemical composition.

ВВЕДЕНИЕ

Экологические проблемы, связанные с миграцией токсичных химических соединений из хранилищ отходов горнорудного производства, являются актуальными не только для России, но и за рубежом. Вопросы окисления сульфид-содержащих хвостов обогащения руд и образования кислых дренажных потоков (acid mine drainage) исследуются с 1950-х гг. [1,2]. Изучение состава хвостохранилищ и путей миграции дренажных растворов в подземные воды с использованием комплексного подхода на основе электротомографии и геохимических методов получило широкое распространение [3]. Несмотря на накопленный в этой области зарубежный опыт существует ряд актуальных вопросов интерпретации данных электроразведки при переходе от величин удельного электрического сопротивления к конкретным физическим и химическим параметрам вещества.

Цель работы – определение взаимосвязи между составом отходов горнорудного производства и данными электротомографии (на примере хвостохранилища Комсомольского золото-извлекательного завода, Кемеровская область).

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Хвостохранилище представляет собой котловину, заполняющуюся общим стоком золотоизвлекательного завода. Количество накопленного материала составляет порядка 1 млн. м³. Твердое вещество отходов состоит из кварца, полевого шпата, кальцита и сульфидных минералов (пирит, сфалерит, галенит, пирротин и арсенопирит). В результате складирования отходов над поверхностью твердой части образовалось техногенное озеро площадью порядка 100 тыс. м², со средней глубиной около 2 м [1]. Оно пополнялось за счет поступления обеззолоченных растворов, жидкой фазы репульпированного кека и природных стоков.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе летних полевых работ 2015 года сделаны геоэлектрические разрезы распределения удельного электрического сопротивления (УЭС) среды по шести профилям: двум перпендикулярным на северной части хвостохранилища и четырем параллельным на южной части. Применялся метод микро-электротомографии при помощи установки «Скала-48», разработанной в лаборатории электромагнитных полей Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН. Расстановка электродов с шагом 30 см позволяет получить разрешение 15 см, глубина – до 2 м, длина профиля – 14 м, ошибка измерения - 2.5 %. Для геохимического выкопаны и опробованы шурфы (глубиной до 2 м) в зонах с наименьшими сопротивлениями среды. Отобраны 34 пробы, и с помощью прибора «Эксперт-001» («Эконикс-Эксперт», Москва) методом потенциометрии измерены физико-химические параметры (рН, Eh) паст, приготовленных при смешивании вещества отходов с водой в соотношении 2:1 в полевых условиях. Для прямых кондуктометрических измерений удельной электропроводности (УЭП) паст использовался портативный прибор «Cond 315i», ошибка измерений которого составляет ±0.5%. В лабораторных условиях определен элементный состав отходов методом РФА-СИ (ИЯФ СО РАН), ошибка измерений – 5-7 %. Содержания серы сульфидной ($S_{\text{сульфидн}}$) и сульфатной ($S_{\text{сульфатн}}$) в отходах определены классическими химическими методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Северная часть хвостохранилища отличается равномерным по всей площади низким распределением сопротивлений 6-7.3 Ом·м. УЭС распределены неравномерно по всем областям профилирования. Зоны с наиболее низким сопротивлением располагаются на глубине 0-1.5 метров и приурочены к горизонтам с наибольшим содержанием хвостов и связаны либо с высокой проводимостью скелета за счет присутствия сульфидов металлов, либо с проводимостью порового раствора. На глубине от 1.5 до 2.5 метров расположен менее проводящий горизонт, вероятно, соответствующий выходу коренных пород.

Шурф «Ком 2-3» глубиной 120 см выкопан на северной части хвостохранилища. Потенциометрией измерены Eh ≈ 250 мВ и рН≈7, значения рН среды на всех глубинах нейтральны. УЭС по результатам электротомографии и резистивиметрии практически совпадает и на глубине 50 см равно 10 Ом·м. УЭП по данным кондуктометрии обратно пропорционально УЭС и составляет 2000 мкСм/см, что говорит о сходимости этих трех методов.

На южной части хвостохранилища исследован шурф «Ком 3-1» глубиной 80 см. Удельное электрическое сопротивление по данным электротомографии изменяется плавно по всей глубине и составляет 0-15 Ом·м, по данным резистивиметрии 0-40 Ом·м. УЭП изменяется от 2000 до 4000 мкСм/см, на глубине ниже 30 см параметр практически не изменяется и составляет около 2000 мкСм/см. Eh среды меняется в диапазоне 300-700 мВ, рН среды варьирует от 2 до 6 ед.

После обработки полученных данных, произведен расчет корреляции между удельным электрическим сопротивлением вещества отходов, суммарным содержанием металлов и сульфидной, и сульфатной серой, результаты представлены в таблице.

Таблица

Коэффициенты корреляции между элементным составом и удельным электрическим сопротивлением отходов (n=34)

	Cr	Fe	Ni	Cd	Hg	As	S _{сульфатн}	S _{сульфидн}	УЭС
Cr	1	0.89	0.55	0.54	0.62	0.83	0.92	0.96	0.07
Fe		1	0.73	0.72	0.71	0.89	0.51	0.74	0.05
Ni			1	0.79	0.61	0.72	-0.03	-0.31	-0.08
Cd				1	0.65	0.75	-0.48	-0.02	-0.14
Hg					1	0.81	0.91	0.71	0.29
As						1	0.99	0.88	0.14
S _{сульфатн}							1	0.85	-0.52
S _{сульфидн}								1	-0.51
УЭС									1

Наблюдается отрицательная корреляция между УЭС и содержаниями сульфидной и сульфатной серы (S_{сульфидн}, S_{сульфатн}). Вероятно, электропроводность изучаемого вещества хвостохранилища обусловлена присутствием сульфидов металлов. Концентрация As значимо коррелирует ($K_{кор} > 0.75$) с содержанием Fe, Cr, Br, Cd, Hg, Bi, S_{сульфидн}, S_{сульфатн}, что свидетельствует о вхождении этих элементов в одну геохимическую ассоциацию. По значимым положительным коэффициентам корреляции можно выделить ассоциацию Fe, As, Cr, S_{сульфидн}, что указывает на присутствие в отходах сульфидов Fe и As (пирит, арсенопирит), которые вносят существенный вклад в проводимость минерального скелета в изучаемых отходах.

По предварительным данным метод микро-электротомографии можно использовать для обнаружения геохимических аномалий в районе складирования отходов горнорудного производства.

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда Президента РФ (грант МК-6654.2016.5).

Литература

1. Бортникова С.Б., Гаськова О.Л., Айрияц А.А. Техногенные озера: формирование, развитие и влияние на окружающую среду. – Новосибирск: изд-во СО РАН филиал ГЕО, 2003. – 120 с.
2. Мур Дж.В., Раммурти С. Тяжелые металлы в природных водах. - М.: Мир, 1987. – 288 с.
3. Oldenburg D.W., Li Y. Estimating depth of investigation in dc resistivity and IP surveys // *Geophysics*. – 1999. – V. 64. – I. 2. – P. 403–416.

СЕЗОННАЯ ВАРИАЦИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ВОД ОЗЕР СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Н.А. Курлянов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, молодой ученый, nikitakurlyanov@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент, Мусин Р.Х.

Аннотация: в работе рассмотрены озера Приказанского района карстового и суффозионно-карстового происхождения, характеризующиеся атмосферным питанием. Приведены результаты сезонной изменчивости гидрохимических показателей (температуры, pH, Eh, растворенного кислорода, кондуктометрической минерализаций). Поведение параметров обусловлено природными факторами.

Ключевые слова: озеро, сезонная динамика, минерализация, растворенный кислород, температура, pH, Eh.

SEASONAL VARIATION OF WATER HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS IN LAKES OF MIDDLE VOLGA REGION

N.A. Kurlyanov

Kazan (Volga region) Federal University, Young Researcher, nikitakurlyanov@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader R.H. Musin.

Abstract: This report discusses lakes of karst and suffosion-karst origin in Kazan surroundings, characterized by the atmospheric supply. The results of the seasonal variability of hydrochemical parameters (temperature, pH, Eh, dissolved oxygen, conductivity mineralization) as follows. Changes of these parameters are caused by natural factors.

Keywords: lake, seasonal dynamics, mineralization, dissolved oxygen, temperature observed, pH, redox.

Среднее Поволжье является одной из самых крупных областей развития карста на Восточно-Европейской равнине. Обилие карстовых впадин, котловин, воронок и других отрицательных форм рельефа в сочетании с достаточно влажным климатом и сравнительно неглубоким залеганием подземных вод создает благоприятные условия для образования многочисленных карстовых озер [1].

В работе рассмотрены озера, расположенные в двух районах развития карстовых озер Среднего Поволжья – Вятский увал и Казанское Заволжье. В первом располагаются оз. Осиновское и Глубокое, во втором – оз. Архирейское, Чистое, Моховое, Ковалинское. Все озера отличаются морфометрическими характеристиками: глубина может достигать 24,4 м, а площадь 112 га.

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Главным источником питания изучаемых озер являются атмосферные осадки. Минерализация озерных вод изменяется от 54 до 234 мг/л, жесткость – от 0,4 до 3,4 ммоль/л [2]. Различия в минерализации, прежде всего, определяются ландшафтными условиями каждого озера.

Исследования проводились с 2013 по 2016 гг ежегодно в три этапа: в конце февраля – начале марта, в августе и в октябре. Гидрохимические параметры определялись на месте с помощью многопараметрического анализатора Aquameter [3]. Замерялись следующие показатели состава озерных вод: рН, Eh, температура, растворенный кислород, электропроводность, кондуктометрическая минерализация. Значения основных гидрохимических параметров состава вод приведены в таблице (табл.).

Таблица

Значения гидрохимических показателей состава вод озер Приказанского района в период 2013-2016 гг.

Параметр	Сезон	Глубина (максимальная), м						
		Моховое	Чистое	Ковалинское	Архирейское	Глубокое	Осиновское	
Темпер.	З	п	2,6-2,7	1,7-2,3	1,8-2,6	1,5-3,1	1,8-2,2	1,3-1,4
		г	4,8-5	4,7-5,0	4,4-5,2	3-3,9	5-5,2	4,2-4,4
	Л	п	25,5-26	26,3-26,7	23,8-24,6	24-25	24,1-25,4	24-25,5
		г	6-6,6	6,5-8	9,3-11,1	6,6-7,2	5,7-6,6	4,9-5,4
	О	п	10,1-16,3	8,3-14,6	8,7-12,1	9,2-14,7	8,9-10	8,8-11,7
		г	5,6-6,2	7,3-7,4	12,1	6,2-7,3	6-6,2	4,9-5,4
Конд. Минер	З	п	0	5-18	1-14	33-42	47-63	48-50
		г	0	32-41	24-38	32-45	72-84	61-82
	Л	п	1-11	21-25	27-37	59-61	68-73	71-81
		г	1-4	67-71	40-54	45-58	61-73	68-72
	О	п	0	16-23	20-24	41-57	53-68	57-84
		г	5-9	87-131	24-31	53-103	86-103	72-117
рН	З	п	6,6-7,7	7,4-8,6	6,8-7,4	7,6-7,9	6,8-7,5	7,4-8,2
		г	6,5-7,1	8-9,2	7,1-7,2	7,9-8,1	7-8,3	7,1-8,6
	Л	п	6,4-6,6	7,4-8,2	7,2-9,2	7,4-9,1	8-9,1	7,6-9,2
		г	6,4-6,6	7,7-7,9	8-8,7	8,5	8,9-9,7	8,8-9,1
	О	п	7,7-8,9	7,4-9,1	7,4-8,6	7-9,6	7,1-8	7,4-8,2
		г	7,4-9,4	7,1-9,4	7,4-9,4	7,8-9,7	7,8-9,6	7,7-8,9
Eh, mV	З	п	62-165	21-220	54-98	58,8-164	73-147	29-94
		г	-386-120	-(165-260)	-(15-801)	-(158-844)	-(116-169)	-(31-122)
	Л	п	62-70	-49-54	-49-17	-2,7-25	-25-22	-29-30
		г	-(98-171)	-(185-210)	-(177-184)	-(78-165)	-(193-283)	-(166-254)
	О	п	-67-98	-87-39	17-77	29-150	44-224	-15-130
		г	-(167-206)	-(192-223)	-153-37	-(2-266)	-(179-355)	-(145-279)
РК	З	п	3,8-5,2	0,7-4,1	0,5-5,3	5,5-10,6	4,1-5,0	6,9-8
		г	0,1-0,5	0,1	0-0,2	0,1-1,3	0-0,2	0-0,1
	Л	п	7,5-8,9	10-11,7	7,2-11	9,4-12,8	9-11	9,6-11,2
		г	0-0,7	0-0,8	0-0,5	0-0,3	0-1,2	0-0,4
	О	п	6,8-9,7	1,6-16,4	7,9-8,4	5,4-9,1	7,4-9,1	7,7-9,5
		г	0-0,1	0-0,6	2,8-7,5	0,2-0,6	0,2-0,3	0-0,1

Пояснение: темпер. – температура, °С; конд. минер. – кондуктометрическая минерализация, мг/л; РК – растворенный кислород, мг/л; п. – поверхностный замер (0-0,5м); г. – глубинный замер (глубины приведены в таблице); З. – зима, Л. – лето, О. – осень; таблица основана на обобщении 250 замеров.

В зимний период на всех озерах температура в приповерхностных слоях близка (1,3-3,1°С). В глубинных зонах значения выше (3-5,2°С), что характеризует обратную температурную вертикальную зональность. Летом температура эпилимниона держится на уровне 23,8-26,7°С. Постепенно прогревается зона гипolimниона, к осени температура по сравнению с зимой выше на 1-2°С, в оз. Архирейское и Чистое - на 2-3°С, в оз. Ковалинское – на 4-7°С. Значительное сезонное увеличение температуры на глубине в Ковалинском озере связано с морфометрическими особенностями котловины – большая площадь зеркала и относительно небольшая глубина приводят к аккумуляции тепла за сезон.

Минимальная минерализация наблюдается в период зимней стагнации, для которой характерна низкая биологическая продуктивность и отсутствие процессов перемешивания и испарения. К лету содержание растворенных компонентов возрастает в 1,3-1,5 раз за счет интенсивного испарения и активных биогенных процессов. К осени минерализация достигает максимальных значений за год в глубинных частях, что связано с деструкцией органического вещества, накопление которого осенью максимально. Поверхностные слои в октябре характеризуются, по сравнению с летом, снижением значений в 1,1-1,3 раза за счет увеличения количества выпадения осадков и уменьшения испарения.

В течение года зона гипolimниона характеризуется низкими значениями растворенного кислорода (РК) 0-0,5 мг/л, который тратится на окисление и разложение органического вещества. В поверхностной зоне

минимальные значения наблюдаются зимой 0,7-8 мг/л. Летом содержания значительно выше - 7,2-12,9 мг/л. Этому способствует ветровое перемешивание и активная деятельность фотосинтезирующих растений. К осени наблюдается небольшое снижение РК в 1,1-1,2 раза по сравнению с летом.

Изменение водородного показателя в течение трех сезонов проявляется в увеличении значений pH на 0,5-1 от зимы к осени как в поверхностных, так и в глубинных слоях. Также за этот период значения Eh снижаются в 1,5-2 раза. Это происходит за счет накопления биогенных продуктов, что усиливает восстановительные условия, в особенности в гипolimнионе, где среда анаэробная и присутствует растворенный H₂S.

Поведение приведенных параметров обусловлено природными факторами.

Литература

1. Типология и биоразнообразие карстовых озер Среднего Поволжья (коллективная монография) /под ред. Мингазовой Н.М. - Казань: изд-во Казан ун-та, 2009. - 225 с.
2. Курлянов Н.А., Мусин Р.Х. Вертикальная гидрохимическая зональность озер Среднего Поволжья // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии» с элементами научной школы. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 517-521 с.
3. Мусин Р.Х., Курлянов Н.А. Многопараметрические анализаторы качества воды как необходимый атрибут мониторинга природных вод //Сборник трудов V Международного конгресса "Чистая вода. Казань" 26-28 марта 2014 г.: науч. изд. - Казань: Типогр. ООО "Куранты", 2014. - С. 162-164.

ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ ПОЧВ ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ НА НЕФТЬ И ГАЗ

А.А. Лопушко

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, студент 3 курса, lopushko97@mail.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Абрамович А.А.

Аннотация: технологические процессы при поиске и добычи нефти в той или иной мере сопровождаются загрязнением почв и грунтов нефтепродуктами. На данный момент не решён вопрос утилизации таких грунтов. Практикуются различные методы утилизации. Одним из основных источников загрязнения является ремонт скважин. Лучшим решением для исключения загрязнения почв нефтью при ремонте скважин являлись бы мероприятия по недопущению технологических протечек нефти. На данный момент — это невозможно. В данной статье приведено несколько технологий по предотвращению загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: технологический процесс, нефть, грунт, грунтовые воды, скважина, протечка нефти, нефтезагрязнённый грунт.

PROBLEM OF SOILS IN THE EXPLORATION FOR OIL AND GAS

A.A. Lopushko

Francisk Skorina Gomel State University, 3rd year Student, lopushko97@mail.ru

Research Supervisor: Senior Lecturer Abramovich A.A.

Abstract: Technological process of searching and extraction of oil in some way can be accompanied by soil and earth pollution with oil products. Now issue about the utilization of polluted earth is not decided. Different methods of utilization are practised. Well repair is one of the main source pollution. The best solution for exclusion earth pollution by oil during the process of well repairing could be the activities to prevent technological oil leaks. It is impossible now. This article lists several technologies to prevent pollution of environment.

Keywords: Technological process, oil, soil, groundwater, wells, leaking oil, oil-contaminated soil.

Технологические процессы при поиске и добычи нефти в той или иной мере сопровождаются загрязнением почв и грунтов нефтепродуктами. Неизбежные технологические потери нефти на площадке загрязняют её земную поверхность и должны быть ликвидированы путём утилизации нефтезагрязнённых грунтов и рекультивации земель.

На данный момент не решён вопрос утилизации таких грунтов. Практикуется их засыпание чистым грунтом. В результате поверхность площадки состоит из загрязнённых и условно чистых грунтов. Опасность такой технологии заключается в том, что атмосферные осадки, просачиваясь через такую толщу, загрязняются нефтепродуктами, пропитывают всю толщу геологического разреза, достигая уровня грунтовых вод, загрязняя её, и далее переносятся по току грунтовых вод в ближайшие водотоки (канавы, реки).

С целью уменьшения негативного воздействия предлагается усовершенствовать технологию работ бригад капитального ремонта скважин.

Текущий ремонт скважин является одним из основных источников загрязнения окружающей среды нефтью, а также пластовой водой, различными химическими реагентами и их растворами, составляющими основу рабочих и промывочных жидкостей. Наиболее загрязняющая технология применяется бригадами цеха

подземного ремонта скважин, которые используют открытые мостки. Основными участками, подвергающимися загрязнению нефтью при работе бригадами цеха подземного ремонта скважин, являются приустьевая зона в радиусе 2–3-х м, область под мостками и рядом при использовании боковых расширителей (табл.).

Таблица

Основные операции, приводящие к загрязнению почв при капитальном ремонте скважин

Технологические операции	Характер загрязнения	Область загрязнения
Извлечение инструмента и оборудования из скважины	Разбрызгивание нефти	Околоустьевое пространство
Хранение длинномерного оборудования на мостках и в околоустьевом пространстве	Стеkanie нефти	Под мостками. Ввиду уклона наибольшее стекание происходит с опущенных концов труб
Отпаривание длинномерного оборудования	Стеkanie нефти, парафинов, остатки шлама	Под мостками (под местом пропаривания)

Лучшим решением для исключения загрязнения почв нефтью при ремонте скважин являлись бы мероприятия по недопущению технологических протечек нефти. На данный момент — это невозможно. Можно устранить загрязнение почв нефтью только при разработке новых мостков и приустьевых площадок, оборудованных специальными облегчёнными поддонами.

Уловленная нефть может быть слита в гравитационную ёмкость. Твёрдая фаза парафинов утилизируется, как отход, собранный нефтезагрязнённый грунт должен быть обезврежен.

Технология обезвреживания подлежит разработке с использованием современных способов: биодеструктивных методов, агротехнических приёмов, с использованием растений, способных производить на нефтезагрязнённых грунтах и ассимилировать нефтепродукты [1, с. 755].

Литература

1. Потенциал добычи горючих ископаемых в Беларуси и прогнозирование его реализации в первой половине XXI века: материалы международной научно-практической конференции (25–27 мая 2011 г.). Гомель: ОАО «Полеспечать», 2012. 788 с.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ РТУТЬЮ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ГОРНО-АЛТАЙСКА И ЕГО АГЛОМЕРАЦИИ

Т.Г. Макаревич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, магистрант 1 года обучения,
Link-link3@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Жорняк Л.В.

Аннотация: в данной работе проведены исследования распределения концентраций ртути (элемента 1 класса опасности) в почвах республиканского центра Республики Алтай города Горно-Алтайска и его агломерации. Выделены наиболее неблагоприятные районы по содержанию Hg. Проведено сравнение содержания ртути в почвах различных частей города с средними значениями по Республике, с кларком земной коры, ПДК, а также некоторыми другими городами Сибири.

Ключевые слова: ртуть, Республика Алтай, почва, ПДК.

EVALUATION OF SOILS POLLUTION WITH MERCURY IN C. GORNO-ALTAISK AND ITS AGGLOMERATION

T.G. Makarevich

National Research Tomsk Polytechnic University, 1st year Master's Degree Student, Link-link3@mail.ru

Research supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader L.V. Zhorniak.

Abstract: This study focuses on the research of distribution of mercury concentration (element of the first class of hazard) in the soils of republican center of the city Gorno-Altai and its agglomeration. The most neglected areas of Hg content were marked. The mercury content in the soils in the different parts of the city was compared with average values in the republic, with the clark of Earth crust, with MPC and some other Siberian cities.

Keywords: mercury, Altai republic, soil, MPC.

Введение. В настоящее время около 40% населения Республики Алтай сконцентрировано в г. Горно-Алтайск и его агломерации. В связи с преимущественно аграрной спецификой региона, основными источниками загрязнения окружающей среды являются котельные и автотранспорт. На территории агломерации находится порядка 150 средних и малых котельных, большая часть которых работает на угле [1]. Их выбросы ухудшают состояние всех компонентов природной среды, что в дальнейшем может сказаться на здоровье населения.

Повсеместно используемые угли, всегда содержат в своём составе различные примеси, среди которых особенно можно выделить ртуть, являющуюся одним из элементов I класса опасности и широко распространённым попутным компонентом [2].

Ртуть представляет собой опасный загрязнитель окружающей среды. В почве происходит связывание большей части ртути с гуминовыми кислотами и гумином, которые являются основой Hg-депонирующей фазы, следовательно, почва может стать источником дальнейшего поступления ртути в атмосферу, водные объекты и другие компоненты природной среды с образованием метилртути, а также непосредственно в организм человека через трофические цепи.

Как известно, воздействие ртути, даже в небольших количествах, может вызывать серьёзные проблемы со здоровьем и представляет угрозу для внутриутробного развития плода и развития ребёнка на ранних стадиях жизни. Ртуть может оказывать токсическое воздействие на нервную, пищеварительную и иммунную системы, а также на легкие, почки, кожу и глаза [3].

Целью данной работы было изучение распределения концентраций ртути (элемента I класса опасности) в почвах республиканского центра Республики Алтай города Горно-Алтайска и близлежащих поселений. Работы проводились в пределах агломерации Горно-Алтайска состоящей из: г. Горно-Алтайска, с. Майма, п. Карлушка, п. Афганцев, с. Алферово и с. Кызыл-Озек.

Для достижения поставленной цели, на территории агломерации г. Горно-Алтайска было намечено 25 точек опробования. Масштаб исследований 1:200 000. Отбор проб почв проводился согласно ГОСТ 17.4.3.01-83, а также методическим рекомендациям [4,5]. Анализ проб проводился на базе учебно-научной лаборатории Международного инновационного образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ. Все измерения выполнялись методом атомно-абсорбционной спектроскопии (методом «пиролиза») на ртутном анализаторе РА-915+, согласно ПНД Ф 16.1:2.23-2000 [6].

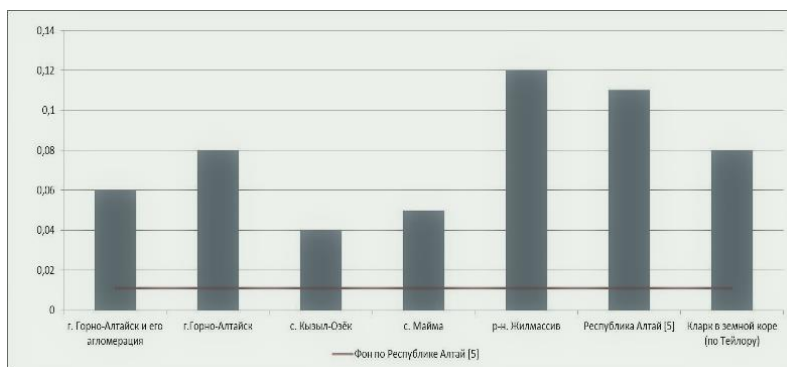


Рис. 1. Содержание ртути в почвах исследуемой территории в сравнении с фоном по Республике Алтай и кларком в земной коре (по Тейлору) (г/т).

Анализируя полученные данные, можно отметить, что на исследуемой территории распределение содержания ртути в почвах относительно равномерное, наибольшие концентрации ртути отмечаются в центре города Горно-Алтайска, вдоль Коммунистического проспекта.

Содержания ртути в почвах исследуемой территории изменяются от 0,03 г/т до 0,12 г/т. Концентрации Hg в почвах центральной части г. Горно-Алтайска в 2 раза превышают средние значения в почвах с. Кызыл-Озёк и с. Майма. Максимальное содержание Hg (0,12 г/т) отмечено в районе Жилмассива.

Таблица

Территория	Содержание ртути, г/т (min-max/среднее)	Кол-во проб
г. Горно-Алтайск и его агломерация	0,03-0,12 / 0,06	25
г. Горно-Алтайск	0,05-0,12 / 0,08	13
с. Кызыл-Озёк	0,03-0,06 / 0,04	5
с. Майма	0,04-0,08 / 0,05	7
Республика Алтай [7]	0,01-0,25 / 0,11	505
Фон по Республике Алтай [7]	0,01	
г. Томск [8]	0,67-1,15 / 0,91	
ПДК [9]	2,1	
Кларк в земной коре (по Тейлору)	0,08	

Содержание Hg в почвенном слое на территории г. Горно-Алтайска в среднем в 4-8 раз превосходит фоновые значения по Республике Алтай. При этом, из таблицы видно, что содержание ртути в почвах агломерации не превышает ПДК и кларк в земной коре (по Тейлору). Если сравнивать полученные результаты с более крупными и индустриально развитыми городами, то можно отметить, что содержания ртути, отмеченные в пределах агломерации г. Горно-Алтайска на порядок ниже. Для примера можно отметить, что содержание ртути по г. Томску в среднем в 15 раз выше, чем средние содержания ртути в почвах г. Горно-Алтайск и его агломерации [8].

Вывод. Таким образом, можно отметить, что на исследуемой территории распределение содержания ртути в почвах относительно равномерное, за исключением центральной части исследуемой территории, где выявлены районы с повышенными, относительно среднего содержания по всей выборке, уровнями накопления ртути в почвах. На данный момент ситуация является в целом благоприятной, т.к. превышений ПДК не выявлено.

Литература

1. ГН 2.1.7.2041-06 *Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.*
2. Ермохин А.И. *Руководство по оценке загрязнения объектов окружающей природной среды химическими веществами и методы их контроля: Учебное пособие / А.И. Ермохин, Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков. – Томск: Изд-во ТПУ, 1995. – 96 с.*
3. ГОСТ 17.4.3.01-83 *Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.*
4. Кизельштейн Л. Я. *Экогеохимия элементов-примесей в углях. - Ростов-на-Дону: СК НЦ ВШ, 2002. - 296 с.*
5. *Информационный бюллетень ВОЗ №361. Ртуть и здоровье. Всемирная организация здравоохранения. Электронный ресурс. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/ru/>*
6. Маликова И.Н. *Подвижные формы ртути в почвах природных и природно-техногенных ландшафтов / И.Н. Маликова, Г.Н. Аношин, Ж.О. Бадмаева // Геология и геофизика, 2011. – т. 52. – № 3. – с. 409 – 425.*
7. *Методика определения содержания ртути в почвах, грунтах, донных отложениях и глинах. Методика М 03-09-2013. ПНД Ф 16.1:2.2.80-2013.*
8. Рихванов Л.П. *Ртуть в почвах Томского региона / Л.П. Рихванов, Н.А. Осипова, Л.А. Петрова // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. Материалы международного симпозиума (Москва, 7-9 сентября 2010 г.). – М.: ГЕОХИ РАН, 2010. – С. 200 – 202*
9. *Данные территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Алтай.*

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ РЯСКОЙ (LEMNACEAE) НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ю. Максимова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, магистрант 1 года обучения, kyzmen44@mail.ru

Научный руководитель: д.б.н., профессор Барановская Н.В.

Аннотация: в результате проведенных исследований получены данные по накоплению ряда микроэлементов в водных растениях семейства рясковые (Lemnaceae). Пробы макрофитов отбирали на территории Томской области, характеризующаяся неравномерной техногенной нагрузкой. Показано, что растения семейства рясковые способны отражать геохимическую ситуацию окружающей среды, аккумулировать огромный спектр химических элементов, концентрации которых в несколько раз выше, чем в водоеме. Данный объект отличается высокой чувствительностью к содержанию ртути в окружающей среде. Получена взаимосвязь между расположением техногенных источников экотоксиканта и его концентрации в ряске. Территория Томского района отличается геохимической контрастностью по содержанию ртути в рясковых (выделены три геохимические зоны).

Ключевые слова: рясковые, Lemnaceae; редкоземельные и радиоактивные элементы; ртуть, биоаккумуляция; биоиндикатор; Томская область; нейтронно-активационный анализ, атомно-эмиссионная спектрометрия, атомно-абсорбционная спектрометрия.

FEATURES OF ACCUMULATION OF TRACE ELEMENTS DUCKWEED (LEMNACEAE) TERRITORY OF TOMSK REGION

A.Y. Maksimova

National Research Tomsk Polytechnic University, 1st year Master's Degree Student, kyzmen44@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Biological Science, Professor N.V. Baranowskaya.

Abstract: The studies provided data on the accumulation of a number of trace elements in aquatic plants of the family Lemnaceae (Lemnaceae). Samples of plants were collected on the territory of the Tomsk region, characterized by uneven development pressure. It has been shown that plants of the family Lemnaceae are able to reflect the geochemical environmental situation, to accumulate a huge range of chemical elements, the concentration of which is several times higher than in the water. This object is highly sensitive to the content of mercury in the environment. The correlation between the location of man-made sources of toxicants and its concentration in duckweed. The territory of the Tomsk region is different geochemical contrast the content of mercury in the Lemnaceae (identified three geochemical zones).

Keywords: Lemnaceae, rare earth and radioactive elements; mercury bioaccumulation; biometer; Tomsk region; neutron activation analysis, atomic emission spectrometry, atomic absorption spectrometry.

На сегодняшний день биогеохимические исследования являются наиболее оптимальным и объективным способом оценки эколого-геохимической состояния территории и степени ее трансформации в результате техногенеза. Большая проблема заключается в правильном выборе индикаторного объекта, который должен отвечать определенному спектру требований (широкий ареал распространения, способность

реагировать изменением элементного состава на изменение условий среды обитания в широком интервале значений и т.д.).

Многие ученые уже не раз обращали внимание на водные растения семейства рясковые (*Lemnaceae*). В настоящее время существуют различные методики и ГОСТы по использованию данного растения в качестве объекта для биотестирования, объекта для фиторемедиации почвы и очистки сточных вод [1]. В.И. Вернадский и А.П. Виноградов первыми заметили, что ряска чутко реагирует на изменения элементного состава окружающей среды и проецирует это в своем химическом составе [2,3,4].

Пробы ряски отбирали на территории 3х регионов Томской области: Кожевниковский, Томский и Александровский. Исследуемые районы отличаются по степени антропогенной нагрузки и геохимической обстановки. Томский район характеризуется крайне неравномерным распределением промышленных предприятий, что создает неодинаковую экологическую нагрузку на территорию [5]. Наибольшее количество проб отобрано в тридцати километровой зоне воздействия предприятий Северного промышленного узла (СПУ).

Отбор проб проводился во время вегетационного периода (июнь-август 2015 г.). В каждой точке отбора проб проведено краткое описание водоема и прилегающих к нему территорий, зафиксированы координаты места пробообора, дата и время. Аналитическая предпробподготовка заключалась в проведении видовой идентификации растений в отобранных пробах, удалении минеральных включений, а также иных видимых невооруженным глазом организмов, как растительных, так и животных. Содержание химических элементов в ряске исследовано при помощи следующих аналитических методов: атомно-эмиссионная спектрометрия (АЭС) с индуктивно-связанной плазмой (Научно-аналитический центр ТПУ), инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИННА) (аналитик – с.н.с. А.Ф. Судыко), атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС) с использованием метода «холодного пара» (точность метода ААС подтверждалась использованием государственного стандартного образца ГСО 8923-2007 состава листа березы (СОКОМЕТ 007-7-2008-RU, Hg $(0,037 \pm 0,006) \cdot 10^{-6}$ нг/г)) на базе научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

Изучены особенности биологического накопления химических элементов ряской на территории Томской области. Накопление химических элементов живым веществом ряски оценивали с помощью коэффициента биологического накопления (K_6) как отношение концентрации элемента в сухой массе ряски к его концентрации в воде. В следствии высокой вариабельности исследуемых химических элементов был рассмотрен порядок величин K_6 в шкале десятичных логарифмов $\lg K_6$

По значениям $\lg K_6$ в ряске на территории Томской области ранжированы в соответствии с классификацией по степени их накопления, предложенной Лионовой Г.А. [6]:

- 1) сильно накапливающиеся ($\lg K_6 = 5-4$) – В;
- 2) значительно накапливающиеся ($\lg K_6 = 4-3$) – Al, Be, Si, Sn, металлы группы железа - Cr, V, щелочные и щелочноземельные элементы K, Mo;
- 3) относительно слабо накапливающиеся ($\lg K_6 = 3-2$) – Li, W, щелочные и щелочноземельные элементы Ba, Na, Ca, Mg, Sr, металлы группы железа - Co, Fe, Ni, халькофильные элементы Zn Cd, Pb, Sb, Se;
- 4) слабо накапливающиеся ($\lg K_6 = 1-2$) – Mn, халькофильные элементы - As, Bi.

На основании полученных данных выявленная закономерность увеличения $\lg K_6$ для элементов с относительно повышенной подвижностью. Поглощение исследуемых элементов с атомным номером (9-56) преимущественно выше, чем элементов с номерами выше 55ти.

По результатам ИННА большое внимание привлек спектр накопления редкоземельных элементов. На территории всех районов Томской области прослеживается относительно одинаковая закономерность концентрации РЗЭ: характерна специфика накопления легких лантаноидов, преобладание таких химических элементов как La, Ce, Nd. В Александровской районе прослеживается большое накопление Tb. В Томском районе прослеживается накопление щелочноземельных элементов (Ba, Sr, Rb), также As, Br, Zn, Co, Ca и некоторых редкоземельных элементов. Значительный спектр накопления многих элементов на территории Кожевниковского района. На данной территории наблюдается превышение среднего содержания по Томской области на порядок и на десятки порядков многих редкоземельных и радиоактивных элементов. Также установлено, что содержание Th и U в ряске на территории Кожевниковского района больше на порядок, по отношению к таковому на других исследованных участках. Наблюдается аномалия для отношения Th/U, которое для данного региона меньше 1.

Содержание ртути в растениях семейства рясковые варьирует от 7,0 до 34,1 нг/г. Среднее содержание ртути в ряске по Томскому району (18 нг/г) не превышает фоновых значений для макрофитов (20 нг/г) [7]. Выявлены участки локального превышения фоновых значений содержания ртути в растениях (20% от всей выборки).

Наши исследования показали, что растения семейства рясковые способны отражать геохимическую ситуацию окружающей среды, аккумулировать огромный спектр химических элементов, концентрации которых в несколько раз выше, чем в водоеме. Это упрощает получение более объективного представления о распространенности микроэлементов в водной среде.

Данный объект отличается высокой чувствительностью к содержанию ртути в окружающей среде. Получена взаимосвязь между расположением техногенных источников данного экотоксиканта и его концентрации в ряске. Территория Томского района отличается геохимической контрастностью по содержанию ртути в рясковых (выделены три геохимические зоны).

Литература

1. Малюга Н.Г., Цаценко Л.В., Аветянц Л.Х. Способ оценки загрязнения почв агроландшафта поллютантами // Патент России №2096781.
2. Бруновский Б.К., Кунашева К.Г. О содержании радия в некоторых растениях. // Докл. АН СССР. — 1930. - Серия А, №20.
3. Вернадский В.И. О концентрации радия живыми организмами // Докл. АН СССР, 1929. №2. С. 33 – 34
4. Вернадский В.И. О химическом элементарном составе рясок (*Летпа*) как видовом признаке.// Живое вещество и биосфера. М.: Наука. - 1994. - С. 473-476.
5. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г. Сухих Ю.И., Барановская Н.В., Волков ВТ., Волкова Н.Н., Архангельский В.В., Архангельская Т.А., Денисова ОА, Шатилов А.Ю., Янкович Е.П. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. 216 с., 111 илл., Томск, 2006.
6. Леонова Г.А. Геохимическая роль планктона континентальных водоемов Сибири в концентрировании и биоседиментации микроэлементов / Г.А. Леонова, В.А. Бобров – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2012. – 314 с.
7. Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Д. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 144 с.

ФИЛЬТР ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЖЕЛЕЗА

Е.С. Мельник

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, магистрант 2 года обучения,
melnik.e.s@outlook.com

Научный руководитель: д.т.н., профессор Невзоров А.Л.

Аннотация: в представленной статье рассматривается эффективность применения грунтовых материалов, в частности торфа, в совокупности с аэрированием для очистки воды от растворенного в ней железа. Получен новый фильтр для очистки воды от железа, который содержит в качестве основы местные грунтовые материалы. Проведены эксплуатационные испытания фильтра с водой с повышенным содержанием железа из действующего источника, используемого для питьевых нужд. Получены результаты о снижении концентрации железа в воде в 2 раза.

Ключевые слова: вода, железо, торф, аэрирование, экологичность.

FILTER FOR PURIFICATION OF GROUNDWATER FROM IRON

E.S. Melnik

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 2nd year Master's Degree Student,
melnik.e.s@outlook.com

Research Supervisor: Doctor of Engineering Science, Professor, A.L. Nevzorov.

Abstract. The article describes the design of filter used to remove iron from groundwater. The filter is meant to be used in small households. The treatment process involves water movement through peat and its aeration using a micro compressor. Laboratory tests have shown that the filter can reduce the iron content approximately two times.

Keywords: groundwater, treatment, iron, peat.

Для Архангельской области характерно повышенное содержание железа в подземных водах, обусловленное литологическим составом водовмещающих отложений [1]. Содержание железа закисного в воде может достигать 114-165 мг/л при ПДК = 0,3 мг/л [2]. Особенно острой проблема очистки воды от железа является для малых городов и поселков, в балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения которых доля подземных вод составляет 84% [3].

Известны фильтры для очистки воды с загрузкой из полимерного материала и кварцевого песка [4], гематита и цеолита [5], глауконита [6]. Их массовому применению в Архангельской области препятствует высокая стоимость, связанная с отсутствием месторождений названных минералов. Весьма перспективным могло бы стать применение торфа для очистки воды [7]. Известен способ, включающий предварительную промывку торфа водой, кипячение, механическую переработку и обработку водными растворами солей натрия и марганца, гранулирование и сушку [8]. Недостатком способа является высокая трудоемкость подготовки гранул.

Цель настоящей работы - создание простого фильтра для очистки воды от железа для использования в загородных домах.

Исследования выполнялись на лабораторной модели, состоящей из трубы высотой 920 мм с внутренним диаметром 105 мм, загрузка которой выполнялась слоями торфа (200 мм), щебня (200 мм) и песка (100 мм) (рис.1). Слои разделялись геотекстильными прокладками (плотность геотекстиля 200 г/м²). Использовался предварительно промытый слаборазложившийся торф. Для увеличения производительности устройства его диаметр может быть увеличен.

Верхний пригрузочный слой щебня препятствует всплыванию торфа. Торф в фильтре окисляет железо и сорбирует осадок. Геотекстильные прокладки задерживают мелкие частицы. Щебень и песок позволяют равномерно распределить в воде вымываемые из торфа органические вещества и активизировать их, тем самым доокисляя железо после прохождения слоя торфа. Для более эффективного окисления железа устройство

снабжено микрокомпрессором для аэрирования воды. Подача воды осуществлялась с помощью сосуда Мариотта, поддерживающего уровень воды на 2 см ниже верхней кромки устройства.

Выход воды осуществлялся через шланг, поднятый выше уровня торфа, что обеспечивало возможность регулирования расхода воды и исключало осушение торфа. Расход воды в экспериментах составлял 9,6-30,7 л/сутки.

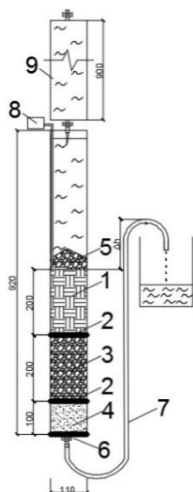


Рис. 1. Конструкция фильтра:

1 - торф, 2 - прокладка из геотекстиля, 3 - щебень, 4 - песок, 5-щебеночная пригрузка, 6 - вентиль, 7 - сливной шланг, 8 - воздушный микрокомпрессор, 9 - сосуд Мариотта

Использовалась вода из колодца д. Кырласово, расположенной на левом берегу Северной Двины в 5 км от г. Архангельска.

Определение железа в воде выполнялось по ПНД Ф 14.1:2.50-96 фотометрическим методом [9].

По результатам опытов получена зависимость $C_{\text{проф}} = f(C_{\text{исх}})$, где $C_{\text{проф}}$ - концентрация железа в профильтрованной воде, $C_{\text{исх}}$ - исходная концентрация (рис.2). Как видим, удалось добиться примерно двукратного снижения концентрации.

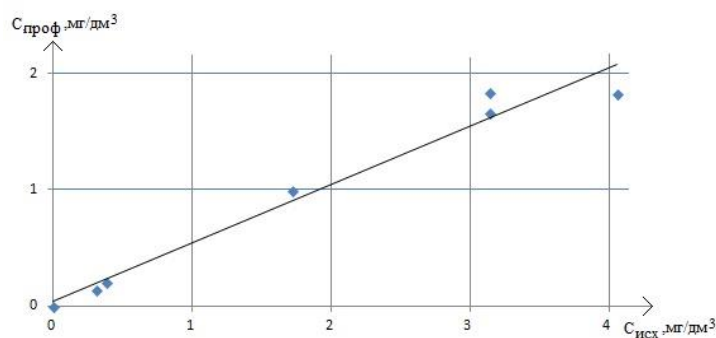


Рис. 2 - Результативность очистки воды от железа

Путем линейной аппроксимации было получено уравнение, отображающее зависимость концентрации железа в профильтрованной воде от исходной:

$$C_{\text{проф}} = 0,5017 \cdot C_{\text{исх}} + 0,0405$$

Исходя из полученных результатов, можно рекомендовать применение фильтра на участках, где концентрация железа в воде имеет не более, чем двукратное превышение ПДК = 0,3 мг/л.

Достоинством данного фильтра является отсутствие отходов, так как торф и песок после истощения поглощающей способности могут размещаться на полях и выполнять роль удобрения при выращивании сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Подземные воды Архангельской области [Электронный ресурс] (сайт: Государственный мониторинг состояния недр, URL: <http://sevzapnedra.nw.ru/GMCN/SF/Archangelskaja/ARX31.htm>) режим доступа - свободный, (дата обращения 15.05.2016).
2. Химический состав подземных вод [Электронный ресурс] (сайт: Государственный мониторинг состояния недр, URL: <http://sevzapnedra.nw.ru/GMCN/system13.htm>) режим доступа – свободный (дата обращения 15.05.2016).
3. Ресурсы и использование подземных вод Архангельской области [Электронный ресурс] (сайт: Государственный мониторинг состояния недр, URL: <http://sevzapnedra.nw.ru/GMCN/SF/Archangelskaja/ARX33.htm>) режим доступа - свободный (дата обращения 15.05.2016).

4. Мельцер В.З., Корабельников В.М., Рапопорт Я.Д. Устройство для очистки воды от железа и марганца, патент 2038329, Российская Федерация.
5. Рысьев О.А., Чечевичкин В.Н. Способ сорбционной очистки питьевой воды от железа, патент 2100282 Российская Федерация.
6. Скиданов Е.В., Сержантов В.Г. Гранулы из природного глауконита, состав и способ получения состава для изготовления гранул, патент 2429907, Российская Федерация.
7. Носаль А.П. Оценка самоочищающей способности болот и ее использование при нормировании сброса загрязняющих веществ // География и природные ресурсы, 2003. – №2. – С. 123-128.
8. Суворов В. И., Линно В.Ю., Герасенко О.А. Способ получения адсорбента на основе торфа, патент 2102319, Российская Федерация.
9. ПНД Ф 14.1:2.50-96 Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ НЕФТЕПРОВОДОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗЛИВОВ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В СОВОКУПНОСТИ С АЭРОКОСМИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЕМ

Н.А. Меньшикова, И.Р. Давлетишина

Уральский государственный горный университет, студентки 4 курса, natalochka.menshikova@yandex.ru

Научный руководитель: кандидат геолого-минералогических наук, доцент Стороженко Л.А.

Аннотация: развитая система нефтегазового предприятия и его бесперебойная работа на сегодняшний день являются одними из важнейших факторов, которые обуславливают эффективную деятельность при добычи полезных ресурсов, от которых зависит экономика страны. Данная тематика является актуальной проблемой в энергетике России, и заставляет обратить внимание на высокую аварийность и неэффективную эксплуатацию промышленных трубопроводов. Именно безаварийная работа системы трубопроводов позволяет доставить весь объем добытой нефти для переработки и далее до потребителя без повышения ее себестоимости. Также стоит отметить, что аварии на нефтегазовых предприятиях наносят ущерб не только в экономическую сферу, но и экологическую, что может привести к гибели животных и людей.

Ключевые слова: разлив нефти, ГИС технологии, мониторинг, прогнозирование, аэрокосмоснимки.

CONDITION MONITORING OF OIL PIPELINES AND FORECASTING FOR OIL SPILL RESPONSE USING OF GIS TECHNOLOGY IN CONJUNCTION WITH THE AEROSPACE MONITORING

N.A. Menshikova, I.R. Davletshina

Ural State Mining University, 4th year Students, natalochka.menshikova@yandex.ru

Research supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader Storozhenko L.A.

Abstract: the developed system of oil and gas of the company and its smooth operation today are one of the most important factors that determine the effective activity of mining resources, on which depends the economy of the country. This theme is a topical issue in the energy sector of Russia, and draws attention to the high accident rate and inefficient operation of industrial pipelines. Exactly trouble-free operation of the piping system allows you to deliver the entire volume of crude oil for processing and then to the consumer without increasing its cost. It is also worth noting that accidents at oil and gas enterprises harm not only in the economic sphere, but also environmental, which can lead to death of animals and people.

Keywords: oil spill, GIS technologies, monitoring, forecasting, air space photos.

Несмотря на развитие научного прогресса и информационных технологий, благодаря которым возможен тщательный мониторинг и контроль за потенциально опасными объектами, аварии на которых могут повлечь за собой колоссальный ущерб различного характера, число чрезвычайных ситуаций неуклонно растет. Одним из опасных источников различных ЧС служит нефтяная промышленность. Мониторинг и прогнозирование в данной сфере для России, как одного из участников по добыче и перевозке нефти и нефтепродуктов, является важнейшей задачей.

Отказом трубопроводов промышленного сбора и транспорта продукции скважин считается нарушение работоспособности, связанное с внезапной полной или частичной остановкой трубопровода из-за нарушения герметичности трубопровода или запорной и регулирующей арматуры или из-за закупорки трубопровода.

На сегодняшний день особое значение придается вопросам мониторинга сети транспортировки нефти, поскольку именно на них происходят аварийные разливы нефти и нефтепродуктов [1].

Исходя из статистических данных по авариям на нефтепроводах, можно описать наиболее вероятные и наносящие большой ущерб причины аварий на нефтепроводах с выбросом большого количества нефти (рис).



Рис. Группы факторов аварийности на нефтепроводах

Мониторинг нефтепроводов является важным условием экологической безопасности и бесперебойной транспортировки «чёрного золота».

При осуществлении мониторинга функционирования трубопроводов и их комплектующих (насосные станции, задвижки) используется автоматизированная система контроля технологических параметров. Последняя входит в состав единой автоматизированной системы управления (ЕСАУ), которая базируется на геоинформационных системах [2].

В отраслевых нормативных документах регламентируется только расчет ущерба окружающей среде по факту аварии. Для прогнозирования и оценки экономических и экологических последствий возможных аварий целесообразно заранее моделировать происходящие при этом процессы. При решении подобных задач наиболее адекватным инструментом являются ГИС. Например, по модели можно определить, куда будет стекать нефть в случае прорыва трубопровода на некотором участке и какова будет площадь загрязненной территории.

ГИС-технологии осуществляют такие процедуры, как:

- Визуализация карт по выбранному векторному объекту;
- Поиск данных по заданному условию;
- Оверлейные процедуры;
- Синтез новых карт;
- Статистическая обработка данных;
- Создание баз данных;
- Построение графиков и их анализ.

Во многом работа ГИС базируется на применении аэрокосмоснимков, получаемых либо со спутников, либо с беспилотных летающих аппаратов. При использовании данных аппаратов возможно решать три типа задач:

1. Штатные задачи оценки и прогнозирования динамики экологической обстановки, запускаемые периодически, в соответствии с установленным регламентом.
2. Анализ и прогноз развития внештатных и аварийных ситуаций, запускаемых по команде диспетчера.
3. Задачи экспертного плана, в которые входит оценка последствий природоохранных мероприятий, решение обратных задач по выявлению источника загрязнения.

Ни один из аэрокосмических или наземных методов исследований в отдельности не обеспечивает получение необходимой, достаточной и достоверной информации о состоянии нефтепроводов и окружающей его обстановке.

Диагностика состояния нефтепроводных систем предусматривает организационную структуру и последовательность выполнения отдельных этапов и состава работ [3].

Таким образом, используя ГИС-технологии, можно, во-первых, предложить критерии экологического риска и, во-вторых, разработать методы расчета и прогноза. Широкое использование ГИС позволяет на принципиально новом уровне решать задачи экологического мониторинга трассы магистральных нефтепроводов, проводить моделирование последствий аварийных разливов нефти и ранжирование участков магистральных нефтепроводов по экологическому и экономическому рискам для разработки планов проведения ремонтных работ и обслуживания трубопроводов.

Литература

1. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. /Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов/ М., 2005. С. 375.
2. Савицкий Р.В., Блохина О.Л. Рассмотрение алгоритмов определения ожидаемой частоты возникновения аварийных ситуаций и сценариев их развития на магистральных нефтепроводах. Томск. С. 8.
3. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Учебное пособие / М., 2001. С. 238.

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ МУРИНСКОГО ПАРКА (Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)

А.П. Навинкин

Санкт-Петербургский государственный университет, студент 4 курса, barneygibson@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., старший преподаватель, Подлипский И.И.

Аннотация: в данном исследовании приводятся современные данные о работе студентов экологических направлений Института наук о Земле на территории Муринского парка и Муринского ручья, а именно: сведения об отборе почво-грунтов, донных отложений, воды, береговых отложений, оценки биотических индексов, измерениях водородного показателя и радиометрической съёмке. Также перечислены планы работ на ближайшее будущее.

Ключевые слова: экологическая геология, окружающая среда, радиометрическая съёмка.

NEW RESULTS OF ENVIRONMENTAL GEOLOGICAL RESEARCH OF THE MURINSKY PARK'S TERRITORY (SAINT PETERSBURG)

A.P. Navinkin

Saint Petersburg University, 4th year Student, barneygibson@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Lecturer, I.I. Podlipsky.

Abstract: This research provides current data on the students' environmental trends of the Institute of Earth Sciences in the territory Murinsky park and Murinsky stream: information on the sampling of soil, bed silt, water, shore deposits, estimation of biotic indices, measuring pH value and gamma survey. Also there are plans of work in the near future.

Keywords: environmental geology, environment, gamma survey.

Данная территория была разделена на четыре участка (рис. 1). На современном этапе (февраль-март 2017-го) мы работаем на территории трёх: 1А, 1Б и 2. Официально 1А и 1Б именуются первой очередью Муринского парка, а участок 2 – соответственно второй очередью.

Результаты первого полевого этапа представлены на двух конференциях [1,2]. На сегодняшний день уже завершены четыре полевых этапа. Было отобрано 151 проба почво-грунтов, 56 проб береговых отложений и 1 проба донных отложений, все пробы высушены, истёрты, находятся на стадии ожидания анализа на волнодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-G». В планах отобрать ещё 21 пробу донных отложений.

Также для оценки качества водной среды на территории парка были высчитаны биотические индексы: биотический индекс реки Трент, индекс Бэкса, индекс Бика, индекс Гуднайт-Уитлея и индекс Майера, из них были избраны наиболее приемлемые для данной территории, а именно: биотический индекс реки Трент или индекс Вудивисса (ТВИ) и индекс Майера (ИМ). Показатели отражают состояние водной экосистемы по макрозообентосу (табл.)

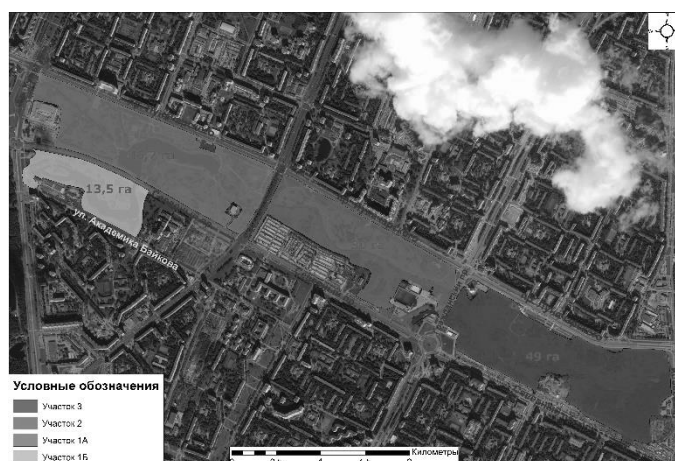


Рис. 1. Схема разделения Муринского парка на участки

Таблица

Оценка качества воды

Качество воды	Класс чистоты воды	Индекс Майера	Индекс Вудивисса
Очень чистая	1	22>	9-10
Чистая	2	17-21	7-8
Слабо загрязненная	3	11-16	5-6
Загрязненная	4	<11	3-4
Грязная	5		0-2

Помимо этого, отобраны шесть проб воды для определения низкомолекулярных органических соединений на квадрупольном хромато-масс-спектрометре Thermo Fischer Scientific, также в пяти точках измерены водородные показатели. Информация об этих сведениях изображена на рисунке (рис.2).

Кроме этого, была проведена радиометрическая съёмка участков 1А и 1Б с помощью приборов: МКС-01СА1М и СРП-97. На основе показаний обоих приборов и их погрешностей была построена карта-схема радиометрической съёмки (рис.3). Используемым методом интерполяции является ОВР, у кригинга неудовлетворительная вариограмма, а сплайн визуально некорректен.

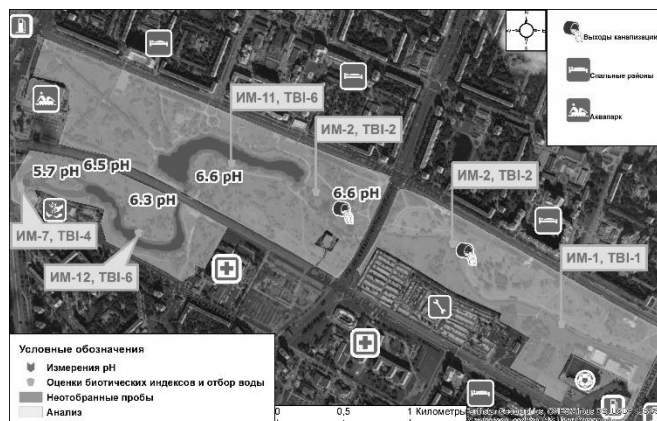


Рис. 2. Интегрированная карта обследования территории Муринского парка с потенциальными источниками загрязнения (тёмно-серым с белым – бензоколонки, больницы, гаражи, садово-парковое хозяйство, спортивный центр)



Рис. 3. Карта-схема радиометрической съёмки участков 1А и 1Б

Интервал со значением 17 мкР/ч был выбран как максимальный фон в г. Санкт-Петербург, интервал 26 приблизительно соответствует «правилу двух сигм». Как видно, из схемы на территории участка 1Б пониженный радиационный фон, а на участке 1А - повышенный. Предположительно, это связано с большей облагороженностью северного участка, так как там гораздо больше тропинок с гранитной крошкой, в то же время на участке 1Б только одна подобная тропинка.

Литература

1. Навинкин А.П., Подлипский И.И. Эколого-геологическая оценка Муринского парка (г. Санкт-Петербург) // Материалы XVI межвузовской молодёжной научной конференции «Экологические проблемы недропользования». СПб.: Изд-во СПбГУ, 2016. С. 297-299;
2. Навинкин А.П., Подлипский И.И., Зеленковский П.С. Результаты проведённого экологического обследования части территории Муринского парка (ограниченной Тихорецким и Северным пр., а также ул. Академика Байкова// Материалы XXVII молодёжной научной школы-конференции «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии северо-запада России». Апатиты: 2016. С. 180-184.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУЧЬЕВ НА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.И. Немченко, Д.М. Подлепина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, студент 4 курса, магистрант 1 года обучения, zhenya2008.ru@mail.ru, daria.podlepina@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., научный сотрудник Липатникова О.А.

Аннотация: в работе проведено исследование содержания микроэлементов в поверхностных водах и донных отложениях (ДО) малых водотоков на территории Тверской области. По полученным данным превышений ПДК_{ХПКБ} в воде ни по одному из исследуемых микроэлементов не обнаружено. Сравнение содержания микроэлементов в ДО с ПДК/ОДК элементов в почвах показало превышения по Zn, Cu, Mn, и S.

Ключевые слова: микроэлементы, донные отложения, воды.

ECOGEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE STREAMS IN THE TVER AREA

E.I. Nemchenko, D.M. Podlepina

Lomonosov Moscow State University, 4th year Student, 1st year Master's Degree Student, zhenya2008.ru@mail.ru,
daria.podlepina@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, research associate O.A. Lipatnikova.

Abstract: The content of trace elements in surface waters and bottom sediments of small streams in the Tver area are determined in this paper. According to obtained results there is no exceedance maximum permissible concentration (MPC) for any researched element in the water. There is not MPC for bottom sediments. The contents of Zn, Cu, Mn, and S in bottom sediments more than MPC for soils.

Keywords: bottom sediments, trace elements, water.

В настоящее время в руслах рек промышленно-урбанизированных районов широко распространен новый тип современных речных отложений техногенные илы, которые обладают своеобразными литолого-геохимическими свойствами, резко отличающих их от естественного руслового аллювия, типичного для фоновых участков речной сети [1].

Целью данного исследования является эколого-геохимическая характеристика ручьев на территории Тверской области. В работе были использованы материалы гидрохимического опробования, выполненного в октябре 2016.

Всего было 10 точек опробования на 5 объектах: одна точка в ручье Малые Перемерки, по две точки на реке Полозовка (ниже и выше сброса сточных вод свинокомплекса), в Редкинской канаве и Бортниковском ручье и три точки на ручье Хлебный (в нижней, средней и верхней частях) (рис.). В каждой точке отбирали пробу воды и ДО.

Макрокомпонентный состав вод был определен методами объемного титрования по стандартным методикам. Для анализа микрокомпонентов использовали масс-спектрометрический метод с индуктивно связанной плазмой (на приборе ELEMENT 2, фирма Thermo Finnigan). Перед анализом воды фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм. Были определены содержания Fe, Mn, Zn, Pb, Co, Cu, Ni. Для измерения рН применяли потенциометрический метод.

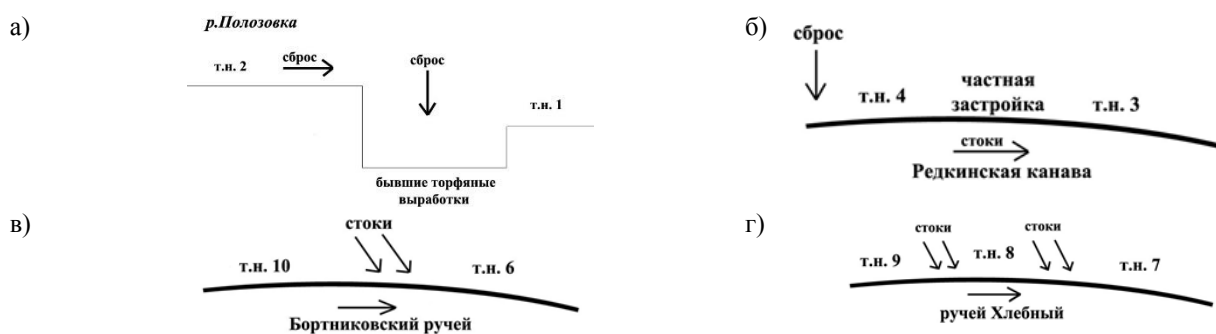


Рис. Схема отбора проб на р. Полозовка (а), в Редкинской канаве (б), Бортниковском ручье (в) и ручье Хлебный (г)

В донных осадках были измерены рН и Eh потенциометрическим методом, влажность весовым способом, определен минеральный состав (рентгенофазовым анализом) и химический состав методом рентгенофлуоресцентного анализа (с использованием портативного спектрометра Thermo Niton XL3t, модификация Niton XL3t900). Все измерения проводились на кафедре геохимии геологического факультета МГУ.

По результатам анализов воды пресные (минерализация в среднем составляет 660 мг/л) с околонеутральным рН (6,9-7,7). По классификации О.А. Алёкина воды относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Результаты анализа микроэлементного состава представлены в таблице (табл.1). Величина рН донных осадков изменяется в тех же пределах, что и для воды (6,8-7,7), окислительно-восстановительный потенциал Eh изменяется в более широких пределах – -235,7-209,5. Минеральный состав представлен кварцем (30-80%), КПШ (6-34%), плагиоклазом (6-15%), встречаются кальцит (до 24%), смектит (до 5%), гидрослюда (до 7%), хлорит (до 3%). Были измерены содержания Co, Cd, Ni, Pb, Zn, Cu, Mn, V, S, Fe. Содержания Co, Cd и Ni оказались ниже пределов обнаружения. Диапазон концентраций для остальных элементов представлен в таблице (табл.2). Для донных отложений отсутствуют разработанные нормативные характеристики, поэтому для оценки их состояния были использованы ПДК/ОДК, разработанные для почв [2,3], на основании которых были рассчитаны коэффициенты концентрирования элементов.

Таблица 1

Микрокомпоненты в поверхностных водах водотоков

Элемент (класс опасности)	$\frac{C_{\min} - C_{\max}}{C_{\text{ав}}}$, мкг/л	ПДК [4], мкг/л
Co (2)	$\frac{0,006 - 0,04}{0,017}$	100
Ni (2)	$\frac{0,06 - 0,20}{0,126}$	20
Cd (2)	$\frac{0,002 - 0,005}{0,003}$	1
Pb (2)	$\frac{0,013 - 0,065}{0,031}$	10
Fe (3)	$\frac{0,7 - 7,7}{2,9}$	300
Mn (3)	$\frac{0,04 - 18,9}{2,3}$	100
Zn (3)	$\frac{0,3 - 6,2}{2,5}$	1000
Cu (3)	$\frac{0,05 - 0,40}{0,21}$	1000

Таблица 2

Микрокомпоненты в поверхностных водах водотоков

Элемент (класс опасности)	$\frac{C_{\min} - C_{\max}}{C_{\text{ср}}}$	ПДК (ОДК) [3,4], мг/кг	$\frac{K_{\text{пдк min}} - K_{\text{пдк max}}}{K_{\text{пдк ср}}}$	% проб с $K_{\text{пдк}} > 1$
Pb (1)	$\frac{7,5 - 83}{21}$	32/130*	$\frac{0,17 - 0,64}{0,39}$	0
Zn (1)	$\frac{18 - 592}{114}$	55/220*	$\frac{0,3 - 3,5}{1,1}$	30
Cu (2)	$\frac{12 - 194}{52}$	33/132*	$\frac{0,2 - 3,6}{1,0}$	30
Mn (3)	$\frac{82 - 2030}{428}$	1500/1500*	$\frac{0,05 - 1,4}{0,3}$	10
V (3)	$\frac{15 - 73}{40}$	150/150*	$\frac{0,10 - 0,50}{0,30}$	0
S	$\frac{824 - 9320}{3165}$	160/160*	$\frac{5 - 58}{20}$	100
Fe	$\frac{2300 - 37810}{14670}$	—	—	—

Примечание: — - данные по ПДК (ОДК) не установлены, * - ПДК(ОДК) песчаных пород/ ПДК(ОДК) глинистых пород

Полученные данные показывают, что несмотря на то, что опробованные водотоки находятся на территории города, превышений ПДК_{ХПКБ} в воде ни по одному из исследуемых микроэлементов не получено. Это может быть объяснено несколькими причинами: во-первых, пробоотбор проводился в дождливый сезон, во-вторых, микроэлементы мигрируют преимущественно во взвешенном состоянии. В донных отложениях наблюдаются превышения ПДК/ОДК по Zn, Cu, Mn, и S.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 16-35-00594).

Литература

1. Янин Е.П. Геохимические особенности и экологическое значение техногенных илов // Разведка и охрана недр. — 1994. — № 5. — С. 35–37.
2. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
3. ГН 2.1.7.2042-06 Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.
4. ГН 2.2.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями от 16 сентября 2013 года).

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЗАРЯДА ЧАСТИЦ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ СОРБЦИОННЫХ ЭКРАНОВ

Д.С. Нестеров

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, студент 4 курса, doktorfosch@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Королёв В.А.

Аннотация: изучена зависимость ζ -потенциала частиц глинистых грунтов различных типов от величины pH порового раствора методом микроэлектрофореза и определена точка нулевого заряда изучаемых грунтов. Даны рекомендации по использованию изучаемых грунтов в качестве защитных сорбционных экранов.

Ключевые слова: ζ -потенциал, точка нулевого заряда, микроэлектрофорез, защитный сорбционный экран.

REGULATION OF CLAY GROUND PARTICLES CHARGE IN THE CASE OF PROTECTIVE SORPTION BARRIERS DESIGN

D.S. Nesterov

Lomonosov Moscow State University, 4th year Student, doktorfosch@mail.ru

Research supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.A. Korolev.

Abstract: the ζ -potential vs pore solution pH dependence of various clay ground particles was studied by microelectrophoresis method. Also points of zero charge values were obtained. The recommendations on the use of studied clay grounds as protective sorption barriers are made.

Keywords: ζ -potential, point of zero charge, microelectrophoresis, protective sorption barrier.

Введение и постановка цели и задач. Целью данной работы являлись установление зависимости заряда частиц основных групп глинистых грунтов от pH и оценка возможности применения этих грунтов в качестве защитных сорбционных экранов. Для этого было необходимо 1) произвести определение ζ -потенциала частиц глинистых грунтов; 2) сравнить результаты с полученными ранее данными.

Подготовка образцов и методика исследований. Для проведения исследования были выбраны 3 глинистых грунта различных типов: глуховецкий каолин, кембрийская глина (преимущественно иллитового состава) и махарадзевский монтмориллонит, при этом изучались Ca-формы данных грунтов. В настоящей работе представлены данные по каолину и кембрийской глине.

Методика исследования состояла в определении величины ζ -потенциала частиц глинистых грунтов методом микроэлектрофореза на приборе HoribaSZ-100. Для этого навески грунтов в 0,5 г суспендировали в 20 мл дистиллированной или растворах HCl и Ca(OH)₂ различной концентрации.

Одновременно с этим для полученных суспензий определялись величины pH (на приборе pH-061) и Eh (на приборе ORP-16961).

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования представлены на рисунках 1 и 2.

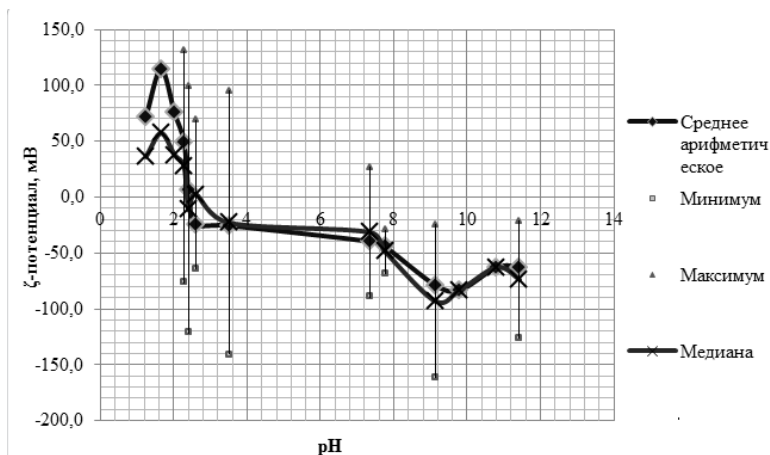


Рис. 1. Зависимость ζ -потенциала частиц глуховецкого каолина от pH среды

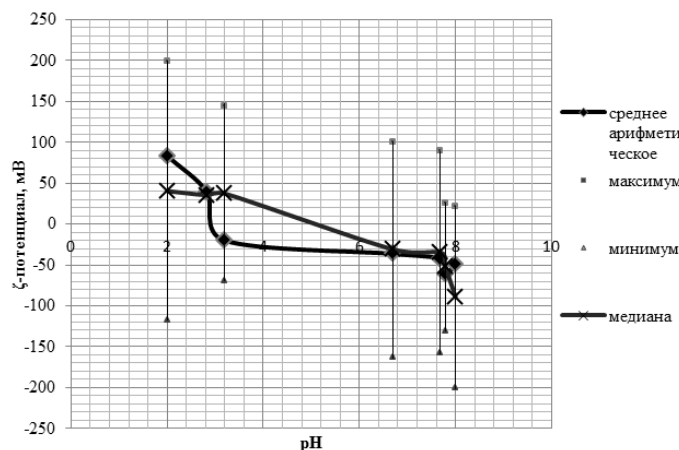


Рис. 2. Зависимость ζ -потенциала частиц кембрийской глины от pH среды

Как видно из сравнительного анализа графиков, в целом при одной величине рН значение ζ -потенциала у кембрийской глины выше, чем у глуховецкого каолина. Точка нулевого заряда ($pH_{p.z.c.}$) глуховецкого каолина равна 2,4 (по средним и медианным значениям). Для кембрийской глины эти величины заметно различаются: $pH_{p.z.c.}=2,9$ по среднему арифметическому и $pH_{p.z.c.}=5,0$ по медиане.

Для глуховецкого каолина максимум ζ -потенциала (+144,5 мВ) наблюдается при $pH=1,65$, а минимум (-83,5 мВ) – при $pH=9,79$. Кембрийская глина характеризуется максимумом ζ -потенциала (+83,4) при $pH=2,0$, а минимумом (-67,1) – при $pH=7,79$.

Результаты по глуховецкому каолину косвенно подтверждаются данными по зависимости коэффициента электроосмотического переноса ($P_{3,0}$) от рН [1], в которой минимум $P_{3,0}$ наблюдается при $pH \approx 2$.

В работах [2] и [3] были определены $pH_{p.z.n.p.c.}$ методом потенциометрического титрования соответственно для тропических каолинов и тунических иллитовых глин. Однако авторы не определяли непосредственно $pH_{p.z.c.}$, поэтому до получения данных по потенциометрическому титрованию Са-образца глуховецкого каолина и кембрийской глины сопоставить результаты нельзя.

Результаты, полученные ранее по Na-форме глуховецкого каолина ($pH_{p.z.n.p.c.}=6,8$, буферный раствор $NaNO_3$) сопоставимы с данными по тропическому каолину ($pH_{p.z.n.p.c.}=5,0-6,1$, буферный раствор $LiCl$) [2] при малых ионных силах растворов (0,001 моль/кг). При увеличении ионной силы растворов данные сильно различаются.

Оценивая возможность применения изученных глинистых грунтов в качестве защитных сорбционных барьеров, можно сказать следующее. Сорбционный барьер, изготовленный из рассмотренных глин, будет наиболее эффективным для анионных загрязнителей при $pH < pH_{p.z.c.}$, а при $pH > pH_{p.z.c.}$ – для катионных. При этом максимум поглотительной способности грунта приходится на максимальные по модулю значения ζ -потенциала.

Литература

1. Злочевская Р.И., Королёв В.А. Электроповерхностные явления в глинистых породах/ Уч. пособие. - М.: Изд-во МГУ, 1988. – 177 с.
2. Chorover J., Sposito G. Surface charge characteristics of kaolinitic tropical soils/ *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1995, Vol. 59, №5, pp. 875-884.
3. Kriaa A., Hamdi N., Srasra E. Proton adsorption and acid-base properties of Tunisian illites in aqueous solution / *Journal of Structural Chemistry*. 2009. V. 50, №5, p. 288-301.

ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

О.В. Омельченко

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, студент 4 курса,
olya-omelchenko95@mail.ru

Научный руководитель: д.т.н., профессор Кондюрина Т.А.

Аннотация: водная эрозия является одной из наиболее распространенных причин ухудшения земельных ресурсов Краснодарского края. Опасность этого природного явления заключается в ухудшении качества почвы и снижении кадастровой стоимости земли. Борьба с эрозией остается важной природоохранной задачей и требует постоянного мониторинга для принятия эффективных управленческих решений.

Ключевые слова: водная эрозия; ухудшение почв; ущерб.

EFFECT OF WATER EROSION IN THE LAND FUND OF KRASNODAR REGION

O.V. Omelchenko

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), 4th year Students, olya-omelchenko95@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Technical Sciences, Professor T.A. Kondyurina.

Abstract: Water land's erosion is the most widespread reason of land's degradation in Krasnodar region. A danger of this natural phenomenon is in the worsening of the soil quality and the lowering of the cadastral value of the land. Struggle with erosion is the important environment task, requiring constant monitoring for taking effective administrative decisions.

Keywords: water land's erosion; land degradation; damage.

Для сельского хозяйства Краснодарского края, находящегося в зоне рискованного земледелия, вопросы получения гарантированного урожая всегда были актуальными.

За последние 20-25 лет в крае происходит сокращение площадей пашни и многолетних насаждений из-за повышения грунтовых вод, засоления, закисления и других процессов деградации почв. Особенно активно почвы подвержены процессам водной эрозии.

На территории края в большей степени подвержены водной эрозии пашни Отрадненского, Белореченского, Апшеронского, Северского, Абинского, Крымского районов и Черноморского побережья (рис.1) [1].

Основными источниками водной эрозии в данных районах являются снежные талые воды, летне-осенние дожди, ливневые осадки. Преимущественно доминируют процессы ливневой эрозии. Дождевые осадки обеспечивают поверхностное стекание, способствуют разрушению и уплотнению почвы. Скорость плоскостной эрозии достигает нескольких миллиметров в год [2].

Водная эрозия является одним из наиболее опасных видов деградации земель сельскохозяйственного назначения, вызывающих разрушение почв и утрату их плодородия.



Рис. 1. Проявление водной эрозии почв на землях сельскохозяйственного назначения Юга России

Опасность данного процесса заключается в разрушении и выносе верхнего, наиболее плодородного слоя почв, что влечет за собой уменьшение гумусового слоя почвы и снижение продуктивности земель. На эродированных землях водоудерживающая способность каждого гектара уменьшается на 500-600 м³, что равноценно снижению потенциальной урожайности зерновых культур на 10-12 ц/га [3].

Кроме того, эрозия способствует развитию оврагов на пахотных землях. Продукты эрозии повреждают ирригационные сети, заиливают водоемы, снижают количество воды. За счет смыва почвы пашни теряют в среднем около 0,5-0,6 т/га гумуса в год, до 20 кг/га азота, а также большое количество фосфора и калия [4].

Одной из важных характеристик, определяющих потенциальную возможность развития водной эрозии в крае, является расчлененность территории, наличие разной длины и крутизны уклонов поверхности.

Степень развития водной эрозии зависит также и от наличия и характера растительности, гранулометрического состава почв, количества и интенсивности выпадения осадков, нерационального хозяйственного использования земель и других причин.

Интенсивная обработка почв тяжелыми машинами, частая культивация, особенно на пропашных культурах, которыми необоснованно занято около 40-50% посевных площадей региона, расчлененный рельеф в предгорьях и горах, малый удельный вес в структуре посевных площадей многолетних трав приводят к сильному распылению почв, разрушению экономически ценной структуры, заметному снижению водопроницаемости и водопоглотительной способности и, в конечном итоге, к резкому падению устойчивости против эрозии [5].

Система мер по охране почв, подверженных процессам эрозии, строится с учетом рационального использования агроландшафтов, дифференцированно для пахотных, естественных кормовых угодий, многолетних плодовых насаждений и обязательно включать комплекс, в зависимости от необходимости, организационно-хозяйственных, агротехнических, агролесомелиоративных, гидротехнических мероприятий [6].

Организационно-хозяйственные противоэрозионные мероприятия включают установление границ хозяйств и их производственных подразделений, уточнение специализации хозяйств и структуры посевных площадей, типов севооборотов, состава и чередования сельскохозяйственных культур в севооборотах, проектирование полей севооборотов, рабочих участков, защитных лесных насаждений, дорог, скотопрогонов, полосную организацию территории с учетом почвозащитной системы использования земель.

Агротехнические противоэрозионные мероприятия являются наиболее эффективными и доступными для каждого хозяйства в комплексе мер по защите почв от эрозии и включают противоэрозионную обработку почв, специальные способы посева и ухода за посевами.

В настоящее время защита земель Краснодарского края от эрозионных процессов должна рассматриваться как важнейшая государственная задача, так как масштабы их развития значительно снижают продуктивность сельскохозяйственного производства, а также сильно ухудшают экологическую обстановку в целом.

Литература

1. Справочник по опасным природным явлениям в республиках, краях и областях Российской Федерации // Под ред. К.Ш. Хайруллина. СПб.: Гидрометеоздат, 1996. 583 с.
2. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Южном федеральном округе Российской Федерации: коллективная монография // под общ. ред. С.К. Шойгу. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2007. 384 с.
3. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России // Под ред. А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. М.: Росинформагротех. 2008. 67 с.
4. Опасные природные процессы юга европейской части России // Под ред. В.В. Разумова. А.П. Притворова. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2008. 388 с.
5. Молчанов Э.Н., Шавяев С.З. Эрозия почв и их охрана в Кабардино-Балкарии. Нальчик : Эльбрус, 1989. 22 с.
6. Молчанов Э.Н. Охрана и рациональное использование почвенного покрова горных территорий // Современные проблемы почвоведения. Науч. тр. почв. ин-та им. В. В. Докучаева. М., 2000.

МОНИТОРИНГ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ПРОЯВЛЕНИЙ НАХОДКИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ЗАПАДНАЯ ЧУКОТКА)

О.Р. Орлова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», студент 4 курса, orlova8313@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., старший научный сотрудник Лубкова Т.Н.

Аннотация: в статье приведены результаты изучения и мониторинга химического состава поверхностных вод в районе Находкинского рудного поля (Баимская золото-меднорудная зона, Западная Чукотка). Охарактеризован макро- и микроэлементный состав вод, дана оценка его трансформации в результате процессов кислотного дренажа, установлены формы переноса основных металлов в водах рассматриваемой территории.

Ключевые слова: меднопорфировое оруденение, кислотный дренаж, поверхностные воды, химический состав, Чукотка.

MONITORING OF SURFACE WATER IN AREA OF THE NAKHODKA ORE FIELD (W.CHUKOTKA)

O.R. Orlova

Lomonosov Moscow State University, 4th year Student, orlova8313@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Researcher T.N. Lubkova.

Abstract: The article presents the results of the study and monitoring of chemical composition of surface waters in the area of Nakhodka ore field (Baïmka gold-copper ore zone, W. Chukotka). Macro- and microelement composition of waters is described, evaluated its transformation as a result of acid drainage processes, determined the forms of migration of the major metals in the water of the considered area.

Keywords: porphyry copper ore, acid rock drainage, surface water, chemical composition, Chukotka.

Развитие процессов кислотного дренажа является одной из основных проблем при освоении сульфидных месторождений. Окисление сульфидов при выветривании вмещающих пород и руд может приводить к возникновению агрессивных кислых вод с повышенной минерализацией и высокими содержаниями токсичных металлов, негативно влияющих на окружающую среду.

В данной работе приведены результаты изучения и мониторинга состава природных вод в районе Находкинского рудного поля, локализованного в Баимской золото-меднорудной зоне, Западная Чукотка. Геологическое строение рудного поля определяют верхнеюрские туфогенно-терригенные отложения, прорванные интрузивными и субвулканическими телами от позднеюрского до позднемелового возраста. Рудное поле включает ряд Cu–Mo-порфировых штокверков кварцевых и кварц-карбонатных прожилков с сульфидами (пиритом, халькопиритом, борнитом, блеклыми рудами, молибденитом) и Au–Ag-месторождение Весеннее [1].

Определение химического состава и форм переноса элементов в поверхностных водах проводилось в рамках продолжения начатых ранее исследований [2,3]. Были опробованы водотоки, дренирующие рудные зоны, зоны смешения и нейтрализации и безрудные (фоновые) участки территории. Отбор гидрохимических проб для определения макро- и микроэлементного состава производился в период летней межени 2015 г. и сопровождался замером гидрологических параметров водотоков. На месте отбора выполнялось измерение pH и электропроводности, а также фильтрация части пробы через мембранный фильтр (диаметр пор 0,45 мкм, Millipore) с последующей консервацией HNO₃ (ОСЧ).

Определение макрокомпонентов в водах производилось с использованием методов фотометрии (ХПК), объемного титрования (в соответствии с [4]) и ААС (Na и K, спектрометр ContrAA 700, Analytik Jena). Содержания растворенных и взвешенных форм микроэлементов (Cu, Mo, Zn, Pb, Cd, Al, Mn, Fe) анализировались методом ИСП-МС (масс-спектрометр высокого разрешения ELEMENT2, ThermoFinnigan). Формы нахождения микроэлементов в растворе рассчитывались с привлечением термодинамического моделирования (программный пакет HCh v.4.3, [5]).

Результаты мониторинга свидетельствуют об устойчивости состава природных вод территории. Водотоки, дренирующие безрудные участки, нейтральные, имеют малую минерализацию (около 0,1 г/л), сульфатно-гидрокарбонатный, кальциевый и магниевый-кальциевый состав (табл.). Меднопорфировое оруденение влияет на состав вод, которые становятся кислыми сульфатными магниевыми, со средней – высокой минерализацией (от 0,5 до 25 г/л). Водотоки, дренирующие Au-Ag оруденение, несмотря на нейтральные значения pH, имеют высокую минерализацию и сульфатный магниевый-кальциевый состав. Водотоки зоны смешения и нейтрализации являются нейтральными, сульфатными магниевый-кальциевыми, со средней минерализацией.

Таблица

Макросостав вод водотоков относительно локализации рудных тел

Группа	Обстановка	Химический состав
1	Водотоки, дренирующие безрудные участки (руч. 2-ой Весенний, Пр.Светлый; р.Баймка) (n=3)	Сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые, минерализация (М) 0,1 г/л, pH 6.6
2	Рудничные воды медных штоков (руч. Пр.Светлый, полигон) (n=2)	Сульфатные магниевые, М – 13 г/л, pH 3.6
3	Водотоки, дренирующие штоков и их вторичные ореолы (руч. Ковчег, Находка, Буровой, Малыш) (n=5)	Сульфатные кальциевый-магниевые, М – 0,5 г/л, pH 4.5
4	Водотоки зоны смешения и нейтрализации (руч. Пр.Светлый, Эврика; р.Баймка) (n=3)	Сульфатные магниевый-кальциевые, М – 0,3 г/л, pH 7.0
5	Водотоки, дренирующие Au-Ag оруденение Весеннее (руч.Короткий) (n=1)	Сульфатные магниевый-кальциевые, М – 2,7 г/л, pH 6.9

В целом развитие оруденения также приводит к устойчивому увеличению содержаний микроэлементов. Водотоки, дренирующие безрудные участки, и водотоки зоны смешения и нейтрализации относятся к слабокислым и нейтральным низкометалльным водам (рис.). Воды, дренирующие оруденение, преимущественно высокометалльными (кислые в районах медных штоков, нейтральные – в зоне Au-Ag оруденения)[6].

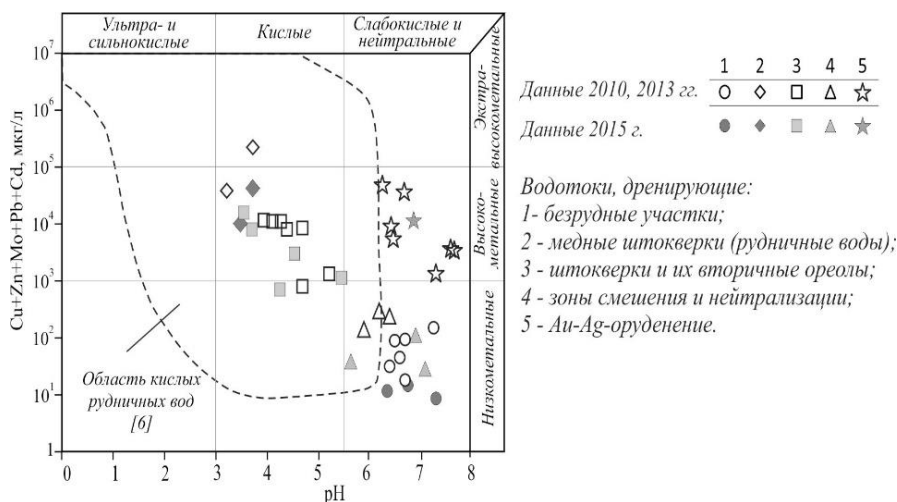


Рис. Типизация вод по соотношению комплекса металлов и величине pH

Миграция типоморфных элементов в водах рассматриваемой территории в целом происходит в растворенной форме. Коэффициенты распределения «раствор-взвесь» ($K_{расп}$) для Cu, Mo, Zn, Cd, Mn в кислых и слабокислых водах среднем варьируют от 20 до 1300, в околонеutralных – от 5 до 500. Для Al и Fe преобладает перенос во взвешенной форме, за исключением кислых вод, дренирующих медно-порфировое оруденение ($K_{расп}$ – 15-250).

Расчеты форм нахождения в растворе, показали, что в фоновых водотоках для меди резко преобладает перенос в виде фульватных комплексов (>95%). В зоне воздействия кислотного стока медь, а также Zn, Pb, Cd, мигрируют в форме свободных ионов и сульфатных комплексов.

Литература

1. Сидорина Ю.Н. Геохимическая зональность Находкинской порфирово-эпитермальной системы (Западная Чукотка) // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2015, № 2. С. 77–83.
2. Лубкова Т.Н., Яблонская Д.А., Шестакова Т.В., Пухов В.В. Геохимические особенности состава поверхностных вод Находкинского медно-порфирового рудного поля, Чукотка // Вода: химия и экология, 2013, №12, С. 29-34.
3. Лубкова Т.Н., Яблонская Д.А., Шестакова Т.В., Липатникова О.А. Состав и формы нахождения элементов в поверхностных водах Находкинского рудного поля, Чукотка // Материалы II Всероссийск. научн. конф. с международным участием "Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами". Дальнаука Владивосток, 2015, С. 481–484.
4. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод // Москва: Изд-во «Недра», 1970. 488 с.
5. Шваров Ю.В. HCh: новые возможности термодинамического моделирования геохимических систем, предоставляемые Windows // Геохимия, 2008, № 8, С. 898–903.
6. Plumlee G.S. Geologic controls on the composition of natural waters and mine waters draining diverse mineral-deposit types / Plumlee G.S., Smith K.S., Montour M.R., Ficklin W.H., Mosier E.L. // The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits, Part B: Case Studies and Research Topics. Reviews in Economic Geology. Society of Economic Geologists, Inc. 1999. V. 6B. P. 373-432.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ В ЗАБАЙКАЛЬЕ

Р.Ю. Парыгина

Забайкальский государственный университет, студент 4 курса, parygina.raia2013@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н. доцент Барабашева Е.Е.

Аннотация: Забайкальский край – уникальный регион для проведения не только классического, но и геолого-минералогического и горно-рудного туризма. Однако развитию этой инфраструктуры мешают некоторые проблемы, которые изложены в данной статье.

Ключевые слова: геопарки, памятники природы, факторы угрозы, статусы охраны памятников природы.

GEOLOGICAL TOURISM IN TRANSBAIKALIA

R.Yu. Parygina

Transbaikal State University, 4th year Student, parygina.raia2013@yandex.ru

Research supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader E.E. Barabasheva.

Abstract: Transbaikal region is a unique region for conducting both classical and geological-mineralogical and mining tourism. However, the development of this infrastructure prevent some of the problems outlined in this article.

Keywords: geoparks, natural monuments, threats, status of protection of monuments of nature.

Геологический, а точнее геолого-минералогический туризм – это редкая разновидность туризма, представляющая собой смесь туристического похода с углубленными знаниями геологии, минералогии, палеонтологии и других геологических наук. Он дает обширное представление о природе, особенностях пород и минералов, способах и методах геологической разведки, истории освоения месторождений полезных ископаемых, открывает тайны давно исчезнувших с лица планеты организмов – все то, что скрыто от глаз обычного туриста. Правильно и полноценно организовать его под силу только профессиональным геологам, людям, имеющим опыт геологических полевых работ.

В мире существует система геопарков, целью которых является сохранение памятников природы, включая памятники геологического наследия. Среди организаций, курирующих это направление: European Geopark Networks; - Global Network of National Geoparks (GGN); - Европейская Ассоциация по сохранению геологического наследия ProGeo, в которой есть российская рабочая группа. Согласно критериям отнесения природных территорий к геологическим паркам, разработанным ЮНЕСКО, геологические парки должны [1]:

- представлять предмет человеческой созидательной деятельности (уникальные отработанные месторождения, древние горные выработки), строительную, архитектурную, технологическую или ландшафтную целостность, природный геологический феномен;

- обеспечивать обмен человеческими ценностями, сохранность культурных традиций различных эпох цивилизации;

- отражать естественное, традиционное для той или иной эпохи, человеческое поселение или результаты недропользования, геологические эпохи в развитии Земли, развитие форм рельефа или природных геологических процессов;

- характеризовать важнейшие современные эколого-биологические процессы, происходящие на Земле, и естественные среды обитания.

На территории геопарков памятники природы делятся на геологические, ботанические, зоологические, археологические, гидрологические, культурные и др. [1]. В Забайкальском государственном университете уже на протяжении двух десятилетий проводится работа по изучению, описанию и ранжированию геологических памятников природы Забайкальского края. В завершении первого этапа изучения сдан в печать кадастр

стратиграфических и палеонтологических памятников природы. Готовятся к изданию кадастры по минералогическим и геоморфологическим объектам.

В числе палеонтологических памятников описано [2] два геологических парка; тринадцать геологических заповедников, семь узлов геологических памятников и сто пятьдесят четыре монопамятника. Всемирный глобальный статус предлагается геологическим паркам Удокан и Георгиевка и трем палеонтологическим заповедникам - Кулинда, Дая-Толстый Мыс и Черновские Копи. К федеральному статусу отнесены десять заповедников, один узел геологических памятников – Апасат. Остальным природным геологическим объектам присвоен локальный (местный) статус. Описание произведено в соответствии с методикой, разработанной сотрудниками секции геологии при Совете по изучению и охране культурного и природного наследия РАН и включает: 1) название памятника, 2) географические координаты, 3) краткое описание, 4) сопутствующие типы природного наследия, 5) существующий официальный статус, 6) категорию охраны, 7) предлагаемый статус, 8) факторы угрозы. Текст сопровождается графическими приложениями и фотографиями уникальных объектов [2].

Несмотря на то, что край обладает огромной территорией, фантастическими природными ресурсами, а также приграничным положением с Китаем и Монголией, он относится к числу депрессивных регионов России. Выделяемые дотации на местный туризм весьма скромные. Поэтому основная работа в развитии этого направления ложится на энтузиастов.

Нами разработано множество экскурсий по забайкальским природным объектам, причем маршруты продуманы таким образом, чтобы турист мог познакомиться не только с интереснейшими геологическими объектами, но и с уникальностью мира живой природы, памятниками истории, культуры. В перечень наших маршрутов попадают геологические, минералогические геоморфологические, палеонтологические, стратиграфические, спелеологические, гидрологические, исторические, культурные и другие объекты.

Забайкальский край до сих пор остается недоступным для посещения иностранных туристов в виду отсутствия профессионально подобранной информации о геологических памятниках, включая рекламные ролики, инфраструктуры на объектах посещения; недоступности некоторых геологических объектов в случае их нахождения на территории национальных парков или заповедников, транспортной труднодоступности большинства объектов.

Проведение маршрутов по геолого-минералогическим объектам требует знаний не только по геологии и минералогии, но и по истории горно-рудного дела Забайкалья. Невозможно показывать месторождение без его истории. Каждая горная выработка – это история края, история людей, история развития геологической науки. Экскурсия должна быть комбинированная и в ней должны быть отражены как научные, так и исторические аспекты.

Существует множество проблем, из-за которых невозможно посещение уникальных горно-рудных и геологических объектов:

- проблема, встающая на пути развития геолого-минералогического туризма в последние годы – это запрет на посещение ряда действующих месторождений, находящихся в частных руках;
- проблема вывоза образцов как для обычных туристов и коллекционеров, так и для ученых-геологов, школьников и студентов, посещающих регион с образовательными целями;
- большинство копей, карьеров и шахт на территории бывших горно-рудных районов заброшены и в настоящее время превращены в свалки для мусора.

Геологические объекты в случае их уничтожения нельзя восстановить, и ни один памятник не может быть сохранен в неизменном виде, вследствие воздействия природных и антропогенных факторов. В Забайкальском крае ведется Геологическая Красная и Черная книги – реестры геологических объектов, уничтоженных или находящихся под угрозой уничтожения.

На территории края находятся многочисленные остатки старинных горных промыслов, которые сами по себе являются объектами культурного (исторического) и геологического наследия. Карьерами и подземными выработками вскрыты интереснейшие геологические образования, но не существует ни системы оценки, ни разработанных критериев, по которым искусственные выработки могли бы быть отнесены к объектам геологического наследия.

Геологические памятники являются источниками первичной геологической информации, и запрет на посещение этих объектов не допустим. Геологическое наследие надо не охранять, а сохранять. Опыт развития европейских геопарков показал, что геологические парки сыграли гораздо более значительную роль в сохранении геологических памятников, чем самые строгие запреты и ограничения [1,2].

Для забайкальских геологов-туристов существует необходимость изучения зарубежных рынков геолого-минералогического туризма и требований к турам. Необходима стажировка сотрудников для подготовки всесторонне развитых гидов-геологов, так как практически все памятники природы комплексные.

В заключение отметим, что развитие туризма и, в частности, геологического туризма – одно из самых перспективных направлений развития Забайкальского края. Это позволит развивать сотрудничество в сфере туризма между сопредельными Китаем и Монголией.

Литература

1. Барабашева Е.В. Геологические памятники природы Восточного Забайкалья и их значение при геологоразведочных работах: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук 25.00.11 / Чит. гос. ун-т. - Чита, 2005. - 159 с.
2. Сеница С.М. Проблемы изучения и охраны геологического наследия Забайкалья. // Международная конференция «Забайкалье на пути к устойчивому развитию: экология, ресурсы, управление.» Тез.докл., часть 2. Чита, ЧитГТУ, 1997. - 56-59.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ. ОСНОВЫ КЛАССИФИКАЦИИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

И.И. Подлипский, Д.С. Ионкина

Санкт-Петербургский государственный университет, к.г.-м.н., студент 4 курса, i.podlipskiy@spbu.ru, iamdariaion@gmail.com

Аннотация: в статье рассматриваются результаты первого этапа работ в области эколого-геохимического зонирования территории г. Санкт-Петербург с целью расчета фоновых содержаний основных поллютантов в грунтах – сбора и классификации исходных данных.

Ключевые слова: геохимический фон, экологическая геология, тяжелые металлы, эколого-геохимическое зонирование г. Санкт-Петербурга.

ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ZONING ST. PETERSBURG AND TERRITORY LENINGRAD REGION. FUNDAMENTALS OF INITIAL INFORMATION CLASSIFICATION

I.I. Podlipsky, D.S. Ionkina

Saint-Petersburg State University, PhD, 4th year Student i.podlipskiy@spbu.ru, iamdariaion@gmail.com

Abstract: The article considers the results of the first phase of work in the field of environmental and geochemical zoning in St. Petersburg for the purpose of calculating the basic background contents of pollutants in the soil - the collection and classification of raw data.

Keywords: geochemical background, soils, heavy metals, zoning, technogenesis.

На территории крупных городов происходит активное аэро-, гидро- и литогенное загрязнение приповерхностной геологической среды в условия осложненной естественной миграции поллютантов. Основную часть техногенной нагрузки, как известно, принимают на себя грунты (почвы и др. горные породы), вследствие чего именно по ним можно оценить степень загрязнения. Геохимическое воздействие, приуроченное к техногенезу, имеет широкое распространение и протекает в течение всего времени использования территории человеком [1]. Под зонированием понимается выделение в пределах города относительно однородных по природным особенностям и техногенной нагрузке участков с целью разработки дальнейших мероприятий по оптимизации и рациональному управлению и пользованию [2].

Целью работы является эколого-геохимическое зонирование территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области для последующего расчета фонового уровня содержаний тяжелых металлов, мышьяка и органических поллютантов в компонентах окружающей среды (почвы и подстилающие их породы).

На первом этапе были собраны и классифицированы фоновые данные, проведенных за последние 10 лет эколого-геохимических исследований и инженерно-экологических работ, на исследуемой территории.

Ввиду того, что в работе используется большой массив разнородных данных, необходимо было их классифицировать. Это способствовало с одной стороны облегчению работы при составлении таблицы исходных данных и проведению по ней простейших математических операций, с другой дало возможность отразить разнообразие начальной совокупности в графическом масштабе (нанесение на карту).

Разработанная система классификации исследованных участков, включает шесть исходных уровней:

1. Идентификация объекта (краткое наименование проекта или исследовательской работы; присвоение уникального порядкового номера от 1 до ∞);
2. Географическая привязка (разделение по районам города и ближайших пригородов; присвоение кода от 1 до 24);
3. Тип отобранных и проанализированных образцов (деление на 7 групп в соответствии с типом сред и глубиной отбора - поверхностные воды, донные осадки, гумусовый, элювиальный и иллювиальный горизонты, почвообразующая и материнская породы; присвоение кода от 1 до 5);
4. Тип объекта (в зависимости от методического подхода к организации литогеохимической съемки были выделены 2 типа объектов – площадные и линейные; присвоение кода от 1 до 2);

5. Годы проведенных работ (в связи с изменениями во времени законодательной, методической и инструментальной базы все проведенные исследования был разделены на 4 периода – 2000-2005, 2006-2010, 2011-2015 и 2016 и позже; присвоение кода от 1 до 4);

6. Количество проб по объекту (данные по общему количеству проб дают возможность оценить необходимость и рациональность усреднения и др. математических операций в пределах одного участка; присвоение кода от 1 до 3).

Таблица

Система классификации исследованных участков		
Тип проб и глубина отбора, м	Отображение на схеме	Код
Поверхностные воды	-	0
Донные осадки	-	
Гумусовый горизонт	0,0-0,2	1
Элювиальный горизонт	0,2-1,0	2
Иллювиальный горизонт	1,0-2,0	3
Почвообразующая порода	2,0-5,0	4
Материнская порода	>5,0	5
Тип объекта		
Площадной	Круг	1
Линейный	Ромб	2
Годы проведения изысканий, г.		
2000-2005	I	1
2006-2010	II	2
2011-2015	III	3
2016 -	IV	4
Количество проб, шт.		
1-10	1	1
11-30	2	2
>30	3	3

Следующим планируемым этапом классификации исходных данных является установление принадлежности проб к различным категориям, в зависимости от фактора классификации: типа четвертичных отложений (генетическая классификация), гранулометрический состав пород, типа ландшафта, типа почв, глубины залегания грунтовых вод, функциональное зонирование (согласно Генерального плана Санкт-Петербурга до 2025 года).

Разработанная система классификации данных литогеохимической съемки территории города Санкт-Петербурга и ближайших пригородов позволяет сформировать исходную, многофункциональную базу данных необходимую для дальнейшей работы в области расчета и обоснования геохимического фона.

Литература

1. Подлипский И.И. Эколого-геологическая оценка парагенетических геохимических ассоциаций функциональных зон Санкт-Петербурга. // Инженерные изыскания. М., № 12, 2013, С. 46-52
2. Подлипский И.И. Функциональное зонирование городов. Эколого-геологическая оценка потоков миграции вещества.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ МИКРОБНЫХ КОМПЛЕКСОВ СПЕЛЕОТЕМЫ «ЛУННОЕ МОЛОКО» И ВОДЫ ИЗ ПЕЩЕРЫ ПРОЩАЛЬНАЯ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

О.С. Полевская

Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения РАН, аспирант 3 года обучения,
oksasha.polevskaya@mail.ru

Научный руководитель: д.б.н., профессор Кондратьева Л.М.

Аннотация: установлено, что в творожистой массе спелеотемы «лунное молоко» и в трещинной воде преобладают культивируемые гетеротрофные бактерии, утилизирующие высокие концентрации азотсодержащих органических веществ (NOB) и единичные колонии микроорганизмов, продуцирующих слизь. Данная структура микробных комплексов способствует начальному этапу формирования биопленки.

Ключевые слова: микробные комплексы, пещера, спелеотема «лунное молоко».

THE ANALYSIS OF STRUCTURE OF THE SPELEOTEMA MICROBIC COMPLEXES "MOONMILK" AND WATERS PROSTHALNAYA CAVE (KHABAROVSK KRAI)

O.S. Polevskaya

Institute of Water and Ecology problems FEB RAS, Post-graduate Student, oksasha.polevskaya@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Biology, Professor L.M. Kondratyeva.

Abstract: It is established that the curdled mass of a speleotema "moonmilk" and in fracture water has the cultivated heterotrophic bacteria utilizing high concentration of nitrogen-containing organic substances (NOB) and single colonies of the microorganisms producing slime prevail. This structure of microbial complexes promotes the initial stage of biofilm formation.

Keywords: microbial complexes, cave, speleotema "moonmilk".

Введение

Согласно современной научной концепции большинство микроорганизмов в естественных экосистемах существуют в виде структурированных, прикрепленных к поверхности сообществ – биопленок (БП) [1,2]. Бактерии в БП способны в определенных пределах быстро эволюционировать в ответ на изменения окружающей среды. В природных условиях биопленки чаще всего состоят из смешанных консорциумов, формирование которых происходит в результате разнообразных биохимических и физиологических процессов: прикрепления микроорганизмов из окружающей среды к субстрату, развития и деления клеток [2].

Особый интерес представляет биомасса натёчного образования «лунное молоко» (*moonmilk*), которое формируется на стенах и сводах карстовых пещер.

В связи с глобальным изменением климата и антропогенной нагрузкой на устойчивость экосистем все более актуальными становятся исследования, объединяющие в единое целое многие биогеохимические процессы при взаимодействии воды с горными породами [3]. Это находит свое отражение в формировании микробных комплексов (МК) спелеотемы (натёчное образование, НО) «лунное молоко».

Цель исследования: проанализировать структуру МК спелеотемы «лунное молоко» и воды из п. Прощальная (Хабаровский край), оценить численность культивируемых микроорганизмов.

Объекты и методы исследования

Образцы спелеотемы «лунное молоко» различной формы были отобраны в пещере Прощальная в зале Алтарь Победы из нескольких экологических ниш (рис.): тонкий слой творожистой массы – со стены (образец № 1), плотная слизистая масса - со сталактита (образец № 2) и толстый слой творожистой массы – с обломка материнской породы, расположенного на полу. Отбор проб капельной и трещинной воды, образцов НО осуществляли в мае 2016 г.

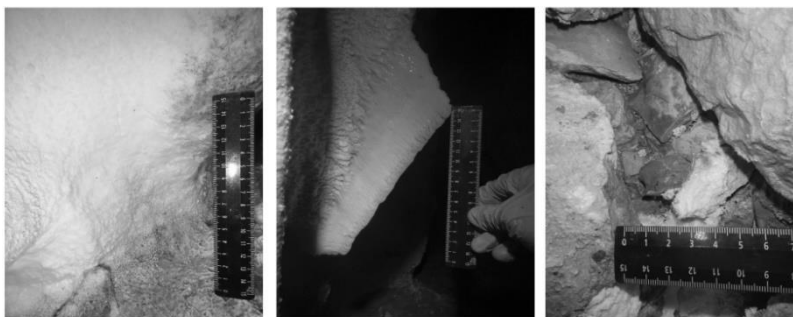


Рис. НО «лунное молоко»: образцы 1,2,3 (слева направо)

Пещера Прощальная относится к ландшафтному памятнику природы краевого значения, находится в центральной части горной системы Сихотэ-Алинь, общая протяженность ходов около 6 км [4].

Определение общего количества культивируемых гетеротрофных бактерий проводили с использованием сред с разной концентрацией органических веществ (мясо-пептонный агар – МПА, рыбо-пептонный агар – РПА и РПА разбавленный в 10 раз, крахмал-аммиачный агар – КАА). Высев на питательные среды суспензии «лунного молока» осуществляли из разведения 1:100, воды - методом прямого посева по 0,1 мл. Культивирование проводили при 20-23°C в течение 7 суток.

Результаты и обсуждение

Во всех образцах НО преобладали гетеротрофные микроорганизмы, потребляющие высокие концентрации NOB и мало отличающиеся по доминирующим видам (табл.). В образцах №2 и № 3 преобладающие морфотипы колоний МК изменялись в зависимости от концентрации легкодоступных органических веществ. Так, в образце № 3 на РПА:10 присутствовали молочные маслянистые и серо-палевые колонии, отсутствующие на РПА. Из образца № 1 были выделены микроорганизмы, образующие слизистые полупрозрачные колонии. Согласно литературным данным, слизистые полимерные соединения (СПС) способствуют более сильному прикреплению биопленки к поверхности [5]. Существенный вклад в разнообразие МК вносили нитрифицирующие бактерии. Однако крахмал, как источник углерода, утилизировался менее активно. Наибольшее разнообразие морфотипов колоний отметили на среде с низкой концентрацией NOB (РПА разбавленный в 10 раз).

Таблица

Структуры микробных сообществ «лунного молока» разных экологических ниш

Среда	Морфотип колонии	№ образца		
		1	2	3
Численность микроорганизмов, тыс.кл/мл				
РПА	ПС	111±10,5	15±3,9	142±16,8
	ПМ	41±6,4	3±1,7	5±2,2

	Ж	74±8,6	-	3±1,7
РПА:10	СП	74±8,6	-	-
	МЗ	32±5,6	5±2,2	-
	Б	2±1,4	-	-
	СПал	-	22±4,7	6±2,4
	ММ	-	-	86±9,3
КАА	МС	70±8,4	-	-
	МТ	22±4,7	более 500	52±5,2

Пояснение: ПС- палевые складчатые, ПМ - палевые маслянистые, Ж – жёлтые, СП – слизистые полупрозрачные, МЗ – молочные звёздчатые, Б – бурые, СПал– серо-палевые, МС –молочные слизистые, ММ- молочные маслянистые, МТ-молочные точечные, «-» - отсутствие колоний данного морфотипа.

Максимальная численность микроорганизмов НО была установлена в образце № 1 на РПА. Однако стоит отметить высокую численность нитрификаторов в образце № 2. Что может быть связано с разными этапами формирования НО различных экологических ниш.

Максимальная численность микроорганизмов в трещинной воде была установлена на богатой питательной среде (РПА). Однако более разнообразные морфотипы колоний микроорганизмов наблюдали в капельной воде: кроме молочных слизистых и жёлтых присутствовали крупные оранжевые колонии. Известно, что бактерии, красно-оранжевой и желтой окраски имеют каротиноидные пигменты, защищающие их от эффектов фотоокисления.

Заключение

Таким образом, анализ структуры микробных комплексов «лунного молока» и воды из пещеры Прошальная показал, что в творожистой массе НО и трещинной воде преобладают микроорганизмы, потребляющие высокие концентрации органических веществ и продуцирующие СПС. Данные микроорганизмы могут выступать в роли первопоселенцев, принимающих участие в начальных этапах формирования спелеотемы «лунное молоко»: прикрепление к субстрату и деление клеток. В результате роста колоний за счёт природных органических веществ и продукции СПС происходит формирование и созревание биоплёнки. Структура микробного комплекса натечного образования «лунное молоко» зависит от параметров окружающей среды и этапа формирования.

Литература

1. Николаев Ю.А, Плакунов В.К. Биоплёнка – «город микробов» или аналог многоклеточного организма? // Микробиология. 2007. Т.76. №2. С. 149-163.
2. Costerton JW. *The Biofilm Primer*. Springer, Hiedelberg, 2007.
3. Шварцев С.Л., Рыженко Б.Н., Алексеев В.А. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 389 с.
4. Горбатовский В.В., Семилеткин С.А. и др. Геологические памятники природы России. Дальневосточный федеральный округ /авт. М.: ИП Филимонов М.В., 2013. 192 с.
5. Perry T.D., Duckworth O.W., Mc Namara C.J., Martin S.T. Mitchell R. *Effects of the biologically produced polymer alginic acid on macroscopic and microscopic calcite dissolution rates* // *Environmental Science and Technology*. 2004. V. 38. P. 3040–3046.

ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СНЕГОВОГО ПОКРОВА МЕТОДОМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С.Н. Просекин, Л.М. Филимонова

Институт геохимии имени А.П. Виноградова СО РАН, аспиранты 3 года обучения, pros.sergey@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., старший научный сотрудник Бычинский В.А.

Аннотация: требуется установить элементы, отражающие геохимические особенности газопылевых выбросов алюминиевых производств, и определить формы существования токсичных элементов в водных растворах, твердой и газообразной фазе. Это позволит предсказать закономерности накопления поллютантов в компонентах окружающей среды, почвах, природных водах донных отложениях и оценить их реальную опасность для окружающей среды. С помощью физико-химических моделей преобразования техногенных выбросов, адаптированных к ГИС технологиями, дана обоснованная оценка техногенной нагрузки на Шелеховский промышленный район на основе которой подготовлены практические рекомендации по организации локального мониторинга промышленно-нагруженных районов.

Ключевые слова: геоинформационные системы, физико-химическое моделирование, геоэкология.

RESEARCHES OF GEOECOLOGICAL FEATURES OF ELEMENT STRUCTURE OF THE SNOW COVER BY METHOD OF PHYSICAL AND CHEMICAL MODELLING

S.N. Prosekin, L.M. Filimonova

A.P. Vinogradov Institute of Geochemistry SB RAS, Postgraduate Students, pros.sergey@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Senior research assistant V.A. Bychinsky.

Abstract: It is required to establish the elements reflecting geochemical features of the area of a research, phase and component structure of industrial emissions that is to determine forms of existence of elements of pollutants as in water solutions and a firm and gaseous phase. It will allow to predict regularities of accumulating of pollutant in environment components, soils, natural waters ground deposits and to estimate their real danger to the environment. In combination with the physical and chemical models of transformation of technogenic emissions adapted for GIS by technologies it allowed to give a reasonable assessment of technogenic loading and to prepare practical recommendations about the organization of local monitoring of the industrial loaded areas.

Keywords: geoinformation system, physical-chemical modeling.

Анализ пространственного распределения, выбросов промышленных производств позволяет в целом оценить техногенную нагрузку. Основная задача это геостатистическая обработка химико-аналитических данных позволяющая обнаружить невидимые ранее зоны экологического риска. Для этого требуется, определить формы существования элементов, в газовой фазе, твердом состоянии, и растворенном виде, идентифицировать ассоциации элементов, накапливающихся в объектах окружающей среды и построить полиэлементные карты. Наиболее информативным объектом в этом случае является снеговой покров [1].

Оптимальным способом представления информации является картографическое, где, значения контролируемых параметров представлены цветом или знаком в соответствии с критериями оценки состояния природной среды. А для определения масштабов геохимических аномалий, точно идентифицирующих источники загрязнения, а также для оценки тенденции изменения этих аномалий даже после завершения действия источника требуется исследовать взаимодействие талых и почвенных вод с твердым осадком снега.

Формы сосуществования химических элементов в газовой фазе, водном растворе и твердых фазах определялись методом физико-химического моделирования с помощью программного комплекса «Селектор-С» методами минимизации свободной энергии [2]. Разработанная геоинформационная модель, позволила наглядно представить пространственное распределение геохимических аномалий и дать прогноз вероятной локализации последствий взаимодействия пылеаэрозолей с природными водами в реальных условиях, то есть оценить степень опасности техногенной нагрузки.

Критерием адекватности наших моделей атмосферных осадков является соответствие результатов расчетов химико-аналитическим данным. В первую очередь общая минерализация, рН, Eh, содержание макрокомпонентов (Ca+2, Mg+2, Na+, Cl- и т.д.).

Высокая степень внутренней согласованности измеряемых и расчетных физико-химических параметров (Eh, рН, TDS) позволяет рассматривать термодинамическую модель как способ определения форм существования элементов в растворе. Кроме компонентного состава снеговых вод, из районов с существенно различающейся пылеаэрозольной нагрузкой, определялся вероятный состав минеральных фаз, образование которых возможно при взаимодействии твердого осадка снега и талых вод. Изменение соотношения вода – твердый осадок позволяет исследовать основные закономерности перераспределения элементов, поступающих в окружающей среде и предсказать, как изменяется состав твердых аэрозолей со временем.

Применение геоинформационных систем позволило представить результаты физико-химического моделирования визуально [3,4]. На рисунке 1 показано в каких формы элементы существуют в водном растворе после взаимодействия твердого осадка со снеговой одой. Количество комплексных соединений также увеличивается, образуются $Be(OH)^+$, NiF^+ , $Ni(OH)^+$, $PbCl^+$, PbF^+ , $Fe(OH)_4^-$, $Zn(OH)^+$, ZnF^+ , CuF^+ , $Cu(OH)^+$, $MnCl^+$, MnF^+ , $MnSO_4$, $CdCl^+$, $Cd(OH)^+$. Алюминий и железо, напротив, существуют в виде AlF_2^+ , AlF_3^0 и $Fe(OH)_4^-$, растворимость этих элементов в условиях фторидного загрязнения высока.

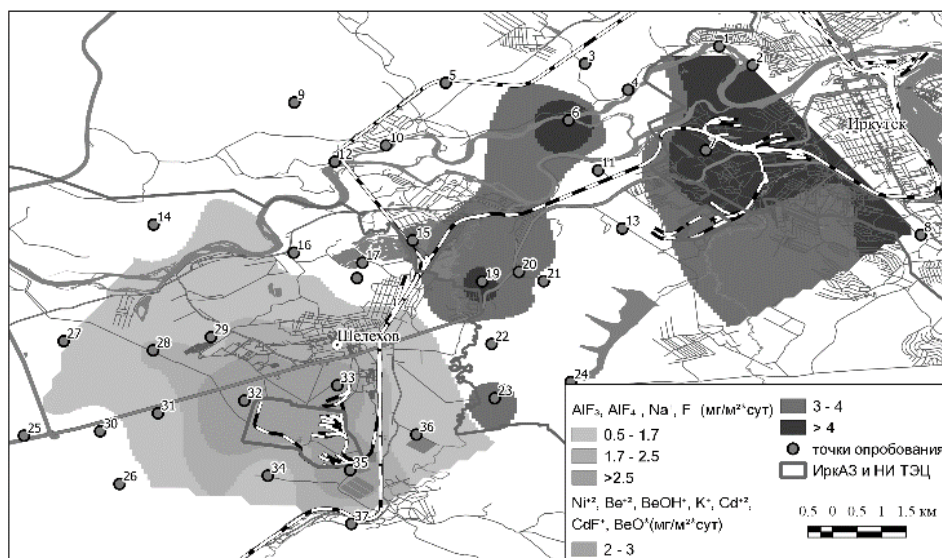


Рис. 1. Поля распределения форм элементов водного раствора

А на рисунке 2, в свою очередь представлены равновесные со снеговой водой минеральные компоненты твердого осадка снега. Поступившие с газопылевыми выбросами Sr, F, Cd и Pb интенсивно растворяются и

постепенно выносятся из почв, Ni, Cu, Mn и Cr накапливаются в трудно растворимых формах (партриджит, As₂O₅, CrO₂, гиббсит, CaF₂, флюорпатит, каолинит, на завершающих Ni-амезит, Cu(OH)₂, касситерит). Эти фазы существенно отличаются от тех, которые изначально накапливаются в снеговом покрове.

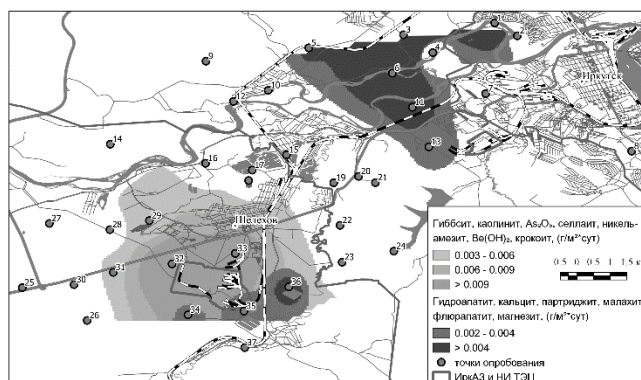


Рис. 2. Поля распределения форм элементов твердого осадка снега

Литература

1. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д., Мониторинг загрязнения снежного покрова // Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 185 с.
2. Авченко О.В., Чудненко К.В., Александров И.А. Основы физико-химического моделирования минеральных систем. // Дальневост. геолог ин-т ДВО РАН. – М.: Наука, 2009. – 229 с.
3. Просекин С.Н., Филимонова Л.М., Бычинский В.А. Опыт геоинформационного картографирования результатов снежогеохимической съемки. // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 4-4. С. 683-685.
4. Просекин С.Н., Бычинский В.А., Филимонова Л.М. Особенности использования ГИС-технологий в решении геоэкологических проблем (оценка состояния и прогноз последствий). // Вопросы естествознания. 2015. № 2 (6). С. 101-104.

ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Т.А. Сарapulова, В.Д. Умпелев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, магистрант 1 года обучения, студент 4 курса, sarapulova.t@bk.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Калинина Е.В.

Аннотация: в статье представлены результаты анализа особенностей образования отходов калийного производства: глинисто-солевых шламов, галитовых отходов и рассолов. На основании анализа способов обращения с отходами калийной отрасли определено, что возможные направления их использования в народном хозяйстве не нашли широкого применения. Приведены примеры и условия подземного размещения твердых отходов и рассолов калийного производства.

Ключевые слова: глинисто-солевые шламы, галитовые отходы, рассолы, закладка выработанных пространств.

TECHNOLOGY OF UNDERGROUND LOCATION OF LIQUID AND SOLID WASTE POTASH PRODUCTION

T.A. Sarapulova, V.D. Umpelev

Perm National Research Polytechnic University, 1st year Master's Degree Student, 4th year Student, sarapulova.t@bk.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader E.V. Kalinina.

Abstract: The paper presents results of the analysis of peculiarities of the potash production waste: clay-salt sludge, halite waste and brines. Based on the analysis methods of waste potash industry it is determined that the possibility of their use in the economy has not found wide application. Examples of conditions and underground disposal of solid waste and the production of potash brines.

Keywords: clay-salt sludge, halite waste, brines, stowing.

В калийном производстве около 80 % от первоначального объема руды переходит в твердые и жидкие отходы, которые складываются на дневной поверхности, что приводит к засолению природных геосистем (почв, грунтов, поверхностных и подземных вод) вблизи промышленных площадок и объектов отвально-шламового хозяйства [1]. При производстве хлористого калия образуются глинисто-солевые шламы и галитовые отходы [1]. На химический состав отходов существенное влияние оказывает исходный состав руды и применяемые в технологическом цикле реагенты [2,3,4].

Несмотря на существующие способы переработки галитовых отходов (комплексная добавка для бетонной смеси [5], сырьевая смесь для строительства дорожного основания [6], противогололедный реагент) и

глинисто-солевых шламов (в производстве стройматериалов [7,8]), в настоящее время они не нашли широкого применения. Основным способом обращения с отходами является разделение твердой (глинисто-солевые шламы, галитовые отходы) и жидкой фракций (рассолы), с последующим сбросом избыточных рассолов (ИР) в пресные водные объекты. Твердые отходы в основном размещаются в объектах накопления - солеотвалов, шламонакопителей (ШН) (66÷100%) и частично закладываются (0÷20%) в выработанное шахтное пространство [1,9]. Технология совместного подземного складирования галитовых отходов и глинисто-солевых шламов позволяет сократить площади, отводимые под хвостовое хозяйство. Выбор способа размещения шлама для конкретного объекта зависит от сложившихся горно-геологических, горнотехнических и гидрологических условий на ШН, солеотвале, выработанном пространстве рудника [2,10,11,12,13]. Опыт применения различных технологий показывает, что наиболее простым и экономичным, является размещение шлама в смеси с солеотходами. Хотя этот способ не позволяет размещать все образующиеся в процессе обогащения шламы из-за большого удельного расхода закладки солеотходов на 1 т шлама.

Размещение избыточных рассолов в изолированные горизонты подземным способом рассматривается возможным и перспективным (табл.), при соблюдении требований, подробно сформулированных Е.Е. Керкисом [10]:

Таблица
Описание технологий закачки и характеристики поглощающего горизонта

Объект	Характеристика поглощающего горизонта					
	Тип грунта	Глубина, м	Расход, м ³ /ч	Давление на устье, МПа	Закачено, млн.м ³	Время закачивания,
Долина р.Верра (Германия)	Трещиноватые известняки и плитчатые доломиты верхнего и нижнего цехштейна	300 - 900	1000	1,1	400	43 лет
Саскачеван (Канада)	Трещиноватые известняки и доломиты	1200-1750	50 - 200	до 6,0	данные отс.	с 1968 г. по 2016 г.
Саскатун (Канада)	Песчаники ордовикского и кембрийского возраста	400	150 - 200	до 6,0	данные отс.	более 20 лет
Старобинское месторождение (Белорусия)	Разуплотнённые песчаники приуроченные к верхнепротерозойскому водоносному комплексу	1800 - 2100	40 - 70	от 2,0 до 3,0	10	17 лет
Верхнекамское месторождение (Россия)	Надсолевые породы приуроченные к верхней подтолщи соляно-мергельной толщи	200 - 300	32	без дополнительного давления	4,5	в конце 90 ^{ых}

- наличие поглощающих горизонтов, которые содержат минерализованную воду, не представляющую утилитарной ценности в промышленных и лечебных целях и не пригодную для водоснабжения;
- надёжная изолированность пласта-коллектора и необходимая водопроницаемость его слагающих пород;
- химическая совместимость сбросных рассолов с пластовыми водами и водовмещающими породами, которая позволяет свести к минимальному количеству кольматацию пород в призабойной зоне нагнетательных скважин.

На основании выполненного анализа технологий обращения и переработки глинисто-солевых шламов, галитовых отходов и рассолов калийного производства была определена принципиальная возможность их подземного размещения. Подземное размещение позволяет снизить негативное влияние на объекты окружающей среды и дневную поверхность. Подземное размещение отходов возможно только после достаточного обоснования в каждом конкретном случае.

Литература

1. Голубцова А.Н., Карманова С.В. Оценка воздействия на объекты окружающей среды при строительстве шламонакопителя Усольского калийного комбината// Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. Пермь, Изд-во ПНИПУ, 2015, № 3. С. 20-34.

2. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 2-2015 «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот»// Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Москва, Бюро НДТ, 2015. 909 с.
3. Бабошко, А. Ю., Бачурин, Б. А. Тяжёлые металлы в отходах калийной промышленности// Горный информационно-аналитический бюллетень. Москва, Изд-во МГГУ, 2009, № 5. С. 369-376.
4. Бачурин, Б.А., Бабошко, А. Ю. Эколого-геохимическая характеристика отходов калийного производства// Горный журнал, Москва, «Издательский дом «Руда и металлы», 2008, №10. С. 88-91.
5. Бачурин Б.А., Одинцова Т.А., Хохрякова Е.С. Геохимические аспекты влияния отходов калийных предприятий на гидросферу// Сб. мат-в второй Всерос-й конф. с межд. уч., 06 – 11 сентября 2015г. г. Владивосток, Изд-во ДФУ, 2015. С. 442-445.
6. Комплексная добавка для бетонной смеси: пат. 2039718 Рос. Федерация. № 5025628/05; заяв. 24.12.1991; опубл. 07.20.1995, Бюл. № 20.
7. Способ переработки шламов калийного производства: пат. 2132397 Рос. Федерация. № 98105492/02; заяв. 19.03.1998; опубл. 27.06.1999, Бюл. № 18.
8. Наркевич, И. П., Печковский, В. В. Утилизация и ликвидация отходов в технологии неорганических веществ. М., Химия, 1984. - 240 с.
9. Способ переработки глинисто-солевых шламов производства хлоридных солей: пат. 2208058 Рос. Федерация. № 2001134490/02; заяв. 17.12.2001; опубл. 17.12.2001.
10. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 2-2015 «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот»// Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Москва, Бюро НДТ, 2015. 909 с.
11. Трофимов В.И. Геологическое обоснование сброса рассолов калийного производства в техногенные коллекторы надсолевого комплекса Верхнекамского месторождения // Дис. ...канд. геол.-минерал. наук. Пермь, 2005. 182 с.
12. Борзакотский Б.А. Папулов Л.М. Закладочные работы на Верхнекамских калийных рудниках. М., Недра, 1994. - 234 с.
13. Шкурятский Д.Н., Русаков М.И. Использование отходов производства калийных удобрений в породных смесях для закладки выработанных пространств // Геотехнология. Известия ТулГУ, Науки о Земле. Тула, Изд-во ТулГУ, 2015, Вып. 3. С. 87-97.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ СИММЕТРИИ *POPULUS BALSAMIFERA* В 2013-2016 ГГ. НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Ю.А. Саркисова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, аспирант 3 года обучения, shumkina7@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Королев В.А.

Аннотация: были определены коэффициенты симметрии листовых пластин биоиндикатора в биотопах с различной техногенной нагрузкой в Юго-Восточном административном округ г. Москвы в период с 2013 по 2016 год.

Ключевые слова: флуктуирующая асимметрия, коэффициент симметрии, тополь бальзамический, урбанизированная территория.

PROPERTIES OF THE DYNAMICS OF SYMMETRY COEFFICIENT OF *POPULUS BALSAMIFERA* IN 2013-2016 ON URBAN AREAS

Y.A. Sarkisova

Lomonosov Moscow State University, 3rd year Post-graduate Student, shumkina7@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.A. Korolev.

Abstract: symmetry coefficients of bioindicator were determined in biotope with different technogenic impact in the South-East Administrative District of Moscow from 2013 to 2016.

Keywords: fluctuating asymmetry, symmetry coefficient, balsam poplar, urban areas.

Высокий уровень техногенной нагрузки на урбанизированных территориях приводит к ряду экологических проблем и сопровождается глубоким антропогенным изменением качества городской среды. Для решения данных проблем необходим экологический подход, объективная оценка современного состояния городской среды, а также ее мониторинг. Физиологические и биохимические признаки растительных биоиндикаторов позволяют устанавливать нарушения экологического равновесия на ранних стадиях техногенного воздействия на урбогеосистемы. Использование методов биоиндикации позволят изучать последствия техногенного воздействия на окружающую среду в условиях города [1,2].

Юго-Восточный округ является самым крупным промышленным округом г. Москвы. Общая площадь его промзон составляет около 40 кв. км. На его территории сосредоточены такие крупные предприятия, как Капотненский нефтеперерабатывающий комбинат, Люблинский литейно-механический завод, завод Рено Россия (бывший АЗЛК), а также крупные автомагистрали (Волгоградский проспект, Рязанский проспект).

В качестве растительного биоиндикатора на территории Юго-Восточного административного округа (ЮВАО) Москвы в период с 2013 по 2016 год применялся тополь бальзамический (*Populus balsamifera*). Он

часто встречается в озеленении города и довольно устойчив к атмосферному загрязнению. Важным фактором является и то, что листья тополя обладают четко выраженной билатеральной симметрией.

Целью данной работы являлся анализ данных о коэффициентах симметрии ($K_{сим}$) листовых пластин биоиндикатора, полученных в период с 2013 по 2016 год на территории Юго-Восточного административного округа г. Москвы

Для проведения биоиндикационных исследований на территории ЮВАО г. Москвы были выделены биотопы с различной техногенной нагрузкой: территории рекреации, территории жилой застройки, территории общегородского назначения, территории близ автодорог, промышленные территории. На обозначенных территориях в установленных пунктах с 2013 по 2016 год проводился периодический сбор листовых пластин биоиндикатора с мая по сентябрь. После чего листовые пластины обрабатывались для определения коэффициента симметрии листовых пластин $K_{сим}$ по формуле:

$$K_{сим} = \sum m_m / \sum m_b \quad (1)$$

где $\sum m_m$ – сумма масс меньших половинок листовых пластин, $\sum m_b$ – сумма масс больших половинок листовых пластин тополя.

На основе полученных результатов определений коэффициентов симметрии листовых пластин тополя бальзамического можно выделить следующие тенденции:

- в ряду биотопов «рекреация - территории общегородского назначения - жилые территории - территории близ автодорог - промышленные территории» значения $K_{сим}$ биоиндикатора уменьшаются во всех годах наблюдения, что свидетельствует об увеличении техногенной нагрузки в данном ряду;

- наблюдается четкая тенденция к снижению значений $K_{сим}$ в вегетационном периоде с мая по сентябрь, характерная для всех наблюдаемых периодов с 2013 по 2016 гг., что вероятно обусловлено старением биоиндикатора, накоплением продуктов метаболизма, а также влиянием стрессирующих факторов;

- от года к году (2013-2016) происходит увеличение значений $K_{сим}$ в начале вегетационного периода (май), что может быть связано с природоохранными мероприятиями Правительства Москвы.

Также было проанализировано, что началу спада листовых пластин соответствуют следующие значения $K_{сим}$: на территории рекреации - 0,95, на жилых территориях – 0,92, территориях близ автодорог – 0,88, на промышленных территориях – 0,86. Кроме того, для каждого биотопа зависимость $K_{сим}$ в вегетационном периоде можно описать линейным уравнением вида:

$$y = a \times x + b \quad (2)$$

где x - время (май-сентябрь); a, b – параметры наклона и смещения соответственно.

Значения параметров a и b на территории исследуемых биотопов ЮВАО г. Москвы за 2013-2016 гг. приведены в таблице.

Таблица
Значения параметров a и b на территории разных биотопов

Биотоп, А/В	Год наблюдения			
	2013	2014	2015	2016
Рекреация	-0,008	-0,005	-0,004	-0,004
	0,96	0,97	0,97	0,97
Жилая территория	-0,011	-0,005	-0,006	-0,007
	0,95	0,96	0,95	0,95
Территория общегородского назначения	-0,006	-0,006	-0,005	-0,005
	0,94	0,96	0,95	0,95
Территории близ автодорог	-0,007	-0,01	-0,011	-0,01
	0,91	0,93	0,94	0,94
Промышленные территории	-0,027	-0,013	-0,015	-0,011
	0,93	0,93	0,93	0,92

Так, для территории рекреации параметр a стремится к нулевому значению, а параметр b - к значению $K_{сим}$ в зоне рекреации; тогда как на промышленных территориях – отмечаются самые низкие значения параметра a .

Таким образом, были выявлены основные особенности динамики коэффициентов симметрии на территории Юго-Восточного административного округа г. Москвы в период с 2013 по 2016 год. Полученные зависимости могут быть использованы в дальнейшем для оценки экологического состояния исследуемой территории.

Литература

1. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг: Учеб.-метод. пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Академический Проект, 2006, С. 48-52.
2. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений. - С-Пб: Изд-во С-Пб ун-та, 2004, С. 8-40, 218-225.

ЭКОЛОГО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОЧИНСКОГО ПОЛИГОНА

К.Д. Светашова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, магистрант 1 года обучения, svetashova_kseniya@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Харьковина М.А.

Аннотация: эколого-геодинамический мониторинг предполагает наблюдения, оценку, прогноз степени активности экзогенных геологических процессов и их негативное воздействие на человека и его жизнедеятельность, а также геологическое обоснование управляющих решений. Представлены результаты эколого-геодинамического мониторинга нескольких участков наблюдений: Сочинского и Краснополянского. Главные экологические последствия проявления ЭГП сводятся к нарушению комфортности проживания населения.

Ключевые слова: Сочинский полигон, оползень, осыпь, обвалы, абразия, эколого-геодинамический мониторинг, экзогенные геологические процессы.

ENVIRONMENTAL MONITORING GEODYNAMICAL SOCHI RANGE

K.D. Svetashova

Lomonosov Moscow State University, 1st year Master's Degree Student, svetashova_kseniya@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader M.A. Kharkina.

Abstract: Eco-geodynamic monitoring involves observation, evaluation, forecast the degree of activity of exogenous geological processes and their negative impact on human and livelihoods, as well as geological substantiation of Governors solutions. The result of eco-geodynamic monitoring several observation sites: Sochi and Krasnaya Polyana. The main environmental impacts of manifestations EGP amount to a violation of comfort of the population.

Keywords: Sochi ground, landslides, scree, abrasion, ecological and geodynamic monitoring of exogenous geological processes.

Сочинский полигон расположен на южном склоне Северо-Западного Кавказа, от реки Шахе до границы с Республикой Абхазия, охватывая прибрежную полосу шириной до 50 км. Эколого-геодинамические условия Сочинского полигона определяются его расположением в пределах тектонически активной территории Северо-Западного Кавказа, характеризующейся высокой сейсмичностью и широким распространением склоновых процессов, определяющих устойчивость объектов и безопасность людей.

Сочинский полигон состоит из двух участков наблюдений: Сочинский и Краснополянский (рис.). Ширина обследуемой полосы в среднем составляет 12 км, по крупным рекам – увеличивается до 17 км, по долинам рек Псеуапсе и Шахе – до 35 км, по р. Мзымта – до 80 км [1].

Объектами эколого-геодинамического мониторинга являются: оползни, осыпи, обвалы, абразия, человек и воздействие на человека.

Основными режимобразующими факторами активизации опасных экзогенных геологических процессов на территории Сочинского полигона: ландшафтно-климатические условия территории; геолого-тектонические условия и наличие разрывных нарушений; эндогеодинамическая обстановка [1].

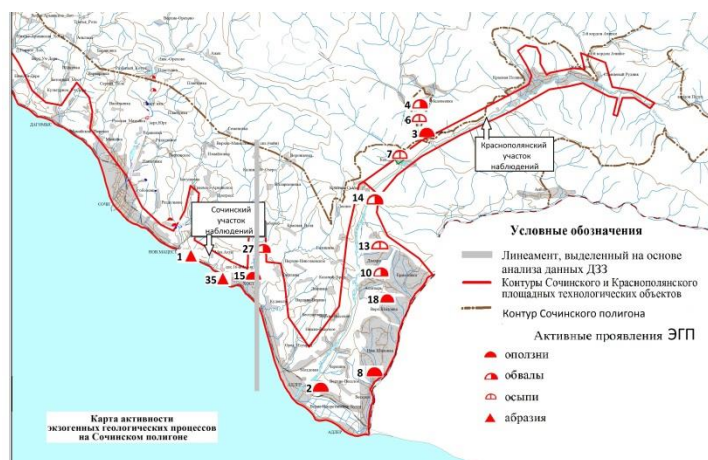


Рис. Участки активизации склоновых процессов на территории Сочинского полигона (по материалам ФГУП «ГидроСПецгеология»)

Ландшафтно-климатические условия. Для склоновых геологических процессов особое значение имеют интенсивные атмосферные осадки. Среднегодовые суммы осадков на побережье колеблются от 1300 до 1600 мм (в среднем 1534 мм). Ливни наблюдаются в течение всего года, усиливаются со второй половины сентября. Количество осадков заметно увеличивается от берега моря к Главному Кавказскому хребту [1].

Геолого-тектонические условия. В пределах Сочинского полигона выделены две части: горная и равнинная. Горная часть территории приурочена к области мегантиклинория Большого Кавказа, характеризующегося высокой тектонической активностью. Территория исследований имеет чрезвычайно сложное тектоническое строение. Почти вдоль всего побережья тянутся стенки крутых (до 70°) абразионных уступов (клифов) [2].

Эндеогеодинамическая обстановка в пределах Сочинского полигона, предварительно оценивается как низкая. В пределах Азово-Черноморской прибрежно-шельфовой зоны было зарегистрировано всего 8 сейсмических событий, представлено 3 (табл.1), с магнитудой от 2,9 до 4,2, негативных экологических последствий при проявлении сейсмических толчков отмечено не было [3]. Наблюдательная сеть эколого-геодинамического мониторинга включает 7 пунктов регулярных наблюдений на государственной опорной наблюдательной сети ГМСН за экзогенными геологическими процессами и 7 пунктов регулярных наблюдений государственной опорной наблюдательной сети за эндеогеодинамической обстановкой Азово-Черноморской ПШЗ Российской Федерации в Сочинской ПШЗ (прибрежно-шельфовая зона) [2].

Таблица 1

Каталог сейсмических событий, зарегистрированных сетью станций
РСС «Дельта-ГЕОН» Геленджикской и Сочинской ПШЗ[3].

№ сс	Дата	Координаты		Магнитуда	Глубина гипоцентра, км	Расположение
		с. ш.	в. д.			
43	04.11.2011	44°12,28'	36°10,24'	2,9	10,00	Акватория Черного моря
45	29.11.2011	44°88,28'	36°91,24'	4,2	10,00	Акватория Черного моря
48	Декабрь 2011	43°57,21'	39°54,15'	3,2	37,66	В районе плато Фишт в 55 км от г. Сочи

Результаты наблюдений. Проведенный цикл эколого-геодинамических наблюдений на Сочинском участке выявил 35 активных проявлений склоновых процессов (рис.), несмотря на низкую сейсмическую активность года (табл.2). На некоторых участках активизация ЭГП обусловлена техногенными факторами: реконструкция автодорожного полотна, строительство ЛЭП, подрезка склонов, изменение русла реки [1].

Таблица 2

Характеристика эколого-геодинамической обстановки Сочинского полигона на отдельных участках[2]

№ точки на карте (рис.)	Наименование участка, географическая привязка	Проявление ЭГП	Причины техногенной активизации ЭГП	Экологические последствия
3	Краснополянский участок, в пределах левого борта долины р. Мзымта	боковой оползень	Реконструкция автодорожного полотна	Нарушение транспортного сообщения между с.Медовеевка и с.Чвижепсе
4	Краснополянский участок, на обоих бортах долины реки Чвижепсе	обвально-оползневые процессы	Строительство новой высоковольтной ЛЭП	Обрывы линий электропередач
7	Краснополянский участок, на левом борту долины р. Кешша	обвально-осыпные процессы	Подрезка склона в ходе строительства	Потеря жилья, завалено три частных дома
14	Сочинский – Краснополянский участки, на левом берегу р. Мзымта	обвал	Изменение русла реки в районе защитных опорных сооружений дороги Адлер - «Альпика Сервис»	Нарушение транспортного сообщения
35	Сочинский участок, в междуречье Мацеста - Агура на участке Черноморского побережья	абразия		Снижение комфортности проживания в связи с разрушением рекреационных зон (пляжей)

Выводы. Таким образом, в ходе мониторинга установлено, что эколого-геодинамическая обстановка на территории Сочинского полигона определяется экологическими последствиями проявления оползней, осыпей, обвалов и абразионных процессов. Экологические последствия проявления ЭГП сводятся к нарушению

комфортности проживания населения в связи с нарушением транспортного сообщения между поселками, в связи с обрывами линий электропередач между поселениями и сперебоями передачи электроэнергии.

Значительное влияние на активизацию ЭГП оказывают структурно-тектонические особенности территории. Существенное влияние на активизацию ЭГП оказали и техногенные факторы, такие как реконструкция автодорожного полотна, строительство новой высоковольтной ЛЭП, подрезка склона в ходе строительства, изменение русла реки в районе защитных сооружений [1].

Литература

1. Грохольский Н.С. *Научно-методические основы оценки интегрального риска экзогенных геологических процессов. Автореф. диссертации кандидата геолого-минералогических наук: М., 2015. 22 с.*
2. Несмеянов С.А. *Неоструктурное районирование Северо-Западного Кавказа. М.: Недра, 1992, 254 с.*
3. ФГБУ "Гидроспецгеология", Центр ГМСН и РР [Электронный ресурс] // Отчет за июнь 2012 года. Сайт.- URL: http://www.geomonitoring.ru/Sochi/aboutotchet_8/ (дата обращения: 12.02.2017).

ОБЪЕКТЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МАССИВОВ ГАЗОГЕНЕРИРУЮЩИХ ГРУНТОВ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ (НА ПРИМЕРЕ ПОРТА В ПОС. АЛЯТ, РЕСПУБЛИКА АЗЕРБАЙДЖАН)

М.П. Северов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, магистрант 1 года обучения,
nykler@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н. доцент Харькина М.А.

Аннотация: освещаются эколого-геологические аспекты массивов газогенерирующих грунтов, приуроченных к участку строительства международного порта "Алят" в 60 км на юго-запад от Баку. Представлены результаты геофизических исследований участка геодинамически активной зоны Прикаспийского региона, характеризующегося наличием грязевого вулканизма. С помощью газогеохимических исследований изучены потенциальные источники эманации экологически значимых глубинных газов (метан, углекислый газ). С помощью геофизических и газогеохимических методов установлены глубинные очаги эманации природных газов, обусловившие расположение точек наблюдений сети эколого-геохимического мониторинга.

Ключевые слова: метан, углекислый газ, газогеохимические исследования, геофизические исследования, газогенерирующие грунты, эколого-геохимический мониторинг.

ECO-GEOCHEMICAL MONITORING OF GAS-GENERATING SOILS AND GEOLOGICAL FOUNDATION OF OBSERVATION MONITORING NETWORK (ON THE EXAMPLE OF SEAPORT NEAR ALAT VILLAGE, AZERBAIJAN REPUBLIC)

M.P. Severov

Lomonosov Moscow State University, 1st year Master's Degree Student, nykler@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy M.A. Kharkina.

Abstract: considered the eco-geological aspects of gas-generating soils that marked on the place of construction of an international seaport "Alat" 60 km south-west of Baku. There are provided the results of geophysical research in active geodynamic areas of Caspian region, which is characterized by the presence of mud volcanism. In addition, there are examined potential sources of emanation environmentally significant deep gases (methane, carbon dioxide) by using geochemical researches. With the help of geophysical and geochemical methods, there are identified deep pockets of natural gas emanations that led to the location of the network of observation points of eco-geochemical monitoring.

Keywords: methane, carbon dioxide, gas-geochemical researches, geophysical researches, gas-generating soils, eco-geochemical monitoring.

Строительство международного морского порта в пос. Алят (Азербайджан) ведется в условиях неустойчивого равновесия геодинамической и экологической обстановок, связанного с поступлением природных газов по разломам на поверхность.

Особенности геологического строения территории порта Алят, связанные с глубинной газогенерацией. Участок исследований приурочен к *тектонически активной зоне*, а именно к Алятской гряде на юго-западе от Апшеронского полуострова. Геоморфологическое строение Алятской гряды тесно связано с неотектоническими движениями в данном регионе, которые характеризуются в основном тектоническими поднятиями [1].

В геологическом разрезе гряды Алят присутствуют осадочные отложения понтского, акчагыльского и апшеронского ярусов, разбитые *сетью разломов*. Разломы рассматриваются как наиболее проницаемые участки земной коры и основные проводники флюидных систем, в том числе углеводородов, мигрирующих вверх из глубинных зон земной коры и мантии [2]. По результатам геофизических работ, выполненных методом

электропрофилирования, георадарных исследований и сейсморазведки, установлено, что *часть разломов являются активными.*

Дополнительным подтверждением активности участка являются два действующих *грязевых вулкана* – Гил и Дашгил, находящиеся в непосредственной близости от зоны исследований. Наличие в верхах геологического разреза супесчаных грунтов указывает на *отсутствие природных экранов* в приповерхностной части разреза, которые могли бы препятствовать эманации газа на земную поверхность.

Сейсморазведочные работы и электроразведка выявили линейные тектонические нарушения земной коры, расположенные на исследуемой территории. О наличии на территории геотектонического разлома можно судить по нескольким характерным скоростным разрезам, полученным в ходе исследований. Этот разлом является местом разгрузки глубинных флюидов.

Газогеохимическая съемка проводилась с помощью газоанализатора Drager X-am 7000. Отбор проб грунтового воздуха проводился из вертикальных шпуров (162 шт.), пробуренных до глубины 0,6 м. Анализ концентрации кислорода в грунтовом воздухе шпуров не выявил понижения данного компонента ниже 18 % об., однако в некоторых точках опробования концентрация метана изменялась от предела обнаружения прибора (0.01 % об.) до более чем 5 % об. Концентрация же углекислого газа в некоторых шпурах изменялась от 0.2 до 2.4 % об., что советует потенциально опасной, опасной и взрывоопасной степени газогеохимической опасности грунтов [3]. По полученным результатам исследований можно сделать вывод, что газогеохимические аномалии грунтов пространственно совпадают с геотектоническим разломом, выявленным путем геофизических исследований.

Геологическое обоснование расположение пунктов наблюдений в системе эколого-геохимического мониторинга на территории порта в пос. Алят. Выявленный и оконтуренный по результатам геофизических и газогеохимических исследований разлом характеризуется высокой газогенерирующей способностью. С целью выявления газогеохимической опасности территории строительства нового порта Алят необходимо проведение мониторинга газогенерационной способности грунтов на участках выявленных аномалий по результатам проведения газогеохимических и геофизических исследований. Места расположения наблюдательных скважин расположили вдоль простирания тектонического разлома. Анализ абсолютных концентраций контролируемых газовых компонент (в особенности метана) позволяет судить о наличии активных разломов на территории исследований, а также об опасности газогенерирующих условий грунтового массива.

Выводы. На основании результатов геолого-геофизических исследований территории строительства порта в пос. Алят обоснована наблюдательная сеть эколого-геохимического мониторинга. Выявлены и локализованы газогенерирующие участки массива грунтов, приуроченные к разломной тектонике.

Пробные замеры абсолютных концентрации газовых компонентов (концентрация CH_4 превышала 7 % об.) позволяют говорить о высокой активности и опасности выявленного разлома в газогеохимическом отношении. Выявленные концентрации метана CH_4 позволяют отнести аномальные участки к категории – «пожаро-взрывоопасных» [3].

Определены участки, где расположение инженерных сооружений либо невозможно в связи с активной газогенерацией, либо возведение инженерных сооружений нуждается в специальной защите (обустройстве непроницаемых экранов).

Литература

1. Алиев А.А. Грязевой вулканизм южно-каспийского нефтегазоносного бассейна // Геология и полезные ископаемые мирового океана. Изд-во Национальной академии наук Украины. Киев. 1999. С. 35-51.
2. Багдасарова М.В. Разломы земной коры – основные структурные элементы для миграции глубинных флюидов // Геология, геофизика и разработка нефтегазовых месторождений. Изд-во ВНИИОУиЭНП, Москва, № 5, 2002, С. 27-32
3. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. ГОССТРОЙ РОССИИ, Москва, 2012.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОДЕ ГОРОДСКИХ ОЗЕР ЯКУТСКА

А.Л. Седельникова

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, ведущий инженер, chizuk82@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., Макаров В.Н.

Аннотация: микроэлементы представляют собой самую большую по численности группу в составе природных вод. Содержание микроэлементов в озерных водах г. Якутска обычно невысоко - в пределах от единиц до десятков, реже сотен микрограммов на 1 л, а содержание многих микроэлементов часто недоступно определению обычными химическими или физико-химическими методами. Наибольшую опасность среди них представляют Hg, Be, Cd, Pb, As, F, V, Cr.

Ключевые слова: гидрогеохимия, микроэлементы, озера, вода, ПДК.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF MINOR-ELEMENT CONCENTRATIONS IN THE URBAN LAKES OF YAKUTSK

A.L. Sedelnikova

Melnikov Permafrost Institute, Senior Technical Assistant, chizuk82@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy V.N. Makarov.

Abstract: Minor elements represent the largest group in the chemical composition of natural waters. In the city of Yakutsk, lake water concentrations of minor elements are low, within a few tens or rarely hundreds of micrograms per liter. Many minor elements have concentrations below the detection limit of conventional chemical or physico-chemical methods. Most hazardous among them are Hg, Be, Cd, Pb, As, F, V, and Cr.

Keywords: hydrogeochemistry, minor elements, lake, water, maximum admissible concentration.

В период гидрогеохимического мониторинга озер города Якутска были исследованы 40 озер, изучались все крупные озера, такие как, Белое, Сайсары, Сергеллях, Хомустах, Чочур-Муран, Хатынг-Юрях, Теплое и другие, а также мелкие безымянные озера. Изучение воды и донных отложений озер проведено автором в период с 2004-2016 годы. Был изучен макро-мезо- и микроэлементный состав озер и дана геохимическая оценка их состояния.

Микроэлементы в озерные воды могут поступать извне и накапливаться за счет внутри водоёмных процессов. По крайней мере, с середины XX века антропогенный фактор в формировании химического состава озерных вод г. Якутска становится доминирующим и тенденция загрязнения их микроэлементами (особенно тяжелыми металлами) значительно усиливается.

Основным критерием оценки опасности загрязнения озерных вод является предельно допустимая концентрация - ПДК_{рх} (рыбохозяйственная) веществ в воде, представляющая собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в воде.

Все пробы воды анализировались в лаборатории геохимии Института мерзлотоведения СО РАН (аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.518584, от 05.06.2011 г.) и в лабораториях ГУП «Центргеоаналитика» (аттестат аккредитации Госстандарта РФ № РОСС RU. 0001.511039).

В городских озерах содержание меди колеблется от 0,1 до 20,0 мкг/л (3.37) и в большинстве водоёмов превышает предельно допустимые значения - ПДК_{рх}, содержание цинка изменяется от 1,5 до 37 мкг/л, и в среднем равно 7,8 мкг/л (рис.1).

Наибольшие концентрации меди наблюдаются в воде озер, расположенных в северном промышленном районе города: Хомустах, Белое и Хатынг-Юрях, где наблюдается превышение санитарных норм по меди в 10-20 раз.

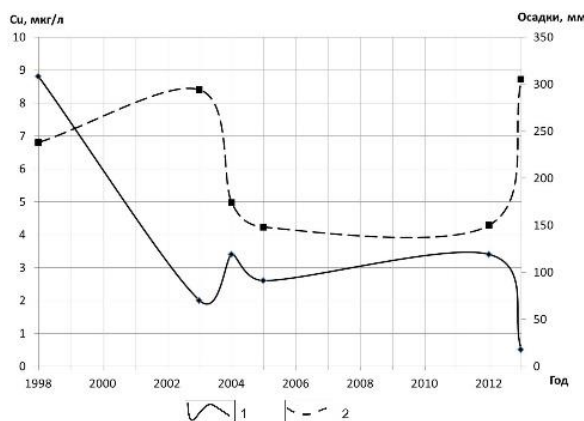


Рис. 1. Зависимость между содержанием меди в воде озер и атмосферными осадками

Содержание марганца в озерах изменяется в пределах четырех порядков (от 0,5 до 1500 мкг/л), и в среднем равна 230 мкг/л (рис.3).

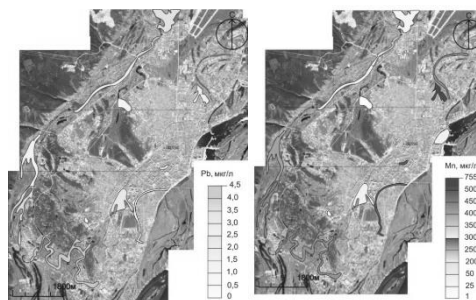


Рис. 2. Среднее содержание Pb и Mn в воде крупных городских озер

Между содержанием меди в воде городских озер и количеством выпадающих атмосферных осадков в период наблюдений выявлена обратная зависимость (рис.2). Максимальное содержание меди в озерах отмечается в «засушливые» периоды [1].

Концентрация свинца в воде озер изменяется в широких пределах 0,05 – 20 мкг/л. Максимальные содержания свинца выше 4 мкг/л обнаруживаются в озерах около автодорог.

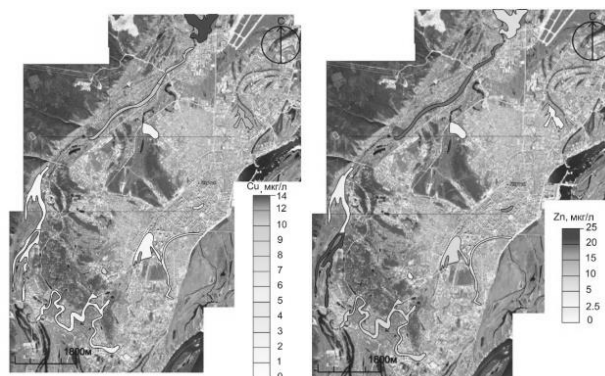


Рис. 3. Среднее содержание Cu и Zn в воде крупных городских озер

Максимальная концентрация Mn (мкг/л) наблюдается в озерах Хомустах (1500), Сергелях, Теплое и Талое (1000), Чочур – Муран (774) и Ытык-Кюель (670). Высокие содержания марганца в озерных водах можно объяснить поступлением со сточными водами и ролью донных отложений, обогащенных этим металлом.

Содержание кобальта в озерах изменяется в пределах одного порядка (от 0,5 до 5,0 мкг/л), и в среднем равна 4,1 мкг/л. Содержание хрома в воде в среднем составляет 2,43 мкг/л и колеблется в диапазоне от 0,5 до 10 мкг/л.

Молибден в озерах варьирует от 0,1 – 3,0 мкг/л, при средних значениях - 0,79. Максимальное значение (3 мкг/л) обнаружено в озерах Сайсары (2003 г.), Теплое и Хомустах (1998 г.). В озерах Сергелях, Ытык-Кюель, Чочур-Муран, Талое и Хатынг-Юрях среднее содержание Mo составляет 1,0-1,5 мкг/л. (рис. 4).

В воде исследованных озер ванадий изменяется в пределах 0,5-5,0 мкг/л. Максимальное содержание ванадия отмечено в озере Талое - 5 мкг/л, Теплое и Хатынг-Юрях – 3 мкг/л. Как и для хрома, наибольшее содержание ванадия наблюдается при минимальном выпадении атмосферных осадков, когда поступление ванадия в озера с поверхностным и подземным стоком не разбавлялось выпадающими осадками [1].

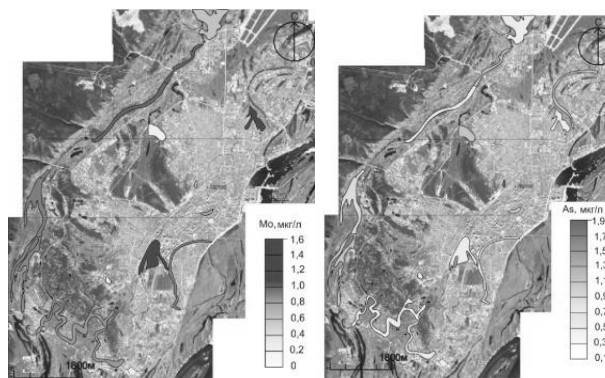


Рис. 4. Среднее содержание Mo и As в воде крупных городских озер

Присутствие мышьяка отмечается практически во всех озерах на территории города. В 2005 г. мышьяк был найден во всех 40 озерах на территории Якутска. Доля мышьяка в воде большинства озер оказалась ниже чувствительности анализа - <0,7 мкг/л. Значимые величины концентраций в интервале содержаний 0,75-1,9 мкг/л были обнаружены в 20% городских озёр Якутска. Максимальные величины 1,9 мкг/л и 1,0 мкг/л в озерах, расположенных на улице Стадухина и 50 лет Сов. Армии, соответственно. Максимальное среднее содержание мышьяка наблюдается в воде крупных озер г. Якутска: Ытык-Кюель, ЯНИИТ, Китайское и в северной части Хатынг-Юрях (рис. 4).

Выводы. Концентрация большинства микроэлементов в озерных водах незначительна и не превышает санитарных норм, кроме Ba, Cu, Mn.

Окислительно-восстановительные геохимические условия миграции химических компонентов в большинстве озер определяются относительно высокими значениями Eh (более +0,35 В) характерными для нейтральных и слабощелочных вод с pH <8,5.

Литература

1. Макаров, В.Н. Экогеохимия городских озер Якутска / В.Н. Макаров, А.Л. Седельникова. – Якутск: Институт мерзлотоведения СО РАН. – 210 с.

ЛИКВИДАЦИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОДОЕМОВ С ПОМОЩЬЮ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ МХА-СФАГНУМА

Д.А. Семенов

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, студент 4 курса, s7dmit@yandex.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Калошина С.В.

Аннотация: рассмотрены основные методы очистки водоемов от нефти и нефтепродуктов, Представлены основные параметры сорбентов. Описаны отличительные характеристики сорбента на основе торфяного мха. Приведена технология производства работ по ликвидации нефтяных загрязнений водоемов с помощью мха-сфагнума. Выявлены основные преимущества и недостатки метода.

Ключевые слова: нефть, загрязнение, мох, сорбент, гумусовая кислота.

THE ELIMINATION OF OIL POLLUTION OF THE RESERVOIRS WITH SORBENT ON THE BASIS OF MOSS-SPHAGNUM

D.A. Semenov

Perm National Research Polytechnical University, 4th year Student, s7dmit@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor S.V. Kaloshina.

Abstract: Considered the basic methods of cleaning water from oil and oil products, presents the main parameters of sorbents. Describes distinguishing characteristics of the sorbent based on peat moss. Listed the technology of works on liquidation of oil pollution of water bodies with the help of sphagnum moss. Identified the main advantages and disadvantages of the method.

Keywords: oil, dirt, moss, sorbent, humic acid.

С увеличением добычи и потребления нефти все более насущной становится проблема загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Утечки могут произойти как при добыче нефти, так и при ее транспортировке, хранении и использовании. Разливы нефти оказывают серьезное воздействие на окружающую среду и могут стать причиной гибели множества живых организмов. Именно поэтому, если аварии не удалось избежать, первоочередной задачей становится эффективная ликвидация нефтяного загрязнения в кратчайшие сроки [1].

Для очистки окружающей среды от нефтепродуктов применяют механические, физико-химические и биологические методы. В первую очередь применяют механические методы, то есть сбор нефти с помощью различных устройств, однако остаются несобранные объемы нефти, в особенности поверхностная пленка [2]. Удаление оставшейся нефти производят с помощью биологических или физико-химических методов. Биологические способы очистки водоемов от нефти основаны на использовании микроорганизмов, разлагающих нефтепродукты до простых нетоксичных соединений в процессе питания. Несмотря на неоспоримое преимущество данных методов, заключающееся в экологической безопасности, существует ряд недостатков, таких как высокая стоимость и сложность поддержания количества микроорганизмов на необходимом уровне. В настоящее время наиболее эффективным методом очистки водоемов от нефти признана сорбция.

Сорбция – это процесс поглощения вещества из окружающей среды твердым телом или жидкостью. Поглощающее вещество называется сорбентом, а поглощаемое – сорбатом. В зависимости от механизма сорбции различают адсорбцию, абсорбцию и хемосорбцию.

Поглощение вещества всей массой жидкого сорбента называется абсорбция, а поверхностным слоем твердого или жидкого сорбента – адсорбция. Сорбция, сопровождающаяся химическим взаимодействием сорбента с поглощаемым веществом, называется хемосорбцией [3].

В настоящее время открыто более 200 сорбентов, различных по природе происхождения, нефтеемкости, гидрофобности, плавучести, способам утилизации, возможности биоразложения нефтепродуктов. Хорошие результаты достигаются при использовании абсорбента на основе сфагнового мохового торфа для очистки водоема от нефтепродуктов. Однако мох хорошо впитывает не только нефть, но и воду, поэтому слегка сгнивший торфяной мох подвергают температурной обработке. Благодаря такому безреагентному воздействию мох меняет гидрофильные свойства на гидрофобные. Наличие в клетках сфагнума гумусовой кислоты, являющейся побочным продуктом его жизнедеятельности, способствует естественным процессам разложения нефтепродуктов до углекислого газа и воды [4,5].

Ликвидация нефтяного загрязнения водоема начинается со сбора нефти бонами. Далее на пораженный участок водной поверхности распыляют высушенный торфяной мох. После чего вокруг нефтяного пятна стягивают боновое ограждение. Следует учитывать, что зона распыления составляет несколько метров и неизбежно возникновение значительного облака пыли. Нанесение сорбента и установка боновых ограждений невозможно в условиях сильного ветра. Мох можно оставить на месте бывшего загрязнения после разложения им нефти на простые компоненты, либо собрать путем буксировки к берегу в боновом ограждении или мешках частично погруженного трала. Далее из торфяного мха выдавливают воду и нефть компрессионными методами,

то есть с помощью медленно прикладываемого давления. Отработанный мох можно утилизировать на свалках, сжигать или использовать в топливных брикетах [6].

Следует упомянуть, что сорбент на основе мха прошел экологическую экспертизу в Ростехнадзоре, которая определила допустимость его воздействия на окружающую среду и возможность применения на территории Российской Федерации.

В заключение хотелось бы отметить основные преимущества и недостатки данной технологии. К недостаткам сорбции на основе мха-сфагнума можно отнести:

- необходимость использования совместно с механическими методами очистки;
- невозможность применения в плохих погодных условиях;
- малый опыт применения в условиях низких температур.

Достоинствами данной технологии уверенно можно назвать:

- экологическая безопасность;
- низкая стоимость материалов и работ;
- универсальность (возможность применения как на суше, так и в воде);
- биоразложение нефтепродуктов мхом;
- возможность оставить мох на месте бывшего загрязнения.

Литература

1. Демельханов М.Д., Оказова З.П., Чупанова И.М. Экологические последствия разливов нефти // *Науки о земле*. – 2015. - №12 – С. 91 – 94.
2. Долгополова В.Л., Патрушева О.В. Способы очистки морских акваторий от нефтяных загрязнений // *Молодой ученый*. – 2016. – №29 – С. 229 – 234.
3. Штриплинг Л.О., Туренко Ф.П. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов. Учебное пособие – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005 – 192 с.
4. Ивасишин П.Л. Ликвидация последствий нефтеразливов посредством биоразлагающих сорбентов // *Территория нефтегаз*. – 2009. - №6 – С. 70 – 71.
5. Кожалакова А.А. Эффективность использования абсорбента нефти на основе торфяного сфагнового мха // *Вестник КазНУ*. – 2013. - №2 – С. 188 – 190.
6. Артемов А.В., Пинкин А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений // *Вода: химия и экология*. – 2008. - №1 – С. 18 – 24.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА МОЛОДЕЧНО

А.С. Семенюк

Белорусский государственный университет, аспирант 3 года обучения, geo-semenuk@yandex.ru

Научный руководитель: д.с.-х.н., профессор Клебанович Н.В.

Аннотация: в работе рассматривается методика геохимического анализа образцов почв города Молодечно на содержание в них тяжелых металлов (медь, свинец, марганец, никель), а также приводятся результаты пространственного анализа распределения тяжелых металлов в почвах в программном комплексе ArcGIS.

Ключевые слова: геохимический анализ, загрязнение почв, ГИС-анализ.

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL STATE OF SOILS OF MOLODECHNO CITY

A.S. Semenyuk

Belarusian State University, Minsk, Belarus, Post-graduate Student, geo-semenuk@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Agricultural Sciences, Professor N.V. Klebanovich.

Abstract: In the work methods of soil geochem testing for heavy metals (copper, lead, manganese, nickel) in Molodechno city are considered, and also results of spatial analysis of distribution of heavy metals in soils in ArcGIS software are provided.

Keywords: geochem testing, land pollution, GIS-analysis.

Ландшафтная оболочка Земли характеризуется сложными процессами круговорота и миграции химических элементов. Рельеф территории играет определяющую роль в перераспределении вещества и энергии в ландшафте: возвышенные местоположения характеризуются выносом вещества, пониженные – его накоплением. В условиях города процессы миграции химических элементов претерпевают существенные изменения. Загрязнение окружающей среды выбросами промышленных предприятий, транспорта, отходами производства и жизнедеятельности человека обуславливают заметное влияние техногенеза на перераспределение вещества и энергии в урболодшафтах. Последние характеризуются нарушениями в процессах миграции и круговорота химических элементов, накоплением рассеянных в природной среде и искусственно синтезированных в результате производственной деятельности веществ. Исследование содержания опасных для живых организмов веществ в урболодшафтах посредством проведения

геохимического анализа проб воздуха, воды, почв и растительности позволяет выявить уровень загрязнения и оценить экологическое состояние городской среды.

Для оценки экологического состояния города Молодечно был проведен геохимический анализ образцов почв на содержание в них тяжелых металлов (медь, свинец, марганец, никель). Отбор образцов производился в июне 2016 г. в 44 точках на территории города и на некотором удалении от него. Точки были равномерно размещены на территории Молодечно во всех функциональных зонах и группах урболандшафтов пропорционально их распространению в городе. Отобранные с глубины 5-15 см смешанные образцы почв были высушены до воздушно-сухого состояния, просеяны через сито с размером ячейки 1 мм, взвешены на лабораторных весах и озолены в муфельной печи при температуре 440-450 °С. Затем пробы охлаждались в эксикаторе, взвешивались для определения потерь при прокаливании и растирались до пудрообразного состояния. Анализ валового содержания тяжелых металлов в почвах производился эмиссионно-спектральным методом на многоканальном атомно-эмиссионном спектрометре ЭМАС-200ДДМ в дуге переменного тока в научно-исследовательской лаборатории экологии ландшафтов Белорусского государственного университета. Статистическая обработка результатов анализа проводилась в пакетах Microsoft Excel и Statsoft Statistica 6.0. Таблица валового содержания исследуемых элементов в образцах почв была соединена в ArcGIS с базой данных ГИС города Молодечно, в результате чего с помощью модуля Spatial Analyst были получены карты распределения меди, свинца, марганца и никеля в почвах.

Для соотнесения уровня загрязнения территории конкретным веществом с его опасностью для живых организмов используются понятия фонового содержания и предельно допустимой концентрации (ПДК). Фоновым является содержание химических веществ в воздухе нижних слоев атмосферы, воде или почве, не испытывающих техногенного воздействия. Предельно допустимая концентрация химического вещества является санитарно-гигиеническим нормативом, отражающим максимальную концентрацию загрязняющего вещества в компоненте ландшафта, при влиянии которой в течение длительного периода времени на организм человека последний не испытывает негативного воздействия. Значения фонового содержания и ПДК перечисленных выше тяжелых металлов в воздушно-сухой почве приведены в таблице (табл.) [1]. Вместе с тем ПДК является условным показателем, утверждаемым на государственном уровне, поэтому для многих химических элементов она не установлена.

Таблица

Фоновое содержание и ПДК тяжелых металлов в воздушно-сухой почве, мг/кг

Химические элементы	Cu	Pb	Mn	Ni
Фон	13	12	247	20
ПДК	33	32	1000	20

Распределение меди в почвах города Молодечно неравномерно. Превышение ПДК меди в 1,4 раза зафиксировано на улице Мариганова (жилая усадебная застройка на западе Молодечно), в 1,24 раза – на улице Великосельской (усадебная застройка на востоке города) и в 1,13 раза – к юго-востоку от завода порошковой металлургии, что может быть связано с производством на данном предприятии бронзового и медного порошка. Валовое содержание меди, более чем в 2 раза превышающее фоновое, но не достигающее ПДК, отмечено в районе железнодорожного вокзала и на пересечении переулка Лугового и улицы Лермонтова (жилая усадебная застройка на северо-востоке Молодечно, к северу от военной части и территории бывшего аэродрома). Южная часть Молодечно, занятая многоквартирной застройкой и рекреационными территориями, в целом характеризуется концентрациями меди, близкими к фоновой.

Картина распределения свинца в почвах города Молодечно сходна с таковой для меди. На юге Молодечно валовое содержание свинца в почве в целом близко к фоновому, на севере города его концентрация увеличивается. Превышение ПДК свинца в 2,3 раза выявлено в районе железнодорожного вокзала и в 1,25 раза – у завода металлоизделий на востоке Молодечно, еще в семи точках были зафиксированы значения, в 2 раза превышающие фоновые, но не достигающие ПДК (преимущественно в производственной и жилой усадебной зоне).

Распределение марганца в почвах города Молодечно мозаично, что может быть связано с их кислотно-щелочными свойствами и окислительно-восстановительной обстановкой, влияющими на накопление и рассеивание данного элемента. Хотя превышение ПДК марганца в почвах Молодечно не обнаружено, в 43 % смешанных образцов содержание данного тяжелого металла более чем в 2 раза превышает фоновое. Наибольшие концентрации марганца выявлены в квартале жилой многоквартирной застройки к востоку от бывшего радиозавода «Спутник» и у завода металлоконструкций на западе Молодечно, а также в микрорайоне № 4 на юге и среди жилой усадебной застройки на северо-востоке города.

Распределение никеля в почвах Молодечно характеризуется повышенным содержанием в северной и западной части города и пониженным – на юге. Превышение ПДК никеля в 3,2 раза зафиксировано в районе завода металлоизделий и в 1,4 раза – в агроландшафте к северо-западу от границы города (южнее находится пункт приема металлолома ОАО «Белвторчермет»). В трех точках на востоке Молодечно (жилая застройка, а также к юго-востоку от завода порошковой металлургии) содержание никеля в почве близко к ПДК. Повышенное содержание никеля также выявлено в районе железнодорожного вокзала, в промзоне на юго-западе Молодечно, под мостом через железную дорогу и в квартале жилой усадебной застройки на северо-востоке города.

В целом экологическое состояние Молодечно можно оценить как удовлетворительное. Северная часть города, занятая преимущественно жилой усадебной застройкой, и промзона на западе Молодечно отличаются повышенным содержанием в почве исследуемых элементов, в то время как расположенные на юге микрорайоны многоквартирной застройки характеризуются более чистыми почвами. Возможно, определенный вклад в такое распределение тяжелых металлов внесли особенности преобладающих почвообразующих пород на севере и юге Молодечно. Вместе с тем повышенные концентрации исследуемых элементов в почве, зафиксированные в районе завода металлоизделий, к юго-востоку от завода порошковой металлургии, у железнодорожного вокзала и среди жилой усадебной застройки на северо-востоке города, определенно вызваны техногенным воздействием.

Литература

1. Петухова Н.Н. К кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н.Н. Петухова, В.А. Кузнецов // Доклады АН Беларуси. 1992. Том 26. №5. С. 461-465.

ПЕРВЫЙ НЕБОСКРЕБ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА «ЛАХТА ЦЕНТР» И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ЕГО СТРОИТЕЛЬСТВОМ

В.Р. Султанбекова

Воронежский государственный университет, аспирант 1 года обучения, gidrogeol@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Бочаров В.Л.

Аннотация: рассмотрено влияние строительства небоскреба «Лакхта центр» на миграцию птиц. Проектом учтены причины возможного отрицательного воздействия на популяции орнитологических сообществ.

Ключевые слова: орнитология, экология, миграция птиц, высотное строительство, мониторинг миграционных потоков.

THE FIRST SKYSCRAPER IN SAINT-PETERSBURG "LAKHTA CENTER" AND THE ENVIRONMENTAL ISSUES ASSOCIATED WITH ITS CONSTRUCTION

V.R. Sultanbekova

Voronezh State University, Post-graduate Student, gidrogeol@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.L. Bocharov.

Abstract. The influence of the construction of a skyscraper "Lakhta center" on the migration of birds. The project takes into account the causes of possible negative impacts on populations of bird communities.

Keywords: ornithology, ecology, bird migration, high-rise construction, monitoring of migration flows.

«Лакхта центр» – название возводимого в Приморском районе Санкт-Петербурга общественно-делового комплекса. Инвестором и инициатором проекта является группа компаний «Газпром». Реализация поручена АО МФК «Лакхта центр» [1].

С октября 2012 года ведутся работы по строительству комплекса. Это здание – первый небоскреб в Санкт-Петербурге, высота которого составит 462 метра.

Как только стало известно, что проект делового центра "Газпрома" будет реализован на берегу Финского залива в Лакhte, некоторые экологи выразили озабоченность, что в результате строительства могут пострадать птицы, обитающие в этих местах [2].

Строительство «Лакхта центра» – процесс не только высокотехнологичный, но еще и «зеленый». Уже привычным стал постоянный надзор экологов за стройкой. Еще одни наблюдатели – это орнитологи – ученые, которые наблюдают за поведением птиц. По итогам 2016 года ими был подготовлен отчет, из которого можно узнать, было ли в поведении птиц что-то необычное и если да – связано ли это как-то со строительным процессом.

Период наблюдений – от начала июля до середины октября – характеризуется интенсивными миграциями птиц. Невская губа и ее побережья являются зоной сосредоточения мигрантов, принадлежащих к разным систематическим и экологическим группам.

Птицы, обнаруженные на территории строительства и в 500-м зоне влияния, были представлены 66 видами, относящимися к 8 отрядам, которые включают и ценные виды: гусеобразные Anseriformes – 4 вида и соколообразные Falconiformes – 8 видов.

Почти все мигранты принадлежали к трем основным экологическим группам: сухопутным, водоплавающим и околородным птицам.

Через территорию наблюдений фиксировался дневной пролет сухопутных мигрантов в основном в направлении с запада на восток – характерное направление осеннего пролета в этой части Невской губы. Основной поток птиц, как и в прежние годы, шел над кромкой леса вдоль береговой линии. Практически все птицы, вылетая к западной границе территории строительства, далее устремлялись на север и северо-восток – в сторону лесного массива Юнтоловского заказника. В отличие от прошлых лет, из сухопутных мигрантов

только серые вороны и галки, иногда пересекали строительную площадку Лахта- центра. Минимальная высота полета при пересечении птицами площадки в подавляющем большинстве случаев была большей, чем высота возводимых конструкций. Те немногие из этих птиц, которые летели низко, избегали препятствий, хорошо ориентируясь в пространстве. Столкновений птиц с конструкциями не наблюдалось [3].

Водоплавающие птицы в основном встречены на стоянках в пятисотметровой зоне влияния или тогда, когда они, перемещаясь над акваторией на небольшой высоте (от 2 до 20 м), облетали зону строительства, следуя вдоль береговой линии губы через Лахтинскую протоку в Лахтинский разлив и обратно.

Среди водоплавающих на стоянках в зоне влияния отмечены кряква, хохлатая чернеть, чомга, серая утка. У уреза воды в небольшом числе встречались кулики (малый зук, большой улит, перевозчик). В сентябре-октябре регистрировался пролет чайковых птиц, следовавших в основном над акваторией.

Выполненные мониторинговые исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Общая численность миграционного потока птиц в районе наблюдений была низкой, прежде всего из-за изменения экологической обстановки в районе Лахтинского разлива – увеличения площади сплошной многоэтажной застройки на его северо-восточном берегу и начавшегося строительства на восточном берегу Лахтинского пролива. У воробьиных птиц еще одной причиной уменьшения численности миграционного потока было отсутствие урожая ягод и семян диких древесных пород в Санкт-Петербургском регионе в целом, что неизбежно привело к сокращению численности зерноядных и плодоядных певчих птиц.

2. Во время дневной миграции птицы перемещались по предпочитаемым ими местообитаниям в тесной связи с наземной обстановкой.

3. Основной поток мигрирующих воробьиных птиц наблюдался за пределами строительства. Большинство птиц, подлетая к месту строительства, затем летело в северном и северо-восточном направлениях, незначительная часть летела вдоль северной границы строительного участка.

4. Из неворобьиных птиц среди мигрантов отмечались в основном утки, соколообразные кулики и чайки. Эти птицы летели обычно над кромкой берега или прибрежной акваторией Невской губы и Лахтинской протоки.

5. Над территорией строительства наблюдаются незначительные перемещения синантропных видов – серой вороны, чаек, успешно избегающих столкновений с высокими конструкциями и подъемными кранами.

Отсутствие вредного влияния на окружающую среду – один из основополагающих принципов проекта МФК «Лахта центр». В него включили больше сотни «зеленых» технологий, часть которых посвящена благополучию птиц. Проект получил «золотой» международный предсертификат по экологии LEED. Подтверждение сертификации состоится после окончания строительства, когда комплекс будет введен в эксплуатацию. Что же касается «птичьих» технологий, то среди них – специальная подсветка здания, которая не будет слепить пернатых, а также безопасная конфигурация фасада. Были учтены основные причины из мировой практики высотного строительства, по которым птицам может быть нанесен вред. Но и это еще не все – отсутствие вредного влияния на окружающую среду и на фауну от процесса строительства регулярно проверяют специалисты. Ведь общее снижение качества окружающей среды, излишний шум, пыль или вредные примеси в воде и воздухе также могут отрицательно сказываться на популяции сухопутных и водоплавающих птиц Лахты.

Литература

1. Ачильдиев С.И. *Постижение Санкт-Петербурга. в чем смысл и предназначение Северной столицы // Всё о Санкт-Петербурге. Москва, Центрполиграф, 2015. 368 с.*
2. Карташев Н.Н. *Систематика птиц // Москва, «Высшая школа», 1974. 362 с.*
3. Ильичев В.Д. *Экология и управление поведением птиц // Москва, «Знание», 1988. 64 с.*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗВЕСТКОВОЙ СУСПЕНЗИИ ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ВОД

С.О. Сухорукова

Российский университет Дружбы Народов, магистрант 1 года обучения, suhorukova.svetlana@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н, доцент, Огородникова Е.Н.

Аннотация: изменение гидрогеологических условий на территории Кизеловского угольного бассейна, определяющее самоизлив вод кислого состава, оказывает негативное влияние на окружающую среду региона. Исследования по нейтрализации техногенных вод известковой суспензией имеет важное практическое значение.

Ключевые слова: нейтрализация, кислые шахтные воды, известковая суспензия.

THE RESULTS OF LIMEWASH USAGE FOR NEUTRALIZATION OF TECHNOGENIC WATER

S.O. Sukhorukova

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 1st year Student of Master's Degree,
suhorukova.svetlana@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader E.N. Ogorodnikova.

Abstract: Changes of hydrogeological conditions on the territory of Kizel coal basin has a negative impact on the environment of the region. Experimental neutralization method of technogenic water with limewash has important practical value.

Keywords: Neutralization, acid mine water, limewash.

Особенностью Кизеловского угольного бассейна является образование кислых шахтных вод с высоким содержанием микроэлементов [1].

Серная кислота, образующаяся при окислении пирита, обусловила изменение слабощелочных и нейтральных вод в кислые шахтные воды. Данный процесс оказывает сильное растворяющее воздействие [1,2].

Лабораторный метод нейтрализации техногенных вод основан на добавлении 5% известковой суспензии в пробы кислых шахтных вод объемом 5 литров. В стеклянные стаканы объемом 1000 мл была налита исходная шахтная вода в объеме 500 мл. Далее в стаканы была добавлена 5% известковая суспензия с суммарным содержанием CaO. После дозирования реагента шахтная вода смешивалась с известковой суспензией в течение 30-60 секунд и отстаивалась. Значения pH фиксировались при каждой дозе CaO. Далее декантировалась надосадочная вода.

Предварительными исследованиями для шахтной воды г. Гремячинска было установлено оптимальное количество добавляемой известковой суспензии в смеси. Полученные данные показали, что добавки известкового молока при концентрации 2500 мг/л CaO достаточно для нейтрализации кислотности. В таблице приводятся значения концентрации CaO, добавляемого в пробы шахтных вод. Следует заметить, что объем добавки известковой суспензии был выбран, исходя из предыдущего опыта.

По результатам экспериментальных исследований было выявлено, что наиболее эффективно произведена нейтрализация шахтных вод с шахты им. Ленина, исходный водородный показатель pH=3. Шахтные воды г. Гремячинска характеризуются слабокислой средой, pH = 5. Концентрация CaO 2000 мг/л является пороговой, так как при большем увеличении дозы CaO показатель pH не изменяется.

Таблица

Места отбора проб	Исходный pH	Количество добавки суспензии оксида кальция, мг/л на 500 мл воды				
		Количество CaO, мг/л на 500 мл воды				
		1 проба	2 проба	3 проба	4 проба	5 проба
I	5	500	1000	1500	2000	2500
II	3	100	200	300	400	500
III	5	25	50	250	500	1000
IV	3	500	1500	2500	3500	5000

Примечание: I – шахтные воды г. Гремячинск, II – шахтные воды г. Губаха, III – Шахта им 40-летия ВЛКСМ, IV - Шахта им. Ленина

Кислые (pH = 3) шахтные воды г. Губахи нейтрализуются (pH = 7) при концентрации CaO = 1000 мг/л. При добавлении известковой суспензии в шахтные воды шахты им. 40-летия ВЛКСМ, а также шахты им. Ленина был получен спектр изменения водородного показателя от исходного (слабокислого, кислого) до максимального (щелочного). При концентрации CaO 740 мг/л в шахтных водах шахты им. 40-летия ВЛКСМ, водородный показатель меняется со слабокислого - нейтрального на щелочной. Аналогичная тенденция прослеживается при нейтрализации шахтных вод им. Ленина. Ввиду исходной кислой среды (pH = 3) концентрация CaO возрастает до 5000 мг/л [3]. По результатам измерения был построен график зависимости pH от дозы CaO (рис.).

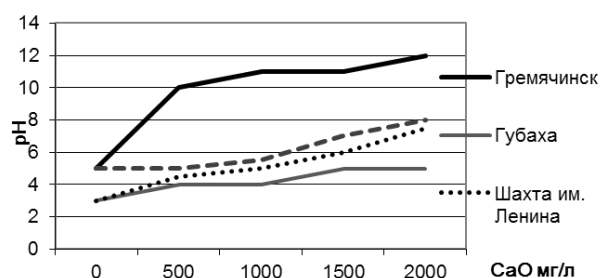


Рис. Увеличение pH шахтной воды в зависимости от концентрации CaO в растворе

Результаты проведенных исследований и динамики процесса нейтрализации определяют необходимость изучения состава контактного раствора и образовавшегося осадка после декантации, что позволит оценить эффективность предлагаемого метода нейтрализации техногенных вод.

Литература

1. Имайкин А.К., Имайкин К.К. Гидрологические условия КУБ во время и после окончания его эксплуатации, прогноз их изменений. Монография, ПГНИУ, 2013. – 112 с.: ил.
2. Максимович, Н.Г. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды: учеб. пособие / Н.Г. Максимович, Е.А. Хайрулина; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2011. – 248с.: ил.
3. Отчет ЭСП - Экспериментальные исследования процесса очистки шахтных вод Кизеловского Угольного Бассейна. Пермь, 2015.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЯКУТСКА

Н.В. Торговкин

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, молодой ученый, nicktorg@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Макаров В.Н.

Аннотация: впервые выявлены геохимические особенности мерзлых аллювиальных отложений в районе города Якутска. В химическом составе которых доминируют группы лито- и халькофильных элементов - В, W, Pb, Ti, Sn, Mo и Ag, содержание которых превышает кларковые значения в 1,2-2 раза.

Ключевые слова: аллювий, культурный слой, геохимический барьер.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF ALLUVIAL SEDIMENTS IN YAKUSK AREA

N.V. Torgovkin

Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Young Researcher, nicktorg@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.N. Makarov.

Abstract: Geochemical characteristics of perennially frozen alluvial deposits in the area of city of Yakutsk, were revealed for the first time. Groups of lithophilic and chalcophilic elements - B, W, Pb, Ti, Sn, Mo and Ag, content that higher than clark meanings 1,2-2 times, and dominate their chemical composition.

Keywords: alluvium, cultural layer, geochemical barrier.

Введение. Город Якутск основанный в 1632 г., является одним из старейших и быстро растущих городов Сибири. Инфраструктура города расположена на многолетнемерзлых песчаных и супесчано-суглинистых породах дриас-голоценового возраста, содержащих лед-цемент, а также ледяных шлиры, линзы и повторно-жильные льды. Над мерзлыми породами образуется сезонноталый слой (деятельный слой), мощность которого от поверхности измерится от нескольких десятков сантиметров до первых метров в зависимости от состава грунтов, экспозиции склонов и условий обводненности. Характерными криогенными процессами и явлениями на территории Якутска являются: термокарстовые и термосуфuzioniонные просадки, морозобойное растрескивание, солифлюкция, локальное и площадное морозное пучение, термоэрозия, термоденудация, термопросадки, заболачивание и подтопление, а также техногенное наледообразование [1].

Методика. Фактическим материалом, является керновый материал, полученный с порядка 70 скважин глубиной 9-26 м (65 скважин в рамках геокриологического мониторинга), пробуренных на территории города Якутска в период с 2000 -2012 гг., сотрудниками ИМЗ СО РАН. Химический состав грунтов, был определен методом водных вытяжек из грунтов, а также были применены приближенно-количественный спектральный и атомно-абсорбционный анализы. Все анализы были выполнены в сертифицированных лабораториях (аттестаты аккредитации № РОСС RU. 0001.518584 и РОСС RU. 0001.511039).

Результаты. Голоценовые аллювиальные отложения, которые являются исходным поставщиком продуктов гипергенного выветривания в районе города, по химическому составу слабокислые сульфатно-гидрокарбонатные смешанные по составу катионов, с примерно равными концентрациями аммония и хлоридов (0,045-0,050 мг-экв/100г соответственно) и низкой величиной солености 0,025%/100г.

Аллювиальные отложения в районе города геохимически специализированы на группу лито- и халькофильных элементов - В, W, Pb, Ti, Sn, Mo и Ag, содержание которых превышает кларковые значения в 1,2- 2 раза (рис.). При этом песчано-глинистые и песчаные аллювиальные отложения обеднены V, Co, Ni, Cu и Hg.

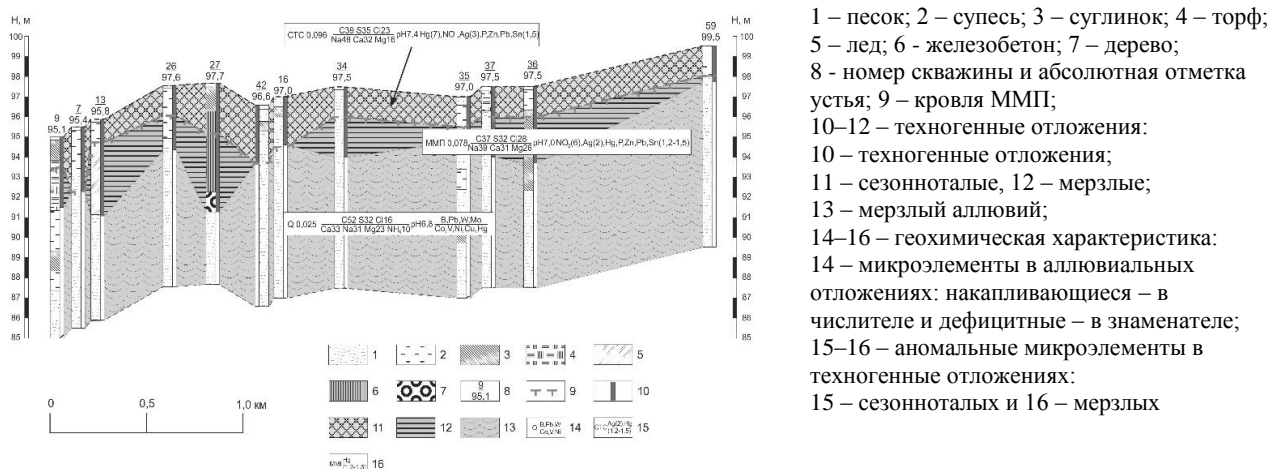


Рис. Мерзлотно-геохимический разрез аллювиальных отложений.

Литература

1. Алексеева О.И., Балобаев В.Т., Григорьев М.Н., Макаров В.Н., Чжан Р.В., Шац М.М., Шепелев В.В. О проблемах градостроительства в криолитозоне (на примере Якутска) // Криосфера Земли. т. XI. №2. 2007. С. 76–83.

ОЦЕНКА МИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ В ПРОЦЕССЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕШЛАМОВ

А.Р. Шаймарданова, Л.Р. Бикташева

Казанский (Приволжский) федеральный университет, студент 3 курса, аспирант 4 курса, v_tuman@mail.ru, biktasheval@mail.ru

Научный руководитель: д.б.н., профессор Селевановская С.Ю.

Аннотация: рост количества нефтяных отходов представляет серьезную проблему для окружающей среды. Наибольшие трудности с точки зрения утилизации представляют нефтяные шламы. Эффективность деградации углеводородов при биоремедиации напрямую зависит от деятельности микроорганизмов. Данная работа включает в себя оценку респираторной активности микроорганизмов и их биомассы в ремедиационных смесях как показатель эффективности процесса биоремедиации.

Ключевые слова: нефтешламы, биоремедиация, компост, микробная активность.

ASSESSMENT OF MICROBIAL ACTIVITY IN THE PROCESS OF OILY SLUDGE BIOREMEDIATION

A.R. Saimardanova, L.R. Biktasheva

Kazan Federal University, 3rd year Student, Post-graduate Student, v_tuman@mail.ru, biktasheval@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Biology, Professor S.U. Selivanovskaya.

Abstract: Oily sludge is one of the most serious environmental problems because of their massive production in the processes of oil extraction, processing and transportation. The effectiveness of bioremediation of oily sludge depends on the activity of microorganisms. This study includes the estimation of the activity of microorganisms in remediation mixtures as an indicator of the effectiveness of the bioremediation process.

Keywords: oily sludge, bioremediation, compost, microbial activity.

Растущее потребление нефтепродуктов ведет за собой ряд экологических проблем связанных с утилизацией нефтяных отходов. Среди нефтяных отходов наибольшую проблему представляют нефтяные шламы, ввиду их сложного состава и высокой опасности для окружающей среды. В большинстве случаев нефтешламы образуются при добыче, транспортировке или переработке нефти, а также при её утечке вследствие взрывов на нефтеплатформах или разрывов на трубопроводах. [1] В связи с ростом интереса к экологически безопасным технологиям, в настоящее время развиваются методы биологической переработки нефтяных отходов, такие как – биоремедиация, биодеградация, внесение компоста и другие. Методы биологической переработки нефтезагрязненных отходов используют способность микроорганизмов к ферментативному окислению углеводородов нефти. Эффективность утилизации в этом случае сильно зависит от активности микроорганизмов.

Целью данной работы стала оценка микробной активности микроорганизмов ремедиационной смеси в процессе биоремедиации нефтешламов. Была проведена биоремедиация нефтешламов с помощью внесения компоста. Компост был предварительно подготовлен из обезвоженного осадка сточных вод, отсева твердых бытовых отходов и промасленного опилок. Компостирование проводили в течение 5 месяцев при комнатной температуре, и с ежедневной аэрацией. Влажность поддерживалась на уровне 55-60%. Далее компост был смешан с нефтешламом в соотношении 2:1 в двух повторностях. Содержание нефтепродуктов в исходном нефтешламе составило 177,8 г/кг. Ремедиационные смеси перемешивали один раз в 2 дня. В ходе процесса ремедиации контролировали содержание углеводородов методом инфракрасной спектроскопии с помощью анализатора АН-2 (Нефтехимавтоматика, СПб). В качестве параметров микробной активности использовали респираторную активность [2] и микробную биомассу [3].

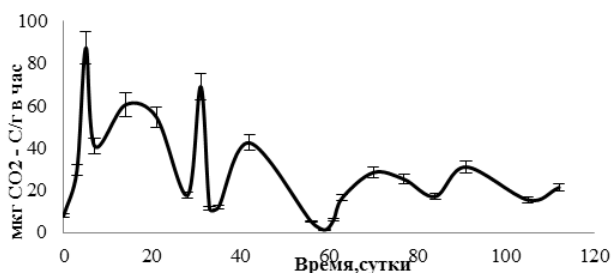


Рис. 1. Динамика респираторной активности в процессе биоремедиации

Изменение показателей микробного дыхания может свидетельствовать об изменениях, происходящих в микробном сообществе. Установлено (рис.1), что наибольшие значения респираторной активности были отмечены на 5 сутки после начала процесса биоремедиации. Высокие значения микробного дыхания могут говорить, как о стрессе микробного сообщества вследствие внесения нефти, так и об увеличении активности микроорганизмов.



Рис. 2. Динамика микробной биомассы в процессе биоремедиации

На рисунке 2 представлены изменения микробной биомассы. Показано, что в процессе биоремедиации уровень микробной биомассы увеличивается с 1100 мг/кг на 0 сутки, до 7100 мг/кг на 5 сутки. Также пик микробной биомассы наблюдается на 31 и 42 сутки. Это свидетельствует о том, что микроорганизмы компоста начинают активно разлагать углеводороды, увеличивая при этом свою биомассу.

Установлено, что применение компоста в целях биоремедиации позволило снизить содержание нефтепродуктов с 48 г/кг до 28 г/кг к 120 суткам. В течение 40 суток содержание нефтепродуктов сохраняется на начальном уровне, а начиная с 56 суток ремедиации содержание нефтепродуктов снижается и к 120 суткам составляет в среднем 28 г/кг.

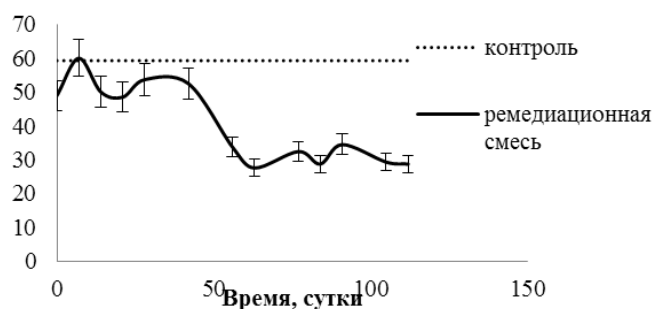


Рис. 3. Динамика содержания углеводов в процессе биоремедиации

Таким образом, можно заключить, что применение компоста в целях биоремедиации позволяет снизить содержание углеводов в нефтешламах. Также установлено, что контролирование таких параметров как респираторная активность и микробная биомасса позволяет оценивать эффективность процесса биоремедиации.

Литература

1. Лотош В.Е. *Переработка отходов природопользования*. Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 503 с.
2. ISO 14240-1: *Soil quality – Determination of soil microbial biomass – Part 1: Substrate-induced respiration method*, 4 p., 1997.
3. Benedetti A., Dilly O. *Microbiological methods for assessing soil quality*. Ed. J.Bloem, D.W. Hopkins, A. Benedetti. Cambridge. 2006. P. 3-14.

ПЫЛЕВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ (НА ПРИМЕРЕ ГГ. ОМСКА, АЧИНСКА И ТОМСКА)

Т.С. Шахова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, аспирант, tatyana29@yandex.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Е.Г. Языков, к.г.-м.н., доцент Таловская А.В.

Аннотация: твердые частицы в воздухе представляют серьезную опасность. В окрестностях нефтеперерабатывающих (НПЗ) и нефтехимических заводов было исследовано пылевое загрязнение снежного покрова. Среднее значение пылевой нагрузки в окрестностях Омского НПЗ составляет – 61,3 мг/м²*сут, Ачинского НПЗ – 36,2 мг/м²*сут, Томскнефтехима – 23,2 мг/м²*сут. Данные показатели соответствуют низкой степени загрязнения согласно градации.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающий завод, нефтехимический комплекс, пылевая нагрузка, снежный покров, твердая фаза снега.

DUST POLLUTION OF SNOW COVER IN THE VICINITY OF PETROLEUM REFINERY AND PETROCHEMICAL PLANTS: A CASE STUDY OF OMSK, ACHINSK AND TOMSK

T.S. Shakhova

Tomsk Polytechnic University, Post-graduate Student, tatyana29@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor E.G. Yazikov, Candidate of Geology and Mineralogy, Associate Professor A.V. Talovskaya.

Abstract: Solid particles in the air constitute a major hazard. In the vicinity of oil refineries and petrochemical plants, the dust pollution of snow cover was studied. The average value of dust load in the vicinity of Omsk Refinery is 61,3 mg / m² * day, of Achinsk Refinery – 36,2 mg / m² * day, of Tomskneftekhim – 23,2 mg / m² * day. These values correspond to low pollution level according to the gradation system.

Keywords: petroleum refinery, petrochemistry, dust load, snow cover, solid fraction of snow.

Введение. Загрязнение воздушного бассейна является одной из главных экологических проблем городов на сегодняшний день. Среди загрязнителей атмосферы, в последнее время внимание уделяется взвешенным веществам. Антропогенные частицы составляют от 10 до 50 % содержания всех взвесей в атмосфере [1]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, мелкие частицы (менее 10 и 2,5 мкм) представляет собой высокий экологический риск для здоровья [2]. Их воздействие способствуют понижению защитных сил организма, развитие легочных, сердечно-сосудистых и аллергических заболеваний, а хроническое воздействие твердых частиц усугубляет риск развития рака легких [3].

Пылевое загрязнение, в большинстве случаев, происходит с автотранспортными и промышленными выбросами. Оценка содержания пыли в атмосфере городов проводится с использованием стационарных постов наблюдений. Однако, пылевое состояние атмосферного воздуха в промышленных районах и населенных пунктах, находящиеся под их вероятным воздействием, зачастую исследуют независимые исследователи.

Цель работы – оценка пылевого загрязнения в окрестностях нефтеперерабатывающих комплексов в гг. Омске и Ачинске, и нефтехимического комплекса в г. Томске на основе исследования снежного покрова как планшета-накопителя веществ из атмосферы.

Методика исследования. Автором с февраля по март 2016 г. были произведены работы по отбору снеговых проб в окрестностях трех заводов: Омского нефтеперерабатывающего завода (ОНПЗ, г. Омск), Ачинского нефтеперерабатывающего завода (АНПЗ, г. Ачинск) и Томскнефтехима (ТНХК, г. Томск). Всего было отобрано 65 проб снега. Отбор проб проводился согласно методическим рекомендациям [4], учитывая главенствующее направление ветра в зимний и годовой периоды в каждом регионе, а также доступность и условия рельефа. Значения фона использовались по Омску [5] и Томску [6], а на территории Ачинского района автором были отобраны 5 проб на условно чистой территории вблизи п. Критово, находящегося в 60 км от предприятия в противоположную сторону главного направления ветра.

Для оценки пылевого загрязнения на исследуемых территориях использовали показатель пылевой нагрузки ($P_n, \text{мг/м}^2 \cdot \text{сут}$), который рассчитывался по формуле:

$$P_n = P \div (S \times t)$$

где P – масса твердой фазы снега (мг), S – площадь шурфа (м²), t – число дней от снегостава до даты отбора проб.

Градации уровня аэротехногенного загрязнения для определения степени загрязнения снежного покрова использовали, приведенные в методических рекомендациях [7] с изменениями по [8]: Результаты и их обсуждение. В окрестностях Омского НПЗ среднее значение пылевой нагрузки составляет 61,3 мг/м²*сут, при фоне 3,1 мг/м²*сут. В северо-восточном направлении оседание пыли убывает по мере отдаления от границ завода от 116 до 50 мг/м²*сут, превышающие фон от 38 до 16 раз. Однако, максимум значения наблюдается в северной части, на расстоянии 3 км и составляет 391 мг/м²*сут, что уже соответствует высокому уровню загрязнения и превышает фон в 130 раз. Вероятно, в данном пункте отбора проб имеется дополнительный локальный источник пылевыведения, возможно полигон промышленных отходов или золоотвал ТЭЦ-4. Минимальные значения отмечены в западном направлении на расстояниях 1 и 3 км, охватывающие дачный и населенный пункты, и составляют 13 и 9 мг/м²*сут соответственно. Можно говорить о минимальном пылевом загрязнении на этих территориях. В других направлениях от границ завода пыль оседает примерно на одном уровне и варьирует от 30 до 58 мг/м²*сут, что соответствует низкому уровню загрязнения.

В окрестностях Ачинского НПЗ среднее значение пылевой нагрузки 36,2 мг/м²*сут при фоновом показателе 8,6 мг/м²*сут. В северном и северо-восточном направлениях оседание пыли уменьшается по мере удаления от границ завода и варьирует в среднем от 100 до 15 мг/м²*сут, соответствующий низкому уровню загрязнения. Минимальное выпадение пыли зафиксировано в северо-восточной части на границе с населенным пунктом Новая Еловка, находящийся на расстоянии 7 км и составляет 9 мг/м²*сут. Это может

свидетельствовать о том, что пылевые выбросы минимально выпадают в п. Новая Еловка. В остальных направлениях закономерностей по распределению пыли зафиксировано не было.

В окрестностях ТНХК среднее значение пылевой нагрузки составляет 23,5 при фоне 7 мг/м²*сут [6] и соответствует низкой степени загрязнения. В северо-восточном направлении по мере удаления от границ завода пылевые выбросы постепенно увеличиваются. В других направлениях пылевое оседание фиксируется без закономерностей и находится в диапазоне от 19 до 40 мг/м²*сут. В таблице приведены значения превышений фоновых показателей в преобладающих направлениях ветра (табл.).

Таблица

Значения пылевой нагрузки в долях фона в северном и северо-восточном направлении от границ Омского НПЗ, Ачинского НПЗ и Томскнефтехима, 2016 г.

Промышленная территория/направление	Северное (расстояние, км)					Северо-восточное (расстояние, км)				
	0,5	1	3	5	7	0,5	1	3	5	7
Омский НПЗ	10	28	126	24	13	38	37	16		
Ачинский НПЗ	12	8	5	3	2	2	8	6	2	1
	0,3	0,5	1,2	1,4	2	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
Томскнефтехим	3,5	3	5	4	3	1,7	1,8	2,3	3	3,4

Заключение. В целом, по средним показателям пылевой нагрузки в окрестностях исследуемых заводов уровень пылевого загрязнения оценивается как низкий с неопасной экологической ситуацией: Омский НПЗ (61 мг/м²*сут), Ачинский НПЗ (37 мг/м²*сут) и Томскнефтехим (23 мг/м²*сут). Однако, в отдельных точках опробования в окрестностях Ачинского НПЗ и Омского НПЗ фиксируются высокие показатели пылевой нагрузки относительно фона, обусловленные возможно дополнительными источниками или формирующиеся ещё за счет выбросов рядом функционирующих предприятий, как например, в окрестностях Омского НПЗ.

Литература

1. Фетт В. Атмосферная пыль : пер. с нем. – М., – 1981. – 336 с.
2. Всемирная организация здравоохранения / Центр СМИ <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-rising/ru/> (дата обращения 25.02.2017 г.)
3. Петров С. Б. Эколого-эпидемиологическая оценка влияния взвешенных веществ в атмосферном воздухе на развитие болезней системы кровообращения //Экология человека. – 2011. – №. 2. – С. 3-7.
4. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
5. Литая В.В. и др. Оценка пылевого загрязнения территории г. Омска по данным снеговой съемки //Оптика атмосферы и океана. – 2015. – Т. 28. – № 3. – С. 256-259.
6. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография //Томск: Изд-во ТПУ. – 2010. – 263 с.
7. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. М.: ИМГРЭ, 2006. – 7 с.
8. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы. Вестник Моск. Ун-та. Сер. 5. География. 2012. – С. 14-24.

АНАЛИЗ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ И РИСКА ПРЕДПОЛАГАЕМОЙ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА НИЖЕГОРОДСКОЙ АЭС

К.О. Шуненкова

Российский университет Дружбы Народов, магистрант 1 года обучения, ksenya93-07@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент, Огородникова Е.Н.

Аннотация: в Навашином районе Нижегородской области планируется строительство атомной станции. Из опасных экзогенных геологических процессов на исследуемой территории наиболее широко развит карст. В нормативных документах обращается внимание на то, что районы с развитием карста считаются неблагоприятными для строительства АЭС.

Ключевые слова: карст, риск, карстовый провал, противокарстовая защита.

ANALYSIS OF KARST HAZARD AND RISK OF THE PROSPECTIVE CONSTRUCTION SITE OF NIZHNY NOVGOROD NUCLEAR POWER PLANT

K.O. Shunenкова

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, 1st year Master's Degree Student, ksenya93-07@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader, E.N. Ogorodnikova.

Abstract: The problem of karst risk assessment is very important for Russia. Among the most hazardous regions there is Nizhny Novgorod. Federal Standards of the Russian include the requirement of mandatory assessment of the risks induced by natural processes in order to make sure their values do not exceed acceptable limits.

Keywords: karst, risk, sinkhole, antakarst protection, Nizhny Novgorod.

Возрастающая потребность человечества в энергетических ресурсах обуславливает необходимость их пополнения, и, в частности, путем строительства атомных электростанций (АЭС). Строительство, а особенно эксплуатация атомных электростанций требует тщательного изучения инженерно-геологических условий территории. В настоящее время принято решение по строительству Нижегородской АЭС.

На территории проектируемой АЭС существуют различные современные геологические процессы, но наибольшую опасность карст. Поэтому проведенные исследования, позволяющие оценить карстовую опасность в пределах предполагаемого строительства, являются актуальными и практически значимыми.

В соответствии с нормативными документами карстовые районы необходимо считать неблагоприятными для размещения АЭС. В связи с этим должны быть оценены возможные аспекты карстовой опасности и соответствующие карстовые риски.

В геологическом строении района принимают участие отложения пермской системы и четвертичные образования. Пермская система представлена отложениями сакмарского, казанского и уржумского ярусов. Разрез представлен карбонатными или сульфатно-карбонатными толщами пермской системы, перекрытой четвертичными отложениями [1].

В ходе изучения и анализа отчета по обоснованию безопасности, было выявлено, что на территории 16 км², в центре которой должны быть расположены основные и вспомогательные сооружения АЭС, зарегистрировано 335 поверхностных форм карста [1].

Для оценки карстовой опасности была выбрана методика, предложенная И.А. Саваренским и Н.А. Мироновым. В соответствии с методикой, для оценки устойчивости территории предполагаемого строительства АЭС в отношении провалов и оседаний земной поверхности была построена карта удаленности от карстовых воронок. Сущность методики состоит в построении изолиний вокруг каждой карстовой воронки выбранным радиусом удаленности R [2].

Радиус удаленности был выбран произвольно, исходя из площади исследуемой территории и масштаба карты. В данном случае было удобно взять R= 250, 500, 750 и 1000 м. Для построения изолинии вокруг каждой воронки выбранным радиусом удаленности R (R=250 м, R=500 м, R=750 м, R=1000 м) описывалась окружность. Там, где расстояния между воронками меньше 2R, вычерченные круги в той или иной степени накладывались друг на друга, образуя единый контур, а там, где расстояние больше 2R, получались изолированные окружности. Для каждой из выделенных на карте районирования площадей были подсчитаны показатели поверхностной закарстованности: плотность карстовых форм, площадной показатель поверхностной закарстованности, основной показатель интенсивности провалообразования, средний диаметр поверхностных карстовых форм.

Значения показателей закарстованности, вычисленные для различных районов, оконтуренных изолиниями удаленности от проявлений карста, закономерно уменьшаются с увеличением радиуса удаленности.

Далее на основании полученных значений интенсивности провалообразования и с учетом радиуса удаленности от соседних проявлений карста на территории площадью 400 км² выделены районы 4-х типов: красный (R=250 м), оранжевый (R=500 м), желтый (R=750 м) и зеленый (R=1000 м). Основой для выделения таких районов послужил нормативный документ, согласно которому эти районы относятся к II-III, IV, V категориям устойчивости [3].

Районы, оконтуренные изолиниями с наибольшим радиусом удаленности (R=1000 м), относятся к V категории устойчивости, что свидетельствует о том, что строительство зданий и сооружений высокого уровня ответственности на такой территории допустимо. Основные объекты и реакторы АЭС будут расположены на территории, где расстояние от ближайшего проявления карста превышает 1000 м, что также говорит о безопасности выбранной площадки с точки зрения провалообразования [2]. Характеризуя цветные районы, сказать, что в белом поле показатели настолько низкие, что его можно условно отнести к VI категории.

Таким образом, с удалением от проявлений карста, устойчивость площадки повышается. Тем самым, максимальная устойчивость наблюдается за пределами района с радиусом R=1000. Проведенный анализ распространения и развития карстопоявления на территории Нижегородской АЭС показал, что непосредственно на территории размещения АЭС карстовые процессы не протекают и площадка строительства не подвержена процессам карстообразования.

Из всего вышеизложенного следует, что на выбранном участке инженерно-геологические условия неблагоприятны для природного развития карста, а на строительной площадке развитие карстового и карстово-суффозионного процессов практически исключается.

Литература

1. Технический отчет «Инженерно-геологические изыскания с оценкой карстоопасности территории возможного размещения Нижегородской АЭС в пункте Монаково на площади 2 кв.км». Книги 1–4. ОАО «ПНИИИС». М., 2009.

2. Саваренский И.А., Миронов Н.А. Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста / ПНИИИС Госстроя России. М., 1995. 167 с.
3. СНиП 22–02–2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА БОЛЬШОЙ КИСЕГАЧ (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Р. Юсупова

Казанский Федеральный университет, студент 4 курса, yusupovaanast095@gmail.com

Научный руководитель: ассистент Л.Р. Косарева.

Аннотация: в рамках экспедиции 2016г. на озеро Большой Кисегач (Челябинская область) было осуществлено бурение 5 керновых колонок донных отложений мощностью до 5.6 м. Из каждой колонки с шагом 2 см проведен детальный отбор образцов (более 1000 шт.) для лабораторных исследований. Предварительные магнитные исследования данной коллекции включали в себя изучение магнитной восприимчивости всех образцов, а также коэрцитивных параметров образцов колонки №3. Анализ полученных данных позволил выявить некоторые особенности процессов осадконакопления, определить границы резких климатических изменений.

Ключевые слова: озерные осадки, палеолимнология, магнитные свойства.

PRELIMINARY MINERALOGICAL STUDIES MAGNETO-LAKE SEDIMENTS BIG KISEGACH (CHELYABINSK REGION)

A.R. Yusupova

Kazan Federal University, 4th year Student, yusupovaanast095@gmail.com

Research Supervisor: Assistant Lecturer L.R. Kosareva.

Abstract: In 2016 it was conducted expedition to Lake Big Kisegach (Chelyabinsk region). During field work It was selected 5 cores (length range of cores - 2.7-5.2 m). For laboratory research core was sampling layer by layer every 2 cm. Preliminary magnetic studies includes the study of the magnetic susceptibility of the samples, as well as coercive parameters of 3-rd column samples. Analysis of the data revealed some features of the sedimentation process to determine the boundaries of abrupt climate change.

Keywords: Lake sediments, paleolimnology, magnetic parameters.

Озера являются обязательным элементом многих современных и древних ландшафтных обстановок. Основным фактором, определяющим осадконакопление, являются климатические условия, определяющие гидрологический и гидрохимический режим водоемов и преобладающий характер осадконакопления [1]. Палеоэкологическая информативность отложений древних и современных бассейнов осадконакопления определяется седиментационными процессами.

Летом 2016г. сотрудниками ИГиНГТ КФУ была проведена экспедиция к озеру Большой Кисегач (Челябинская обл.) (N 55°02'20"; E 60°18'30"). На основе сейсмоакустических исследований для бурения была выбрана центральная часть озера при глубине воды около 30м. КERN 5 колонок мощностью 2.7 - 5.6 м получен при использовании специализированного гидравлического пробоотборника [2].

Первоначально по всем образцам керновых колонок были проведены измерения магнитной восприимчивости (χ) прибором фирмы AGICO MFК1-FA. На основе полученных данных было проведено сопоставление керновых колонок и построена схема корреляции (рис.1).

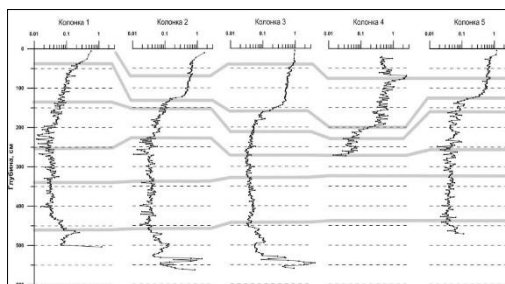


Рис. 1. Схема корреляции керновых колонок оз. Большой Кисегач на основе данных магнитной восприимчивости.

Спектры нормального намагничивания до полей 0,5 Тл были получены по всем образцам колонки №3. При этом использовался коэрцитивный спектрометр «J_meter» [3]. По кривым нормального намагничивания определены гистерезисные параметры [4,5].

Диаграмма Дзя, а также вариации некоторых из этих параметров представлены на рисунке (рис.2). Диаграмма Дзя (рис.2А) свидетельствует о содержании в образцах смеси однодоменных (ОД), многодоменных (МД) и суперпарамагнитных (СП) зерен. На рис.2.Б четко выделяется верхняя часть разреза до глубины 130 см

с содержанием магнитожестных в основном однодоменных зерен. Средняя часть разреза до глубины 480 см определяется пониженными значениями коэрцитивной силы V_c и характеризуется смесью ОД, СП и МД зерен. Нижняя часть разреза отмечается самыми высокими значениями V_c , и, также как верхняя часть разреза содержит в большей мере ОД частицы.

С целью определения природы изменений магнитной восприимчивости мы выявили вклад различных ее компонент – ферромагнитной (χ_f), парамагнитной и диамагнитной (χ_{par}), а также суперпарамагнитной (χ_{sp}). Параметры были рассчитаны по методике, представленной в статье [6]. Вариации этих параметров с глубиной представлены на рисунке (рис.3).

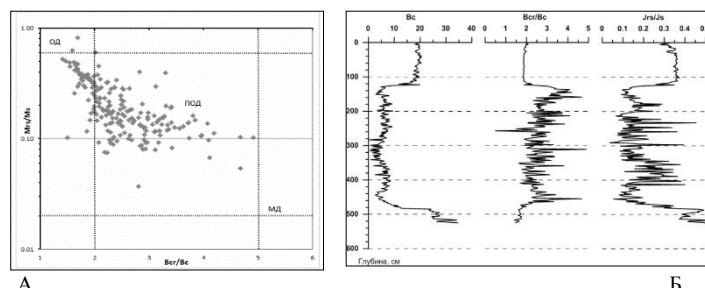


Рис. 2. А) Вариации гистерезисных параметров с глубиной. Б) Диаграмма Дзя по образцам керновой колонки №3 оз. Большой Кисегач.

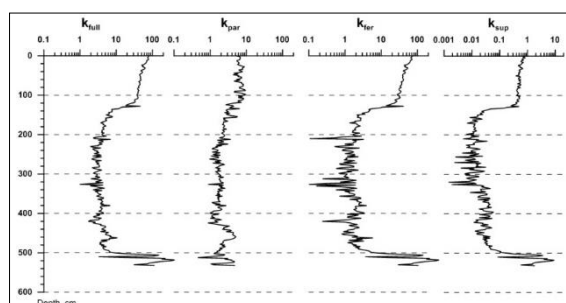


Рис. 3. Вариации компонент магнитной восприимчивости.

Вариации χ , компонент χ_f , χ_{sp} , а также гистерезисных параметров характеризуют резкие изменения климатических условий на границах 130 и 480 см. Наличие ОД частиц в осадках, скорее всего, связано с жизнедеятельностью магнитотактических бактерий производящих зерна магнетита или грейгита размером от 40 до нескольких сотен нм при определенных климатических условиях.

С целью получения более полной информации об изменениях магнитной фракции осадков планируется проведение дополнительных исследований магнитных свойств пород разреза методами терромагнитного анализа, с использованием дополнительной обработки коэрцитивных спектров, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии магнитной фракции образцов.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

Литература

1. Обстановки осадконакопления и фазии: в 2-х т. Т.1: Пер. с англ./ Под ред. Х. Рединга. –М.: Мир, 1990. – 352 с.
2. Борисов, А.С. Система технологического обеспечения палеомагнитных исследований отложений современных озер: автореферат на соискание ученой степени доктора геол.-минерал. наук : 25.00.02 : защищена 26.03.04 / Борисов Анатолий Сергеевич – Казань, 2004. – 46 с.
3. Буров, Б.В., Нургалеев Д.К., Ясонов П.Г. Палеомагнитный анализ / Казань: Изд-во КГУ. 1986. 167 с.
4. Шолто, Л.Е. Использование магнетизма горных пород для решения геологических задач / Л.: Недра, 1977. - 182 с.
5. Kruiver, P.P., Dekkers M.J., Heslop D. Quantification of magnetic coercivity components by the analysis of acquisition curves of isothermal remanent magnetisation / Earth and Planetary Science Letters 189(3-4), 269-276 (2001).
6. Kosareva L.R., Nourgaliev D.K., Kuzina D.M., Spassov S., Fattakhov A.V. Ferromagnetic, dia-/paramagnetic and superparamagnetic components of Aral sea sediments: significance for paleoenvironmental reconstruction // ARPN Journal of Earth Sciences. - 2015. -Vol. 4, No. 1. P. 1-6.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕКИ АМУР В РАЙОНЕ Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.В. Ячный

Амурский государственный университет, студент 3 курса, yachnyi_alex@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Кезина Т.В.

Аннотация: в статье представлены результаты изучения химического состава вод р. Амур в районе г. Благовещенска. Рассмотрены наиболее вероятные факторы, влияющие на гидрохимические показатели вод. Показаны основные загрязнители, и источники загрязнения вод реки Амур в районе г. Благовещенска.

Ключевые слова: р. Амур, гидрохимический режим, факторы, поверхностные воды, донные отложения, загрязнители, Амурская область.

HYDROCHEMICAL REGIME AMUR RIVER NEAR THE CITY OF BLAGOVESHCHENSK (AMUR REGION)

A.V. Yachnyi

Amur State University, 3^d year Student, yachnyi_alex@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor T.V. Kezina.

Abstract: The article presents the results of a study of the chemical composition of water in the Amur Blagoveschensk city area. The most probable factors affecting the hydro-chemical indicators of water. The basic pollutants and sources of pollution of the Amur River in the city of Blagoveshchensk district.

Keywords: Amur River, hydrochemical regime, factors, surface water, sediments, pollutants, Amur Oblast.

Большинство рек Амурской области принадлежит к бассейну реки Амур (86,9 %, в том числе 65% к бассейну реки Зеи, впадающей в Амур)

Река Амур имеет длину 2824 км и протекает по территории Монголии, Китая и России. Чуть больше половины (54 %) водосбора реки Амур расположено в пределах Дальнего Востока России. По р.Амур проходит граница между Китаем и Россией. По площади водосборного бассейна Амур (1855 тыс. км²). занимает четвёртое место среди российских рек и десятое место среди рек мира. 75% годового стока река получает за счет муссонных дождей [1].

На гидрохимический режим рек влияют прямые и косвенные факторы. К прямым факторам относятся горные породы и минералы, как источники солей для минерализации природных вод. Также на минерализацию вод влияет почвенный покров и живые организмы.

Особое положение в воздействии живых организмов на химический состав природной воды имеет человек. В результате техногенной деятельности человека из недр Земли извлекаются миллиарды тонн различных веществ, вовлекаемых в круговорот, что меняет режим водоемов, структуру почв, загрязняет атмосферу, поверхностные и подземные воды.

К косвенным факторам относят климат, рельеф местности, гидрологические и гидродинамические условия. Одним из важнейших косвенных факторов является источник питания рек:

- снеговое питание создает малую минерализацию воды с преобладанием в воде HCO_3^- и Ca_2^+ , в значительной мере зависящую от состава атмосферных осадков;

- дождевое питание, если оно достаточно интенсивное для того, чтобы создать поверхностный сток, тоже обуславливает малую минерализацию воды, но выше, чем снеговое питание;

- горно-снеговое питание определяет малую минерализацию воды [2].

С ростом антропогенной нагрузки на окружающую среду, существенно меняется и химический состав вод за счет поступления токсических веществ попадающих в воду в количествах, превышающих ПДК в несколько десятков, а то и сотни раз, что приводит к существенному снижению качества вод и может привести в дальнейшем к экологической катастрофе.

Одной из острых проблем Амурской области является экологическое состояние р. Амур, в районе городов Благовещенск (РФ) и Хей-Хе (КНР).

В ходе геоэкологических исследований проведенных в 1996-1999 гг., в водотоках и водоемах Благовещенска и его пригородов выявлены высокие концентрации нефтепродуктов (до 370 ПДК), фенолов (1.5 ПДК), соединений азота (от 3 до 7 ПДК), меди (4.8 ПДК), цинка (1.2 ПДК), железа (3 ПДК), ванадия (1.4 ПДК) и др. [3].

Также было установлено загрязнение токсичными пестицидами донных отложений р. Амур. В районе с. Марково и островов (Сахалин и Купеческие), выше г.Благовещенска обнаружены: метафос (с концентрацией 0.3 мг/кг, 3 ПДК); рогор - 0.73 мг/кг (7.3 ПДК), карбофос - 0.15 мг/кг [3].

Основной источник их попадания в р. Амур – вынос в растворенном виде поверхностными водами с полей, огородов, подворий, бесхозных складов с удобрениями.

По суммарному показателю выявлено интенсивное загрязнение донных осадков реки Амур ниже устья р.Симоновка (ртутью и барием).

Анализ химических и физико-химических показателей говорит о загрязнении поверхностных вод и донных отложений практически всех водотоков и водных объектов г. Благовещенск и его пригородной зоны [3]. Сверхнормативное комплексное (от 1.5 до 220 ПДК) загрязнение поверхностных вод и донных осадков установлено по целому ряду показателей для прибрежных вод и донных отложений Амура вдоль городской набережной.

Изучение состава загрязнителей показывает, что локальными загрязнителями природных вод и донных отложений на территории г. Благовещенска и его пригородной зоне могут являться сельскохозяйственные и промышленные предприятия, городская свалка, городские очистные сооружения, нефтебаза.

Нефтебаза является источником длительного и комплексного негативного воздействия, расположенным непосредственно в водоохранной зоне р. Амур. Большую лепту в загрязнение окружающей среды в районе г. Благовещенска вносит ветровая пыль и продукты сжигания бурых углей на Благовещенской ТЭЦ (выбросы в атмосферу и золо-шлаковые отходы). Частично, загрязнение территории Благовещенска и значительной территории левобережья Амура ниже слияния с р. Зея (по розе ветров) создано совместным функционированием городских агломераций Благовещенска и Хэйхэ (КНР) [3]. Качество вод реки Амур год от года ухудшается.

Мощности очистных сооружений г. Благовещенска недостаточны, а новые очистные сооружения строятся уже более 10 лет. На китайской стороне, очистные сооружения практически отсутствуют. Они используют отстаивание и частичную аэрацию через плотину.

Современное экологическое состояние реки Амур оценивается как близкое к критическому. Создавшаяся ситуация объясняется высокой уязвимостью и слабой естественной регенерацией водных и водно-болотных экосистем Амура, а также лесов в условиях антропогенного давления на окружающую среду. заменено

На левобережье Амура за последние годы произошли существенные изменения в состоянии территории, это выражено в значительном (более 70000 га) уменьшении площади лесов в результате лесных пожаров. Целый ряд более мелких по площади пожаров происходят в местах расположения садово-огородных участков. Подавляющее большинство пожаров возникает по вине человека.

На китайской стороне, в пределах г. Хэйхэ и вокруг него полностью отсутствует зеленая зона; на расстоянии до 5 км вокруг города, захватывая подножия склонов, земли практически полностью распаханы вплоть до берега Амура. Это обстоятельство создает благоприятные условия для беспрепятственного переноса пыли с территории г. Хэйхэ и окружающих его полей на левобережную, российскую сторону Амура.

В 1999 г. Амур имел четвёртый класс загрязнения, теперь уже шестой. Усилий, предпринимаемых соседствующими сторонами пока не достаточно. В 2006 г. был подписан Меморандум о взаимопонимании между министерством природных ресурсов РФ и Государственной Администрацией КНР по охране окружающей среды, согласовавшим вопросы совместного мониторинга вод р.Амур в целях охраны качества трансграничных водных объектов. Но как показывает десятилетний период, для осуществления конкретных мер по снижению загрязнений пограничных участков реки Амур необходимо заключение полномасштабного договора с КНР о сотрудничестве в области охраны окружающей среды [4]. Основными мероприятиями по восстановлению вод такого крупного природного объекта как река Амур должны стать сокращение, а в дальнейшем, полное прекращение сбросов загрязняющих веществ, лесовосстановление на водосборных площадях, стабилизация режима водно-болотных систем, рациональное природопользование, строительство и ввод очистных сооружений во всех крупных населенных пунктах не только на территории РФ, но и КНР.

Сохранение экосистемы реки Амур является залогом сохранения уникального биологического разнообразия и обеспечения нормальных условий существования нынешних и будущих поколений.

Спасти Амур сегодня можно только совместными усилиями двух соседствующих государств России и КНР [5].

Литература

1. Река Амур // Сибирский регион, <http://sibirline.ru/interesnye-mesta-sibiri/reka-amur.html>.
2. Анисимова И.М. Ихтиология // Общая ихтиология. Москва, Высшая школа, 1983. 255 с.
3. Сидоров Ю.Ф. Оценка экологического состояния р. Амур в Акватории городов Благовещенск-Хэйхэ (КНР) // Оценка экологического состояния р. Амур в Акватории городов Благовещенск-Хэйхэ (КНР). Благовещенск, издательство «Радуга», 2005. 110 с.
4. Боевец М.Ю. Экологическое состояние р. Амур в акватории города Благовещенска. Благовещенск, 2008. 87 с.
5. Через 15 лет Амур умрет // Амур.Инфо <http://www.amur.info/analytics/2007/05/18/1834.html>.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 6. ГЕОФИЗИКА. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	3
Агаев Р.Э. ВЫДЕЛЕНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ УРЕНГОЙСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АППАРАТУРОЙ АМК «ГОРИЗОНТ»	3
Арапов В.В., Гильмутдинов Р.Р. СЕЙСМОРАЗВЕДКА МОГТ И МПВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КАРСТООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....	5
Ахметов А.Н. ВОЗМОЖНОСТИ ДЕТАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В ИНДИКАЦИИ ЭРОЗИОННЫХ ВРЕЗОВ	7
Бажин К.И. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ ДЛЯ МНОГОЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РАСПРОСТРАНЕНИЕМ ТАЛИКА В БЕРЕГОВОМ ПРИМЫКАНИИ ПЛОТИНЫ НА Р. СЫТЫКАН.....	9
Батаев Х.Ч-Х., Киргизбаев А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ TERRA GINTEL ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС В МАЛОГЛУБИННЫХ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ	11
Бобров В.Ю. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ 2D И 3D ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ	12
Вдовкин К.А., Шапагат Т.Т. КИСЛОТНО-ПЕРФОРАЦИОННЫЙ РАЗРЫВ ПЛАСТА	15
Вершинина М.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....	16
Диброва Н.Э. ПРОГНОЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНВЕРСИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ САНДИВЕЙСКОЙ СТРУКТУРЫ ХОРЕЙВЕРСКОЙ ВПАДИНЫ	18
Ефименко О.С., Ефименко С.А., Маусымбаева А.Д. РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР РЛП–12Т ДЛЯ ГОРНЫХ И ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ.....	20
Жикин А.А., Герасимова И.Ю., Чугаев А.В. КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ МЕТОДОВ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ПОДРАБОТАННОЙ ТЕРРИТОРИИ.....	23
Захаров А.Е. ПРИМЕНЕНИЕ ШАХТНОЙ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОДОЗАЩИТНОЙ ТОЛЩИ НА ВЕРХНЕКАМСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ СОЛЕЙ.....	25
Захарова А.А., Сальникова О.Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПРИТОКА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН.....	27
Ибрагимов И.Б. ОПТИМИЗАЦИЯ ГАММА-АЛЬБЕДНОГО МЕТОДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ	29
Кирьянова Ю.В. ОБРАБОТКА ДАННЫХ МНОГОКАНАЛЬНОГО ВОЛНОВОГО АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА МЕТОДОМ КИМБАЛЛА – МАРЗЕТТА	30
Князев Н.В., Ласкина Т.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ В УСЛОВИЯХ СОЛЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	32
Кулакова Н.В., Сальникова О.Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ОБВОДНЕНИЯ НЕФТЯНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН.....	34
Леденева В.С. ТИПЫ АЛГОРИТМОВ ДЕКОНВОЛЮЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ	36
Минтаев М.А. АНАЛИЗ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ОСНОВАНИЯ РАСТРОВОГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА QUANTA 2001	38
Мурыськин А.С. ПРОГРАММА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ МАТЕРИАЛОВ СЕЙСМОКАРОТАЖА.....	40
Обернебесов Д.С. ВОЗМОЖНОСТИ РЕШЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА ПРОГРАММ GNU OCTAVE.....	42
Овчинникова Е.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИНВЕРСИИ КРИВЫХ ВЭЗ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ СЪЕМКИ НАД КУНГУРСКОЙ ПЕЩЕРОЙ	44
Пожарских А.П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА ОБЩЕГО В РУДАХ ГУСЕВОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОЙ СТАНЦИИ «КАРЬЕР-2М»	46
Рыжиков М.С., Скидан С.С. АНАЛИЗ ГОДОГРАФОВ ОТРАЖЕННЫХ ВОЛН	48

СОДЕРЖАНИЕ

Семериков Г.А. МИКРОГРАВИРАЗВЕДКА НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ. АНАЛИЗ ПОМЕХ	50
Сергеев А.Р. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В ПЛАВНЕВО-ЛИМАННОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ.....	51
Скидан С.С., Рыжиков М.С. ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕЙСМИЧЕСКОГО ТРИГГЕРА STA/LTA	53
Сундукова М.С. ВЫДЕЛЕНИЕ НЕФТЕНАСЫЩЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ В ГЛИНИСТОМ РАЗРЕЗЕ	55
Тихомиров Ф.А., Селетков И.А., Ворошилов В.А. КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАД ПРЕДПОЛОГАЕМОЙ ПОЛОСТЬЮ В ТЕЛЕ ЛЕДЯНОЙ ГОРЫ	57
Харченко А. В. ПОЛУЧЕНИЕ СПЕКТРОВ УГЛОВ НАКЛОНА ОТРАЖАЮЩИХ ГРАНИЦ ПО СЕЙСМОГРАММАМ ОБЩЕЙ ТОЧКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ (ОТВ)	59
Харьковская Е. В. ОСОБЕННОСТИ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНВЕРСИИ 3 D ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ	61
Чухлов А.С. ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СОВРЕМЕННОГО КОМПЛЕКСА ИССЛЕДОВАНИЯ	62
СЕКЦИЯ 7. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ.....	65
Дурнаева В.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИЗУЧЕНИИ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	65
Киндеев А.Л. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В АНАЛИЗЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА	66
Кузнецов С.С. ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	68
Павлова О.В., Горшкова А.Т., Урбанова О.Н. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА КОТЛОВИНЫ ГОЛУБЫХ ОЗЕР НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА	69
Швецова М.Н., Згогурина П.С. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ARCGIS ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ РАЗРАБОТКИ	71
Шестакова А.А., Торговкин Я.И. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕРЗЛОТНО-ЛАНДШАФТНОМ АНАЛИЗЕ ОСВАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЯКУТИИ.....	73
СЕКЦИЯ 8. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ	76
Анюхина А.В., Федоров М.В. ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В ГЛИНАХ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ	76
Бабешко Е.С., Захарова М.С. ОБЗОР МЕТОДОВ УСТРОЙСТВА ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ	77
Бакулина Е.В. ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ И БИОГЕННЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ	79
Белобородов А.В. ГЕОДИНАМИКА ПОБЕРЕЖИЙ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	81
Богданова Е.О., Лузгина Е.А. СТАБИЛИЗАЦИЯ ОСАДОК ОСНОВАНИЯ СЛОЖЕННОГО СЛАБЫМИ ВОДОНАСЫЩЕННЫМИ ГРУНТАМИ	83
Буравская А.В. ОБЗОР МЕТОДОВ УСТРОЙСТВА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНОВ	84
Дробинина Е.В. ВЫБОР КЛАССИФИКАЦИОННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПРИ КАРСТОЛОГИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ	86
Евдокимова Е.С. ЭФФЕКТИВНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ НА СЕЗОННОПРОМЕРЗАЮЩИХ ГРУНТАХ.....	88
Ежова Е.Е. ЭКСПЕРТИЗА ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГРАЖДАНСКОМ И АРБИТРАЖНОМ ПРОЦЕССЕ	90
Епифанова Е.А. ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВОГО МАССИВА С УЧЕТОМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВИАДУКА.....	91
Жарикова Е.А. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ФУНДАМЕНТА.....	93

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Жданова Э.А. СТРОЕНИЕ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА ВОРОБЬЕВЫХ ГОР (Г.МОСКВА) С УЧЕТОМ ИСТОРИИ ЕГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ	95
Захарова М.С., Бабешко Е.С. ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ	97
Зверева И.А. ИЗМЕНЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ НАБУХАНИЯ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ СОЛЯНОГО РАСТВОРА	99
Иванченков А.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛАГОЁМКОСТИ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ	101
Каменских К.С. КАРСТОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПИВОВАРОВСКОГО УЧАСТКА	102
Ситева О.С., Касаткина К.В. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПОД РЕКОНСТРУКЦИЮ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ....	103
Кашеварова А.А. К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ГЛИН	105
Козлов В.С. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ "ИРБЫЧАН"	107
Колесова Д.А. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА СТРОИТЕЛЬСТВА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННО-СКЛАДСКОГО КОМПЛЕКСА В С. НОВАЯ УСМАНЬ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....	109
Котов П.И. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ДЕФОРМАЦИЙ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПОСЛЕ ОТТАИВАНИЯ И УПЛОТНЕНИЯ	111
Кравченко И.М. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА "ГЕОКОМПОЗИТ" ПРИ ЗАКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ СТРОЯЩЕГОСЯ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА В РАЙОНЕ СОЛНЦЕВО (Г. МОСКВА)	113
Красноперова Е.В. ОЦЕНКА КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ШАХТЫ 14-14БИС ГОРОДА СЕВЕРОУРАЛЬСКА	114
Кузнецова Ю.А., Лезина К.С. МОНИТОРИНГ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ДОМА	116
Лапшин Е.В. ОЦЕНКА СУФФОЗИОННОСТИ ГРУНТОВ ПЕРЕКРЫВАЮЩЕЙ ТОЛЩИ В РАЙОНЕ Г. ДЗЕРЖИНСКА (НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)	118
Ларкина М.А. ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОЛЕПЕРЕНОСА В ПЕСКАХ ПРИ ИСПАРЕНИИ ИЗ НИХ ВОДЫ	119
Лбова Д.С. ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ВОДОРОДА ПОРОВОГО РАСТВОРА НА ВЕЛИЧИНУ НАБУХАНИЯ КАОЛИНИТОВОЙ ГЛИНЫ	121
Лебедева Я.А., Дашко Р.Э. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЕГО ОСВОЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПРИМОРСКОГО РАЙОНА ГОРОДА).....	123
Лезина К.С., Кузнецова Ю.А. АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ДОМА	124
Лохматиков Г.А. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ГЛУБОКОВОДНЫХ ЖЕЛЕЗОМАНГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ РУДНОЙ ПРОВИНЦИИ КЛАРИОН-КЛИППЕРТОН	126
Лузгина Е.А., Богданова Е.О. ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ОСАДКОВ ОСНОВАНИЯ СЛОЖЕННОГО СЛАБЫМИ ВОДОНАСЫЩЕННЫМИ ГРУНТАМИ	128
Лунегова М.С. РАСЧЕТ СРЕДНИХ ДИАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ КАРСТОВЫХ ФОРМ ТЕРРИТОРИИ С. УСТЬ-КИШЕРТЬ ПЕРМСКОГО КРАЯ	130
Мальгина Ю.О., Пешкова Т.А. ВЛИЯНИЕ pH НА ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ МОНТМОРИЛЛОНИТА И КАОЛИНИТА	131
Мальгина Ю.О., Пешкова Т.А. МЕХАНИЗМ КОАГУЛЯЦИИ ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ МОНТМОРИЛЛОНИТА И КАОЛИНИТА	134
Матвейчук В.С., Тареев Д.П. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ НА ОПОЛЗНЕВОМ ОБЪЕКТЕ.....	137
Мацевский А.С. ИЗУЧЕНИЕ КОНТАМИНАЦИИ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПЕСКАХ РАЗЛИЧНОГО ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА	138
Мележ Т.А. РАНЖИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДЕЛАХ КРУПНЫХ РЕЧНЫХ ДОЛИН БЕЛАРУСИ	140
Минина М.В. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ПРОТИВООПОЛЗНЕВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ДОЛИНЕ РЕКИ МЗЫМТА	142

СОДЕРЖАНИЕ

Несынов В.В., Кауркин М.Д., Андреев Д.О. НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАРБОНАТНОЙ ТОЛЩИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МОСКВА (МОСКВА-СИТИ)	144
Нужина Д.А., Тарасевич Д.В. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ БАЗЫ ДАННЫХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	146
Паршина Т.Ю. О ВЛИЯНИИ ДАВЛЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОАГРЕГАТНОГО СОСТАВА ГЛИН	147
Пашков М.В. ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ГЛИН ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ	150
Пономарева Ж.Ю. РЕЗУЛЬТАТ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ	152
Прасолов А.А. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОКРУЖНОЙ АВТОДОРОГИ ГОРОДА КИРЖАЧ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ	154
Пыстогова Е.Н., Кириллова А.И. ПРОГНОЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ	156
Селиванова А.В. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЙТИНГОВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ GSI ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАССИВОВ ФЛИША СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА	158
Скубицкая Т.К. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА СТРОИТЕЛЬСТВА ФАКЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	160
Сокил А.А. ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ СЕРИЙНОЙ ЗАСТРОЙКИ Г ПЕРМИ	161
Тамоян К.А. К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕННОСТИ ТОРФА	163
Трусова А.В., Парфенов М.А. ВЛИЯНИЕ ЛИНЕАМЕНТНОЙ ТЕКТОНИКИ НА РАЗВИТИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЭРОЗИИ	165
Усманов Р.М. ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ	167
Федоров М.В., Анюхина А.В. ОЦЕНКА СИЛ АДГЕЗИИ КАОЛИНИТОВОЙ ГЛИНЫ АТОМНО-СИЛОВЫМ МИКРОСКОПОМ	168
Фефелов М.В. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ УЧАСТКА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ МОСКВА – КАЗАНЬ	170
Халиманович Р.Д. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛАГОЁМКОСТИ СРЕДНЕЗЕРНИСТЫХ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ	172
Хрулев А.С. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ НАГРУЖЕНИИ	174
Хузина А.Ф., Габделвалиева Р.Р. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ГЛИНИСТОЙ ПОКРЫШКИ БИТУМНОЙ ЗАЛЕЖИ АШАЛЬЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВОДЯНОГО ПАРА	176
Черноусов И.Ю. ТЕРМОКАРОТАЖНЫЕ РАБОТЫ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ	177
Шевалдин Д.А. УСТАНОВЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ОДНООСНОВУ СЖАТИЮ И КОЭФФИЦИЕНТОМ КРЕПОСТИ ПО ПРОТОДЬЯКОНОВУ ДЛЯ ПОРОД РАЗНОГО СОСТАВА И ГЕНЕЗИСА	179
Шубина С.В., Челпанова Е.В., Паньков И.Л. ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ВКМКС	181
СЕКЦИЯ 9. ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСОВ, ДИНАМИКИ И ОХРАНЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	183
Абдуллина А.Р., Галлямов Р.Р., Калкаманова З.Г. ГЕОХИМИЯ ПРЭСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В НЕФТЯНОМ РЕГИОНЕ ТАТАРСТАНА	183
Аверьянова М.В., Адушева К.В. РОЛЬ ПОЧВ В ФОРМИРОВАНИИ СОСТАВА И МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	184
Алентьев Ю.Ю. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В ПРЕДЕЛАХ ИСТРИНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	186
Борисова В.Е., Торопова Е.С. ОБ ИЗМЕНЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД ШАХТЫ КОМИССАРОВСКАЯ В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ	187
Бочаров С.В. НОВЫЕ ДАННЫЕ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ЛЕЧЕБНО-СТОЛОВОЙ ВОДЫ «ЧЕРТОВИЦКАЯ» (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)	189
Гонтарев М.В. СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА И УРАНА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДИНАМИКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	191

Грянко Е.С. ГЕОХИМИЯ СТРОНЦИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ МЕЛОВОЙ СИСТЕМЫ ЗАПАДНОЙ ПЕРИФЕРИИ МОСКОВСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА (КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	193
Демонова А.Ю., Корзун А.В. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХОДЖА-ОБИ-ГАРМ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПАМИР, ТАДЖИКИСТАН).....	194
Дешевых Г.Ю., Трубицын Д.С. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ НА ЛОКАЛИЗАЦИЮ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....	196
Егунова О.Е. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ПЕРИФЕРИИ ПРИВОЛЖСКО-ХОПЕРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА.....	197
Желнин Н.В. ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАРСТОВАННОСТИ УФИМСКОГО ПЛАТО НА ОСНОВЕ КАРСТОЛОГИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КФС	199
Иванова Е.А. ГАЗОВЫЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ГАЗОНЕФТЕВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПЕРМСКОГО КРАЯ.....	202
Исагаджиева З.Ш. ВЫБОР УЧАСТКА РТ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ПАКЕТЕ RM5	203
Казанцева А.С. ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ (АНАЛИЗ ДЕСЯТИЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ)	205
Капатская И.И. НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ БАСЕЙНА Р. ТУРАЕВКИ.....	207
Кивилева З.В. ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО РАЙОНА ПО ПРИГОДНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ	209
Кожанов Д.Д. ШАРТАШИНСКАЯ-4 – НОВАЯ ПЕЩЕРА ИРЕНСКОГО КАРСТОВОГО РАЙОНА	212
Лямин И.А. ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.....	214
Маслова Н.А. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС-2.....	216
Мочалова Т.В. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОД В СКВАЖИНАХ ПЯТИГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД	218
Некрасов П.В. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ В ЗАЛЕГАНИИ НЕФТЕНОСНЫХ СТРУКТУР МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЕРХНЕ-ЧУСОВСКИЕ ГОРОДКИ.....	220
Ощепков И.О. К ОЦЕНКЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЛАСТОВЫХ ВОД С НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫМИ СТОКАМИ (НА ПРИМЕРЕ ЯРИНО-КАМЕНОЛОЖСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ).....	221
Патрушев Н.В., Наумов Д.Ю. КАЧЕСТВО ГРУНТОВЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СОЛИКАМСКОЙ ВПАДИНЫ	223
Репин И.С. ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОД БАСЕЙНА РЕКИ ИРЕНЬ	225
Снежинская Д.А., Патрушев Н.В., Зяббаров М.А. ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ ГОРОДА ПЕРМИ	227
Стрильчук Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СОСТАВА ДРЕНАЖНЫХ ВОД ПРИ ИМИТАЦИИ ВЫВЕТРИВАНИЯ СУЛЬФИДСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД.....	229
Токарев П.А. ГИДРОХИМИЯ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАСЕЙНА Р.СТИКС В Г. ПЕРМИ	231
Трубицын Д.С., Дешевых Г.Ю. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЕВОНСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....	232
Филин О.С. СУКСУНСКИЙ РАЙОН - ЗОНА РАЗГРУЗКИ КАРСТОВЫХ ВОД.....	234
Ценева О.С. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ	236
Шаймарданова Э.Р. ПОДТОПЛЕНИЕ ЗАСТРОЕННЫХ УЧАСТКОВ СЕЛА БАШКУЛТАЕВО ПЕРМСКОГО КРАЯ	238
Шамгунова Ю.М. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В БАСЕЙНЕ РЕКИ ИРЕНЬ	239

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 10. ГЕОЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	242
Алешина А.Р. , Дроздова О.Ю. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ФОТОДЕСТРУКЦИИ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ	242
Алюпова Э.Я. ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВЛЯЮЩИХ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОССОШИНСКОЙ ПЛОЩАДИ С ЦЕЛЬЮ РАЗМЕЩЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ХРАНИЛИЩА ГАЗА	243
Балыкова И.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С СУЛЬФИДНЫМИ МЕДНЫМИ РУДАМИ.....	245
Бек Д.В., Сарсекеева Э.М. УПРАВЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОЕКТОВ НА ШЕЛЬФЕ БЛИЗ ОСТРОВА САХАЛИН.....	247
Белышев Д.А., Перовошиков Р.Д. ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРОВ РТУТИ В ВОЗДУХЕ	249
Бобина Т.С. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ Г. КАМЕНСКА-УРАЛЬСКОГО	250
Булавина Е.В. ПРИМЕНЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СХЕМ УТИЛИЗАЦИИ СНЕГА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОЛОГДЫ.....	252
Велин А.С. ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ УЧАСТКА ВОДОЗАБОРА №9 РАЙОНА СЕЛА НИКОЛЬСКОЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА.....	253
Горняков А.К. ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ПРИ ВНЕСЕНИИ В НЕГО ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫХ РЕАГЕНТОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ АДМИНИСТРАТИВНОМ ОКРУГЕ ГОРОДА МОСКВЫ	255
Давлетшина И.Р., Меньшикова Н.А. ПРИМЕНЕНИЯ НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ РАЗЛИВАХ НЕФТИ НА СУШЕ И ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ.....	256
Даль Л.И. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА ПЕРМСКОГО КРАЯ	257
Донецких А.В. ТРЕХМЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЗОН ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ	259
Дунец В.Ю. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТБО. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	261
Звонарев Е.А., Бобина Т.С. ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ	263
Казakov В.Н. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ МАЙСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	264
Какпанова А.К. О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ БАЛЫКТЫ-ЖЫЛАНДИНСКОЙ ГРУППЫ ОЗЕР СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	266
Какпанова А.К. ОБ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМАХ ОСВОЕНИЯ МАЛЫХ ОЗЕР СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	268
Карманова А.В. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДАХ НА СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ ТОМСКОГО ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРА	269
Котылко Д.А. ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ В НИЖНЕТУРИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ	271
Кулешова Т.А. ТЕХНОГЕННЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ В РАЙОНЕ ХВОСТОХРАНИЛИЩА КОМСОМОЛЬСКОГО ЗОЛОТО-ИЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО ЗАВОДА ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.....	273
Курлянов Н.А. СЕЗОННАЯ ВАРИАЦИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ВОД ОЗЕР СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ....	275
Лопушко А.А. ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ ПОЧВ ПРИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ НА НЕФТЬ И ГАЗ	277
Макаревич Т.Г. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ РТУТЬЮ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ГОРНО-АЛТАЙСКА И ЕГО АГЛОМЕРАЦИИ ...	278
Максимова А.Ю. ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ РЯСКОЙ (LEMNACEAE) НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	280
Мельник Е.С. ФИЛЬТР ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЖЕЛЕЗА	282

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Меньшикова Н.А., Давлетшина И.Р. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ НЕФТЕПРОВОДОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗЛИВОВ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В СОВОКУПНОСТИ С АЭРОКОСМИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЕМ	284
Навинкин А.П. НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ МУРИНСКОГО ПАРКА (Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)	286
Немченко Е.И., Подлепина Д.М. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУЧЬЕВ НА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ	287
Нестеров Д.С. РЕГУЛИРОВАНИЕ ЗАРЯДА ЧАСТИЦ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ СОРБЦИОННЫХ ЭКРАНОВ	289
Омельченко О.В. ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ	291
Орлова О.Р. МОНИТОРИНГ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ПРОЯВЛЕНИЙ НАХОДКИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ЗАПАДНАЯ ЧУКОТКА)	293
Парыгина Р. Ю. ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ В ЗАБАЙКАЛЬЕ	295
Подлипский И.И., Ионкина Д.С. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ. ОСНОВЫ КЛАССИФИКАЦИИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ	297
Полевская О.С. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ МИКРОБНЫХ КОМПЛЕКСОВ СПЕЛЕОТЕМЫ «ЛУННОЕ МОЛОКО» И ВОДЫ ИЗ ПЕЩЕРЫ ПРОЩАЛЬНАЯ (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)	298
Просекин С.Н., Филимонова Л.М. ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СНЕГОВОГО ПОКРОВА МЕТОДОМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	300
Сарапулова Т.А., Умпелев В.Д. ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА	302
Саркисова Ю.А. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ СИММЕТРИИ <i>POPULUS BALSAMIFERA</i> В 2013-2016 ГГ. НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ	304
Светашова К.Д. ЭКОЛОГО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОЧИНСКОГО ПОЛИГОНА	306
Северов М.П. ОБЪЕКТЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МАССИВОВ ГАЗОГЕНЕРИРУЮЩИХ ГРУТОВ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ (НА ПРИМЕРЕ ПОРТА В ПОС. АЛЯТ, РЕСПУБЛИКА АЗЕРБАЙДЖАН)	308
Седельникова А.Л. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОДЕ ГОРОДСКИХ ОЗЕР ЯКУТСКА	309
Семенов Д.А. ЛИКВИДАЦИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОДОЕМОВ С ПОМОЩЬЮ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ МХА-СФАГНУМА	312
Семенюк А.С. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА МОЛОДЕЧНО	313
Султанбекова В.Р. ПЕРВЫЙ НЕБОСКРЕБ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА «ЛАХТА ЦЕНТР» И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ЕГО СТРОИТЕЛЬСТВОМ	315
Сухорукова С.О. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗВЕСТКОВОЙ СУСПЕНЗИИ ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ВОД...	316
Торговкин Н.В. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЯКУТСКА	318
Шаймарданова А.Р., Бикташева Л.Р. ОЦЕНКА МИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ В ПРОЦЕССЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕШЛАМОВ	319
Шахова Т.С. ПЫЛЕВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ (НА ПРИМЕРЕ ГГ.ОМСКА, АЧИНСКА И ТОМСКА)	320
Шуненкова К.О. АНАЛИЗ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ И РИСКА ПРЕДПОЛАГАЕМОЙ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА НИЖЕГОРОДСКОЙ АЭС	322
Юсупова А.Р. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА БОЛЬШОЙ КИСЕГАЧ (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)	324
Ячный А.В. ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕКИ АМУР В РАЙОНЕ Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)	325

CONTENTS

SECTION 6.GEOPHYSICS. GEOPHYSICAL METHODS OF MINERAL RESOURCES PROSPECTING AND EXPLORATION	3
Agayev R.E. DETECTION OF RESERVOIRS OF ACHIMOV DEPOSITS OF THE URENGOY OIL AND GAS FIELD BY THE USE OF EQUIPMENT EMK «GORIZONT»	3
Arapov V.V., Gilmutdinov R.R. SEISMIC EXPLORATION OF CMP AND SRM IN THE RESEARCH OF KARST DANGEROUS AREAS	5
Akhmetov A.N. POSSIBILITY DETAILED CORRELATION AND SEISMIC IN INDICATION EROSIONAL CHANNELS	7
Bazhin K.I. THE USE OF ERT FOR LONG-TERM OBSERVATIONS OF THE SPREAD TALIK LANDFALL IN DAM ON THE RIVER SYTYKAN	9
Bataev Kh., Kirgizbaev A. USE OF TERRA GINTEL TECHNOLOGY FOR INTERPRETATION DATA OF GSW IN LOW-DEEP GEOTHERMAL WELLS	11
Bobrov V.Y. COMPARATIVE SPECTRAL ANALYSIS OF DATA OF 2D AND 3D ENGINEERING SEISMIC EXPLORATION	12
Vdovkin K.A., Shapagat T.T. ACID-PERFORATIVE FRACTURING	15
Vershinina M.D. STUDY OPPORTUNITIES OF MODERN TECHNIQUES ELECTRICAL SOUNDING THE EXAMPLE OF SOLVING ARHEOLOGICAL PROBLEMS	16
Dibrova N.E. FORECAST OF USE OF INVERSE TRANSFORMATIONS FOR THE SANDIVEYSKAYA STRUCTURE OF THE KHOREYVERSKAYA DEPRESSION	18
Yefimenko O.S., Yefimenko S.A., Maussymbayeva A.D. X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETER RLP-12T FOR MINING AND MINERAL PROCESSING NONFERROUS METALLURGY ENTERPRISES	20
Zhikin A.A., Gerasimova I.U., Chugaev A.V. INTEGRATION OF SEISMIC METHODS IN MONITORING OF THE UNDERMINING TERRITORY	23
Zaharov A.E. USAGE OF ELECTROMETRY DURING INVESTIGATION OF THE WATERPROOF LAYER ON THE UPPER KAMA POTASH DEPOSITS IN MINE TERMS	25
Zaharova A.A., Salnikova O.L. DETERMINATION PROFILE FLOW OPERATION OF HORIZONTAL WELLS	27
Ibragimov I.B. OPTIMIZATION OF GAMMA-ALBERGO METHOD FOR QUALITY CONTROL OF COAL	29
Kiryanova Y.V. DATA PROCESSING MULTI-CHANNEL WAVE ACOUSTIC LOGGING BY METHOD KIMBALL - MARZETTA	30
Knyazev N.V., Laskina T.A. INVESTIGATION OF THE ELECTROMETRY METHODS INFORMATIVITY UNDER THE CONDITIONS OF SALT DEPOSITS ON THE BASE OF NUMERICAL MODELLING	32
Kulakova N.V., Salnikova O.L. IDENTIFY THE SOURCES OF WATER-FLOODING OIL PRODUCTION IN THE OPERATION OF HORIZONTAL WELLS	34
Ledeneva V.S. DECONVOLUTION USED IN SEISMIC DATA PROCESSING	36
Mintaev M.A. MICROSEISMIC OSCILLATIONS ANALYSIS OF BASE OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPE QUANTA 200I	38
Muryskin A.S. PROGRAM OF AUTOMATED INTERPRETATION OF MATERIALS SEISMIC LOGGING	40
Obernebesov D.S. ABOUT THE POSSIBILITY OF SOLVING GEOPHYSICAL PROBLEMS WITH THE GNU OCTAVE PROGRAMING SOFTWARE	42
Ovchinnikova E.A. THE USE OF AUTOMATIC INVERSION OF VES CURVES FOR PROCESSING AND INTERPRETATION OF SURVEY DATA OVER THE KUNGUR ICE CAVE	44
Pozharskyh A.P. DETERMINATION OF THE PERCENTAGE CONTENT OF TOTAL IRON IN ORES GUSEVOGORSK DEPOSIT BY MEANS OF PROGRAM-CONTROLLED LOGGING UNITS «QUARRY-2M»	46
Ryzhikov M.S., Skidan S.S. ANALYSIS OF TRAVEL TIME CURVES OF REFLECTED WAVES	48
Semerikov G.A. MICROGRAVITY PROSPECTION IN URBAN AREAS. INTERFERENCE ANALYSIS	50
Sergeev A.R. THE BEST CONFIGURATION OF SEISMIC ENERGY EXCITATION IN SEISMIC SURVEY IN THE FIRTH ZONE OF KRASNODAR TERRITORY	51
Skidan S.S., Ryzhikov M.S. SELECTING THE OPTIMAL PARAMETERS OF A SEISMIC STA / LTA TRIGGER	53

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Sundukova M.S. ALLOCATION OF OIL ZONES IN A CLAY SECTION	55
Tikhomirov F.A., Seletkov I.A., Voroshilov V.A. COMPLEX OF GEOPHYSICAL EXPLORATION OVER PROSPECTIVE CAVITY IN BODY OF ICE MOUNTAIN	57
Kharchenko A.V. OBTAINING SPECTRA THE ANGLES OF INCLINATION OF THE REFLECTING BOUNDARIES BY SEISMOGRAMS OF THE COMMON EXCITEMENT POINTS	59
Kharkovskaya E.V. GEOSTATISTICAL INVERSION OF 3-D SEISMIC DATA AND ITS BASIC CHARACTERISTICS	61
Chukhlov A.S. INCREASE OF INFORMATIVITY OF GEOPHYSICAL METHODS AT THE APPLICATION OF THE MODERN COMPLETION OF THE RESEARCH	62
SECTION 7. GIS IN GEOLOGY.....	65
Durnaeva V.N. THE USE OF GIS TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF GEOHAZARDS.....	65
Kindeev A.L. APPLICATION OF GIS SYSTEMS IN THE ANALYSIS OF SOIL ACIDITY	66
Kuznetsov S.S. COMPOSITION OF GEOLOGICAL-TECHNOLOGICAL MODEL OF GOLD AND SILVER MINE.....	68
Pavlova O.V., Gorshkova A.T., Urbanova O.N. MORPHOMETRIC RELIEF ANALYSIS OF BLUE LAKES WHEN USED METHODS OF DIGITAL TERRAIN MODELING.....	69
Shvetsova M.N., Zgogurina P.S. APPLICATION OF ARCGIS GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM TO SEARCH FOR THE BEST SITES DEVELOPMENT.....	71
Shestakova A.A., Torgovkin Y.I. GIS TECHNOLOGIES IN PERMAFROST LANDSCAPE ANALYSIS OF DEVELOPMENT AREAS OF YAKUTIA.....	73
SECTION 8. ENGINEERING GEOLOGY	76
Anukhina A.V., Fedorov M.V. CHANGES OF WATER IN CLAY AT HIGH PRESSURE.....	76
Babeshko E.S., Zakharova M.S. REVIEW OF METHODS FOR ARTIFICIAL GROUNDS	77
Bakulina E.V. MEASURING THE LINKAGES BETWEEN PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND NUTRIENT ALLUVIAL CLAY SOILS	79
Beloborodov A.V. GEODYNAMICS COASTS SARATOV WATER RESERVOIR	81
Bogdanova E.O., Luzgina E.A. STABILIZATION SEDIMENT BASE COMPOSED OF WEAK WATER-SATURATED SOILS	83
Buravskaya A.A. GEOTECHNICAL SURVEY OF THE BUILDINGS OF THE SERIAL CONSTRUCTION IN PERM.....	84
Drobinina E.V. CLASSIFICATION INDEX CHOICE AT KARST ZONING.....	86
Evdokimova E.S. EFFECTIVE FOUNDATIONS FOR LIGHT METAL BUILDINGS FOR SEASONAL FREEZING SOILS.....	88
Ezhova E.E. THE GEOTECHNICAL FORENSIC ENQUIRY IN THE CIVIL AND ARBITRATION PROCEDURE.....	90
Epifanova E.A. METHOD OF ESTIMATING STRESS-STRAIN STATE OF SOIL MASSES WITH REGARD TERRESTRIAL LASER SCANNING FOR EXAMPLE RAILWAY VIADUCT	91
Zharikova E.A. ANALYSIS OF THE RESULTS OF ENGINEERING-GEOLOGICHESKIH RESEARCH TO DETERMINE THE DESIGN OF THE PROJECTED FOUNDATION.....	93
Zhdanova E.A. THE STRUCTURE OF A LANDSLIDE SLOPE «VOROBYOVY HILLS» (MOSCOW) TAKING IN THE ACCOUNT ITS HISTORICAL DEVELOPMENT	95
Zakharova M.S., Babeshko E.S. TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION OF VERTICAL GEOTECHNICAL BARRIERS	97
Zvereva I.A. CHANGING THE SWELLING DEFORMATION ON THE CONCENTRATION OF SODIUM CHLORIDE SOLUTION	99
Ivanchenkov A.A. EXPERIMENTAL STUDY OF WATER-DENSITY SMALL-SULFUR SAND PRIMARY SOILS	101
Kamenskikh K.S. KARST CONDITIONS PIVOVAROVSKY KARSTIC TERRITORY	102
Siteva O.S., Kasatkina K.V. ENGINEERING-GEOLOGICAL SURVEY FOR RECONSTRUCTION OF ACCESS FLOWLINES	103
Kashevarova A.A. THE ISSUE OF IMPROVING SORPTION CAPACITY CLAY	105

CONTENTS

Kozlov V.S. PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF THE CONTAINING BREEDS OF THE "IRBYCHAN FIELD"	107
Kolesova D.A. ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF SITE OF CONSTRUCTION OF PHARMACEUTICAL PRODUCTION AND WAREHOUSE COMPLEX IN V. NEW USMAN VORONEZH REGION	109
Kotov P.I. MODERN METHODS FORECASTING DEFORMATIONS OF FROZEN SOILS AFTER THAWING AND CONSOLIDATION	111
Kravchenko I.M. TESTING THE GEOCOMPOSITE METHOD FOR CONSOLIDATING FOUNDATION SOILS OF THE UNFINISHED RESIDENTIAL COMPLEX IN SOLNTSEVO (MOSCOW)	113
Krasnoperova E.V. ASSESSMENT OF KARST AND SUFFOZIONNY MANIFESTATIONS OF NATERRITORIYA OF THE MINE 14-14BIS OF THE CITY OF SEVEROURALSK	114
Kuznetsova Y.A., Lezina K.S. MONITORING OF THE GEOTECHNICAL SITUATION AT THE CONSTRUCTION OF THE UNDERGROUND PART OF HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDING	116
Lapshin E.V. ASSESSMENT OF THE SUFFOSIVENESS OF THE SOILS OF THE OVERLAPPING THICKNESS IN THE REGION OF DZERZHINSK (NIZHNY NOVGOROD REGION)	118
Larkina M.A. REGULARITY OF SALT TRANSPORT IN SANDS DURING EVAPORATION OF WATER FROM THEM	119
Lbova D.S. THE EFFECT OF HYDROGEN IONS OF THE PORE SOLUTION BY THE AMOUNT OF SWELLING KAOLINITE CLAY ..	121
Lebedeva Ya.A., Dashko R.E. ENGINEERING GEOLOGY AND GEOECOLOGY OF SAINT-PETERSBURG UNDERGROUND SPACE: IMPROVING SAFETY OF ITS DEVELOPMENT AND USE (THE CASE OF PRIMORSKIY DISTRICT)	123
Lezina K.S., Kuznetsova Ya.A. ANALYSIS OF ENGINEERING GEOLOGICAL CONDITIONS FOR CONSTRUCTION OF HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDING	124
Lokhmatikov G.A. ENGINEERING GEOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF DEEP SEA FERROMANGANESE NODULES OF THE CLARION-CLIPPERTON ORE PROVINCE	126
Luzgina E.A., Bogdanova E.O. STABILIZATION SEDIMENT NERAVNOMERNYKH HIGH-RISE BUILDINGS ON WEAK SOILS	128
Lunegova M.S. CALCULATION OF THE MEAN DIAMETERS OF THE SURFACE KARST FORMS IN THE UST-KISHERT TERRITORY OF PERM KRAI	130
Malgina Yu.O., Peshkova T.A. THE INFLUENCE OF PH VALUE ON ZETA POTENTIAL OF CLAY PARTICLES OF MONTMORILLONITE AND KAOLINITE	131
Malgina Yu.O., Peshkova T.A. THE MECHANISM OF COAGULATION OF CLAY PARTICLES OF MONTMORILLONITE AND KAOLINITE	134
Matveychuk V.S., Tareev D.P. ENGINEERING SURVEYS OF THE LANDSLIDE OBJECT	137
Matsievskiy A.S. THE STUDY OF CONTAMINATION OF PETROLEUM HYDROCARBONS IN THE SANDS OF DIFFERENT FRACTIONAL COMPOSITION	138
Melezh T.A. RANGING ENGINEERING-GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES WITHIN LARGE RIVER VALLEYS OF BELARUS	140
Minina M.V. TYPICAL SCHEMES OF LANDSLIDE ENGINEERING PROTECTION OF AUTOMOBILE ROADS IN THE MZYMTA RIVER VALLEY	142
Nesynov V.V., Kaurkin M.D., Andreev D.O. NEW STUDY RESULTS CARBONATE STRATA IN THE CITY OF MOSCOW (MOSCOW CITY)	144
Nuzhina D.A., Tarasevich D.V. DATABASE OF TECHNICAL STATE OF BUILDINGS AND FACILITIES	146
Parshina T.Yu. ON THE INFLUENCE OF PRESSURE ON CHANGE MICROAGGREGATE COMPOSITION OF CLAYS	147
Pashkov M.V. THE CHANGE IN STRENGTH OF CLAYS IN ANTHROPOGENIC IMPACT	150
Ponomareva Zh.Yu. THE RESULTS OF PHYSICAL MODELING OF SUFFUSION PROCESSES	152
Prasolov A.A. GEOTECHNICAL CONDITIONS OF CONSTRUCTION OF RING HIGHWAY OF KIRZHACH OF VLADIMIR REGION	154
Pystogova E.N., Kirillova A.I. THE PREDICTION OF PERMAFROST'S DEFORMATION PROPERTIES	156
Selivanova A.V. EXPERIENCE OF APPLICATION OF GSI RATING CLASSIFICATION FOR ESTIMATION OF NORTHWESTERN CAUCASUS FLYSCH MASSES' STRENGTH CHARACTERISTICS	158

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Skubitskaya T.K. ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE FLARE FACILITY CONSTRUCTION SITE	160
Sokil A.A. GEOTECHNICAL SURVEY OF THE BUILDINGS OF THE SERIAL CONSTRUCTION IN PERM.....	161
Tamoyan K.A. TO THE QUESTION ABOUT THE STUDY OF PEATS	163
Trusova A.V., Parfenov M.A. INFLUENCE LINEAMENT TECTONICS ON LINEAR EROSION DEVELOPMENT	165
Usmanov R.M. STUDYING OF ELECTROCHEMICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CLAY SOIL	167
Fedorov M.V., Anukhina A.V. ASSESSMENT OF THE ADHESION FORSES OF KAOLIN CLAY USING AN ATOMIC FORCE MICROSCOPY	168
Fefelov M.V. PROBLEMS OF ENGINEERING AND EVALUATION OF KARST-HAZARDS OF THE HIGH-SPEED RAILWAY MOSCOW – KAZAN	170
Khalimanovich R.D. EXPERIMENTAL STUDY MEDIUM GRAINED WATER CAPACITY OF SANDY SOIL	172
Hrylev A.S. REGULARITIES OF CHANGES IN TEMPERATURE OF ROCKS DURING LOADING.....	174
Khuzina A.F., Gabdelvalieva R.R. MODELLING OF CHANGES OF PROPERTIES OF THE CLAY TIRE OF THE BITUMINOUS DEPOSIT OF THE ASHALCHINSKY FIELD AT CYCLIC INFLUENCE OF WATER VAPOR	176
Chernousov I.Y. THERMO LOGGING IN THE AREAS OF DEVELOPMENT OF PERMAFROST SOILS.....	177
Shevaldin D.A. ESTABLISH THE NATURE OF RELATION BETWEEN RESISTANCE AND COEFFICIENT OF UNIAXIAL COMPRESSION STRENGTH BY PROTODJAKONOVA FOR DIFFERENT SPECIES COMPOSITION AND GENESIS	179
Shubina S.V., Chelpanova E.V., Pankov I.L. WORKING OFF OF THE TECHNIQUE OF TEST OF SAMPLES OF VARIOUS FORM FOR ASSESSMENT OF THE BEARING ABILITY OF ELEMENTS OF CHAMBER SYSTEM OF DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF UPPER KAMA POTASSIUM SALT DEPOSIT.....	181
SECTION 9. PROBLEMS OF GROUNDWATER RESOURCES, DYNAMICS AND PROTECTION.....	183
Abdullina A.R., Gallyamov R.R., Kalkamanova Z.G. GEOCHEMISTRY OF FRESH UNDERGROUND WATER IN THE OIL TATARSTAN REGION.....	183
Averyanova M.V., Adusheva K.V. ROLE OF SOILS IN THE FORMATION OF COMPOSITION AND MINERALIZATION OF UNDERGROUND WATER	184
Alentyev Y.Y. PARTICULARITIES TEHNOGENNOY LOADS ON UNDERGROUND WATER WITHIN ISTRINSKOGO REGION OF THE MOSCOW AREA	186
Borisova V.E., Toropova E.S. ABOUT CHANGE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF MINE WATERS OF THE KOMISSAROVSKAYA MINE IN EAST DONBASS.....	187
Bocharov S.V. NEW DATA ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF MINERAL MEDICAL-TABLE WATER "CHERTOVITSKAYA" (VORONEZH REGION).....	189
Gontarev M.V. THE JOINT USE OF ISOTOPES OF CARBON AND URANIUM TO STUDY THE DYNAMICS OF GROUNDWATER.....	191
Gryanko E.S. GEOCHEMISTRY OF STRONTIUM IN THE GROUNDWATER OF THE CRETACEOUS SYSTEM THE WESTERN PERIPHERY OF THE MOSCOW ARTESIAN BASIN (KALUGA OBLAST)	193
Demonova A.Yu. CHEMICAL COMPOSITION THERMAL WATER OF KHOJA-OBİ-GARM SPA (CENTRAL PAMIR, TADJIKISTAN)	194
Deshevykh G.U., Trubitsyn D.S. THE PROSPECTS OF UNEVEN-AGED AQUIFERS OF THE CENTRAL PART OF THE VORONEZH REGION ON LOCALIZATION OF THE DEPOSITS OF UNDERGROUND WATER	196
Egunova O.E. HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS AND GROUNDWATER QUALITY OF NORTH-WESTERN PERIPHERY OF THE VOLGA-KHOPERSKY ARTESIAN BASIN	197
Zhelnin N.V. ESTIMATION OF SURFACE KARSTINNES UFA PLATEAU ON THE BASIS OF KARST INTERPRETATION OF SPACE IMAGES.....	199
Ivanova E.A. GAS COMPOSITION OF UNDERGROUND WATER GAS- OIL-WATER BEARING COMPLEXES IN PERM REGION.....	202
Isagadzhieva Z.S. SELECTION OF A SITE IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN FOR MODELLING IN THE PACKAGE PM5	203
Kazantseva A.S. HYDROCHEMICAL MONITORING OF THE KUNGUR ICE CAVE (ANALYSIS OF DECADAL OBSERVATIONS)	205

CONTENTS

Kapatskaia I.I. OIL CONTAMINATION OF THE TURAYVKA RIVER BASIN	207
Kivileva Z.V. ZONING OF THE TERRITORY OF THE PERM REGION ON THE SUITABILITY OF UNDERGROUND WATER FOR THE PURPOSE OF DRINKING WATER SUPPLY	209
Kozhanov D.D. SHARTASHINSKAYA-4 – NEW CAVE OF IREN KARST REGION	212
Lyamin I.A. APPROACHES TO THE ESTIMATE OF INFILTRATION OF GROUNDWATER.....	214
Maslova N.A. HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE CONSTRUCTION SITE OF NOVOVORONEZH NUCLEAR POWER PLANT-2	216
Mochalova T.V. MATHEMATICAL FORECASTING MODEL OF TEMPERATURE OF WATERS IN WELLS OF THE PYATIGORSK FIELD OF THE MINERAL WATERS	218
Nekrasov P.V. HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS IN THE OCCURRENCE OF OIL-BEARING STRUCTURES OF THE FIELD TOP-CHUSOVSKIE GORODKI	220
Oshchepkov I.O. TO ASSESSMENT OF THE INTERACTIONS OF RESERVOIR WATERS RUNOFF WITH OILFIELD (BY THE EXAMPLE YARIN-KAMENOLOZHSKOGO DEPOSIT)	221
Patrushev N.V., Naumov D.Yu. QUALITY OF GROUND WATERS OF THE CENTRAL PART OF THE SOLIKAMSK DEPRESSION	223
Repin I.S. HYDROCARBONS INFLUENCE ON CHEMICAL COMPOSITION OF WATERS IN THE IREN RIVER BASIN	225
Snezhinskaya D.A., Patrushev N.V., Zyabbarov M.A. ECOLOGICAL AND HYDROGEOCHEMICAL CONDITIONS OF THE RIGHT BANK OF THE CITY OF PERM.....	227
Strilchuk N.A. RESEARCH THE DYNAMICS OF COMPOSITION OF DRAINAGE WATERS UNDER SIMULATED WEATHERING OF SULPHID ROCKS	229
Tokarev P.A. HYDROCHEMISTRY OF GROUNDWATER AND SURFACE WATER OF THE RIVER STYX IN PERM	231
Trubitsyn D.S., Deshevykh G.U. PROSPECTS USE OF GROUNDWATER DEVONIAN COMPLEX FOR DRINKING WATER SUPPLY POPULATION OF NORTHWESTERN PARTS VORONEZH REGION	232
Filin O.S. HYDROGEOLOGY SUKSUNSKII KARST REGION IN THE PERM KRAI (PROVINCE)	234
Tseneva O.S. MICROBIOLOGICAL RESEARCH UNDERGROUND WATER OIL-GAS DEPOSITS IN THE PERM REGION	236
Shaymardanova E.R. FLOODING OF BUILT-UP AREAS OF THE VILLAGE BASHKULTAEVO PERM REGION.....	238
Shamgunova Y.M. POLLUTION OF GROUND AND SURFACE WATERS IN THE POOL OF THE RIVER IREN.....	239
SECTION 10. ENVIRONMENTAL GEOLOGY.....	242
Aleshina A.R. , Drozdova O.Yu ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF THE PHOTODEGRADATION PROCESS OF ORGANO-MINERAL COMPLEXES IN SURFACE WATERS OF BOREAL ZONE	242
Ayupova E.Y. CHARACTERISTICS OF COMPONENTS OF ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL SYSTEMS ROSSOSHINSKAYA AREA FOR THE PURPOSE OF PLACEMENT AND FUNCTIONING UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES	243
Balykova I.V. EXPERIMENTAL STUDY OF COPPER SULFIDE ORES IN INTERACTION WITH WATER SOLUTION	245
Bek D.V., Sarsekeyeva E.M. CONTROL IMPACT ON THE ENVIRONMENT WHILE OIL AND GAS PROJECTS ON THE SHELF OF SAKHALIN ISLAND.....	247
Belyshev D.A., Perevoschikov R.D. MEASUREMENT OF THE CONCENTRATION OF MERCURY VAPOR IN THE AIR	249
Bobina T.S. ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE KAMENSK-URALSKY CITY	250
Bulavina E.V. THE USE OF REGIONAL METEOROLOGICAL OBSERVATION SERIES IN THE DESIGN OF SNOW DISPOSAL SCHEMES IN VOLOGDA CITY	252
Velin A. S. THE EFFECT OF HYDROCARBON CONTAMINATION ON THE GEOECOLOGICAL CONDITIONS OF THE AREA OF WATER INTAKE NO. 9 NEAR THE VILLAGE OF NIKOLSKOYE OF THE CITY OF VORONEZH	253
Gorniyakov A.K. DYNAMICS OF THE SNOW STATISTICS CHANGES DUE TO ADDITION OF THE ANTI-ICING REAGENTS IN THE SOUTHWEST ADMINISTRATIVE DISTRICT OF MOSCOW	255

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Davletshina I.R., Menshikova N.A. THE APPLICATION OF OXIDIZING AGENTS IN OIL SPILLS ON LAND AND WATER BODIES	256
Dal L.I. GEO-ECOLOGICAL PROBLEMS AND THE ENVIRONMENT OF THE NORTH-WEST OF PERM KRAI.....	257
Doneckih A.B. THREE-DIMENSIONAL VISUALIZATION OF ZONES BY OIL PRODUCTS' POLLUTION	259
Dunets V.Yu. METHODS AND WAYS OF PROCESSING OF MSW. PROSPECTS OF DEVELOPMENT	261
Zvonarev E.A., Bobina T.S. THE ORGANIZATION OF RADIATION CONTROL WHEN PROCESSING METAL RADIOACTIVE WASTE.....	263
Kazakov V.N. GEOECOLOGICAL STATE OF NATURAL WATERS IN THE TERRITORY OF THE MAISKOYE OIL FIELD (TYUMEN REGION).....	264
Kakpanova A.K. THE PRESENT STATE-BALYKTY ZHYLANDINSKOY GROUP OF LAKES OF NORTH KAZAKHSTAN REGION	266
Kakpanova A.K. ON THE BASIC PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF SMALL LAKES NORTH KAZAKHSTAN REGION	268
Karmanova A. V. HARACTERISTICS OF RARE-EARTH ELEMENTS IN WATER DRINKING-WATER TREATMENT STATION AT TOMSK UNDERGROUND WATER SUPPLY POINT	269
Kotylko D.A. IDENTIFYING SOURCES OF WATER POLLUTANTS IN RESERVOIR OF NIZHNYAYA TURA	271
Kuleshova T.A. TECHNOGENIC GEOCHEMICAL ANOMALIES NEAR THE TAILING AREA OF KOMSOMOLSK GOLD PROCESSING PLANT ON GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL DATA	273
Kurlianov N.A. SEASONAL VARIATION OF WATER HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS IN LAKES OF MIDDLE VOLGA REGION	275
Lopushko A.A. PROBLEM OF SOILS IN THE EXPLORATION FOR OIL AND GAS	277
Makarevich T.G. EVALUATION OF SOILS POLLUTION WITH MERCURY IN C. GORNO-ALTAISK AND ITS AGGLOMERATION	278
Maksimova A.Y. FEATURES OF ACCUMULATION OF TRACE ELEMENTS DUCKWEED (LEMNACEAE) TORRITORII OF TOMSK REGION	280
Melnik E.S. FILTER FOR PURIFICATION OF GROUNDWATER FROM IRON	282
Menshikova N.A., Davletshina I.R. CONDITION MONITORING OF OIL PIPELINES AND FORECASTING FOR OIL SPILL RESPONSE USING OF GIS TECHNOLOGY IN CONJUNCTION WITH THE AEROSPACE MONITORING	284
Navinkin A.P. NEW RESULTS OF ENVIRONMENTAL GEOLOGICAL RESEARCH OF THE MURINSKY PARK'S TERRITORY (SAINT PETERSBURG).....	286
Nemchenko E.I., Podlepina D.M. ECOGEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE STREAMS IN THE TVER AREA.....	287
Nesterov D.S. REGULATION OF CLAY GROUT PARTICLES CHARGE IN THE CASE OF PROTECTIVE SORPTION BARRIERS DESIGN.....	289
Omelchenko O.V. EFFECT OF WATER EROSION IN THE LAND FUND OF KRASNODAR REGION.....	291
Orlova O.R. MONITORING OF SURFACE WATER IN AREA OF THE NAKHODKA ORE FIELD (W.CHUKOTKA).....	293
Parygina R.Yu. GEOLOGICAL TOURISM IN TRANSBAIKALIA.....	295
Podlipsky I.I., Ionkina D.S. ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ZONING ST. PETERSBURG AND TERRITORY LENINGRAD REGION. FUNDAMENTALS OF INITIAL INFORMATION CLASSIFICATION.....	297
Polevskaya O. S. THE ANALYSIS OF STRUCTURE OF THE SPELEOTEMA MICROBIC COMPLEXES "MOONMILK" AND WATERS PROSTHALNAYA CAVE (KHABAROVSK KRAI).....	298
Prosekin S.N., Filimonova L.M. RESEARCHES OF GEOECOLOGICAL FEATURES OF ELEMENT STRUCTURE OF THE SNOW COVER BY METHOD OF PHYSICAL AND CHEMICAL MODELLING	300
Sarapulova T.A., Umpelev V.D. TECHNOLOGY OF UNDERGROUND LOCATION OF LIQUID AND SOLID WASTE POTASH PRODUCTION	302
Sarkisova Y.A. PROPERTIES OF THE DYNAMICS OF SYMMETRY COEFFICIENT OF POPULUS BALSAMIFERA IN 2013-2016 ON URBAN AREAS	304
Svetashova K.D. ENVIRONMENTAL MONITORING GEODYNAMICAL SOCHI RANGE.....	306

CONTENTS

Severov M.P. ECO-GEOCHEMICAL MONITORING OF GAS-GENERATING SOILS AND GEOLOGICAL FOUNDATION OF OBSERVATION MONITORING NETWORK (ON THE EXAMPLE OF SEAPORT NEAR ALAT VILLAGE, AZERBAIJAN REPUBLIC).....	308
Sedelnikova A.L. ECOLOGICAL ASSESSMENT OF MINOR-ELEMENT CONCENTRATIONS IN THE URBAN LAKES OF YAKUTSK.....	309
Semenov D.A. THE ELIMINATION OF OIL POLLUTION OF THE RESERVOIRS WITH SORBENT ON THE BASIS OF MOSS-SPHAGNUM.....	312
Semenyuk A.S. ASSESSMENT OF ECOLOGICAL STATE OF SOILS OF MOLODECHNO CITY	313
Sultanbekova V.R. THE FIRST SKYSCRAPER IN SAINT-PETERSBURG "LAKHTA CENTER" AND THE ENVIRONMENTAL ISSUES ASSOCIATED WITH ITS CONSTRUCTION	315
Sukhorukova S.O. THE RESULTS OF LIMEWASH USAGE FOR NEUTRALIZATION OF TECHNOGENIC WATER.....	316
Torgovkin N.V. GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF ALLUVIAL SEDIMENTS IN YAKUSK AREA	318
Saimardanova A.R., Biktasheva L.R. ASSESSMENT OF MICROBIAL ACTIVITY IN THE PROCESS OF OILY SLUDGE BIOREMEDIATION	319
Shakhova T.S. DUST POLLUTION OF SNOW COVER IN THE VICINITY OF PETROLEUM REFINERY AND PETROCHEMICAL PLANTS: A CASE STUDY OF OMSK, ACHINSK AND TOMSK.....	320
Shunenikova K.O. ANALYSIS OF KARST HAZARD AND RISK OF THE PROSPECTIVE CONSTRUCTION SITE OF NIZHNY NOVGOROD NUCLEAR POWER PLANT	322
Yusupova A.R. PRELIMINARY MINERALOGICAL STUDIES MAGNETO-LAKE SEDIMENTS BIG KISEGACH (CHELYABINSK REGION).....	324
Yachnyi A.V. HYDROCHEMICAL REGIME AMUR RIVER NEAR THE CITY OF BLAGOVESHCHENSK (AMUR REGION).....	325

Научное издание

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Сборник научных трудов
(по материалам X Международной научно-практической
конференции студентов, аспирантов и молодых ученых)

В ДВУХ ТОМАХ

Том 2

Издается в авторской редакции

*Компьютерная верстка Р.Р. Гильмутдинова, А.П. Боталова, Н.С. Гусевой,
Э.М. Даутовой, И.И. Капатской, Ю.О. Мальгиной, А.Б. Егоровой, Е.Л. Ильющенко*

Подписано в печать 07.04.2017. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 39.87. Тираж 110 экз. Заказ

Издательский центр
Пермского государственного национального
исследовательского университета
614990, Пермь, ул. Букирева, 15

Типография ООО «Полиграф-сити»
614022, г. Пермь, ул. Подгорная, 109

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

ДЛЯ ЗАМЕТОК
