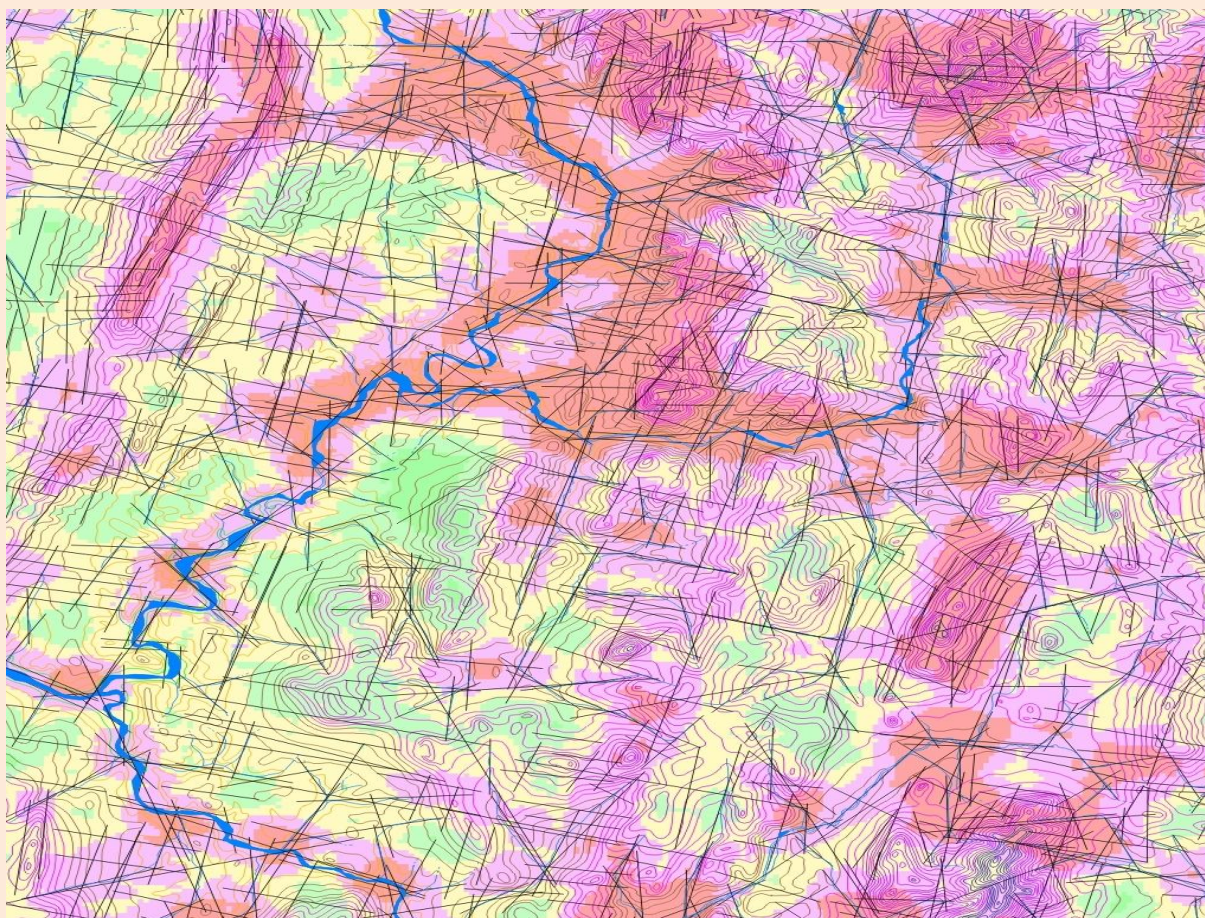


**И.С.Копылов**

**МОРФОНЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ  
СИСТЕМА ОЦЕНКИ  
ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ**



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

И. С. Копылов

**МОРФОНЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ  
СИСТЕМА ОЦЕНКИ  
ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ**

МОНОГРАФИЯ



Пермь 2019

УДК 551.4+551.24  
ББК 26.342  
К659

**Копылов И. С.**

К659 Морфонеотектоническая система оценки геодинамической активности [Электронный ресурс]: монография / И. С. Копылов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. дан. – Пермь, 2019. – 5,64 Мб; 131 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/mono/kopylov-morfoneotektonicheskaya-sistema-ocenki-geodinamicheskoy-aktivnosti.pdf>. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-7944-3401-9

Монография состоит из шести глав. В первой главе приводятся методические основы морфонеотектонического анализа «Морфонеотектоническая система оценки геодинамической активности». Во второй – систематизированы сведения о проведенных неотектонических и морфоструктурных исследованиях в Приуралье. В третьей – дается описание структурно-геологических условий, показаны особенности неотектонического развития. В четвертой – проведен детальный морфонеотектонический и морфоструктурный анализ по комплексу неотектонических показателей с их индивидуальным районированием. Пятая глава посвящена интегральной оценке неотектонической активности Приуралья и отдельных структур, закономерностям и характеристике активных геодинамических зон. В шестой главе проведено районирование по условиям развития опасных техноприродных процессов на основе оценки геодинамической активности и социально-техногенных факторов.

Монография адресована геологам, географам, экологам, природопользователям, а также может быть полезной преподавателям, аспирантам и студентам вузов.

Ил. 11. Библиограф. 150 наим.

**УДК 551.4+551.24**  
**ББК 26.342**

*Издается по решению кафедры инженерной геологии и охраны недр  
Пермского государственного национального исследовательского университета*

*Рецензенты:* научно-исследовательское, проектное и производственное предприятие по природоохранной деятельности «Недра» (ген. директор, д-р геол.-минерал. наук, профессор **В. В. Середин**);  
главный инженер ООО НПК «ГеоТРИКС», канд. геол.-минерал. наук, доцент **Ю. А. Килин**

ISBN 978-5-7944-3401-9

© ПГНИУ, 2019  
© Копылов И. С., 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОРФОНЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА</b> .....	8
1.1. Методологический подход к оценке неотектонической активности.....	8
1.2. Морфометрическая система оценки неотектонической активности по способу равнозначных градаций .....	10
1.3. Обработка данных с применением геоинформационного картографирования.....	18
<b>2. ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИЗУЧЕНИЯ НЕОТЕКТОНИКИ</b> .....	20
<b>3. ОСОБЕННОСТИ НЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ГЕОМОРФОЛОГО-НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПЕРМСКОГО ПРИУРАЛЬЯ И УРАЛА</b> .....	27
3.1. Основные особенности геологического строения.....	27
3.2. Особенности неотектонического развития.....	32
3.3. Неотектоническое районирование на геоморфологической и морфоструктурной основе.....	37
<b>4. МОРФОНЕОТЕКТОНИЧЕСКИЙ И МОРФОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ</b> .....	44
4.1. Анализ речной сети для оценки интенсивности новейших движений	44
4.1.1. Общая характеристика речной сети и ее связь с неотектоникой.....	44
4.1.2. Анализ порядков рек.....	46
4.1.3. Анализ коэффициента извилистости рек.....	50

4.1.4. Анализ коэффициента аномальных уклонов продольных профилей рек.....	53
4.2. Анализ эрозионной расчлененности рельефа.....	56
4.2.1. Анализ горизонтальной расчлененности рельефа.....	56
4.2.2. Анализ вертикальной расчлененности рельефа.....	58
4.2.3. Анализ суммарной расчлененности рельефа .....	59
4.3. Анализ интенсивности мегатрещиноватости.....	64
<b>5. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОАКТИВНЫХ ЗОН</b>	<b>70</b>
5.1. Районирование по степени неотектонической активности и выделение региональных геоактивных зон.....	70
5.2. Характеристика морфоструктур по неотектонической активности...	74
5.3. Характеристика тектонических структур по неотектонической активности.....	76
5.4. Характеристика геоактивных зон и их связи с геофизическими, геохимическими и гидрогеологическими полями.....	77
<b>6. РАЙОНИРОВАНИЕ ПО УСЛОВИЯМ РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ТЕХНОПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И СОЦИАЛЬНО-ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ.....</b>	<b>101</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>108</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>115</b>

**ПЕРЕЧЕНЬ**  
**условных обозначений, символов, малораспространенных**  
**терминов и сокращений**

АЗ	- аномальная зона
АКГИ	- аэрокосмогеологические исследования
АФС	- аэрофотоснимки
БД	- база данных
ГИС	- географическая информационная система
ДЗЗ	- дистанционное зондирование Земли
ЗУЗС	- Западно-Уральская зона складчатости
КС	- космические снимки
КАУ	- коэффициент аномальных уклонов продольных профилей рек
КИР	- коэффициент извилистости рек
КМТ	- коэффициент мегатрециноватости
КНА	- коэффициент неотектонической активности
КЭР	- коэффициент суммарной эрозионной расчлененности рельефа
МАКС	- материалы аэро-космосъемки
ОПТП	- опасные техноприродные процессы
ПКП	- Предуральский краевой прогиб
ПТС	- природно-технические системы
ЦУП	- Центрально-Уральское поднятие
ЧС	- чрезвычайные ситуации

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение закономерностей между новейшими тектоническими движениями и рельефом земной поверхности является общей задачей наук геологического и географического цикла: неотектоники, геодинамики, геоморфологии и ландшафтоведения, имеет важное теоретическое и прикладное значение для решения многих задач геоэкологии, гидрогеологии, инженерной геологии, рационального природопользования, минерагении, региональной и поисковой геологии для прогнозов геологических структур и процессов в литосфере, месторождений полезных ископаемых (нефть, газ, алмазы, золото, уран, полиметаллы, подземные воды и др.).

В связи с глобальными изменениями в мире экологической обстановки, негативным развитием чрезвычайных ситуаций, связанных с природными и природно-техногенными процессами, оценка геодинамической (неотектонической) активности территорий становится важной проблемой многих регионов.

Территория Пермского Приуралья и Урала – Пермский край является крупным административным регионом РФ с населением более 3 млн. человек, с площадью 160,6 тыс. км<sup>2</sup>, характеризуется большим разнообразием природных условий и ресурсов. В географическом отношении (часто именуется Уральским Прикамьем) относится к двум крупным физико-географическим комплексам: Русской равнине (где занимает около 80 %), и горному Уралу, вытянута с севера на юг на 600 км, с запада на восток – на 400 км. По условиям моделирования современной геодинамики и неотектоники территория является благоприятной благодаря широкому диапазону природно-геологических и техногенных обстановок, поэтому здесь отработана методика геодинамической оценки по широкому комплексу неотектонических показателей.

Основной целью и задачей исследований являлось изучение геодинамической активности территории на основе морфонеотектонического и

морфоструктурного анализ, неотектоническое картографирование и районирование с выделением активных геодинамических зон.

Результатом многолетних аэрокосмогеологических, неотектонических, структурно-геоморфологических, геоэкологических, инженерно-геологических исследований автора является настоящая монография, которая состоит из шести глав. В первой главе приводятся методические основы морфонеотектонического анализа «Морфонеотектоническая система оценки геодинамической активности». Во второй – систематизированы сведения о проведенных неотектонических и морфоструктурных исследованиях в Приуралье. В третьей – дается описание структурно-геологических условий, показаны особенности неотектонического развития. В четвертой – проведен детальный морфонеотектонический и морфоструктурный анализ по комплексу неотектонических показателей с их индивидуальным районированием. Пятая глава посвящена интегральной оценке неотектонической активности Приуралья и отдельных структур, закономерностям и характеристике активных геодинамических зон. В шестой главе проведено районирование по условиям развития опасных техноприродных процессов на основе оценки геодинамической активности и социально-техногенных факторов.

Книга адресована геологам, географам, экологам, природопользователям, а также будет полезна преподавателям, аспирантам и студентам вузов.



# 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОРФОНЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

## 1.1. Методологический подход к оценке неотектонической активности

Изучение неотектонической активности проводится научными направлениями, исследующих систему «рельеф – тектоническая структура» и реализуется в общей схеме исследований «современный рельеф – геоморфологические методы – геологические результаты». Главная идея – использование рельефа для построения геологических моделей. Данный вид исследований находится на стыке геологии (тектоники и неотектоники) и геоморфологии. При этом для решения геологических задач применяются геоморфологические методы – структурно-геоморфологические исследования.

Основной метод структурно-геоморфологических исследований – морфоструктурный анализ, задачей которого является расчленить суммарный результат эндогенных и экзогенных воздействий на рельеф и выделить в нем ведущее начало, т.е. процесс тектонической деформации земной поверхности и его морфологические проявления в виде формирования и развития, разнообразных морфоструктур (Герасимов, 1997). Узловым понятием морфоструктурного анализа является термин «морфоструктура». Этот термин пользуется широким употреблением, имеет многозначное понимание (существует более 20 определений). Здесь под «морфоструктурой» понимается определение И.П. Герасимова (1959, 1970) [24], как формы рельефа, отображающей особенности геологической структуры..., или формы земной поверхности, созданной тектоническими движениями в их взаимодействии с факторами денудации и аккумуляции. Близким к этому понятию является понятие – «неотектоническая структура» (по В.А. Обручеву, 1947), или «новейшая тектоническая структура» (по Н.И. Николаеву, 1962) – «...структура, явно или скрыто выраженная в рельефе». Третье узловое понятие – «неотектоническая форма» – структурная форма, выделенная по

геоморфологическим признакам (Уфимцев, 1984) [135] при неотектоническом (морфонеотектоническом) анализе. Принимая во внимание эти основные понятия, на наш взгляд, неотектоническое районирование по крупным и средним морфоструктурам целесообразно проводить на геоморфологической (морфоструктурной) основе, а мелкие или локальные неотектонические структуры выделять по неотектоническим формам (с использованием геоморфологических, неотектонических и морфометрических показателей).

В настоящее время существует большое количество методов и способов морфоструктурного анализа, морфометрических и картометрических построений (Философов, 1960, 1975; Берлянт, 1966; Гольбрайх и др., 1968; Шапошников, 1973; Волчанская и др., 1975, 1990; Уфимцев, 1984; Якименко, 1990 и др.) [1, 2, 7-10, 12, 14, 16-18, 20, 27-28, 83, 89, 94, 99-101, 116-120, 122-125, 132, 135-138, 141-150]. Набор тех или иных наборов методов и способов обычно выбирается исходя из целей и задач исследований. Наиболее разработаны методики по выявлению новейших тектонических структур, служащих чаще всего индикаторами глубинных поднятий, которые имеют особенную значимость для нефтегазопромысловых работ. Стандартной методики морфоструктурного и морфонеотектонического анализа для оценки неотектонической активности пока не существует.

На основе теоретических предпосылок морфоструктурного и морфонеотектонического анализа (прямая зависимость расчлененности рельефа, аномальных уклонов продольных профилей рек от активности неотектонических движений; повышенная трещиноватость и уменьшение коэффициента извилистости рек на поднятиях), которые базируются на разработках В.П. Философова (1960, 1975) [136, 137], И.Г. Гольбрайха, В.В. Забалуева, А.Н. Ласточкина (1968) [100], Г.Ф. Уфимцева (1984) [135], Э.Л. Якименко (1990) [150], и др., а также авторских исследований (Копылов, 1983, 1997, 1998, 1999) разработана специальная методика – **«Морфометрическая система оценки неотектонической активности по способу равнозначных градаций»** [50, 52, 53, 64]. Сущность этой методики

заключается в системном подходе к комплексу морфометрических показателей, полученных путем структурно-геоморфологических построений, основным приемом, которых, является графическое разложение на составные части рельефа, изображенного на топографических картах и структурное дешифрирование аэрокосмоснимков. Поскольку, рельеф – это сложная система, его тектоническая оценка может быть дана только с помощью интегрального показателя, который мы называем коэффициентом неотектонической активности (КНА), рассчитанный способом равнозначных градаций морфометрических показателей. Выделенные образования на карте неотектонической активности являются одновременно морфоструктурами и неотектоническими формами – результатом отражения взаимосвязи и взаимодействия рельефа и неотектоники.

В современном понимании эту методическую систему более целесообразно называть **«Морфонеотектонической системой оценки геодинамической активности»**, поскольку она охватывает больший спектр показателей (помимо морфометрических, еще данные ДЗЗ и оценочные геологические параметры) и направлена на решения более обширного круга задач [37-40, 51, 54, 57, 66, 69, 71, 72, 75, 76, 81, 86].

## **1.2. Морфометрическая система оценки неотектонической активности по способу равнозначных градаций**

Методика морфонеотектонического анализа заключалась в следующем. На первом этапе анализировались топокарты, аэрокосмоснимки, строились вспомогательные схемы. На втором этапе строились четыре исходные схемы: коэффициентов – извилистости рек, аномальных уклонов продольных профилей рек, суммарной эрозионной расчлененности рельефа и мегатрещиноватости. На третьем этапе проводилась графо-математическая интерпретация результатов и построение результирующей схемы равнозначных градаций морфометрических показателей в изолиниях. На четвертом этапе

выполнялось построение карты неотектонической активности, разработка ее легенды. На заключительном этапе проводился анализ результирующей карты (неотектоническое районирование), оценка степени неотектонической активности локальных объектов (структур и участков), выделение геодинамических активных и стабильных зон, сопоставление их с геохимическими, геофизическими и гидрогеологическими полями. Работы проводились в следующей последовательности:

**I этап – подготовительный:**

1). Анализ топокарт, аэрокомоснимков и априорных материалов.

В качестве основных «рабочих» материалов для морфонеотектонического анализа регионального уровня – масштаба 1: 500 000 приняты топокарты и КС масштаба 1:100 000.

2). Построение вспомогательных схем.

Карта порядков рек масштаба 1:500 000. Построение карты проводилось по методу Р. Хортона (1948), отсчет порядков рек в речных системах проводился сверху вниз с учетом правила В.П. Философова и Н.А. Ржаницына, (1960), учитывающего гидрологические характеристики речных бассейнов. На территории Пермского края вся речная сеть, отображенная на топокартах масштаба 1:100 000, проклассифицирована, выделено 9 порядков рек. Составлена цифровая модель карты порядков рек с атрибутивными данными.

Карта базисной поверхности масштаба 1:500 000 – выполнялась с целью установления величины новейших тектонических движений. Построение карты проводилось по методике В.П. Философова (1960), заключающейся в формализованной рисовке рельефа путем сечения его горизонтальными плоскостями через одновысотные отметки однопорядковых долин. Составлена карта базисной поверхности по рекам 3 и более высокого порядков, отвечающая региональному уровню распространения суммарных амплитуд новейших поднятий.

Схема оценочных участков (квадратов) масштаба 1:500 000 – подготовка расчетной основы всех морфометрических карт масштаба 1:500 000

выполнялась следующим образом. Административная карта масштаба 1:500 000 делилась на элементарные квадраты. Наиболее оптимальным «рабочим сечением» для данного масштаба принят квадрат со стороной 1,6 см (8x8 км на местности, кондиция – 1 точка на площадь 64 км<sup>2</sup>). Для удобства расчетов и точности построений использована сетка топопланшетов масштаба 1:200 000, переведенная на карту масштаба 1:500 000. Всего на карте Пермского края выделено 2512 оценочных участков – квадратов.

## **II этап – построение четырех базовых карт:**

### 1). Карта коэффициента извилистости рек (КИР).

КИР определяется, как отношение длины спрямленного участка русла ( $L_1$ ) к реальной фактической его длине ( $L_f$ ) между заданными точками (по И.Г. Гольбрайху, В.В. Забалуеву, А.И. Ласточкину и др., 1968) и является величиной обратно пропорциональной степени извилистости русел.

$$\text{КИР} = L_1 / L_f$$

Все водотоки в границах Пермского края (обозначенные на топокартах масштаба 1:100 000) были разделены на прямые участки 10 км, для которых курвиметром были измерены фактические длины. Рассчитанное значение КИР относилось к центру прямого участка. Далее были установлены статистические параметры КИР для каждой выборки из 9 порядков рек. Проведено построение КИР с учетом баллов статистического распределения по нормированному значению.

### 2). Карта коэффициента аномальных уклонов продольных профилей рек (КАУ).

КАУ определялся, для тех же участков рек и расчетных точек, что и КИР как отношение разницы абсолютных отметок рельефа местности ( $H_{\text{верх.}}$  –  $H_{\text{ниж.}}$ ) к фактической его длине ( $L_f$ ).

$$\text{КАУ} = H_{\text{верх.}} - H_{\text{ниж.}} / L_f$$

Операции по обработке данных и построению карт КАУ проводились аналогично построению карт КИР.

3). Карта коэффициента суммарной эрозионной расчлененности рельефа (КЭР). Существует много способов изучения и оценки расчлененности рельефа (Философов, 1960; Полканова, 1966; Рейнин и др., 1968; Шапошников, 1973; Якименко, 1990 и др.) [136-138, 142, 149, 150], как отдельно вертикальной (энергии рельефа) и горизонтальной (густота гидросети), так и общей или суммарной расчлененности рельефа. Количественные показатели глубины и густоты расчлененности рельефа применяются для определения характера тектонических движений, суммарная расчлененность рельефа считается наиболее объективным показателем. Расчет КЭР нами производился с учетом вертикальной и горизонтальной расчлененности. За вертикальное расчленение принималась величина размаха рельефа в метрах ( $H_{max} - H_{min}$ ) на квадрат  $8 \times 8$  км ( $S=64$  км<sup>2</sup>). За горизонтальное расчленение принималась сумма длин тальвегов всех водотоков и суходолов ( $L_r$ ) в километрах по топокартам масштаба 1:100 000.

$$КЭР = L_r \cdot (H_{max} - H_{min}) / S$$

Значения КЭР относились к центру квадрата и по ним строились карты распределения в изолиниях с учетом баллов статистического распределения.

4). Карта коэффициента мегатрещиноватости (КМТ). Существуют различные способы изучения мегатрещиноватости – по их количеству, суммарной длины на определенных участках, по густоте пересечений линеаментов, различные диаграммы и мультипликативные способы. Здесь применялось несколько способов, но основным расчетным был принят метод определения суммарной протяженности мегатрещин. Проводилось структурное дешифрирование территории по КС масштаба 1:100 000 с выделением всех возможных линеаментов (спрямленных участков гидросети, рельефа, петрографических и ландшафтных границ и др.). В квадратах  $8 \times 8$  км ( $S=64$  км<sup>2</sup>) измерялась длина линеаментов (преимущественно от 1-5 до 10-20) в километрах ( $L_m$ ).

$$КМТ = L_m / S$$

Значения КМТ относились к центру квадрата и по ним строились карты распределения в изолиниях с учетом баллов статистического распределения.

При анализе мегатрещиноватости важное значение имеет качественное и количественное изучение ориентировки мегатрещин по различным районам территории, которая несет в себе информацию о тектонических структурах. По карте фактического материала мегатрещиноватости измерялись простирания мегатрещин (с интервалом  $15^\circ$ ) в пределах топопланшетов масштаба 1:100 000, данные обобщались для изучаемых районов и строились графики-диаграммы распределения мегатрещиноватости с помощью статистических программ MS Excel.

### **III этап – графо-математическая интерпретация результатов.**

Выполнялись следующие операции:

1). Приведение к условиям однородной среды. Фактические данные по картам КИР и КАУ были получены расчетом по рекам различных порядков, отражающих различные стадии их развития и различную неотектоническую активность. Поэтому этот фактор должен учитываться. Фактические расчетные данные нормировались путем деления их на среднее значение, рассчитанное для каждой выборки из 9 порядков рек;

2). Осреднение в квадратах. Определялись средние нормированные значения КИР и КАУ в квадратах  $8 \times 8$  км ( $S=64$  км<sup>2</sup>), значения показателей относились к центрам квадратов;

3). Расчет морфометрических показателей в равнозначных градациях (баллах). Каждый морфометрический показатель КИР<sub>норм.</sub>, КАУ<sub>норм.</sub>, КЭР, КМТ ранжировался с учетом статистического распределения среднего арифметического ( $x$ ) и стандартного отклонения ( $s$ ) по 6 градациям (баллам): 1 балл – менее ( $x-s$ ); 2 балл – от ( $x-s$ ) до  $x$ ; 3 балл – от  $x$  до ( $x+s$ ); 4 балл – от ( $x+s$ ) до ( $x+2s$ ); 5 балл – от ( $x+2s$ ) до ( $x+3s$ ); 6 балл – более ( $x+3s$ );

4). Расчет общего суммарного балла. Суммарный балл по каждому морфометрическому показателю КИР<sub>норм.</sub>, КАУ<sub>норм.</sub>, КЭР, КМТ в каждой точке центра квадратов (2512 точек) суммировался.

$$\text{КНА} = \text{КИР} + \text{КАУ} + \text{КЭР} + \text{КМТ}$$

Полученный расчетный показатель представляет собой коэффициент неотектонической активности (КНА);

5). Ранжирование КНА по баллам с учетом статистических распределений. Проводилось аналогично расчету баллов по другим морфометрическим показателям. Установлены 6 градациям (баллам): 1 балл – менее  $(x-s)$ ; 2 балл – от  $(x-s)$  до  $x$ ; 3 балл – от  $x$  до  $(x+s)$ ; 4 балл – от  $(x+s)$  до  $(x+2s)$ ; 5 балл – от  $(x+2s)$  до  $(x+3s)$ ; 6 балл – более  $(x+3s)$ . При расчете  $x=10,1$  и  $s=2,2$ , получены градации: 4-7; 8-9; 10-12.; 13-14; 15-17; 18-19 баллов.

б). Построение схемы КНА равнозначных градаций морфометрических показателей. Проводилось в изолиниях с учетом баллов статистического распределения.

**IV этап – построение карты неотектонической активности, разработка ее легенды.** Построение других основных и дополнительных карт.

Карта фактического материала по морфоструктурному и морфонеотектоническому анализу Пермского края отображает следующие элементы:

- расчетные неотектонические показатели: точки базовых морфометрических показателей (КИР, КАУ, КЭР, КМТ) и их значения; фактические точки наблюдений (измерений) КИР и КАУ.
- реки, ранжированные по порядкам (карта порядков рек) – показаны цветом.

#### Карта неотектонической активности масштаба 1:500 000

Карта построена по авторской методике по равнозначным градациям морфометрических показателей (КИР, КАУ, КЭР, КМТ). Она отражает условную степень активности современных и новейших движений земной коры, отраженных в современном рельефе. Опыт исследований показывает, что проведя ранжирование КНА на 6 градаций с учетом баллов статистического распределения по их интенсивности, вполне уверенно предполагается, что они



отражают соответственно различную степень неотектонической активности (от условно стабильной до условно чрезвычайно высокоактивной).

Разработана следующая легенда карты неотектонической активности, состоящая из нескольких блоков.

В основе легенды карты неотектонической активности лежит принцип оценки степени неотектонической активности по интенсивности проявления неотектонических движений в современном рельефе.

Первый блок легенды – геоморфолого-неотектоническое районирование на морфоструктурной основе, отображено в виде линий – границ таксонов с символьными обозначениями.

Второй блок легенды – основной, состоит из площадных объектов (участков неотектонической активности), контуры их показаны основным средством отображения информации – цветом (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Ранжирование неотектонической активности  
(основной блок легенды карты неотектонической активности)

Участки неотектонической активности			
Цвет контура	Статистическое распределение $x$ – среднее, $s$ – ст. отклонение	Суммарный балл коэффициента неотектонической активности КНА	Степень неотектонической активности
голубой	$< (x-s)$	4-7	очень низкая (стабильная)
зеленый	$(x-s) - x$	8-9	низкая (умеренно активная)
желтый	$x - (x+s)$	10-12	средняя (повышенная)
розовый	$(x+s) - (x+2s)$	13-14	активная
красный	$(x+2s) - (x+3s)$	15-17	высоко активная
коричневый	$> (x+3s)$	18-19	чрезвычайно высоко активная

Третий блок – линии суммарных амплитуд новейших поднятий (по изобазитам 3 и более высокого порядков рек) показаны изолиниями с сечением 50 и 100 м.

Четвертый блок – основные геодинамические зоны отображены в виде линий – границ с символьными обозначениями (в виду высокой загруженности карты вынесены на отдельную блок-схему). Приведен перечень крупных геодинамических активных зон.

Пятый блок (фактическая нагрузка): линейные объекты – линеаменты (выделенные по дешифрированию КС) показаны специальными линиями. Точечные объекты – расчетные точки КНА показаны символьными точками с указанием их значений. В виду высокой загруженности карты, данные элементы были вынесены на отдельные приложения – 1 и 3).

Шестой блок – ситуационная нагрузка (гидросеть, населенные пункты и др.) показана различными знаками и символами.

Зарамочное оформление включает: условные обозначения, дополнительные карты-схемы, табличные данные, угловой штамп графического приложения к отчету с информационными данными.

Карта геодинамических активных зон отображает следующие элементы:

– геодинамические активные и высокоактивные зоны, построенные аддитивным способом (наложением контуров активных блоков по базовым морфометрическим картам с учетом линеаментной тектоники). Выделены 17 крупных геодинамических активных зон, приведен их перечень.

– разрывные нарушения по геолого-геофизическим материалам; крупные линеаменты и мегатрещины по дешифрированию МАКС.

Дополнительными (блок базовых морфометрических карт) являются:

- карта коэффициента мегатрещиноватости,
- карта коэффициента горизонтальной расчлененности рельефа,
- карта коэффициента вертикальной расчлененности рельефа,
- карта коэффициента суммарной расчлененности рельефа,
- карта коэффициента аномальных уклонов продольных профилей рек,
- карта коэффициента извилистости рек.

Все перечисленные карты составлены и находятся на электронных носителях. Составлены каталоги морфометрических показателей [52, 64].

**V этап – анализ результирующей схемы равнозначных градаций морфометрических показателей.**

Проведено неотектоническое районирование, выделены геодинамические активные и стабильные зоны. Выполнена оценка степени неотектонической активности морфоструктур и отдельных участков. Проведено сопоставление геодинамических зон с геохимическими, геофизическими и гидрогеологическими полями [41].

### **1.3. Обработка данных с применением геоинформационного картографирования**

Геоинформационное картографирование проводилось программными средствами Arc View GIS и ArcGIS на платформе ESRI. Карты исполнялись путём векторизации растрового изображения, полученного при сканировании бумажного оригинала, трансформированного в требуемую координатную систему для корректировки дефектов бумажной основы и совмещения с атрибутивной базой данных. При построении изолиний значений параметров применялся модуль расширения Spatial Analyst. Для ввода, редактирования и анализа данных использовались программы MS Word и MS Excel. С помощью пакета анализа данных программы MS Excel были определены статистические параметры распределения, составлены каталоги данных.

Некоторые пространственные картографические модели по индивидуальным видам районирования территории создавались с использованием программы ArcGIS. Проводилось компьютерное космогеологическое дешифрирование цифровых космических снимков с выделением различно ориентированных линеаментов по характеру фотоизображения с обработкой плотности линеаментов в ГИС-технологиях.

Сопряжение разнородной информации и пространственное суммирование таксонов было выполнено с использованием Model Builder, который является составной частью Spatial Analyst. Векторные карты по всем информационным

блокам районирования преобразовывались в грид и методом оверлейного суммирования таксонов составлялись схемы индивидуального районирования. По такому же алгоритму составлялись интегральные схемы районирования.

Ситуационная нагрузка обеспечивалась электронными слоями гидросети, рельефа, населённых пунктов, автодорог. Использована топографическая цифровая модель листов О-39, О-40, Р-39, Р-40 Федеральной службы геодезии и картографии РФ (классификатор UNI VGM).

## 2. ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИЗУЧЕНИЯ НЕОТЕКТОНИКИ

Территория Пермского Приуралья и Урала по неотектоническим условиям до сих пор остается слабо изученной. Специальных исследований новейших и современных тектонических движений с использованием всех методов их изучения здесь практически не проводилось. Основная неотектоническая изученность на рассматриваемой территории связана с проведением специализированных структурно-геоморфологических, морфоструктурных, морфометрических методов, которые выполнялись с целями поисков месторождений полезных ископаемых, изучения структурно-тектонического плана территории, региональных геологосъемочных и гидрогеологических работ, оценки экзогенных геологических процессов, которые выполнялись на локальных площадях.

К первым работам по неотектонике в связи с изучением рельефа и четвертичных отложений Урала и Приуралья можно отнести работы В.А. Варсанюфьевой (1932), Д.В. Борисевича (1948, 1954), которые отмечали лишь общий сводовый характер новейших поднятий. Одной из первых региональных обобщающих работ является составление в 1959г. карты новейшей тектоники СССР масштаба 1:5 000 000, под общей редакцией Н.И. Николаева и С.С. Шульца. По ней Пермский край входит в состав: 1) Русской плиты, характеризующейся относительно слабыми дифференцированными, участками унаследованными новейшими движениями и 2) орогенной области Урала со сводовыми и сводово-глыбовыми поднятиями.

В монографии «Геология СССР, т. XII, ч. I, кн. 2, М., 1969» [22, 23], приведена схема новейшей тектоники Урала масштаба 1:5 000 000, составленная В.П. Трифионовым [133], а также схема неотектонического районирования Урала, составленная им же с использованием материалов Н.Н. Будановой, А.П. Сигова, В.А. Сигова, Л.Е. Стороженко и др. Отрицательным структурным элементам (Предуральский прогиб, Верхнекамская впадина и др.) отвечают менее интенсивные положительные

движения и образование понижений в рельефе, иногда с накоплением мощных толщ неоген-четвертичных отложений (Усть-Ылычская впадина, заполненная ледниковыми и межледниковыми отложениями и Верхнекамская впадина с толщей озерно-аллювиальных осадков до 150 м, а также продолжение последней в низовьях Колвы и Вишеры). Суммарная величина поднятий большинства структур составляют от 100 до 200 м, и 300-350 м – на Уфимском поднятии. Для определения амплитуд новейших движений было использовано несколько методов: сопоставление мощностей неоген-четвертичных отложений и их современного гипсометрического положения по отношению к уровню океана, который условно принят равным его уровню в конце олигоцена; анализ величины современного вреза речных долин с учетом данных о толщине, возрасте и фациях новейших отложений; анализ высотного положения комплекса речных террас по отношению к руслам и поймам рек, преимущественно для равнинных областей; сопоставление современного положения продольных профилей речных террас с реставрированным продольным профилем олигоценовых артерий, главным базисом которых был принят уровень Северного Ледовитого океана (для горных зон); анализ данных о неравновесных участках речных долин, о деформациях террасовых уровней и пр.

В период 60-90 гг. XX в. значительное внимание изучению геоморфолого-неотектоническим условиям уделено в тематических работах Пермского госуниверситета, особенно в работах Г.А. Максимовича [92, 93], Б.С. Лунева (1959, 1960, 1963, 1967) [90, 91], и Л.А. Шимановского (1964, 1981, 1983, 1987, 1988) [144-148] и других работах [11, 30, 35, 84, 95, 125-131]. Для Среднего Прикамья Б.С. Лунев выделяет 3 ритма неотектонических колебаний - в начале древнечетвертичной, среднечетвертичной и верхнечетвертичной эпох. Амплитуда колебаний соответственно составила 30-40, 15-20, 10-20 м. Наличие комплекса эрозионно-аккумулятивных террас в долине р. Камы свидетельствуют об общем поднятии территории. Для южной части Предуралья характерна унаследованность древних структурных элементов: положительным

структурам отвечают новейшие поднятия, формирующие в рельефе плато и возвышенности. Л.А. Шимановским и О.Л. Алексеевой в 1988 г. [148] построена карта новейших движений Пермской области с учетом данных В.П. Трифонова (1969), Л.Н. Спирина (1973) [126], Н.И. Николаева (1977). На ней показаны изолинии амплитуд новейших движений, которые и принимались за границы новейших структур-областей, сводов, впадин, локальных поднятий и понижений. Часть структур, ввиду мелкомасштабности исходных карт, не показана. К таким структурам относятся валы Верхнекамской впадины и Башкирского сводов, характеризующиеся унаследованными движениями новейшего времени, а также валы и участки седловин Предуральяского прогиба. Этими же авторами изучены факторы и особенности формирования рельефа, проведены морфометрические исследования. Б.М. Осовецкий, Р.Г. Ибламинов, Л.А. Шимановский и др. (1990) при оценке состояния природных условий и ресурсов Пермской области выделили 5 неотектонических районов с различными амплитудами современных тектонических движений (0-100, 100-200, 200-300, 300-500, 500-700 м и более), которые определяют развитие прямого унаследованного рельефа, образование нескольких денудационных уровней.

Неотектонические условия территории рассматриваются геологами и геоморфологами при неотектоническом картировании крупных частей земной коры – Урала и Русской платформы. В 1976 г. была создана карта новейшей тектоники Урала и Приуралья масштаба 1:1 000 000 под редакцией А.П. Сигова и А.П. Рождественского. Авторы карты придерживаются мнения, что область испытывает дифференцированные поднятия. Урал и крупные неотектонические структуры Предуралья поднимаются, т.к. Верхнекамская впадина, Юрюзанно-Вишерское понижение и др. неотектонические впадины, депрессии, понижения являются областями относительного современного опускания. В 1983 г. составлена карта геолого-неотектонического районирования Нечерноземной зоны РСФСР (за исключением горной части Урала) масштаба 1:1 500 000, выполненная большим коллективом ученых вузов и отраслевых институтов

страны под руководством В.И. Бабака и Н.И. Николаева [6]. Проведенные неотектонические исследования указывают на блоковый характер глубинного строения рассмотренной территории.

Значительный вклад в изучение неотектоники Западного Приуралья и Урала внесли морфоструктурные и аэрогеологические исследования в организациях нефтяного и геологосъемочного профиля. Как известно, движения нетектонического этапа оказали существенное влияние на перестройку структуры земной коры, и в частности, фундамента и осадочного чехла, а также на преобразование залежей нефти и газа. Поэтому многие работы по неотектонике используются при поисках нефти в Пермском крае. Это карта новейших деформаций осадочного чехла нефтегазоносных областей Европейской части СССР (Горелов, Розанов, 1973), неотектоническая схема масштаба 1:1 000 000 (Л.Н. Спирин, 1983), неотектоническая схема с элементами блоковой тектоники Пермской области масштаба 1:1 000 000 (Ю.А. Ильиных и др.), карта неотектонических блоковых структур Пермского Приуралья масштаба 1:500 000 (И.С. Копылов, 2006), Отчетливое блоково-дифференцированное развитие новейших тектонических структур выявлено при выполнении региональных (масштаб 1:1 100 000-500 000) и крупномасштабных (масштаб 1:25 000-50 000) аэрокосмогеологических исследований (АКГИ) в разные годы выполненных, КО ВНИГНИ, ГПК ПО Пермнефть, ПермНИПИнефть (Е.И. Вохмянина, И.И. Черткова, В.З. Хурсик, В.М. Коняев, Ю.А. Ильиных, С.Т. Шитин, Н.Я. Быков, И.С. Копылов и др.). Эти исследования охватывают различные районы Пермского края, в основном в равнинной ее части. Изучение новейшей структуры осадочного чехла дистанционными методами показало, что системы линеаментов, ограничивающих современные блоковые структуры, наследуют положение и простирание разломов фундамента байкальского (диагональная система простираний) и герцинского (широтно-меридиональная система простираний) этапов. Исследованиями С.Т. Шитина и др. (1983ф) отмечена существенная роль широтно-меридиональной сети линеаментов. Более отчетливо проявление



северо-западной и северо-восточной ориентировки новейших блоковых структур осадочного чехла выявлено при региональных (Гацков и др., 1982ф; Пономарева и др., 1985ф, Копылов, 2010ф) и детальных (Гацков и др., 1990ф, Ильиных, 1992ф, Быков, 2005ф) АКГИ. Было показано, что линейные системы мелких блоковых структур ограничены линеаментами, совпадающими с протяженными линейными депрессиями северо-западного, субмеридионального и северо-восточного простираний. Эти данные с учетом результатов бурения и разведочной геофизики позволили наметить основные черты строения осадочного чехла и основные направления поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Важную роль в оценке современных движений земной коры являются геофизические исследования по изучению сейсмичности и геодезические исследования повторных нивелировок. Горным институтом УрО РАН под руководством А.А. Маловичко проведена работа по оценке природной и техногенной сейсмичности и прогнозу сейсмической опасности для территорий Западного Урала. Территория Среднего Урала относится к наивысшей (для Европейской части территории России) сейсмической активности, где возможны 8-ми балльные землетрясения. Сведений и материалов повторных нивелировок, отражающих современные вертикальные движения земной коры в Приуралье крайне мало. Поэтому нельзя обоснованно говорить о характере неотектонических движений по этим данным.

Морфометрические методы и морфоструктурный анализ с целью оценки структурного плана территорий на основе закономерностей между новейшими тектоническими движениями и рельефом земной поверхности применяются в Приуралье более 60 лет. Особенно широко они применялись при поисках нефти и газа, для гидрогеологических и инженерно-геологических целей, а также для решения прикладных задач при поисках месторождений полезных ископаемых (материалы ПО «Пермнефть», Пермский госуниверситет, ФГУП «Геокарта», ГПП «Запуралгидрогеология» и др.), сведения о которых содержатся в многочисленных публикациях и отчетах. Основной материал по этим работам

(включая анализ междуречных пространств, крутизну склонов, густоту речной сети, расчлененность рельефа) обобщен Л.А. Шимановским и О.Л. Алексеевой (1981, 1987, 1988); выполнены структурно-геоморфологические построения, отвечающие масштабу 1:2 000 000 (1 расчетная точка на 20x20 км). И.С. Копыловым (1981, 2004) выполнены морфометрические построения, отвечающие масштабу 1:600 000 (1 расчетная точка на 8x8 км).

Изучение мегатрещиноватости территории проводилось В.Г. Гацковым, Н.Я. Быковым и др. (1994-2004), Л.П. Нельзиным и др. (1992), И.С. Копыловым (1999-2004). Л.П. Нельзин и др. на основе анализа мегатрещиноватости построил структурно тектоническую схему среднего и верхнего бассейна р. Камы в масштабе 1:1 000 000. Аналогичные построения выполнялись В.Г. Гацковым и др. в масштабе 1:1 000 000 (1 расчетная точка на 20x20 км) Принципиальных расхождений в этих схемах нет.

В 2004 г. Геоэкологической партией ФГУП «Геокарта-Пермь» под руководством И.С. Копылова выполнена комплексная оценка неотектонической активности Пермской области (края) с многоцелевым назначением – для структурно-тектонических, геодинамических, геоэкологических и минерагенических построений при проведении ГДП-200, ГК-1000 и поисковых работ [64]. Впервые была применена методика системного анализа по способу «равнозначных градаций» морфометрических показателей. Проведено неотектоническое районирование с ранжированием на 6 градаций (от условно стабильной до чрезвычайно высокой степени). В 2006 г. И.С. Копыловым неотектонические исследования с нефтегазовой специализацией были развиты в ООО «ПермНИПИнефть» при проведении работ по составлению карты неотектонических блоковых структур Пермского Приуралья масштаба 1:500 000 [65], где была также впервые составлена карта геодинамических активных зон Пермского Приуралья масштаба 1:500 000. Материалы всех этих исследований легли в основу написания представленной монографии.

В настоящее время неотектонические и геодинамические исследования

автором развиваются в Пермском национальном исследовательском университете на основе проведения многоцелевых аэрокосмогеологических исследований с дешифрированием цифровых КС и обработкой данных в ГИС-технологиях. Составлены современные карты геодинамической активности Западного Урала, Приуралья, Тимана и других регионов [33, 37, 43, 47, 48, 54-56, 58, 59, 63, 65, 70, 72, 78, 82].

### **3. ОСОБЕННОСТИ НЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ГЕОМОРФОЛОГО-НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПЕРМСКОГО ПРИУРАЛЬЯ И УРАЛА**

#### **3.1. Основные особенности геологического строения**

Основы современных представлений о геологическом строении региона заложены в конце прошлого века А.П. Карпинским, обобщившим все геологические данные по Европейской России и впервые выделившим Русскую плиту и М.И. Горским (1939) предложившим первую схему тектонического строения Урала. В последующие годы это районирование было уточнено П.А. Софроницким (1955, 1969), И.Д. Соболевым (1969, 1977, 1979) [121] и другими исследователями. Изучением региона занимался огромный коллектив геологов, результатом коллективного труда которого явилось издание многотомных энциклопедических монографий, в том числе из них по территории Пермского края – «Геология СССР, т. XII, 1969» и «Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых, т. 1. Русская платформа, 1985» [21-23]. В последние 20-25 лет, представление о геологическом строении региона значительно расширилось, благодаря буровым, геофизическим, геолого-съёмочным, дистанционным и аналитическим работам, а также новым технологиям обработки информации [13, 19, 26, 31-33, 96, 107, 108, 110-112, 114, 115, 134, 139, 140]. Однако, несмотря на большое количество производственных и тематических работ, различных публикаций по стратиграфии, тектонике, магматизму и другим вопросам геологии, геологическое строение Пермского края нельзя считать хорошо изученным, поскольку изучение очень неравномерное. Северная и восточная части области очень слабо изучены глубоким бурением, значительная часть территории требует проведения среднемасштабного геологического картирования. В последние годы выдвигаются новые геологические гипотезы, разрабатываются теории, в том числе тектоника плит

и глобальная геодинамика, которые могут в корне изменить существующие взгляды на геологическое строение этого региона.

В настоящее время на Западном Урале и Приуралье при изучении геологического строения и ресурсов полезных ископаемых сложились две основные школы, развивающиеся в рамках отраслей геологии – региональной и нефтяной геологии. Поэтому в структурно-тектоническом районировании Пермского края также существуют два подхода, на основе которых разработаны две основные структурно-тектонические схемы. Обе они на наш взгляд отражают основные черты геологического строения территории на уровне современной изученности, с учетом отдельных особенностей. Первая из них – тектоническая карта Урала масштаба 1:1 000 000 под редакцией И.Д. Соболева, 1983 и развивающая ее – структурно-тектоническая схема районирования территории Пермской серии листов – коллектива авторов ПГГСП «Геокарта», 2000, имеет более глобальный характер и затрагивает более глубокие структуры литосферы подробнее характеризует горно-складчатую область Урала. Вторая – структурно-тектоническая схема Пермского Приуралья, созданная коллективом геологов-нефтяников (ПермНИПИнефть, 1979-2018), более детально характеризует платформенную часть. Краткое описание геологического строения проводится на основе этих тектонических схем, с учетом материалов работ П.А. Софроницкого (1969, 1991), И.Д. Соболева (1977, 1979, 1983), Р.О. Хачатряна (1979), институтов КамНИИКИГС (В.М. Проворов и др.), ПермНИПИнефть (Ю.А. Жуков и др.), Пермского госуниверситета (Б.М. Осовецкий, Б.С. Лунев, Р.Г. Ибламинов, Л.А. Шимановский и др.), ФГУП «Геокарта-Пермь» (Б.К. Ушков, Л.П. Нельзин, Г.Г. Морозов и др.). В основу стратиграфического расчленения и сопоставления отложений, выходящих на поверхность, принята легенда Пермской серии листов государственной геологической съемки масштаба 1:200 000 (Леонова-Вендровская, Морозов, (Леонова-Вендровская, Морозов, Черткова, Зильберман, 2000ф).

В тектоническом отношении территория Пермского края располагается

на стыке двух крупнейших геологических систем – Восточно-Европейской или Русской платформы (восточная окраина Русской плиты с южным фрагментом Тиманской плиты) и Уральской герцинской складчатой области. Характерно меридиональное зональное залегание – западная и центральная части территории находятся на восточной окраине Русской плиты, которая к востоку сменяется зоной Предуральского краевого прогиба, переходящего в Западно-Уральскую зону складчатости и Центрально-Уральское поднятие. Внутренняя структура платформенного чехла в своих главных чертах формировалась согласно с основными элементами погребенного рельефа фундамента.

Русская плита на рассматриваемой территории представляет собой северо-восточную часть крупной надпорядковой структуры – Волго-Уральской антеклизы. Тиманская плита занимает небольшую юго-восточную часть Тиманской антеклизы (Вычегодско-Колвинский мегавал) с Предтиманским прогибом. В строении Русской плиты выделяются два структурных этажа: древний кристаллический фундамент архейско-нижнепротерозойского возраста (карельский, с возрастом более 1,6 млрд. лет) и субгоризонтально залегающий на нем осадочный чехол верхнепротерозойских, палеозойских отложений. Фундамент слагают гнейсы, гранито-гнейсы, кристаллические сланцы и амфиболиты, залегает на отметках от –1650 м на северо-западе области (скважина Усть-Черная), и –2852 м (Кудымкарская скважина) до –8000 м в Предуральском прогибе. На северо-востоке (с.Ксенофнтово) выступает на поверхность, где представлен верхнепротерозойскими (байкальскими) метаморфизованными кварцитовидными песчаниками, глинистыми сланцами, известняками, доломитами. Поверхность фундамента характеризуется наличием выступов и впадин и в целом погружается к северу и востоку.

Осадочный чехол, перекрывающий фундамент, состоит из малоизмененных осадочных пород различного возраста – от верхнего протерозоя до кайнозоя включительно. В основании платформенного чехла залегают красноцветные терригенные отложения рифея и венда, выше по разрезу залегают карбонатные и терригенно-карбонатные породы среднего и

верхнего девона, карбонатные и терригенно-карбонатные породы карбона, карбонатные – нижней перми, терригенные - верхней перми, триаса и юры. Большую часть территории Русской плиты занимают континентальные породы верхнего отдела пермской системы, на северо-западе распространены отложения мезозоя. Толщина осадочного чехла составляет 1,5-5 км.

Палеозойские отложения характеризуются сложным внутренним структурным планом. На фоне общего субгоризонтального залегания отложений, развиты весьма пологие положительные и отрицательные округлые структуры: мегасводы, своды, мегавпадины и впадины. На фоне этих крупных структур развиты узкие и вытянутые валы и депрессии, которые в свою очередь осложнены мелкими куполами, брахиантиклиналями и мульдами. Волго-Уральская антеклиза в пределах Пермского края подразделена на три части – Верхнекамскую мегавпадину, Камско-Башкирский мегасвод и юго-восточный склон. В платформенной части региона выделено несколько тектонических элементов I порядка: Камский, Пермский, Башкирский своды, Ракшинская седловина, Верхнекамская, Висимская, Бымско-Кунгурская впадины; вместе с прогибом – 41 положительная структура II порядка и более 600 локальных поднятий [4, 70].

Предуральский краевой прогиб (ПКП) представляет собой крупную региональную синклиналиную структуру, отделяющую Русскую плиту от Уральской складчатой области. В процессе развития ПКП смещался к западу, накладываясь на платформу, в результате чего границы между прогибом и сопредельными зонами нечеткие: западная граница проходит по системе глубинных разрывов, определенных по изменению гравиметрического поля; восточная – проводится по появлению крупных и крутых линейных складок Урала. ПКП характеризуется более глубоким залеганием фундамента (до 9 км и более), чем на платформе и складчатом Урале, наличием мощной толщи пород галогенной (карбонатно-сульфатно-соляной) формации кунгурского яруса и биогенных рифов артинского яруса пермской системы. В прогибе обнажаются в основном отложения нижнего отдела пермской системы, частично перекрытые

среднепермскими отложениями. В прогибе выделяются с севера на юг – Верхнепечерская, Соликамская и Юрюзано-Сылвинская депрессии, разделенные Колвинской и Косвинско-Чусовской седловинами.

Западно-Уральская внешняя зона складчатости (ЗУЗС) прилегает с востока к Предуральскому прогибу и протягивается с севера на юг вдоль всего западного склона Урала, представляет собой крупную моноклиналичную структуру с постепенной сменой с запада на восток относительно молодых палеозойских пород более древними. Распространены преимущественно терригенные и карбонатные породы девона, карбона и нижней перми. Ограниченное распространение имеют вендские, ордовикские и силурийские отложения. ЗУЗС сильно осложнена складчатыми формами, от крупных и сложных до мелких, элементарных, а также многочисленными мелкими разрывными нарушениями типа сбросов, надвигов крутых на востоке зоны и очень пологих на западе. В силурийских и ордовикских отложениях установлены относительно маломощные дайки диабазов и габбро-диабазов. По особенностям строения ЗУЗС подразделяется на западную и восточную подзоны, которые поперечной Полюдовской макроантиклиналью делятся на Вишерскую и Язьвинско-Айскую части (Софроницкий, 1969). По структурно-тектоническому районированию (Леонова-Вендровская, Морозов и др., 2000) ЗУЗС подразделяется на две части: северную – Щугорско-Вишерскую и южную – Кизеловско-Дружининскую структуры [29].

Центрально-Уральское поднятие (ЦУП) расположено на востоке Пермского края, в горной части Урала и представляет собой сложное антиклинальное сооружение, включающее крупные структуры II порядка: Ляпинско-Кутимский (Ляпинско-Исовский), Кваркушко-Каменногорский мегаантиклинорий и Улсовско-Висимский (Улсовско-Койвинский) мегасинклинорий (Леонова-Вендровская, Морозов и др., 2000), которые осложнены более мелкими складчатыми формами разных порядков и морфологии и множеством разрывных нарушений. Здесь распространены в основном древние метаморфизованные осадочные и вулканогенно-осадочные



породы рифея, венда и нижнего палеозоя. Они интенсивно дислоцированы и прорваны малыми интрузиями ультраосновных, основных и кислых магматических пород.

Большая часть территории Пермского края покрыта чехлом континентальных четвертичных отложений. Отложения четвертичной системы покрывают маломощным чехлом почти всю территорию, за исключением крутых скалистых склонов и вершин водоразделов, сложенных устойчивыми к выветриванию образованиями. По возрасту эти отложения относятся в основном к верхнему и современному отделам системы. По генетическим признакам выделяются следующие основные типы четвертичных отложений: аллювиальные, элювиальные, элювиально-делювиальные, делювиально-солифлюкационные, делювиально-гравитационные, гравитационные, озерно-болотные, флювиогляциальные, ледниковые, а также полигенетические.

Важнейшим событием в геологической истории рассматриваемой территории явился переход от геосинклинального к платформенному типу развития, который характеризовался общими, длительно проявляющимися поднятиями, дифференцированными в западной части, сопровождающимися расчленением, комплексной денудацией и выравниванием территории и сводово-блоковыми поднятиями – в восточной части. В последние годы было подтверждено и геологически обосновано представление о существенном влиянии на строение осадочного чехла платформы тектонических подвижек по глубоким разломам фундамента и сделан важный для последующего анализа рельефа и неотектоники вывод, о блоковом характере глубинных структур платформы, ее фундамента и чехла, очевидно отражающем слоисто-блоковое строение земной коры в целом (Бабак, Николаев, 1983) [6].

### **3.2. Особенности неотектонического развития**

История неотектонического развития. За начало неотектонического этапа в России и принята граница палеогенового и неогенового времени, хотя

некоторые исследователи за начальную фазу неотектонической активизации принимают средний олигоцен. Общей тенденцией тектонического развития Урала и его обрамления в неоген-четвертичном периоде является поднятие территории. Оно началось еще в олигоцене, обусловив регрессию палеогеновых морей, но более отчетливо проявилось в неогене. Горный Урал в пределах горноскладчатой области характеризуется устойчивыми слабо дифференцированными сводовыми поднятиями. Движения происходят, в основном, по разломам. В Предуралье поднятия имели колебательно-волновой характер и сменялись эпохами региональных или локальных опусканий. В определении характера новейших тектонических движений Урала существует несколько точек зрения. Одни авторы (В.А. Варсанофьева, Д.В. Борисевич) отмечают лишь общий сводовый характер новейших поднятий и отрицают, наличие дифференциальных подвижек особенно в горной части. Другие (В.П. Трифонов и др., 1969) отмечают существование региональных дифференциальных движений и их более сложный сводово-блоковый (сводово-глыбовый, ступенчато-сводовый) характер по зонам, как относительно молодых, так и омоложенных древних разломов, отмечают существование региональных дифференциальных движений. Последовательное поэтапное проявление и наложение этих зон и движений предопределило условия развития крупных новейших структур региона, характер рельефообразующих процессов, строение и состав кайнозойских отложений.

Различные точки зрения существуют на основные периоды неотектонического развития. Б.С. Лунев (1960) [90] по наличию комплекса эрозионно-аккумулятивных террас в долине р. Камы отмечает три ритма неотектонических движений: в начале древнечетвертичной, в начале среднечетвертичной и в начале позднечетвертичной эпох; амплитуды колебаний соответственно составляют 30-40 м, 15-25 м, 10-20 м. Л.Н. Спирин и В.А. Шмыров (1984) [129], выделяют несколько неотектонических фаз В начальную фазу (конец среднего олигоцена) существующий позднемезозой-палеогеновый пенеплен был приподнят до 100-150 м, расчленен глубокими

долинами. В позднем олигоцен-миоцене наметилась первичная дифференциация новейших движений и образовании субмеридиональных зон поднятий и относительных опусканий. В плиоцене субмеридиональная зональность сменяется субширотной, которая развивается в плейстоцене. К концу среднего плейстоцена завершился этап дифференцированных интенсивных новейших тектонических движений, в результате которого оформились основные неотектонические структуры. В позднем плейстоцене происходили относительно слабодифференцированные поднятия территории. В голоценовую фазу происходит обновление неотектонических дифференцированных движений, реконструкция неотектонических структур региона, которая носит унаследованный характер от плиоцен-плейстоценового режима. Голоценовые движения особенно отражаются на обновлении положительных морфоструктур – линейно-блоковых новейших зон поднятий. В.В. Обориным и И.С. Копыловым (2015) рассмотрена климатогеохронологическая история неоплейстоцена Пермского Предуралья и показана ее связь с неотектоническими движениями, трансгрессивными и регрессивными циклами [80, 106].

#### Современные тектонические движения, их связь с рельефом.

На территории Пермской области выделяется несколько неотектонических районов с различными амплитудами современных тектонических движений (Осовецкий, Ибламинов, Шимановский и др., 1990ф), которые определяют развитие прямого унаследованного рельефа, образование нескольких денудационных уровней.

1). Территории новейших поднятий от 0 до 100 м с относительными опусканиями в позднечетвертичное и голоценовое время, в геоструктурном отношении занимают подвижные части плит, вовлеченные в инверсионные дифференцированные опускания в различные этапы позднего неогена и четвертичного периода (низменности и цокольные равнины на севере области, покрытые чехлом ледниковых, водно-ледниковых, аллювиальных, озерно-аллювиальных отложений с абсолютными отметками до 150 м).

2). Территории новейших поднятий от 100 до 200 м, в геоструктурном отношении это устойчивые части плит, последовательно вовлекаемые в дифференцированные поднятия на протяжении позднего мезозоя и кайнозоя (высокие и низкие равнины на севере области в границах четвертичных оледенений, покрытые чехлом ледниковых отложений с абсолютными отметками до 200 м).

3). Территории новейших поднятий от 200 до 300 м, в геоструктурном отношении – это устойчивые части Русской плиты последовательно вовлекаемые в дифференцированные поднятия на протяжении позднего мезозоя и кайнозоя (платообразные возвышенности и высокие пластовые равнины на западе и юге Пермского края абсолютными отметками 250-400 м).

4). Территории новейших поднятий от 300 до 500 м, в геоструктурном отношении представляют собой выступы дислоцированных пород позднепротерозойского и палеозойского возраста с признаками унаследованных длительно проявляющихся (с начала палеозоя) поднятий с четкой выраженностью в рельефе тектонических блоков (плато и платообразные увалистые, холмисто-рядовые возвышенности с останцами мезозойских поверхностей выравнивания с абсолютными отметками 350-600 м, покрытые маломощным чехлом элювиально-делювиальных отложений).

5). Территории новейших поднятий 500-700 м и более, в геоструктурном отношении представляют собой глыбово-островные горы и платообразные массивы с останцами поверхностей выравнивания с абсолютными отметками до 1200 м и более, покрытые прерывистым маломощным чехлом элювиально-делювиальных отложений.

Необходимо отметить, что по геодезическим данным наблюдений повторного нивелирования на территории Пермского края (по картам современных вертикальных движений земной коры по геодезическим данным) за последние 80 лет, в целом отмечается повсеместно движение с отрицательным знаком от  $-1,8$  на Урале до  $-7,7$  в Предуралье, в долине р. Камы. Это указывает на сложную природу современных (голоценовых)

вертикальных движений, которые включают в себя волновые перемещения, в том числе коротко периодичные. Возможно, отрицательные движения объясняются малым числом данных повторного нивелирования на территории области и тем, что линии повторного нивелирования проходят преимущественно по понижениям рельефа и могут характеризовать локальную ситуацию.

#### Современная геодинамическая и сейсмическая активность.

Долгие годы сейсмическая активность Уральского региона недооценивалась и, как правило, Урал и Русская платформа относились к асейсмичным районам. Однако анализ исторических данных и сейсмологические наблюдения последних лет убедительно показывают обратное. Архивные документы свидетельствуют, что за прошлое столетие (с 1800 по 1900 гг.) землетрясения в 6 баллов были отмечены 5-6 раз. В этом столетии сейсмологические станции всего мира, включая и Уральскую обсерваторию в г. Екатеринбурге, неоднократно фиксировали события с магнитудой более 4 и бальностью свыше 6. На территории Пермского края с 1798 г. зафиксировано около 100 землетрясений. С начала 90-х годов начался новый период сейсмической активности, которые подтверждаются 3-6 балльными толчками, отмеченными в Кизеле и Соликамске. Гипоцентры землетрясений в большинстве случаев приурочены к верхней части земной коры до глубин 5-10,0 км. Последние сейсмособытия имели место 5 сентября 2018 г. на Южном Урале, в районе Катав-Ивановска; по данным Европейско-Средиземноморского сейсмологического центра, магнитуда толчков составила 5,5, гипоцентр – 10 км.

В настоящее время карта сейсмического районирования России, в том числе Урала изменена. По карте общего сейсмического районирования ОСР-2015 на территории Пермского края выделена зона 7 – балльной интенсивности землетрясений, приуроченная к разломно-блоковым структурам земной (выделена в восточной части области, включая верховья Вишеры, Яйвы, города Кизел, Пермь, Кунгур). Западнее ее выделена зона 6 – балльной сейсмичности,

на северо-западе выделена зона 5 – балльной сейсмичности.

Согласно исследованиям ведущей сейсмологической организации России - Института физики Земли (ИФЗ РАН г. Москва) на территории Среднего Урала (в пределах Пермского края и Свердловской области) выделяется область наивысшей (для Европейской части территории России) сейсмической активности. Выполненные расчеты показывают о возможности проявления в Западно-Уральском регионе 8 – балльных землетрясений, последствия которых могут быть особенно катастрофическими. Сейсмическая опасность этого региона особенно усиливается аномально высоким уровнем техногенной нагрузки.

### **3.3. Неотектоническое районирование на геоморфологической и морфоструктурной основе**

Общее неотектоническое районирование. На территорию Пермского края существуют несколько схем неотектонического районирования с выделением новейших структур и амплитуд современных тектонических движений (Николаев, Шульц, 1959; Трифонов, 1969; Спиринов, 1984; Сигов, 1976; Бабак, Николаев, 1983; Жуков, 1983; Шимановский, 1988; Ильиных, 1992; Леонова-Вендровская, Морозов, Черткова, 2000 и др.). Эти схемы характеризуются, как общностью, так и различием структурных построений, границ крупных и средних структур, наименований одних и тех же структур.

Согласно наиболее распространенной схеме неотектонического районирования (Трифонов, 1969), территория Пермского края расположена в пределах двух неотектонических областей – Предуралья (охватывает восточную окраину Русской платформы и Предуральский краевой прогиб) и Урала. Области подразделяются на ряд неотектонических районов. Предуралье включает следующие районы: Усть-Юлычская впадину, склоны впадины, Верхне-Камскую впадину, Пермское поднятие, Юрюзано-Вишерское понижение, Уфимское поднятие. Урал включает Западно-Уральскую ступень,

Северо-Уральский свод, Чусовское понижение. Выделено несколько локальных структур. Данная схема, ставшая давно уже классической, использована в последующих схемах неотектонического районирования, во многих работах геологической направленности, как для всей территории Пермского края, так и для отдельных районов (Е.И. Вохмянина, Л.А. Шимановский, О.Л. Алексеева, И.И. Черткова и др.). На наш взгляд, сейчас эта схема представляет лишь исторический интерес, она была составлена на основе изучения неотектоники обзорного уровня (масштаб 1:5 000 000). Распределение изобаз на основе которых были выделены новейшие поднятия и опускания соответствует действительности лишь в самом общем виде. Поскольку амплитуды изобаз завышены местами на 50-100 м, многие локальные и некоторые крупные структуры при более точном картировании базисной поверхности рек не отражаются на картах регионального уровня.

Схема неотектоническое районирования, выполненная Л.Н. Спириным (Жуков и др., 1983) на наш взгляд более верно для своего масштаба (масштаб 1:1 000 000) отражает неотектонические условия и распределение суммарных амплитуд неотектонических поднятий. На ней также традиционно выделены две неотектонические области – Русская равнина и Горный Урал. Неотектоническая область восточной окраины Русской равнины включает 7 районов: район умеренных сводовых поднятий Северных Увалов; район умеренных сводовых поднятий Верхнекамской возвышенности; район слабых и умеренных дифференцированных поднятий Среднекамской равнины, Прикамских низменностей и Оханской возвышенности; район умеренных и значительных дифференцированных поднятий Тулвинской возвышенности и Уфимского плато; район умеренных поднятий Тиманской гряды, район слабых и умеренных дифференцированных поднятий Приуральской равнины; район слабых поднятий Верхнепечерской низины. Неотектоническая область Горного Урала не дифференцирована.

Неотектоническое районирование на основе разломно-блоковой тектоники.

На территории Пермского края также выполнено неотектоническое районирование, отражающее блоково-тектоническое строение территории. В 1983г. составлена карта геолого-неотектонического районирования Нечерноземной зоны РСФСР (за исключением горной части Урала) масштаба 1:1 500 000, под редакцией В.И. Бабака и Н.И. Николаева [6]. В основу районирования положен единый структурный принцип деления территории независимо от ранга или классификационного уровня выделяемых подразделений, а именно выделение выраженных в рельефе, соподчиненных по размерности и происхождению, активных на новейшем этапе неотектонических структур разного ранга и глубины заложения – от материковых платформ и орогенов до локальных структур. В 1992 г. по материалам дешифрирования аэрокосмоснимков ГПК ПО «Пермнефть» Ю.А. Ильиных составил неотектоническую схему с элементами блоковой тектоники Пермского Приуралья масштаба 1:1 000 000. С нашими уточнениями и добавлениями эта схема выполнена при проведении работ по составлению геоэкологической карты Пермского края масштаба 1:500 000 (Копылов и др. 2000ф) [67] и далее была развита при составлении карты неотектонических блоковых структур. На ней выделяются: макроблоки и блоки, испытывающие воздымание 160-400, 350-700, 650 и более метров; эрозионно-тектонические и карстово-эрозионно-тектонические депрессии; блоки, испытывающие относительное опускание, отображены элементы динамики новейших тектонических движений – предполагаемые векторы коровых внутриплитных напряжений. Данные по изучению неотектоники в этих работах уточняют и детализируют развиваемое в настоящее время представление о геоблоках как основной форме делимости земной коры [4, 55, 65]. Авторы считают, что детализация неотектонического районирования на основе разломно-блоковой тектоники является крайне важным и перспективным направлением, необходимо развивать его с использованием современных технологий и материалов космического дешифрирования.



Геоморфолого-неотектоническое районирование на морфоструктурной основе [62, 64].

Для территории Пермского края предлагается следующее геоморфолого-неотектоническое районирование, которое проводится на геоморфологической и морфоструктурной основе с цифровой и буквенной индексацией (рис. 2.1):

**Страна - Восточно-Европейская равнина (А):**

***Восточно-Русская провинция (А-А):***

***Верхнекамская подпровинция (А-а):***

Область слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья (А-І):

Район умеренных сводовых поднятий Северных Увалов (А-І-1).

Район слабых дифференцированных поднятий Веслянской низины (А-І-2).

Район слабых дифференцированных поднятий Верхнекамской низменной равнины (А-І-3).

Район слабых дифференцированных поднятий Косинской низменной равнины (А-І-4).

***Камская подпровинция (А-б):***

Область слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (А-ІІ):

Район умеренных сводовых поднятий Верхнекамской возвышенности (А-ІІ-5).

Район умеренных сводовых поднятий Верхнекондаских Увалов (А-ІІ-6).

Район слабых дифференцированных поднятий Иньвенско-Обвинской низменной равнины (А-ІІ-7).

Район слабых и умеренных дифференцированных поднятий Верещагинско-Васильевских Увалов (А-ІІ-8).

Район слабых и умеренных дифференцированных поднятий Оханских Увалов (А-ІІ-9).

Район слабых дифференцированных поднятий Среднекамской низменной равнины (А-ІІ-10).

Район слабых и умеренных дифференцированных поднятий Осинской возвышенности (А-ІІ-11).

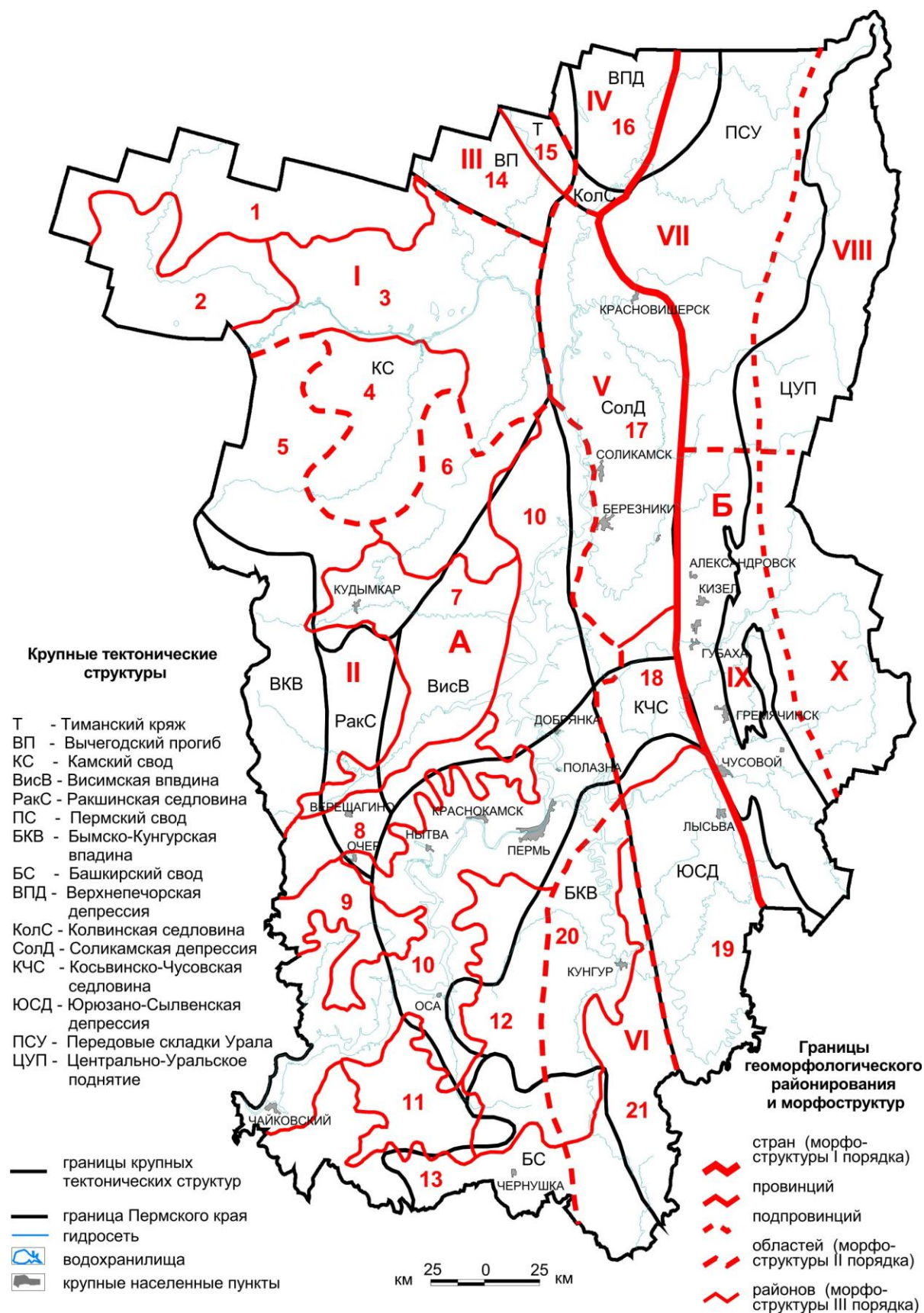


Рис. 2.1. Геоморфолого-неотектоническое районирование на морфоструктурной основе территории Пермского края [25, 62]

Район умеренных и значительных дифференцированных поднятий Тулвинской возвышенности (А-II-12).

Район слабых дифференцированных поднятий Буйской низменной равнины (А-II-13).

***Тиманская подпровинция (А-в):***

Область слабых и умеренных поднятий Тиманид (А-III):

Район слабых поднятий Кельтменской низины (А-III-14).

Район умеренных поднятий Тиманского кряжа (А-III-15).

Печерская подпровинция (А-г):

Область слабых и умеренных поднятий равнины Северного Предуралья (А-IV):

Район слабых и умеренных поднятий Колвинско-Вишерской возвышенной равнины (А-IV-16).

***Предуральская подпровинция (А-д):***

Область слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (А-V):

Район слабых и умеренных дифференцированных поднятий Соликамской равнины (А-V-17).

Район умеренных дифференцированных поднятий Колвинско-Чусовской возвышенности (А-V-18).

Район слабых и умеренных дифференцированных поднятий Лысьвенско-Толумбасской возвышенной равнины (А-V-19).

***Уфимская подпровинция (А-е):***

Область слабых и умеренных поднятий равнины Уфимского плато (А-VI):

Район слабых дифференцированных поднятий Иреньско-Сылвенской наклонной карстовой равнины (А-VI-20).

Район умеренных дифференцированных поднятий Уфимское плоскогорья и Сылвенского кряжа (А-VI-21).

**Страна - Уральские горы (Б):**

***Уральская провинция (Б-Б):***

***Северо-Уральская подпровинция (Б-а):***

Область значительных и сильных дифференцированных поднятий западного

склона Северного Урала (Б-а-VII).

Область сильных сводовых и сводово-глыбовых поднятий осевой части Северного Урала (Б-а-VIII).

***Средне-Уральская подпровинция (Б-б):***

Область значительных дифференцированных поднятий западного склона Среднего Урала (Б-б-IX).

Область сильных дифференцированных и сводовых поднятий осевой части Среднего Урала (Б-б-X).

## **4. МОРФОНЕОТЕКТОНИЧЕСКИЙ И МОРФОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ**

### **4.1. Анализ речной сети для оценки интенсивности новейших движений**

#### **4.1.1. Общая характеристика речной сети и ее связь с неотектоникой**

Анализ элементов гидросети (плановое очертание гидросети и речного русла, густота гидросети, асимметрия долин, ширина долин и речных террас, и др.) и системы орогидрографии в целом имеет важное значение для изучения неотектоники. Известно, что практически вся гидросеть связана с линейной трещиноватостью земной коры. Гидросеть наиболее чутко реагирует на новейшие и современные тектонические движения. Так в условиях положительных вертикальных движений река будет врезаться в коренные породы и тем удерживать свое русло на определенном уровне; в условиях опускания река аккумулирует наносы; при относительной стабильности земной коры происходит блуждание реки на ранее достигнутом уровне и перестилание аллювия. Плановый рисунок речных долин является важным критерием для выделения положительных структур. Конфигурация речной сети указывает на место расположения новейшего поднятия и позволяет в некоторых случаях определять его контуры. Однако отражение их в рисунке речных долин зависит от водности реки, наличия разломов и амплитуды новейшего поднятия. Поэтому указанный критерий не поддается пока количественной оценке (Гольбрайх и др., 1968; Шапошников, 1973; Волчанская, 1990) [15].

История развития гидросети Уральского Прикамья отражена в работах В.А.Апродова (1948), Г.И.Горцкого (1964), И.И.Краснова (1948), Н.Н.Назарова (2017), Н.Н.Назарова Н.Н., С.В.Копытова (2018, 2019) и др. [5, 102-104], показывает на сложную перестройку рек в неоплестоцене.

Современные реки Пермского края принадлежат бассейну Каспийского моря, практически все – бассейну р. Камы. Также имеется большое количество

озер, болот, искусственных водоемов – прудов и три водохранилища. Главной рекой области является р.Кама, текущая на севере в субширотном направлении с запада на восток и, затем, резко меняющая его на субмеридиональное южное. Протяженность ее в естественном состоянии – 2032 км, в зарегулированном состоянии – 1805, в пределах области - около 1000 км. Полная площадь водосбора незарегулированной Камы составляла 525 700 км<sup>2</sup>, сейчас она – 507 000 км<sup>2</sup> (Комлев, Черных 1984), в пределах области площадь бассейна составляет 154 тыс. км<sup>2</sup>. В области насчитывается всего около 29 тысяч рек (общей длиной 80 тыс. км), из них 1342 реки длиной свыше 10 км, из них 42 реки длиной свыше 100 км. Самые протяженные из них – Чусовая (592 км) с Сылвой (493) и Усьвой (266), Вишера (415) с Колвой (460) и Березовой (208), Яйва (304), Косьва (283), Коса (267), Весляна (266), Иньва (257), Обва (247), Тимшор (235), Глухая Вильва (234), Пильва (214 км). В целом, гидрографическая сеть Пермской области развита относительно равномерно, за исключением отдельных районов. Густота речной сети изменяется на территории от 0,01 до 1,7 км на 1 км<sup>2</sup>, увеличиваясь в центральной части территории на возвышенностях. Средняя густота речной сети по области составляет 0,4-1,0 (среднефоновая – 0,66) км/км<sup>2</sup>. По строению долин и характеру режима реки Уральского Прикамья чрезвычайно разнообразны. Для равнинных рек характерно спокойное медленное течение, извилистое русло с многочисленными меандрами, крупными излучинами, островами, протоками; поймы изобилуют старицами, озерами, часто заболочены. Реки горных и предгорных районов часто чередуют узкие глубоко врезуемые долины с пологими склонами и заболоченными днищами, в зависимости от степени неотектонической активности отдельных участков и связанных с ней стадией развития речных долин. Широкие долины со спокойным течением воды, часто сменяются бурным и быстрым течением, шумными перекатами, небольшими порогами. На участках развития магматических тел, долины рек сужаются до каньонообразных, увеличиваются уклоны и скорости течения, реки резко меняют направления, изобилуют порогами и перекатами, небольшими

водопадами. Для гидросети, в целом, характерна тесная связь с геолого-тектоническим строением, при этом важное значение для выбора направления течения многих рек имеет разломная тектоника осадочного чехла, а характер течения рек и разработанность их долин во многом зависит от геолого-структурной обстановки и литологии размываемых пород.

#### **4.1.2. Анализ порядков рек**

На территории Пермской области вся речная сеть, отображенная на топокартах масштаба 1:100 000, проклассифицирована (по Р. Хортону, 1948; В.П. Философову и Н.А. Ржаницыну, 1960) – выделено 9 порядков рек. Построена схема порядков рек (рис. 4.1) отражающая пространственное распределение водных русел и речных бассейнов.

Согласно этой схемы главная р. Кама имеет 6 порядок до устья р. Весляны; на участке от Весляны до Косы – 7 порядок; на участке от Косы до Вишеры – 8 порядок; на участке от Вишеры до Чусовой – 9 порядок, ниже по набору водотоков и водности может классифицироваться 10 порядком. Реки Вишера и Чусовая в нижних течениях имеют 8 порядок; рр. Южная Кельтма, Коса, Колва, Иньва, Сылва имеют 7 порядок; рр. Весляна, Лолог, Тимшер, Вишерка, Березовая, Уролка, Язьва, Яйва, Усьва, Ирень, Тулва имеют 6 порядок. Примером рек 5 порядка являются Пильва, Полуденный Кондас, Северный Кондас, Глухая Вильва, Косьва, Вижай, Полва, Вурлам, Черная, Лолым, Кува, Велва, Вильва, Койва, Лысьва, Сива, Бабка, Шаква, Буй, Пизь, Танып, и др. Примером рек 4 порядка являются Чикман, Кодзь, Нердва, Доег, Зырянка, Котыс, Исыл, Ульвич, Чермоз, Пожва, Талица, Кыдзьис, Молмыс, Нытва, Онолва, Гайва, Мулянка, Очер, Юг, Кутамыш, Ошاپ, Кутим, Кын и др. [62].

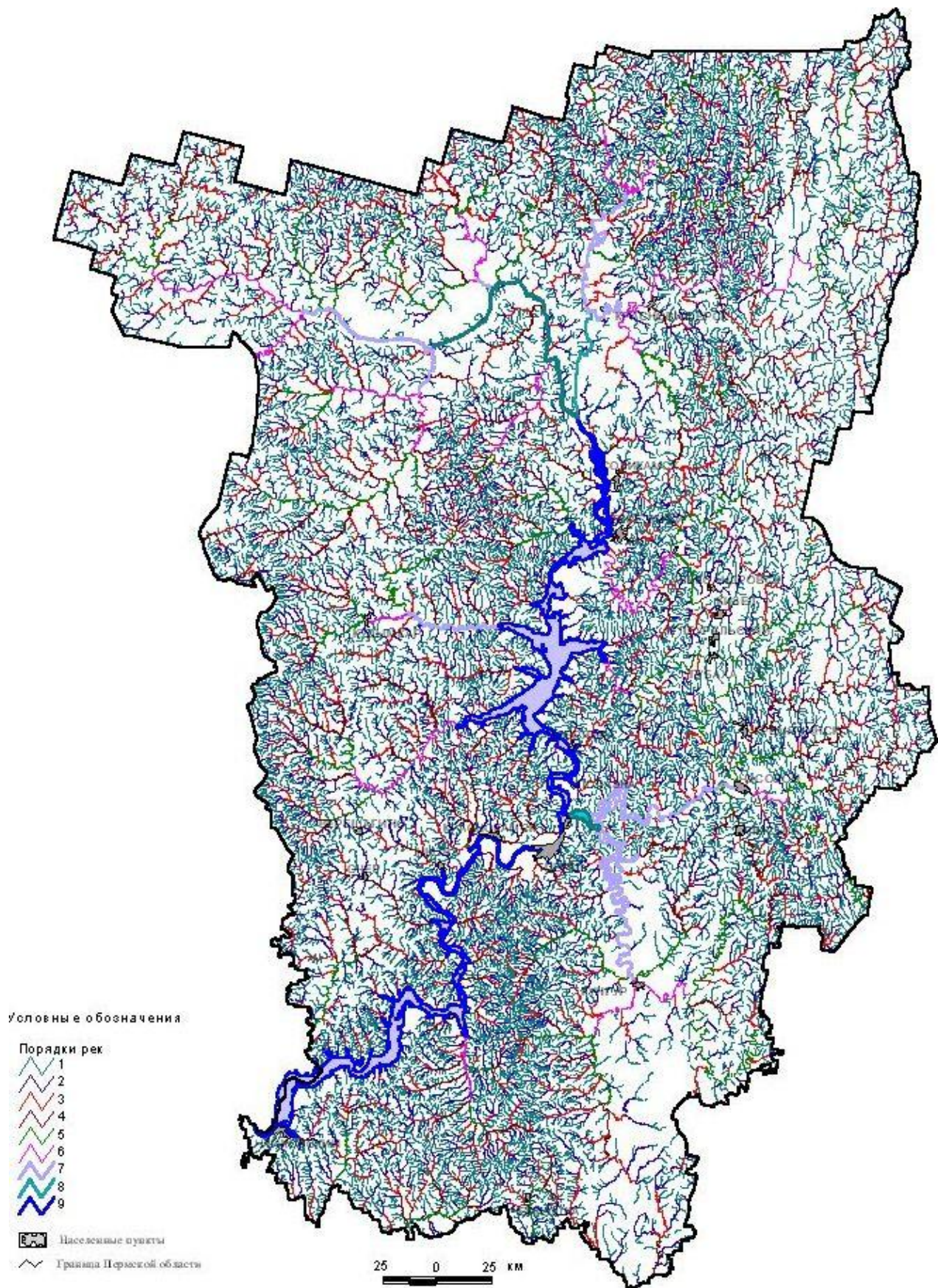


Рис. 4.1. Схема порядков рек



Схема порядков рек является основой для дальнейших морфометрических построений (КИР и КАУ). Расчеты показателей КИР и КАУ проводилась по различным порядкам рек в соответствии с этой схемой и методикой, изложенной в разделе 1.2. Характеристика их статистических параметров приведена в таблице 4.1. Из этой таблицы видно, что средние фактические (измеренные) величины КИР факт. по различным порядкам рек в целом изменяются значительно – от 0,56 (5 порядок) до 0,91 (8 порядок), хотя по рекам 1-4 порядка, охватывающих 83 % всех данных, средние величины КИР факт. колеблются в меньших пределах – от 0,60 до 0,83.

Средние фактические (измеренные) величины КАУ факт. по различным порядкам рек изменяются очень сильно (в 100-200 раз), причем наблюдается четкая закономерность уменьшения их в направлении к водотокам высоких порядков – от 9-10 (1-2 порядки) до 0,04-0,08 (7-8 порядки). Нормирование расчетных данных по порядкам рек позволило снивелировать влияние основных гидрологических факторов речных бассейнов. Средние величины КИР норм. по всем порядкам рек составили 0,99-1,00; КАУ норм. – 0,95-1,00.

Таблица 4.1

Характеристика коэффициентов извилистости рек и аномальных уклонов продольных профилей рек по различным порядкам рек

Порядок речной долины	Статистические параметры коэффициентов извилистости рек (КИР) и аномальных уклонов продольных профилей рек (КАУ) по различным порядкам рек				
	min	max	x	s	количество измерений
<b>КИР факт.</b>					
1	0,50	1,00	0,83	0,10	324
2	0,42	1,00	0,79	0,11	951
3	0,33	1,00	0,70	0,14	518
4	0,25	0,97	0,60	0,14	299
5	0,26	1,00	0,56	0,16	236
6	0,31	0,95	0,61	0,15	121
7	0,35	1,00	0,63	0,20	36
8	0,49	1,00	0,91	0,12	27
всего	0,25	1,00	0,72	0,16	2512
<b>КИР норм. (КИР факт. / x )</b>					
1	0,62	1,30	1,00	0,12	324
2	0,53	1,27	0,99	0,14	951
3	0,47	1,43	1,00	0,21	518
4	0,42	1,62	1,00	0,23	299
5	0,46	1,79	1,00	0,29	236
6	0,51	1,56	1,00	0,24	121
7	0,55	1,59	0,99	0,31	36
8	0,53	1,01	1,00	0,13	27
всего	0,42	1,79	1,00	0,19	2512
<b>КАУ факт.</b>					
1	0,40	54,90	10,12	8,60	324
2	0,04	61,75	9,37	7,04	951
3	0,04	27,90	5,60	5,30	518
4	0,19	9,13	1,91	1,57	299
5	0,09	3,85	1,00	0,74	236
6	0,01	1,87	0,42	0,34	121
7	0,02	0,32	0,15	0,08	36
8	0,01	0,16	0,08	0,04	27
всего	0,01	54,90	6,35	6,89	2512
<b>КАУ норм. (КАУ факт. / x )</b>					
1	0,04	5,42	1,00	1,02	324
2	0,004	5,52	1,00	1,07	951
3	0,01	4,98	1,00	0,11	518
4	0,10	4,78	1,00	0,37	299
5	0,09	3,85	1,00	2,10	236
6	0,02	4,45	1,00	0,33	121
7	0,13	2,13	1,01	1,67	36
8	0,13	2,00	0,95	1,25	27
всего	0,004	5,52	1,00	0,81	2512

### 4.1.3. Анализ коэффициента извилистости рек

Теоретическим обоснованием метода является известное положение о том, что гидросеть наиболее чутко реагирует на современные тектонические движения. По изменению извилистости речного русла в количественном выражении на протяжении всей долины можно определить характер современных тектонических движений. Теоретически КИР должен закономерно изменяться сверху вниз по течению реки, резко возрастая перед положительной структурой. На структуре КИР уменьшается, т.к. река усиливавшейся глубинной эрозией старается скомпенсировать поднятие; ниже по течению КИР принимает прежние значения (Гольбрайх, Забалуев, Ласточкин и др., 1968) [85]. Поэтому, положительные тектонические структуры должны отражаться в уменьшении КИР. КИР рассчитывался, как отношение длины спрямленного участка русла к реальной его длине и является величиной обратно пропорциональной степени извилистости. Поэтому, чем выше меандрированность русел водотоков, тем выше степень извилистости рек и ниже КИР. Реки различного порядка определяются различной стадией своего развития, различной проработанностью и меандрированностью русел и соответственно – различной степенью извилистости.

По территории Пермского края значения КИР норм. составляют 0,42-1,79, в среднем 1,01. Морфонеотектонический анализ по крупным и средним мофоструктурам территории Пермского Урала и Предуралья (рис. 4.2, табл. 4.2) показывает, что платформенная часть территории - Восточно-Европейская равнина (0,42-1,64, в среднем 0,99) и горно-складчатая часть - Уральские горы имеют (0,49-1,79, в среднем 1,03) близкие значения КИР.

Фон территории составляют участки с высокой и повышенной степенью извилистости рек, со значениями КИР 0,4-0,8 и 0,8-1,0. распределены в целом равномерно с некоторым повышением в северной части. Локально проявляются по всей территории аномальные участки со средней (КИР 1,0-1,2) и еще реже с низкой степенью (КИР 1,2-1,8) извилистости рек.

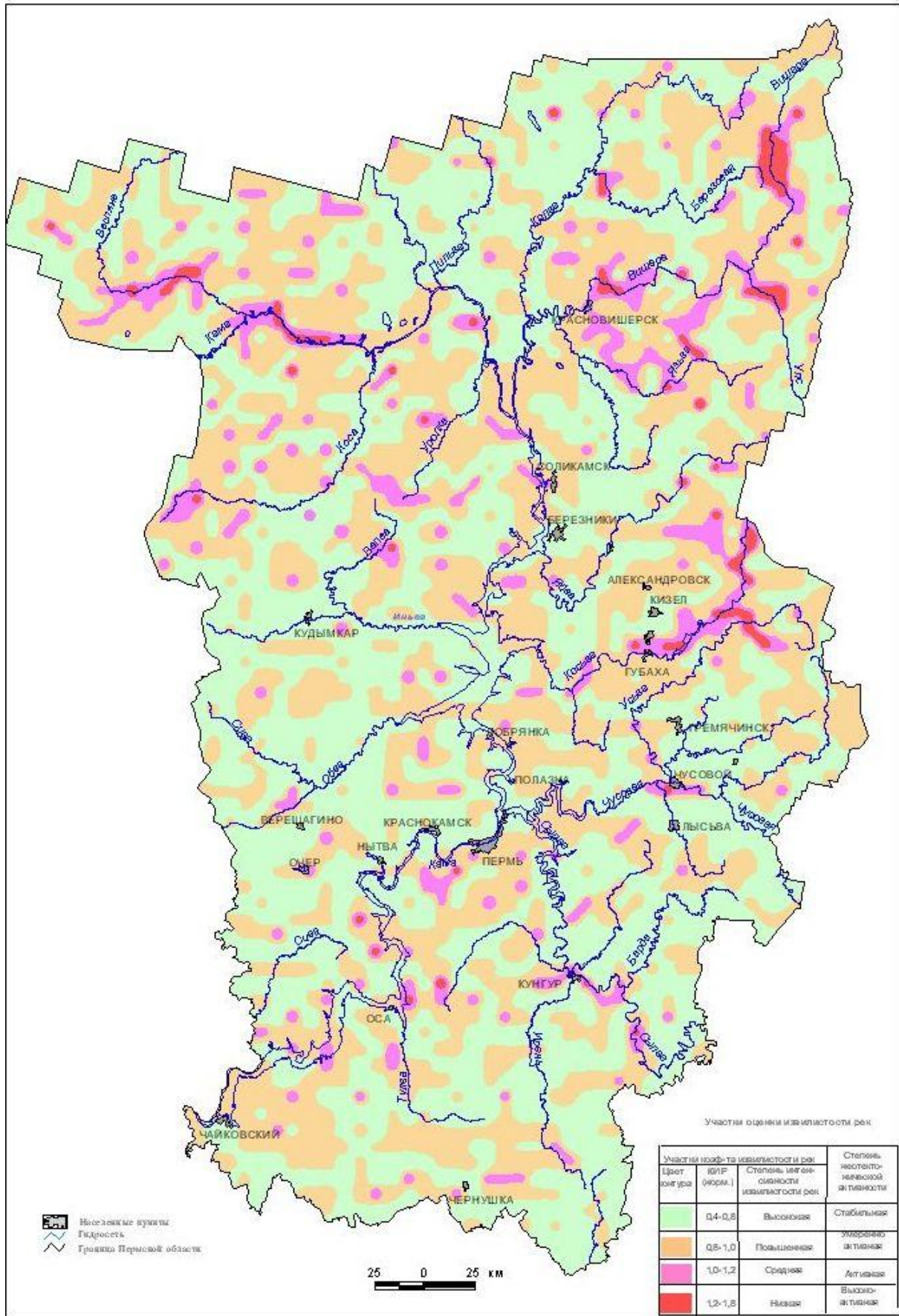


Рис. 4.2. Карта коэффициента извилистости рек [51]

Таблица 4.2

## Характеристика крупных морфоструктур по коэффициенту извилистости рек

Морфоструктуры (II порядка)	Коэффициент извилистости рек (КИР норм.)			
	кол-во точек	min	max	среднее (фон=1,01)
<b>Морфоструктуры Восточно-Европейской равнины</b>				
I. Аккумулятивная равнина Северного Прикамья	386	0,55	1,59	1,03
II. Денудационная равнина Прикамья	934	0,42	1,59	1,00
III. Денудационная равнина Тиманид	53	0,56	1,40	0,95
IV. Денудационная равнина Северного Предуралья	55	1,62	1,47	0,93
V. Денудационная равнина Предуралья	315	0,46	1,44	0,97
VI. Приподнятая денудационная равнина Уфимского плато	163	0,52	1,64	0,96
Общее по морфоструктурам Восточно-Европейской равнины	1906	0,42	1,64	0,99
<b>Морфоструктуры Уральских гор (II порядка)</b>				
VII. Остаточные горные массивы западного склона Северного Урала	181	0,52	1,62	1,05
VIII. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Северного Урала	157	0,58	1,75	1,05
IX. Остаточные горные массивы западного склона Среднего Урала	174	0,55	1,79	1,0
X. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Среднего Урала	94	0,49	1,61	1,05
Общее по морфоструктурам Уральских гор	606	0,49	1,79	1,03
Общее по морфоструктурам Пермского края	2512	0,42	1,79	1,01

Крупные аномалии размером 10-15 x 30-75 км установлены в пределах морфоструктур Восточно-Европейской равнины на следующих участках: в среднем течении р. Весляны; в бассейне р. Камы между рр. Весляной и Косой; в верховье р. Косы; в междуречье рр. Косы, Велвы и Уролки; в среднем течении р. Сылвы. В пределах Уральских гор выделены аномалии: в верховье р. Вишеры; в бассейне р. Косьвы и верховьях р. Усьвы, а также группа аномалий в Язвинско-Вишерском междуречье и их долинах.

#### **4.1.4. Анализ коэффициента аномальных уклонов продольных профилей рек**

В основе анализа продольных профилей лежит известное положение о том, что среди множества факторов природной среды, влияющих на строение продольных профилей рек, дифференцированные тектонические движения имеют преобладающее значение. По Н.Л. Соколовскому и Н.Г. Волкову (1965) - до 86 % участков с аномальным падением профиля обязано тектоническим движениям, 8 % - изменению гидрологических характеристик, 6 % - связано с несколькими причинами, в т.ч. со сменой литологического состава пород.

По территории Пермского края значения КАУ норм. широко колеблются – от 0,01 до 5,52, в среднем 1,00. Морфонеотектонический анализ по крупным и средним морфоструктурам территории Пермского Урала и Приуралья (рис.4.3., табл. 4.3) показывает, горно-складчатая часть – Уральских гор характеризуется более высокими значениями КАУ (0,05-5,52, в среднем 1,34), а что платформенная часть восточной части Восточно-Европейской равнины характеризуется более низкими значениями КАУ (0,01-4,98, в среднем 0,89). Общий фон территории составляют участки с низкой и средней степенью интенсивности КАУ, со значениями до 1,0. В горной части Урала фоновыми являются также участки с повышенной степенью интенсивности КАУ, со значениями до 1,8. На фоне нормального падения долин отмечаются аномальные участки с превышением падения в 2-3 и более раз.

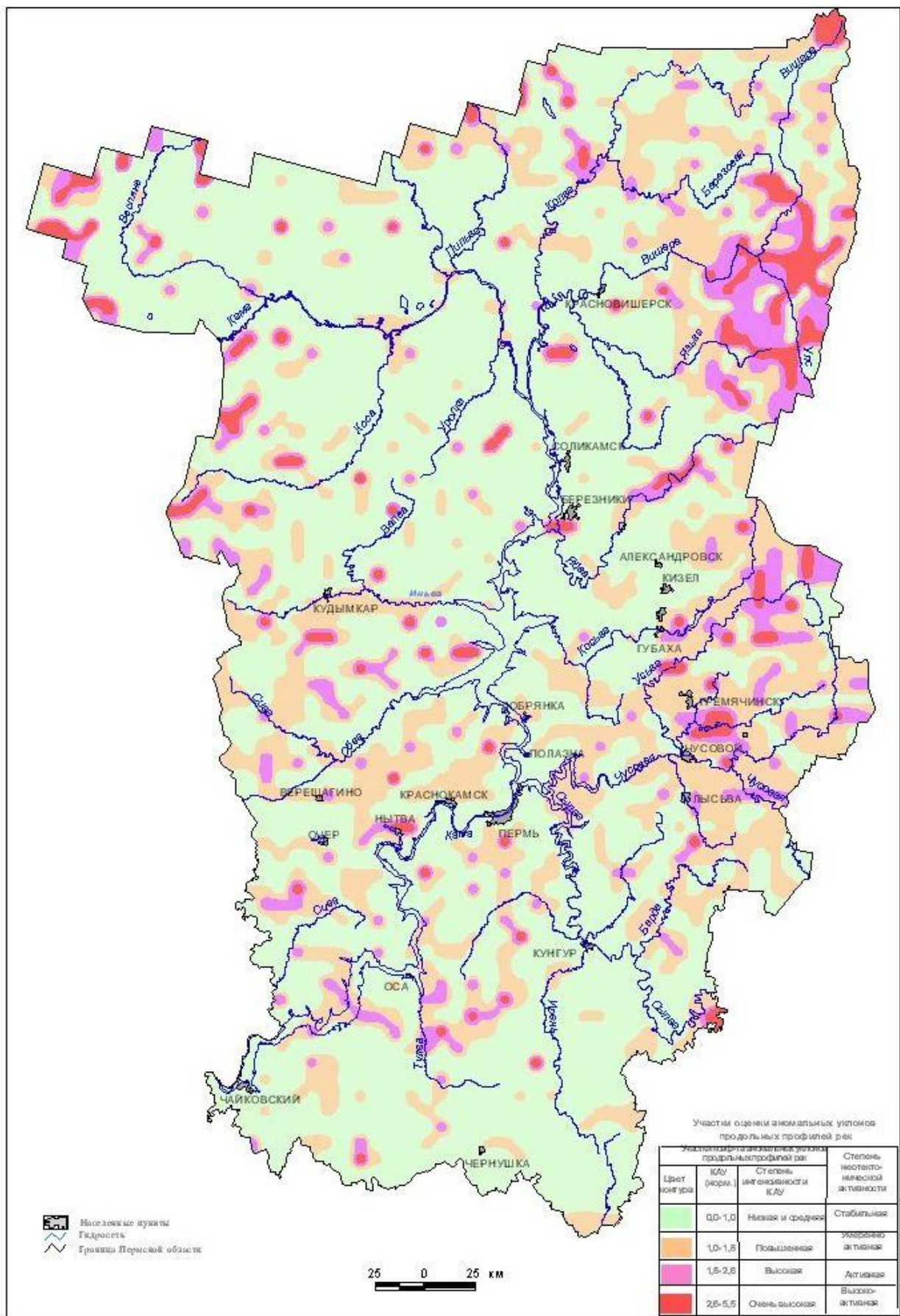


Рис.4.3. Карта коэффициента аномальных уклонов продольных профилей рек

[64]

Таблица 4.3

**Характеристика крупных морфоструктур  
по коэффициенту аномальных уклонов продольных профилей рек**

Морфоструктуры (II порядка)	Коэффициент аномальных уклонов продольных профилей рек (КАУ норм.)			
	кол-во точек	min	max	среднее (фон=1,00)
<b>Морфоструктуры Восточно-Европейской равнины</b>				
I. Аккумулятивная равнина Северного Прикамья	386	0,01	4,68	0,73
II. Денудационная равнина Прикамья	934	0,07	4,94	0,97
III. Денудационная равнина Тиманид	53	0,04	4,62	1,02
IV. Денудационная равнина Северного Предуралья	55	0,12	4,98	1,14
V. Денудационная равнина Предуралья	315	0,01	4,80	0,87
VI. Приподнятая денудационная равнина Уфимского плато	163	0,02	2,55	0,76
Общее по морфоструктурам Восточно-Европейской равнины	1906	0,01	4,98	0,89
<b>Морфоструктуры Уральских гор (II порядка)</b>				
VII. Остаточные горные массивы западного склона Северного Урала	181	0,06	3,24	1,05
VIII. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Северного Урала	157	0,05	5,52	1,73
IX. Остаточные горные массивы западного склона Среднего Урала	174	0,14	4,94	1,22
X. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Среднего Урала	94	0,19	4,62	1,50
Общее по морфоструктурам Уральских гор	606	0,05	5,52	1,34
Общее по морфоструктурам Пермского края	2512	0,01	5,52	1,00



По всей рассматриваемой территории локально проявляются участки с высокой и реже – очень высокой интенсивностью КАУ (1,8-2,6 и 2,6-5,5). Протяженность участков с аномальными уклонами колеблется от нескольких сотен метров до нескольких километров, которые сливаясь образуют крупные аномальные участки. Крупнейшая аномальная зона КАУ площадью 100 x 50 км выделяется в области приподнятых денудационных горных массивов осевой части Северного Урала, в бассейне рр. Вишеры, Улса, верховий Березовой и Язьвы. Значительные по площади аномальные участки КАУ площадью 30 x 15 км выделяются южнее этой зоны – на приподнятых денудационных горных массивах осевой части и остаточных горных массивах западного склона Среднего Урала. В Предуралье аномалии КАУ проявляются на меньшей площади 10-20 x 3-5 км (но чаще точечные) и с меньшей интенсивностью, достаточно равномерно по территории, с некоторым преобладанием в центральной ее части [64].

## **4.2. Анализ эрозионной расчлененности рельефа**

Анализ расчлененности рельефа, как отмечается многими исследователями, является одним из самых надежных методов выявления современных тектонических движений (Философов, 1960; Полканова, 1966; Рейнин и др., 1968; Шапошников, 1973; Шимановский, Алексеева, 1981; Якименко, 1990). Повышенная эрозионная расчлененность рельефа указывает на вероятность наличия тектонически активных локальных положительных структур.

### **4.2.1. Анализ горизонтальной расчлененности рельефа**

Горизонтальная расчлененность рельефа (плотность или густота речной сети) представляет собой отношение длины долин к площади изучаемой территории (данном случае участков 8 x 8 км). Показатели горизонтальной расчлененности рельефа применяются для оценки напряженности и интенсивности новейших движений (рис.4.4).

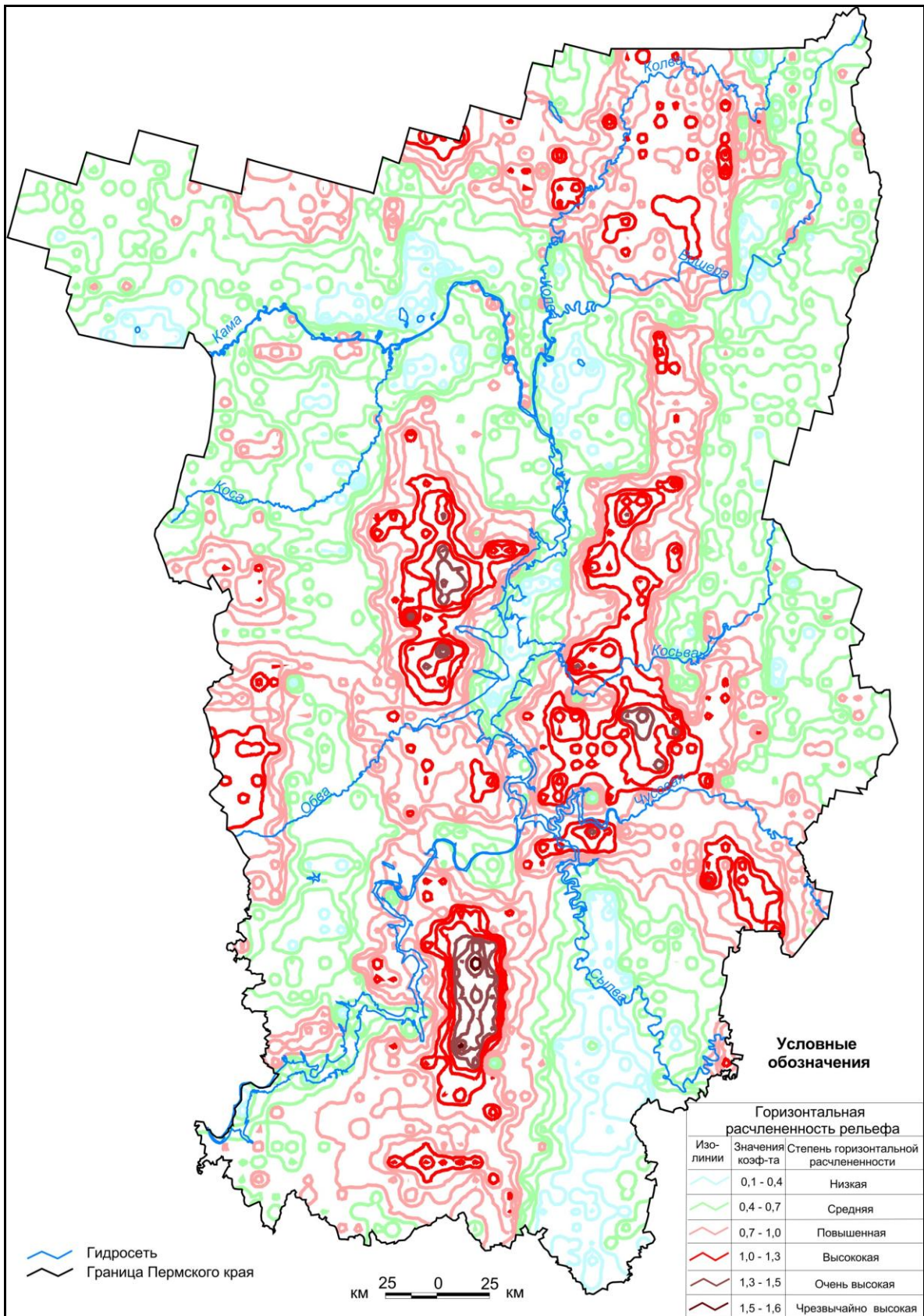


Рис. 4.4. Горизонтальная расчлененность рельефа территории Пермского края [36, 64]

На территории Пермского края горизонтальная расчлененность рельефа колеблется в широких пределах - от 0,01 до 1,73 в среднем 0,66 км/км<sup>2</sup> (по расчетам О.Л. Шимановской и Л.А. Шимановского [3, 143], 1979 – 0,2-1,5 км/км<sup>2</sup>). Общий фон составляют значения средней (0,4-0,7) и повышенной (0,7-1,0) степени горизонтальной расчлененности рельефа. Значения с низкой степенью (0,1-0,4) проявляются локально в северной и центральной части – в долине р.Камы и юго-востоке – в бассейне рр.Сылвы и Ирени. Аномалии с высокой и очень высокой степенью горизонтальной расчлененности рельефа (более 1-1,5 км/км<sup>2</sup>) выделяются в 3 крупных зонах площадью 100-150 x 30-50 км преимущественно в возвышенных районах равнины Предуралья – Кондасских Увалов, Тулвинской возвышенности, Косьвинско-Чусовской возвышенности; меньшей площадью и степенью интенсивности проявления – в южной части Верхнекамской возвышенности, в Лысьвинско-Тулумбасской возвышенной равнине. Область Уральских гор характеризуются в целом фоновыми, средними значениями (0,4-0,7). В области остаточных горных массивов западного склона Северного Урала, в междуречьях рр.Колвы, Вишеры, Язьвы выделяется обширная зона с повышенной и локально высокой степенью горизонтальной расчлененности рельефа (0,7-1,5 км/км<sup>2</sup>).

#### **4.2.2. Анализ вертикальной расчлененности рельефа**

Вертикальная расчлененность рельефа (глубинная расчлененность, энергия или размах рельефа) представляет собой разницу между наивысшими и наименьшими отметками рельефа какого-либо района (в данном случае участков 8 x 8 км, которые в среднем характеризуют участки превышения водоразделов рек над урезами ближайших русел). Величины вертикального расчленения рельефа служат показателями амплитуды вертикальных неотектонических движений (Спиридонов, 1952; Худяков, 1964; Афанасьев, 1966; Гольбрайх и др., 1968; Якименко, 1967; Волчанская и др., 1975).

На территории Пермского края энергия рельефа колеблется в широких пределах - от 1 до 1240, в среднем 138,7 м (по расчетам

Л.А. Шимановского, 1977 – от 4 до 1077 м). Отмечается четкая зависимость энергии рельефа от гипсометрии (повсеместно соблюдается тенденция увеличения энергии рельефа с высотой рельефа, а наивысшие значения энергии рельефа приурочены к наивысшим отметкам рельефа).

Общий фон составляют значения со средней (55-150, до 258 м) степенью вертикальной расчлененности рельефа (рис.4.5) [64]. Они характеризуют в целом всю равнинную часть Пермского Предуралья. Участки с низкой степенью энергии рельефа (< 55 м) выделяются в северной части территории, в долине рр. Камы, Косы, а также локально на всем ее протяжении. На этом общем фоне средних значений наиболее высокие значения энергии рельефа (150-260 м) отмечаются в районе Тулвинской возвышенности. Горная часть Урала по степени вертикальной расчлененности рельефа резко отличается от равнинной части Предуралья высокими и очень высокими значениями. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Северного и Среднего Урала характеризуются в западной части повышенной, в восточной части – высокой, очень высокой и чрезвычайно высокой степенью (более 460-660, локально более 1000 м) вертикальной расчлененности рельефа с общим увеличением к северу. Остаточные горные массивы западного склона Северного Среднего Урала характеризуются в основном средней, но более высокой (150-260 м) и локально повышенной и высокой (до 480 м) степенью вертикальной расчлененности рельефа.

#### **4.2.3. Анализ суммарной расчлененности рельефа**

Характеризуя коэффициенты горизонтальной и вертикальной расчлененности рельефа в целом, отмечается, что они тесно связаны между собой, поскольку обусловлены эрозионной деятельностью потоков, которая определяется массой и скоростью потока. Если водная масса распределяется по большему числу потоков, то энергии на глубинную расчлененность будет израсходовано меньше, поэтому густота речной сети и энергия рельефа находятся в обратной зависимости (Маккавеев, 1955; Шимановский.

Шимановская, 1981). При увеличении плотности речной сети уменьшается вертикальная расчлененность рельефа и наоборот. Эта тенденция проявляется, как на равнинных территориях, так и в горных районах и отражена в наших схемах (рис. 4.4, 4.5).

Поэтому, комплексный показатель общей (горизонтальной и вертикальной) или суммарной расчлененности рельефа – коэффициент эрозионной расчлененности рельефа, является наиболее объективным показателем проявлений неотектонических движений, определяет их структуры (морфонеотектонические формы) и интенсивность.

Коэффициент эрозионной (суммарной) расчлененности рельефа - КЭР на территории Пермского края колеблется в широких пределах - от 0,01 до 505,2, в среднем 90,9. Отмечается четкая зависимость суммарной расчлененности рельефа от гипсометрии (основная закономерность распределения значений энергии рельефа), а также некоторая зависимость от распределения водных потоков, связанных в свою очередь с гидрологическим и климатическим (распределение поверхностного стока, атмосферных осадков) и геологическим (литология, тектоника) факторами.

Общий фон составляют в северо-западной, центральной и юго-восточной части территории значения со средней (19-90) степенью интенсивности КЭР, а в восточной, северо-восточной и юго-западной части - значения с повышенной (91-162) степенью интенсивности КЭР. Морфонеотектонический анализ по крупным и средним мофоструктурам территории Пермского Урала и Предуралья (рис.4.6, табл. 4.4) показывает на их существенное различие по КЭР – в горной части средний КЭР почти в 3 раза выше, чем на равнине. В платформенной части территории – на Восточно-Европейской равнине значения КЭР колеблются от 0,01 до 370,5, в среднем 66,4. Здесь на фоне низкой и средней степени интенсивности КЭР прослеживается широкая полоса повышенных значений КЭР в меридиональном направлении от верховий р.Тулвы до верховий р.Уролки (до 70-80 км на юге и сужаясь к северу до 10-15 км).

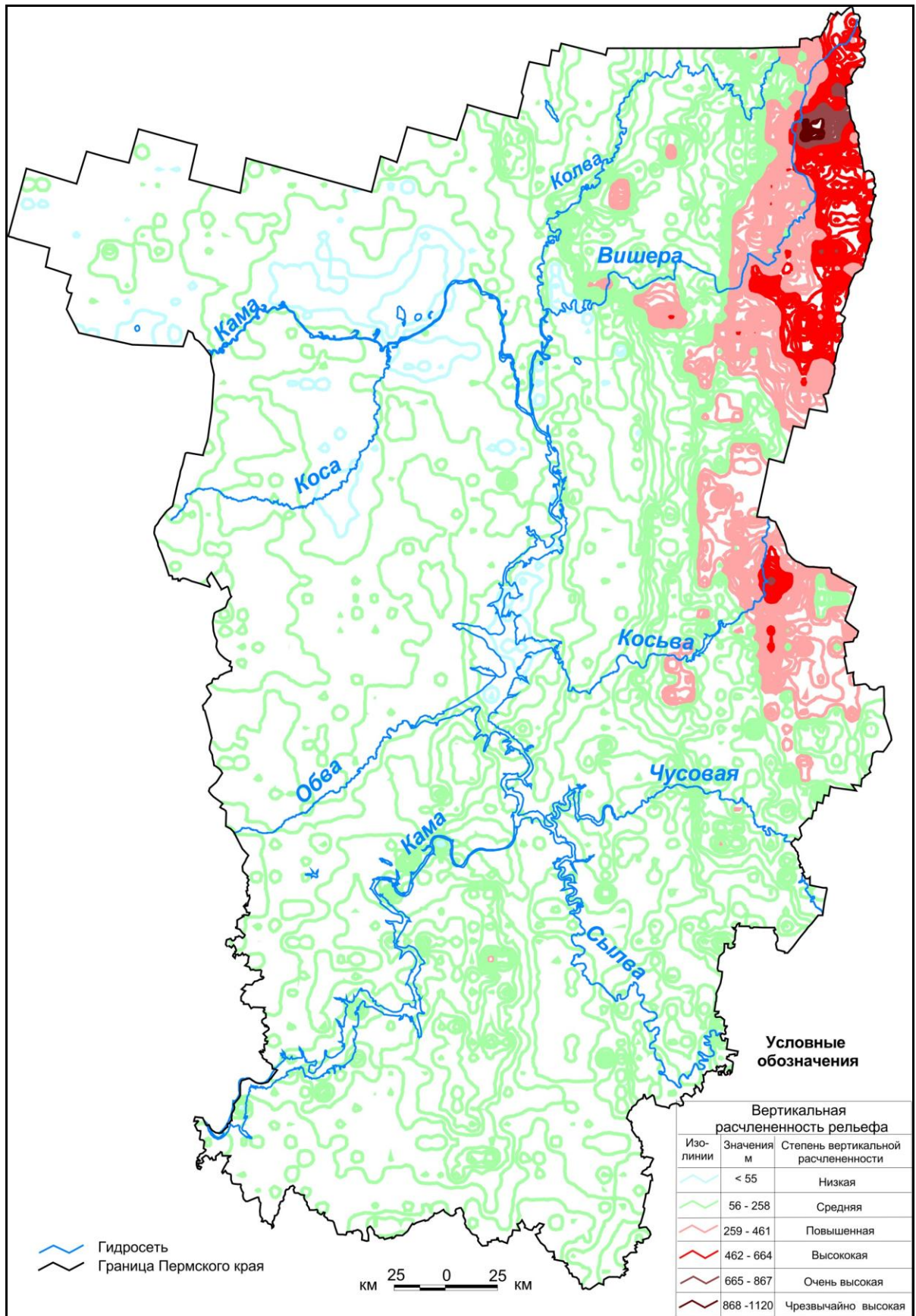


Рис. 4.5. Вертикальная расчлененность рельефа территории Пермского края [64]

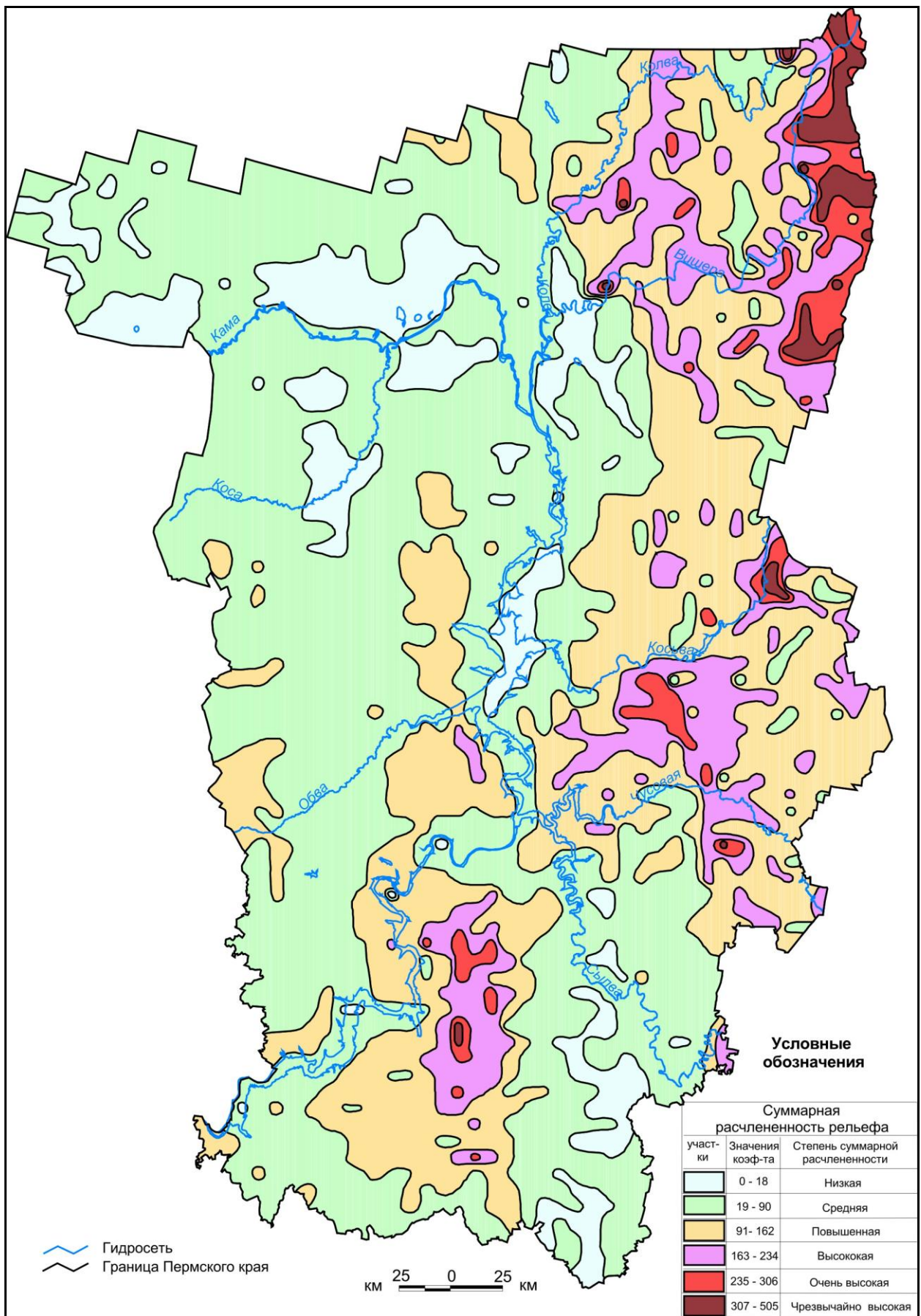


Рис. 4.6. Суммарная расчлененность рельефа территории Пермского края [25, 64]

**Характеристика крупных морфоструктур  
по коэффициенту эрозионной расчлененности рельефа**

Морфоструктуры (II порядка)	Коэффициент эрозионной расчлененности рельефа (КЭР)			
	кол-во точек	min	max	среднее (фон=90.9)
<b>Морфоструктуры Восточно-Европейской равнины</b>				
I. Аккумулятивная равнина Северного Прикамья	386	0,02	85,6	27,2
II. Денудационная равнина Прикамья	934	0,01	370,5	80,9
III. Денудационная равнина Тиманид	53	5,6	168,1	67,6
IV. Денудационная равнина Северного Предуралья	55	10,7	210,4	85,1
V. Денудационная равнина Предуралья	315	2,2	288,0	80,8
VI. Приподнятая денудационная равнина Уфимского плато	163	0,8	211,8	42,1
Общее по морфоструктурам Восточно-Европейской равнины	1906	0,01	370,5	66,4
<b>Морфоструктуры Уральских гор (II порядка)</b>				
VII. Остаточные горные массивы западного склона Северного Урала	181	36,7	344,6	151,1
VIII. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Северного Урала	157	38,8	489,9	214,6
IX. Остаточные горные массивы западного склона Среднего Урала	174	41,8	314,5	153,7
X. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Среднего Урала	94	32,7	505,2	147,5
Общее по морфоструктурам Уральских гор	606	32,7	505,2	167,7
Общее по морфоструктурам Пермского края	2512	0,01	505,2	90,9



Особенно высокие значения (160-370) отмечаются на Тулвинской возвышенности, формируя Тулвинский аномальный блок (который проявляется практически по всем морфоструктурным показателям) и Косьвинско-Чусовской возвышенности. Низкие значения отмечаются на севере – в долинах рр. Камы, Косы, Весляны, низовьях Вишеры и юго-востоке – долинах Сылвы и Ирени.

В горно-складчатой части - Уральские горы значения КЭР колеблются от 32,7 до 505,2, в среднем 167,7, т.е. практически вся горная часть Урала характеризуется повышенной и высокой, а локально очень и чрезвычайно высокой суммарной расчлененностью рельефа. Область приподнятых денудационных горных массивов осевой части Северного Урала характеризуются самым высоким средним КЭР – 214,6, особенно высокий КЭР наблюдается в верховьях рек Вишеры и Улса. В области приподнятых денудационных горных массивов осевой части Среднего Урала средний КЭР ниже – 147,5, выделяется аномалия в верховьях р. Косьвы. В областях остаточных горных массивов западного склона Северного Среднего Урала, средние КЭР соответственно – 151,1 и 153,7; выделяются аномалии в средних течениях рек Колвы, Березовой, Вишеры, Язьвы, Косьвы, Усьвы, Чусовой [64].

#### **4.3. Анализ интенсивности мегатрещиноватости**

Трещины в земной коре, распространены практически повсеместно, нет участка земной коры, лишенного трещиноватости, которая в виде деструктивного фона выступают в самых верхних горизонтах земной коры, в отдельных участках возникает концентрация трещин – аномальное распределение трещиноватости (Лобацкая, Кофф, 1997) [87, 88]. Изучение количественного распределения мегатрещин, т.е. совокупности прямолинейных элементов ландшафта, имеет важное значение для морфоструктурных исследований. Наиболее подвижные участки характеризуются повышенным развитием на них разрывов и трещин. Наибольшая густота трещиноватости наблюдается в пределах локальных положительных структур, в местах

максимального перегиба слоев – на периклиналях, узких сводах, на участках различных структурных осложнениях, обусловленных неотектоническими движениями. Отмечается, что разрывы, возникшие в новейшее время, или молодые подвижки, возникшие по древним разрывам почти всегда, так или иначе, отражаются в строении рельефа (Белоусов, 1962; Гольбрайх и др., 1968). Существуют различные классификации трещин и разломов, многими авторами выделяются системы разломов и линеаментов различного уровня – локального, регионального, глобального, планетарного и др. В данной работе мы не рассматриваем эти вопросы, наша задача – изучить интенсивность (густоту или плотность) мегатрещиноватости для оценки неотектонической активности. По классификации разломных зон Р.М. Лобацкой и Г.Л. Кофф (1997) [88], в ранговой шкале дизъюнктивных структур мегатрещины могут занять промежуточное положение между трещинными деструктивными полями (средняя длина – до сотен метров) и локальными разломами (средняя длина – до нескольких десятков километров).

На территории Пермского края по дешифрированию КС было установлено 7300 мегатрещин (длиной от 1-2 до 15-20, в среднем 5-10 км), общей протяженностью 34030 км (а всего тектонических линеаментов разных рангов автором закартировано более 50 тыс.). Было установлено 14334 узла пересечений этих мегатрещин (рис. 4.7). Анализируя пространственную ориентацию мегатрещиноватости (рис.4.8, табл. 4.5), можно отметить, что при общем ее разнообразии, в платформенной части преобладает 2 основных направления – северо-восточное ( $45-60^\circ$ ) и север-северо-западное ( $345-360^\circ$ ), а на горноскладчатом Урале простирание мегатрещин приближено к субмеридиональному ( $345-15^\circ$ ).

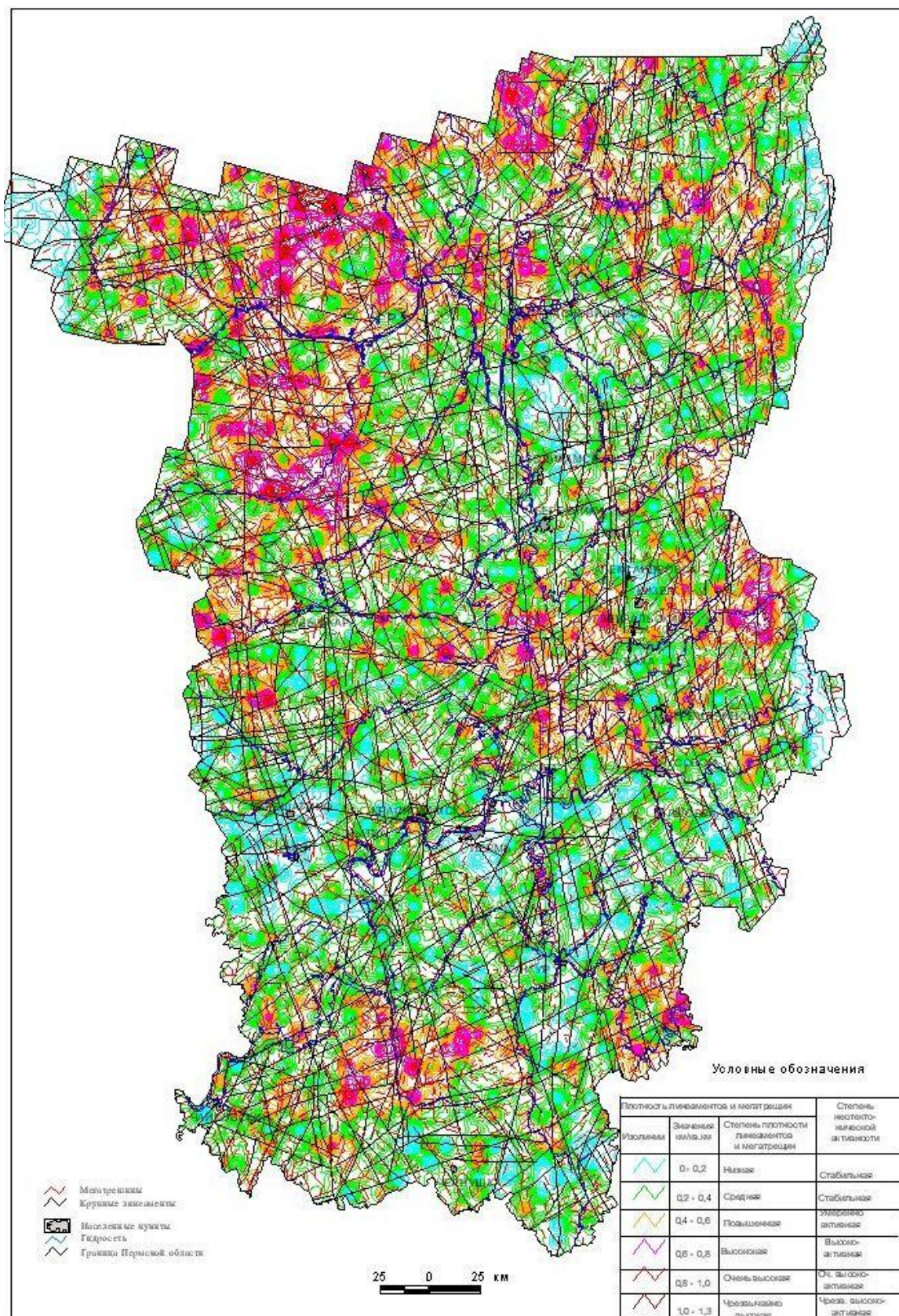


Рис. 4.7. Карта интенсивности мегатрещиноватости [64]

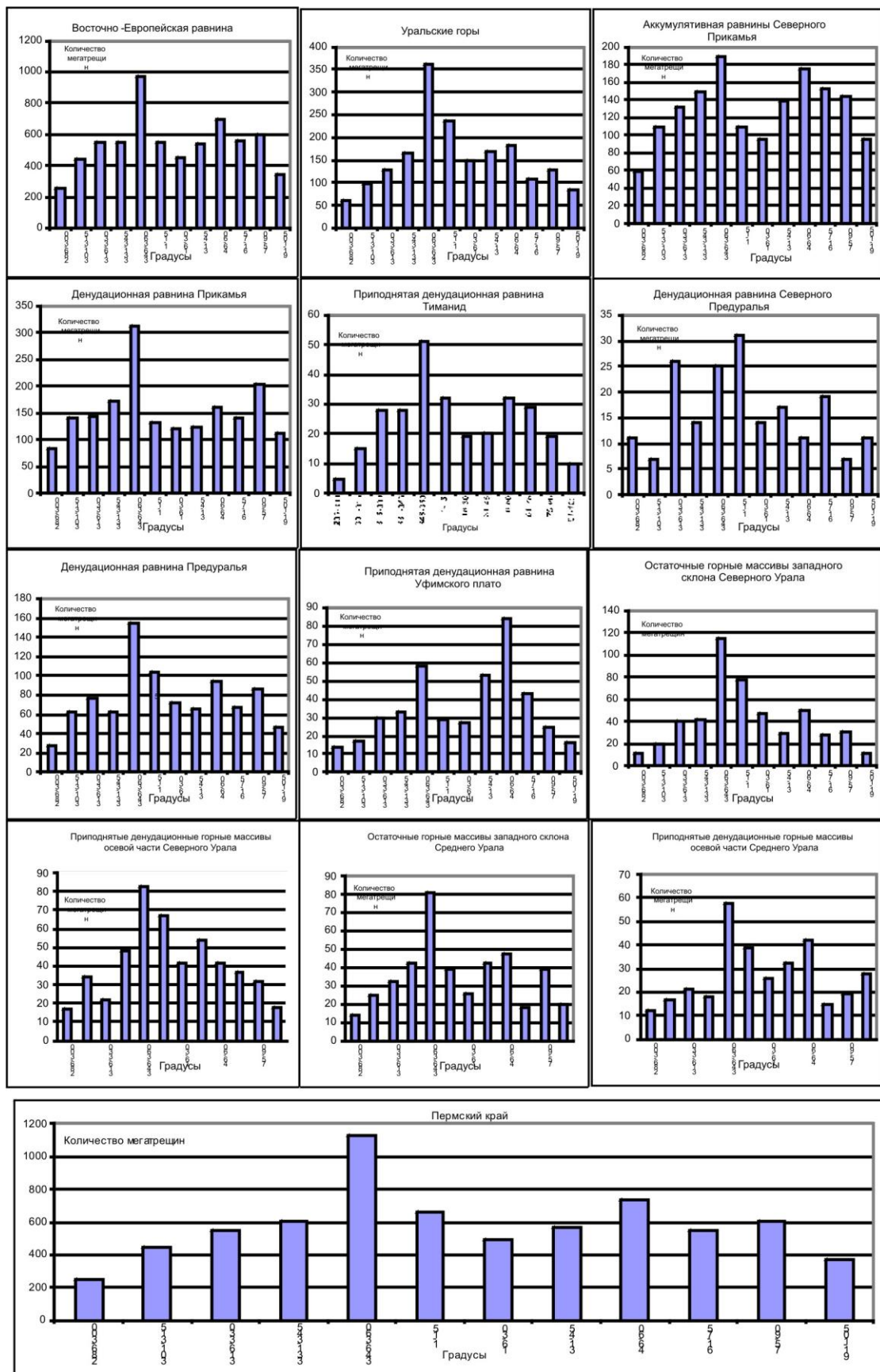


Рис. 4.8. Гистограммы распределения направлений мегатрещиноватости по крупным морфоструктурам

Характеристика крупных морфоструктур по интенсивности  
мегатрещиноватости

Морфоструктуры (II порядка)	Интенсивность мегатрещиноватости (по количеству мегатрещин)			
	кол-во точек	min	max	среднее (фон=11,0)
<b>Морфоструктуры Восточно-Европейской равнины</b>				
I. Аккумулятивная равнина Северного Прикамья	386	1	40	16,9
II. Денудационная равнина Прикамья	934	1	38	12,8
III. Денудационная равнина Тиманид	53	4	35	15,4
IV. Денудационная равнина Северного Предуралья	55	4	35	18,4
V. Денудационная равнина Предуралья	315	1	33	12,7
VI. Приподнятая денудационная равнина Уфимского плато	163	1	27	10,7
Общее по морфоструктурам Восточно-Европейской равнины	1906	1	40	10,3
<b>Морфоструктуры Уральских гор</b>				
VII. Остаточные горные массивы западного склона Северного Урала	181	1	32	13,9
VIII. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Северного Урала	157	1	30	12,5
IX. Остаточные горные массивы западного склона Среднего Урала	174	1	27	12,6
X. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Среднего Урала	94	1	30	13,6
Общее по морфоструктурам Уральских гор	606	1	32	13,1
Общее по морфоструктурам Пермского края	2512	1	40	11,0

Плотность мегатрещиноватости на территории Пермского края колеблется от 0 до 40, в среднем 11,0 (км на 8x8 км). Общий фон в южной части территории составляют значения с низкой (0-12), а северной и центральной части - значения с низкой и средней (13-20) степенью интенсивности мегатрещиноватости.

Морфонеотектонический анализ по крупным и средним мофоструктурам показывает на их различие по степени интенсивности мегатрещиноватости. В горной части средний КМТ выше, чем на равнине – 13,1. Отмечается резкая неоднородность в его распределении, обусловленная блоковой тектоникой и дифференцированными неотектоническими движениями – многочисленные, но небольшие по площади аномалии с повышенной и высокой (до 32) степенью интенсивности мегатрещиноватости – в верховьях рр. Усьвы, Березовой, Улса. В платформенной части территории – на Восточно-Европейской равнине средний КМТ ниже, чем в горной части - 10,3, но в отдельных районах севере почти в 2 раза выше – 19,9 (Косинская низменная равнина), 18,4 (Колвинско-Вишерская возвышенная равнина).

Крупные аномалии северо-восточного простирания протяженностью до 80 км прослеживаются в долине р. Косы и параллельно ей, севернее р. Камы, которые по-видимому связаны с линейными деструктивными тектоническими зонами. Также выделяется крупная (50x30 км) изометричная по форме аномалия в бассейне р. Тулвы и ряд небольших аномалий в центральной, южной, северной частях территории. Анализируя пространственное распределение узлов пересечений мегатрещин, отмечается сходство и некоторое отличие от пространственного распределения плотности мегатрещиноватости. Наибольшая концентрация узлов пересечений мегатрещин отмечается в области остаточных горных массивов западного склона Северного Урала; на платформе – на Колвинско-Вишерской возвышенной равнине, в южной части Соликамской равнины, на Верхнекондаских Увалах, в восточной части Верещагинско-Васильевских Увалах, Тулвинской возвышенности [64].

## **5. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОАКТИВНЫХ ЗОН**

### **5.1. Районирование по степени неотектонической (геодинамической) активности и выделение региональных геодинамических активных зон**

Для оценки геодинамической (неотектонической) активности автором разработана специальная методика – **«Морфометрическая система оценки неотектонической активности по способу равнозначных градаций»** (И.С. Копылов, 1983, 1997-1999, 2004) [50, 53, 64]. Сущность этой методики заключается в системном подходе к комплексу морфометрических показателей, полученных путем структурно-геоморфологических построений, основным приемом, которых, является графическое разложение на составные части рельефа, изображенного на топографических картах и структурное дешифрирование аэрокосмоснимков. Тектоническая оценка рельефа дана с помощью интегрального показателя, который назван коэффициентом неотектонической активности (КНА), рассчитанный способом равнозначных градаций морфометрических показателей. Выделенные образования на карте неотектонической активности являются одновременно морфоструктурами и неотектоническими формами – результатом отражения взаимосвязи и взаимодействия рельефа и неотектоники.

В современном понимании эту методическую систему более целесообразно называть **«Морфонеотектонической системой оценки геодинамической активности»**, поскольку она охватывает больший спектр показателей (помимо морфометрических, еще данные ДЗЗ и оценочные геологические параметры ) и направлена на решения более обширного круга задач [37-40, 51-82, 86 ].

КНА разработан при комплексировании базовых индивидуальных и интегральных неотектонических показателей: коэффициентов мегатрещиноватости, расчлененности рельефа, аномальных уклонов

продольных профилей рек и извилистости рек. Данный показатель получен суммированием перечисленных базовых показателей по их равнозначным градациям, поэтому, он является наиболее объективным показателем проявлений неотектонических движений, определяет их структуру и интенсивность. На основе изучения распределения КНА выполнены основные задачи исследований – проведен морфоструктурный и морфонеотектонический анализы, проведено районирование территории по степени неотектонической активности, составлена карта неотектонической активности Пермского края по равнозначным градациям морфометрических схем [50, 54, 64].

Коэффициент неотектонической активности на территории Пермского края составляет 4,0 - 19,0 в среднем 10,1 балла. Отмечается зависимость КНА от гипсометрии, но не такая четкая, как с КЭР, в силу более сложного, комплексного характера, обусловленного многими геологическими факторами и особенно разломно-блоковой тектоникой. Общий фон составляют в северо-центральной и юго-восточной части территории значения с пониженной и средней (4-10) степенью интенсивности КНА, в западной части - значения со средней и повышенной (8-12) степенью интенсивности КНА, а в восточной и юго-западной части - значения с повышенной (11-12 и более) степенью интенсивности КНА.

На рисунке 5.1 приведена карта неотектонической активности Пермского Приуралья и Урала, на которой выделены активные и стабильные неотектонические участки. В целом, наиболее неотектонически активной является восточная часть территории – районы ЗУЗС и ЦУП. По морфонеотектоническим показателям установлено большое количество аномалий, как с высокими значениями (геодинамические активные зоны разных рангов), так и с низкими значениями (стабильные зоны). Многие аномалии локальные, имеют небольшую площадь, другие занимают обширные поля.



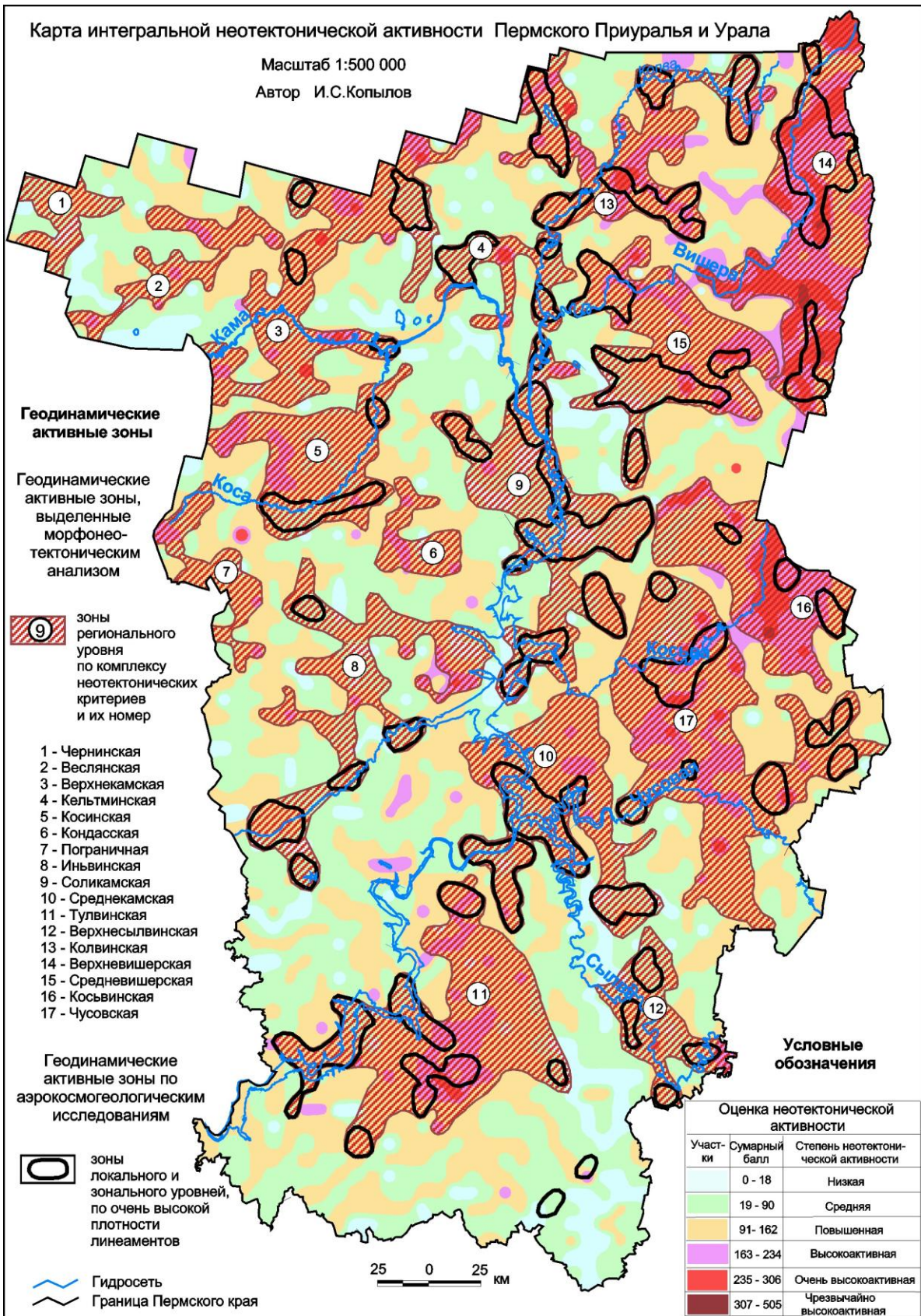


Рис. 5.1. Интегральная неотектоническая активность и геодинамические активные зоны Пермского Урала и Приуралья

Под *геодинамическими активными зонами* понимаются [54, 66] участки земной коры, различные по объему, конфигурации и площади на земной поверхности, активные на современном этапе неотектонического развития, характеризующиеся пониженной прочностью коры, повышенной трещиноватостью, проницаемостью, и, как следствие, проявлениями разрывной тектоники, сейсмичности, массоперенос флюидов и других процессов, которые активно участвуют в формировании геохимических полей и их аномалий.

В соответствии с принципами типологического районирования, территория Пермского края разделена на типологические участки - по различной степени неотектонической активности. Карта неотектонической активности Пермского края характеризует условную степень активности современных и новейших движений земной коры, отраженных в современном рельефе. Ранжирование КНА на градации осуществлялось с учетом баллов статистического распределения по их интенсивности (табл. 1.1), при этом, вполне уверенно предполагается, что они отражают соответственно различную степень неотектонической активности (от условно стабильной до условно чрезвычайно высокоактивной). В целом, территория Пермского края по степени неотектонической активности (по КНА) ранжирована на 6 градаций: пониженная (4-7), стабильная (8-9), умеренно активная (10-12), высоко активная (13-14), очень высоко активная (15-17), чрезвычайно высоко активная (18-19 баллов).

По классификации [54] геодинамические активные зоны разделены на несколько уровней. К региональному уровню отнесены геозоны (первые десятки тысяч км<sup>2</sup>) и мегазоны (первые тысячи км<sup>2</sup>), к зональному уровню отнесены макрозоны (несколько сотен км<sup>2</sup>) и мезозоны (до 100 км<sup>2</sup>), к локальному уровню отнесены локальные зоны разных порядков: I порядка (несколько десятков км<sup>2</sup>), II порядка (несколько км<sup>2</sup>), III порядка (доли и единицы км<sup>2</sup>).

Большинство аномалий на территории Пермского Приуралья и Урала группируются в 17 крупных геодинамических активных зонах (Чернинская,

Веслянская, Верхнекамская, Кельтминская, Косинская, Кондасская, Пограничная, Иньвинская, Соликамская, Среднекамская, Тулвинская, Верхнесылвинская, Колвинская, Верхневишерская, Средневишерская, Косьвинская, Чусовская зоны) с площадями 1-9 тыс. км<sup>2</sup>, в среднем 4,3 тыс. км<sup>2</sup> [41].

Перечисленные выше геодинамические активные зоны относятся к региональному уровню – мегазонам. В их пределах по материалам аэрокосмогеологических исследований установлены 58 геодинамических активных зон зонального уровня (макрозоны и мезозоны) и лишь 2 небольшие зоны не попадают в их контуры.

## **5.2. Характеристика морфоструктур по неотектонической активности**

Морфонеотектонический анализ по крупным и средним морфоструктурам Пермского Приуралья и Урала показывает, что в горной части средний КНА выше, чем на равнине, соответственно 11,6 и 9,6, но распределение его значительно дифференцировано (табл. 5.1). В платформенной части – на Восточно-Европейской равнине наибольшие значения КНА характерны для Косьвинско-Чусовской возвышенности – 8-14, в среднем 11,6 и Тулвинской возвышенности – 7-15, в среднем 11,0; наименьшие значения КНА характерны для Уфимского плоскогорья с Сылвенским кряжем – 4-13, в среднем 8,4 и Иреньско-Сылвенской карстовой равнине – 5-12, в среднем 8,7. Низкий средний КНА 9,0 отмечается в районах Веслянской низины и Соликамской равнины, но при этом, отмечается резкая локальная дифференциация значений от 5 до 14 баллов. В горно-складчатой части Урала, КНА в целом выше среднего по территории, особенно высокие значения, отмечаются в областях приподнятых горных массивов осевой части Северного и Среднего Урала, где средние КНА соответственно – 12,7 и 11,7, достигая максимальных значений – 19,0 баллов.

**Характеристика крупных морфоструктур  
по коэффициенту неотектонической активности**

Морфоструктуры (II порядка)	Коэффициент неотектонической активности (КНА)			
	кол-во точек	min	max	среднее (фон=10,1)
<b>Морфоструктуры Восточно-Европейской равнины</b>				
I. Аккумулятивная равнина Северного Прикамья	386	4	15	9,5
II. Денудационная равнина Прикамья	934	5	16	9,8
III. Денудационная равнина Тиманид	53	6	15	9,9
IV. Денудационная равнина Северного Предуралья	55	7	16	10,4
V. Денудационная равнина Предуралья	315	5	15	9,6
VI. Приподнятая денудационная равнина Уфимского плато	163	4	13	8,6
Общее по морфоструктурам Восточно-Европейской равнины	1906	4	16	9,6
<b>Морфоструктуры Уральских гор</b>				
VII. Остаточные горные массивы западного склона Северного Урала	181	6	16	11,2
VIII. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Северного Урала	157	6	19	12,7
IX. Остаточные горные массивы западного склона Среднего Урала	174	7	17	10,9
X. Приподнятые денудационные горные массивы осевой части Среднего Урала	94	6	19	11,7
Общее по морфоструктурам Уральских гор	606	6	19	11,6
Общее по морфоструктурам Пермскому краю	2512	4	19	10,1

### **5.3. Характеристика тектонических структур по неотектонической активности**

Морфонеотектонический анализ по крупным тектоническим структурам Пермского Приуралья и Урала (табл. 5.2) показывает на общую закономерность, что большинство крупных положительных структур (Передовые складки Урала, Тиманский кряж, Пермский свод, Колвинская и Косьвинско-Чусовская седловины) характеризуется повышенным средним КНА; меньшее число положительных структур (Камский и Башкирский своды, Ракшинская седловина) характеризуется пониженным средним КНА.

Подавляющее большинство крупных отрицательных структур (Вычегодский прогиб, Соликамская, Юрюзано-Сылвенская депрессии; Висимская, Верхнекамская, Бымско-Кунгурская впадины) характеризуется пониженным и только Верхнепечерская депрессия - повышенным средним КНА.

Морфонеотектонический анализ по средним тектоническим структурам Пермского Приуралья и Урала (табл. 5.3) показывает на большую дифференцированность неотектонических показателей. По КНА 14 из 38 средних положительных структур характеризуется повышенными средними значениями, по другим показателям (кроме мегатрещиноватости) отмечается близкая закономерность, но при этом, суммарные средние значения показателей по средним положительным структурам (кроме КНА) выше их среднефонового. Коэффициент мегатрещиноватости при оценке активности тектонических структура и их «выраженности» на карте является более объективным показателем, 26 из 38 средних положительных структур характеризуется повышенными средними значениями КМТ. В целом, по комплексу показателей, наиболее высокоактивными являются: Ксенофоновский, Кельтменский, Осинский, Шамарский валы, Киенгопская, Ольховская валообразные зоны, Батырбайский выступ.

Морфонеотектонический анализ по локальным структурам (месторождениям нефти и газа) Пермского Приуралья и Урала (табл. 5.4)

показывает на преимущественную неотектоническую стабильность локальных положительных структур, при большой дифференцированности показателей и их значений.

Не все локальные структуры имеют явную тектоническую выраженность, некоторые из них являются литолого-фациальными ловушками. КИР в пределах локальных положительных структур изменяется от 0,4 до 1,5, в среднем 1,2; КАУ – от 0,0 до 2,8, в среднем 0,8; КЭР – от 1,7 до 267,4, в среднем 77,1; КМТ – от 1 до 51, в среднем 12,2. КНА в пределах локальных положительных структур изменяется от 5 до 15, в среднем 9,0 (что ниже среднего – 10,1). При этом 50 структур из 205 характеризуется повышенными средними значениями КНА.

#### **5.4. Характеристика геоактивных зон и их связи с геофизическими, геохимическими и гидрогеологическими полями**

В результате морфонеотектонического и морфоструктурного анализа по различным показателям и комплексной оценки неотектонической активности по КНА, на территории Пермского края установлено большое количество геодинамических аномалий, как с высокими значениями показателей (активные геодинамические зоны), так и с низкими значениями (стабильные геодинамические зоны). Многие аномалии локальные, имеют небольшую площадь или зафиксированы по отдельным точкам, другие занимают обширные поля. Коррелируемость аномальных полей по разным показателям также различна. Одни аномалии изолированы, другие создают комплексные аномальные зоны и участки. В пространственном отношении основные аномалии можно сгруппировать (аддитивным способом) в 17 крупных зон, с площадями 750-6250, в среднем 2900 км<sup>2</sup>.

Пространственное размещение их показано на карте геодинамических активных зон рис.5.2. Ниже приводится их краткая характеристика в т. ч. – по геохимическим, геофизическим и гидрогеологическим полям [41, 62].

Морфонеотектоническая характеристика крупных тектонических структур Пермского Приуралья и Урала

Крупные тектонические структуры	Неотектонические показатели				
	min – max среднее				
	КИР (фон=1,01)	КАУ (фон=1,00)	КЭР (фон=90,9)	КМТ (фон=11,0)	КНА (фон=10,1)
Верхнепечерская депрессия (ВПД)	<u>0,62-1,47</u> 0,94	<u>0,12-4,98</u> 1,08	<u>10,7-215,1</u> 110,1	<u>4-35</u> 17,3	<u>7-16</u> 10,7
Тиманский кряж (Т)	<u>0,56-1,40</u> 0,95	<u>0,22-3,90</u> 1,39	<u>41,1-154,1</u> 83,1	<u>6-35</u> 17,8	<u>9-14</u> 10,8
Вычегодский прогиб (ВП)	<u>0,63-1,32</u> 0,96	<u>0,04-4,62</u> 0,96	<u>5,6-168,1</u> 59,2	<u>4-35</u> 15,4	<u>7-15</u> 9,8
Камский свод (КС)	<u>0,46-1,59</u> 1,03	<u>0,01-4,82</u> 0,81	<u>0,02-123,6</u> 34,3	<u>1-40</u> 16,2	<u>4-15</u> 9,6
Колвинская седловина (КолС)	<u>0,96-1,04</u> 1,01	<u>0,18-1,25</u> 0,83	<u>113,6-210,4</u> 165,6	<u>8-20</u> 15,3	<u>11-12</u> 11,3
Соликамская депрессия (СолД)	<u>0,46-1,41</u> 0,98	<u>0,00-4,80</u> 0,75	<u>2,2-245,5</u> 61,7	<u>1-32</u> 12,7	<u>5-14</u> 9,2
Висимская впадина (ВисВ)	<u>0,42-1,40</u> 0,94	<u>0,07-4,94</u> 0,88	<u>0,5-184,9</u> 67,1	<u>1-37</u> 13,4	<u>5-16</u> 9,4
Верхнекамская впадина (ВКВ)	<u>0,47-1,35</u> 0,97	<u>0,12-4,35</u> 0,98	<u>0,0-241,8</u> 78,3	<u>1-37</u> 12,8	<u>6-14</u> 9,7
Ракшинская седловина (РакС)	<u>0,57-1,37</u> 0,94	<u>0,15-3,55</u> 1,06	<u>5,9-76,1</u> 45,9	<u>1-38</u> 10,3	<u>6-13</u> 9,1
Косьвинско-Чусовская седловина (КЧС)	<u>0,62-1,33</u> 0,99	<u>0,22-1,99</u> 1,03	<u>5,2-288,0</u> 164,5	<u>4-32</u> 17,0	<u>6-14</u> 11,6
Пермский свод (ПС)	<u>0,48-1,59</u> 1,01	<u>0,09-4,78</u> 1,00	<u>7,2-274,0</u> 110,9	<u>1-33</u> 11,6	<u>7-14</u> 10,2
Юрюзано-Сылвенская депрессия (ЮСД)	<u>0,57-1,44</u> 0,97	<u>0,01-2,98</u> 1,00	<u>16,6-314,5</u> 95,4	<u>1-33</u> 12,5	<u>7-15</u> 9,8
Бымско-Кунгурская впадина (БКВ)	<u>0,52-1,64</u> 0,97	<u>0,02-3,29</u> 0,90	<u>0,9-370,5</u> 82,4	<u>1-30</u> 11,1	<u>5-15</u> 9,4
Башкирский свод (БС)	<u>0,63-1,37</u> 0,99	<u>0,09-2,55</u> 0,69	<u>1,7-256,5</u> 67,5	<u>1-28</u> 12,0	<u>4-15</u> 9,1
Передовые складки Урала (ПСУ)	<u>0,49-1,79</u> 1,04	<u>0,05-5,52</u> 1,37	<u>32,7-505,2</u> 167,3	<u>1-32</u> 13,1	<u>6-19</u> 11,7

Таблица 5.3

Морфонеотектоническая характеристика средних тектонических  
положительных структур Пермского Приуралья и Урала

№ структур ы	Средние тектонические структуры	Неотектонические показатели			<u>min – max</u> среднее	
		КИР (фон=1,0)	КАУ (фон=1,0)	КЭР (фон=90,9)	КМТ (фон=11,0)	КНА (фон=10, 1)
1	2	3	4	5	6	7
I	Ксенофоновский вал	<u>0,56-1,4</u> 0,98	<u>0,18-3,9</u> 1,21	<u>27,6-210,4</u> 108,4	<u>6-23</u> 16,0	<u>6-14</u> 10,9
II	Кельтменский вал	<u>0,89-1,32</u> 1,08	<u>0,12-4,62</u> 1,53	<u>57,5-101,2</u> 84,7	<u>6-28</u> 18,9	<u>9-15</u> 12,0
III	Чердынский выступ	<u>0,81-1,14</u> 0,98	<u>0,02-0,96</u> 0,47	<u>96,2</u> 45,8	<u>8-30</u> 16,9	<u>8-10</u> 9,1
IV	Березниковский выступ	<u>0,57-1,32</u> 1,00	<u>0,22-1,26</u> 0,60	<u>19,22-102,8</u> 57,4	<u>2-23</u> 9,5	<u>6-11</u> 8,7
V	Уньвинский выступ	<u>0,55-1,24</u> 0,99	<u>0,05-4,16</u> 0,88	<u>15,1-146,4</u> 95,3	<u>2-25</u> 14,2	<u>8-12</u> 9,7
VI	Касибская валообразная зона	<u>0,42-1,14</u> 0,83	<u>0,16-2,14</u> 0,60	<u>13,4-74,6</u> 33,7	<u>7-17</u> 12,7	<u>6-11</u> 8,0
VII	Майкорская валообразная зона	<u>0,78-1,28</u> 1,07	<u>0,26-1,27</u> 0,78	<u>39,7-127,5</u> 79,9	<u>3-33</u> 14,4	<u>8-13</u> 9,9
VIII	Васильевская валообразная зона	<u>0,59-1,01</u> 0,76	<u>0,18-0,77</u> 0,51	<u>0,5-163,5</u> 55,8	<u>4-17</u> 12,0	<u>5-10</u> 7,9
IX	Воскресенский вал	<u>0,67-1,11</u> 0,91	<u>0,20-2,38</u> 1,05	<u>42,3-114,2</u> 73,1	<u>1-25</u> 10,5	<u>7-12</u> 9,0
X	Кудымкарский вал	<u>0,46-1,36</u> 0,87	<u>0,14-1,50</u> 0,77	<u>9,8-68,3</u> 32,2	<u>2-30</u> 13,3	<u>6-11</u> 8,6
XI	Кочевский вал	<u>0,49-1,36</u> 0,91	<u>0,18-3,55</u> 1,05	<u>21,8-76,2</u> 47,3	<u>2-32</u> 17,0	<u>6-14</u> 10,0
XII	Верещагинский вал	<u>0,76-1,29</u> 1,01	<u>0,40-2,11</u> 1,03	<u>29,8-66,2</u> 46,1	<u>1-20</u> 9,9	<u>7-11</u> 9,2
XIII	Соколовский выступ	<u>0,91-1,17</u> 0,95	<u>0,32-1,55</u> 1,16	<u>91,4-107,3</u> 99,2	<u>1-15</u> 8,8	<u>9-12</u> 10,2
XIV	Кленовский выступ	<u>0,67-1,15</u> 0,98	<u>0,47-1,28</u> 0,90	<u>36,75-91,53</u> 65,1	<u>1-17</u> 8,7	<u>7-10</u> 9,0
XV	Очерский вал	<u>0,49-1,25</u> 0,93	<u>0,25-2,64</u> 1,30	<u>27,6-79,4</u> 47,1	<u>1-20</u> 8,0	<u>6-12</u> 8,9
XVI	Киенгопская валообразная зона	<u>0,99-1,35</u> 1,17	<u>0,97-2,20</u> 1,59	<u>112,6-137,8</u> 125,2	<u>6-13</u> 9,5	<u>10-13</u> 11,5
XVII	Ножовский выступ	<u>0,59-1,35</u> 1,09	<u>0,52-2,20</u> 1,25	<u>36,7-165,7</u> 88,5	<u>6-26</u> 16,1	<u>8-13</u> 11,1
XVIII	Андреевский выступ	<u>0,66-1,20</u> 0,94	<u>0,13-1,79</u> 0,60	<u>88,8-114,8</u> 102,7	<u>4-25</u> 14,5	<u>7-13</u> 9,8
XIX	Осинский вал	<u>0,72-1,43</u> 1,06	<u>0,20-2,40</u> 0,89	<u>44,9-198,5</u> 117,5	<u>3-33</u> 17,3	<u>7-14</u> 10,9



## Окончание таблицы 5.3

1	2	3	4	5	6	7
XX	Краснокамский вал	<u>0,53-1,29</u> 0,96	<u>0,25-3,63</u> 1,11	<u>7,2-232,5</u> 85,7	<u>3-22</u> 12,5	<u>7-13</u> 10,1
XXI	Межевская валообразная зона	<u>0,53-1,12</u> 0,92	<u>0,61-1,33</u> 0,93	<u>64,8-179,3</u> 110,1	<u>5-17</u> 11,2	<u>8-12</u> 9,8
XXII	Каменноложская валообразная зона	<u>0,81-1,15</u> 1,03	<u>0,55-1,22</u> 0,79	<u>78,1-179,4</u> 143,0	<u>8-30</u> 13,0	<u>10-14</u> 10,8
XXIII	Ольховская валообразная зона	<u>0,76-1,38</u> 1,04	<u>0,19-1,73</u> 0,96	<u>5,2-288,0</u> 164,2	<u>4-32</u> 15,1	<u>6-14</u> 11,2
XXIV	Лобановская валообразная зона	<u>0,78-1,21</u> 1,03	<u>0,09-2,59</u> 0,92	<u>32,1-263,7</u> 148,9	<u>1-20</u> 8,7	<u>8-13</u> 10,5
XXV	Мазунинская зона поднятий	<u>0,69-1,20</u> 0,95	<u>0,51-2,26</u> 1,09	<u>48,7-114,3</u> 72,1	<u>5-21</u> 12,7	<u>8-12</u> 9,4
XXVI	Веслянская валообразная зона	<u>0,64-1,35</u> 0,99	<u>0,02-1,73</u> 0,81	<u>16,9-172,2</u> 81,6	<u>1-27</u> 12,7	<u>6-13</u> 9,30
XXVII	Сосновский выступ	<u>0,83-1,23</u> 1,00	<u>0,23-1,63</u> 0,71	<u>32,1-114,3</u> 73,7	<u>12-22</u> 15,9	<u>8-12</u> 9,8
XXVIII	Батырбайский выступ	<u>0,72-1,19</u> 0,98	<u>0,22-2,34</u> 0,90	<u>89,3-256,5</u> 161,6	<u>13-28</u> 19,3	<u>9-15</u> 11,6
XXIX	Капканская зона поднятий	<u>0,82-1,14</u> 0,98	<u>0,48-0,90</u> 0,74	<u>113,1-193,8</u> 146,7	<u>6-10</u> 8,0	<u>9-10</u> 9,6
XXX	Дубовогорская терраса	<u>0,63-1,11</u> 0,93	<u>0,18-2,18</u> 0,78	<u>58,8-152,8</u> 96,8	<u>1-21</u> 8,3	<u>6-12</u> 8,8
XXXI	Чернушинская валообразная зона	<u>0,72-1,34</u> 1,02	<u>0,15-1,48</u> 0,68	<u>10,5-121,1</u> 73,1	<u>1-23</u> 11,2	<u>5-14</u> 9,3
XXXII	Татышлинский выступ	<u>1,09-1,36</u> 1,17	<u>0,40-0,59</u> 0,49	<u>57,5-104,7</u> 74,3	<u>7-14</u> 9,8	<u>9-11</u> 9,8
XXXIII	Куединский вал	<u>0,63-1,37</u> 0,99	<u>0,15-2,18</u> 1,02	<u>24,0-11,4</u> 73,7	<u>3-25</u> 15,0	<u>8-14</u> 10,3
XXXIV	Москудынский вал	<u>0,63-1,13</u> 0,94	<u>0,28-2,87</u> 1,30	<u>53,0-93,8</u> 73,6	<u>8-16</u> 11,6	<u>8-11</u> 9,8
XXXV	Дороховский вал	<u>0,78-1,12</u> 0,92	<u>0,12-1,58</u> 0,68	<u>9,9-68,6</u> 38,0	<u>1-18</u> 9,1	<u>6-10</u> 8,1
XXXVI	Западно-Кизеловский вал	<u>0,52-1,18</u> 0,96	<u>0,14-2,54</u> 0,94	<u>83,5-191,6</u> 138,7	<u>1-20</u> 11,7	<u>7-14</u> 10,5
XXXVII	Шамарский вал	<u>0,63-1,08</u> 0,95	<u>0,68-1,37</u> 1,10	<u>102,8-205,9</u> 154,3	<u>5-17</u> 12,1	<u>10-12</u> 11,0
XLI	Красильниковский вал	<u>0,67-0,96</u> 0,82	<u>0,81-0,88</u> 0,85	<u>27,4-43,6</u> 35,5	<u>5-7</u> 6,0	<u>6-8</u> 7,0
В целом, по средним положительным структурам		<u>0,42-1,43</u> 1,12	<u>0,59-4,62</u> 1,07	<u>0,5-288,0</u> 93,7	<u>1-33</u> 14,6	<u>5-15</u> 9,7

Таблица 5.4

Морфонеотектоническая характеристика локальных положительных  
(нефтегазоносных) структур Пермского Приуралья и Урала

Тектонические структуры			Неотектонические показатели, min-max /среднее				
Крупные	Локальные		КИР (фон=1,01)	КАУ (фон=1,00)	КЭР (фон=90,9)	КМТ (фон=11,0)	КНА (фон=10,1)
	№	Месторождение					
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Верхнепечерская депрессия</b>	202	Анельское	<u>0,77-0,92</u> 0,85	<u>0,77-0,9</u> 0,84	<u>127,5-163,7</u> 145,6	<u>10-15</u> 12,5	<u>8-11</u> 9,5
	111	Долдинское	<u>0,98-1,09</u> 1,00	<u>0,49-1,00</u> 1,00	<u>20,6-57,0</u> 39,0	<u>5-13</u> 9,0	<u>7-11</u> 9,0
156		Дружининское	<u>0,96-1,09</u> 1,01	<u>0,49-1,00</u> 0,69	<u>20,6-57,0</u> 44,0	<u>5-18</u> 12,0	<u>7-11</u> 9,0
<b>Камский свод</b>	158	Исаневское	1,20	1,55	73,6	3	9
	167	Томиловское	<u>1,06-1,11</u> 1,09	<u>0,24-1,55</u> 0,49	<u>27,6-204,7</u> 116,3	<u>15-16</u> 15,5	<u>10-11</u> 10,5
<b>Колвинская седловина</b>	84	Крутовское	<u>0,93-1,07</u> 1,00	<u>0,64-0,80</u> 0,72	<u>141,3-150,4</u> 145,9	<u>22-24</u> 23,0	<u>11-12</u> 11,5
	88	Осокинское	1,23	0,43	30,0	8	10
<b>Соликамская депрессия</b>	91	Сибирское	<u>1,00-1,11</u> 1,08	<u>0,22-0,96</u> 0,56	<u>124,3-146,4</u> 136,2	<u>2-12</u> 7,0	<u>8-10</u> 9,0
	93	Уньвинское	<u>0,55-1,24</u> 0,88	<u>0,19-1,35</u> 0,71	<u>33,8-126,9</u> 82,5	<u>12-25</u> 16,0	<u>8-11</u> 9,3
	94	Чашкинское	0,93	0,91	63,5	10	8
	96	Юрчукское	<u>0,74-1,06</u> 0,90	<u>0,55-0,88</u> 0,72	<u>31,0-74,0</u> 52,5	<u>7-9</u> 8,0	<u>7-9</u> 8,0
	97	Верх-Сыпанское	<u>0,99-1,14</u> 1,07	<u>0,15-1,65</u> 0,86	<u>41,2-71,7</u> 50,1	<u>12-23</u> 13,0	<u>9-12</u> 10,3
	99	Вост.-Гагаринское	0,89	0,39	26,8	8	8
	100	Ескинское	<u>0,46-1,01</u> 0,76	<u>0,00-0,82</u> 0,30	<u>10,0-30,8</u> 19,9	<u>8-14</u> 10,7	<u>6-8</u> 7,0
	101	Жилинское	<u>0,57-0,96</u> 0,83	<u>0,22-0,36</u> 0,29	<u>59,1-102,8</u> 82,6	<u>8-23</u> 14,0	<u>6-11</u> 8,5
	102	Им. Архангельского	<u>1,11-1,24</u> 1,18	<u>0,22-0,41</u> 0,32	<u>89,34-92,8</u> 91,1	<u>14-23</u> 18,5	<u>6-11</u> 11,0
	103	Усть-Долгинское	0,82	0,09	32,5	19	8
	104	Шерешневское	<u>0,96-1,14</u> 1,05	<u>0,05-2,82</u> 1,44	<u>12,9-15,1</u> 13,6	<u>13-25</u> 19,0	<u>9-11</u> 10,0
	105	Бельское	<u>0,88-0,89</u> 0,89	<u>0,36-0,79</u> 0,58	<u>102,8-109,4</u> 106,1	<u>14-23</u> 18,5	<u>10-11</u> 10,5
	110	Водораздельное	0,81	0,19	39,4	30	10
	120	Федорцевское	<u>0,51-1,12</u> 0,82	<u>0,67-0,98</u> 0,83	<u>15,1-19,4</u> 17,3	<u>6-17</u> 11,5	<u>8</u> 8,0
	121	Юрчукское	<u>0,58-1,06</u> 0,82	<u>0,88-0,99</u> 0,94	<u>31,0-31,9</u> 31,4	<u>3-9</u> 6,0	<u>7-9</u> 8,0
	151	Чердынское	0,81	0,60	51,5	20	9
	153	Верх-Боровицкое	<u>0,59-1,13</u> 0,86	<u>0,63-1,37</u> 1,00	<u>17,8-34,6</u> 26,2	<u>7-11</u> 9,0	<u>8</u> 8,0
	160	Лесорубное	0,96	0,57	54,2	18	9
	162	Песчанковское	<u>0,65-1,14</u> 0,95	<u>0,24-1,36</u> 0,63	<u>55,0-200,7</u> 118,1	<u>8-10</u> 8,7	<u>9-10</u> 9,3
	173	Пихтовое	<u>0,95-1,12</u> 1,04	<u>0,19-2,02</u> 1,11	<u>103,3-109,7</u> 106,5	<u>12-17</u> 14,5	<u>10-11</u> 10,5
179	Боровицкое	<u>0,72-1,18</u> 0,95	<u>0,59-0,96</u> 0,78	<u>37,8-49,4</u> 43,6	<u>9-11</u> 10,0	<u>7-9</u> 8,0	

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	180	Логовское	<u>0,89-1,32</u> 1,14	<u>0,44-0,89</u> 0,76	<u>234-53,6</u> 40,9	<u>2-17</u> 8,8	<u>8-10</u> 9,0
	181	Маговское	<u>0,46-1,09</u> 0,80	<u>0,35-0,82</u> 0,60	<u>11,7-19,0</u> 22,7	<u>1-15</u> 9,0	<u>7-8</u> 7,3
	182	Мысьинское	0,70	0,35	11,7	15	7
	183	Озерное	<u>0,98-1,09</u> 1,04	<u>0,10-1,53</u> 2,14	<u>2,2-32,9</u> 13,5	<u>1-18</u> 7,3	<u>6-14</u> 9,0
	184	Тарховское	1,18	0,96	37,8	9	9
	187	Гежское	<u>1,06-1,29</u> 1,18	<u>0,47-0,61</u> 0,54	<u>53,8-99,6</u> 76,7	<u>8-10</u> 9,0	<u>9-11</u> 10,0
	188	Цепельское	<u>1,01-1,28</u> 1,15	<u>0,10-0,90</u> 0,50	<u>38,8-80,4</u> 59,1	<u>10-13</u> 11,5	<u>9-10</u> 9,5
	189	Гагаринское	0,87	0,35	13,8	9	7
	190	Кисловское	<u>0,92-1,21</u> 1,07	<u>0,31-0,33</u> 0,32	<u>2,6-44,1</u> 23,4	<u>7-11</u> 9,0	<u>8</u> 8,0
	199	Люльвинское	1,14	0,60	33,4	13	10
	82	Карнамовское	0,65	1,05	50,8	12	8
<b>Висимская впадина</b>	83	Касибское	<u>0,42-1,41</u> 0,89	<u>0,16-1,49</u> 0,46	<u>15,8-33,8</u> 23,3	<u>7-15</u> 11,3	<u>6-10</u> 7,7
	95	Шахтовское	<u>0,58-1,18</u> 0,76	<u>0,13-0,37</u> 0,24	<u>25,5-120,3</u> 53,1	<u>12-37</u> 20,2	<u>7-11</u> 8,6
	117	Родниковское	0,79	0,86	83,4	4	7
	118	Романшорское	<u>0,57-1,13</u> 0,85	<u>0,13-2,1</u> 1,13	<u>90,0-137,7</u> 113,8	<u>7-22</u> 14,5	<u>6-14</u> 10,0
	119	Тукачевское	<u>1,02-1,36</u> 1,16	<u>0,70-1,14</u> 0,94	<u>98,4-140,0</u> 119,8	<u>13-16</u> 14,3	<u>11-13</u> 11,7
	124	Васильевское	<u>0,76-1,22</u> 0,94	<u>0,42-1,12</u> 0,75	<u>95,7-167,7</u> 138,7	<u>8-17</u> 11,8	<u>9-12</u> 10,3
	136	Русаковское	<u>0,67-1,10</u> 0,87	<u>0,30-1,93</u> 0,88	<u>148,7-195,5</u> 176,4	<u>8-16</u> 10,7	<u>10-12</u> 10,7
	138	Слудское	<u>0,76-1,01</u> 0,89	<u>0,49-0,77</u> 0,63	<u>71,3-95,7</u> 83,5	<u>6-17</u> 11,5	<u>9</u> 9,0
	152	Чермозское	0,60	0,18	26,7	17	7
	157	Зубовское	<u>0,67-1,12</u> 0,92	<u>0,30-2,50</u> 1,19	<u>130,4-195,5</u> 167,1	<u>8-16</u> 10,5	<u>10-13</u> 11,0
	191	Лемзерское	<u>0,60-0,79</u> 0,70	<u>0,42-0,55</u> 0,49	<u>18,1-51,2</u> 35,0	<u>12-17</u> 14,5	<u>7-8</u> 7,5
	192	Газмерское	0,70	0,69	74,6	16	8
	200	Майкорское	<u>0,63-1,28</u> 1,07	<u>0,27-1,27</u> 0,83	<u>27,9-127,5</u> 67,8	<u>3-33</u> 14,3	<u>8-13</u> 10,0
	2	Андреевское	<u>0,66-1,11</u> 0,89	<u>0,13-0,80</u> 0,44	<u>71,5-114,8</u> 96,9	<u>10-15</u> 12,0	<u>7-10</u> 8,8
<b>Верхнекамская впадина</b>	3	Аптугайское	0,91	1,74	93,8	10	11
	8	Москудьинское	0,95	0,74	73,3	10	8
	12	Кирилловское	<u>1,01-1,09</u> 1,05	<u>1,24-1,79</u> 1,52	<u>68,4-77,7</u> 73,0	<u>3-20</u> 11,5	<u>9-12</u> 10,5
	16	Кудрявцевское	1,00	1,30	70,8	15	11
	18	Кустовское	<u>0,95-1,13</u> 1,03	<u>0,34-0,88</u> 0,65	<u>73,3-88,1</u> 83,6	<u>5-22</u> 12,3	<u>8-11</u> 9,0

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	19	Малодсинское	<u>1,01-1,07</u> 1,03	<u>0,50-1,79</u> 1,23	<u>68,4-104,8</u> 81,6	<u>13-20</u> 17,0	<u>10-12</u> 11,3
	22	Малодсинское	<u>0,76-1,10</u> 1,00	<u>0,28-2,87</u> 1,07	<u>53,0-76,9</u> 69,0	<u>10-14</u> 12,0	<u>9-10</u> 9,8
	40	Шумовское	<u>0,92-0,95</u> 0,94	<u>0,43-0,69</u> 0,56	<u>61,5-65,9</u> 63,7	<u>7-10</u> 8,5	<u>8</u> 8,0
	78	Березовское	<u>0,59-1,07</u> 0,91	<u>0,52-0,72</u> 0,65	<u>36,7-120,8</u> 90,6	<u>10-26</u> 19,3	<u>9-12</u> 10,3
	79	Бугровское	0,99	0,97	112,6	13	10
	80	Западное	<u>1,07-1,35</u> 1,21	<u>0,72-2,20</u> 1,46	<u>120,8-137,8</u> 129,2	<u>6-26</u> 16,0	<u>12-13</u> 12,5
	81	Змеевское	1,10	2,13	55,8	12	11
	86	Ножовское	<u>1,07-1,26</u> 1,16	<u>0,72-1,17</u> 0,98	<u>53,9-114,3</u> 77,5	<u>10-25</u> 16,7	<u>10-12</u> 11,3
	87	Опалихинское	1,26	1,17	64,4	15	12
	89	Падунское	<u>1,16-1,23</u> 1,20	<u>1,04-1,52</u> 1,28	<u>42,6-53,9</u> 48,3	<u>15-25</u> 20,0	<u>12</u> 12,0
	90	Первомайское	1,19	1,30	78,9	15	11
	144	Очерское	<u>0,89-1,06</u> 0,96	<u>0,25-0,90</u> 0,64	<u>27,8-34,3</u> 30,1	<u>1-13</u> 6,3	<u>6-10</u> 7,7
	145	Сивинское	<u>0,76-1,14</u> 0,94	<u>0,72-2,11</u> 1,30	<u>30,9-65,4</u> 43,3	<u>5-19</u> 12,0	<u>7-11</u> 9,0
	155	Бабакинское	0,99	0,97	112,6	13	10
	196	Злодаревское	0,81	0,66	68,2	18	9
142	Верещагинское	<u>0,79-1,06</u> 0,92	<u>0,80-1,39</u> 1,01	<u>48,4-88,89</u> 61,3	<u>1-12</u> 4,0	<u>7-10</u> 8,0	
<b>Ракшинская седловина</b>	143	Неждановское	<u>0,79-1,06</u> 1,18	<u>0,80-1,39</u> 0,87	<u>4898-88,9</u> 51,2	<u>12-20</u> 16,0	<u>7-10</u> 10,5
	148	Травнинское	<u>0,79-1,37</u> 1,07	<u>0,39-0,80</u> 0,59	<u>29,8-56,2</u> 39,4	<u>1-10</u> 4,3	<u>8-9</u> 8,3
	92	Ульяновское	<u>1,05-1,09</u> 1,07	<u>0,61-0,76</u> 0,69	<u>168,8-245,8</u> 199,4	<u>10-12</u> 10,7	<u>11-12</u> 11,3
<b>Косьвинско-Чусовская седловина</b>	106	Боркмосское	<u>0,62-1,13</u> 0,95	<u>0,80-2,23</u> 1,26	<u>115,9-195,9</u> 154,6	<u>10-18</u> 14,8	<u>10-12</u> 11,3
	107	Верх-Добрянское	<u>1,03-1,04</u> 1,04	<u>0,56-1,09</u> 0,83	<u>169,6-177,2</u> 173,4	<u>8-30</u> 19,0	<u>12-14</u> 13,0
	112	Истокское	<u>0,86-1,33</u> 1,10	<u>0,22-0,67</u> 0,45	<u>80,2-93,5</u> 86,8	<u>10-18</u> 14,0	<u>8-11</u> 9,5
	116	Мутьинское	0,93	1,73	148,1	13	11
	172	Ольховское	<u>0,86-1,33</u> 1,05	<u>0,67-1,25</u> 1,03	<u>42,0-177,2</u> 111,1	<u>8-25</u> 17,8	<u>11-12</u> 11,3
		Баклановское	1,12	0,34	164,5	20	12
<b>Пермский свод</b>	9	Горское	<u>1,23-1,30</u> 1,27	<u>0,11-0,96</u> 0,54	<u>111,3-204,8</u> 158,0	<u>5-10</u> 7,5	<u>10-11</u> 10,5
	20	Маячное	1,39	1,75	198,3	10	14
	5	Осинское	<u>0,89-1,18</u> 0,99	<u>0,78-0,91</u> 0,87	<u>99,6-144,4</u> 117,3	<u>3-20</u> 10,3	<u>9-10</u> 9,3
	25	Рассветное	<u>0,65-1,12</u> 0,90	<u>0,35-1,72</u> 0,73	<u>130,8-263,7</u> 216,5	<u>4-17</u> 8,9	<u>9-11</u> 10,4

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	34	Тулвинское	<u>1,09-1,09</u> 1,09	<u>2,26-2,40</u> 2,33	<u>105,5-126,5</u> 116,0	<u>20-28</u> 24,0	<u>13-14</u> 13,5
	85	Межевское	1,16	1,06	146,3	18	12
	98	Беляевское	<u>1,39-1,43</u> 1,41	<u>0,2-1,75</u> 0,98	<u>59,1-134,1</u> 96,6	<u>5-17</u> 11,0	<u>11-12</u> 11,5
	114	Краснокамское	<u>0,83-1,07</u> 0,91	<u>0,25-1,07</u> 0,51	<u>7,2-83,3</u> 12,2	<u>7-20</u> 15,2	<u>8-10</u> 8,8
	126	Зоринское	0,86	1,35	100,1	15	11
	129	Козубаевское	<u>1,08-1,21</u> 1,14	<u>0,34-2,25</u> 1,24	<u>61,5-164,5</u> 111,6	<u>7-20</u> 13,0	<u>10-13</u> 11,7
	130	Кузнецовское	1,12	2,50	157,5	8	13
	134	Лобановское	<u>1,02-1,16</u> 1,10	<u>0,09-1,40</u> 0,81	<u>67,1-152,0</u> 102,4	<u>2-10</u> 5,5	<u>8-11</u> 9,3
	137	Северо-Камское	<u>0,80-1,12</u> 0,99	<u>0,61-1,27</u> 0,93	<u>46,3-12600</u> 81,8	<u>2-19</u> 10,2	<u>8-11</u> 9,6
	149	Никольский выступ	<u>0,71-1,20</u> 1,07	<u>0,30-1,29</u> 0,65	<u>44,9-146,8</u> 93,4	<u>5-27</u> 18,7	<u>7-12</u> 10,4
	166	Талицкое	0,98	0,76	107,7	5	8
	171	Кухтымское	<u>0,88-1,10</u> 0,99	<u>0,55-0,59</u> 0,57	<u>150,8-171,8</u> 161,3	<u>8-15</u> 11,5	<u>10-11</u> 10,5
	174	Полазненское	<u>0,73-0,92</u> 0,83	<u>0,83-0,88</u> 0,86	<u>64,8-107,7</u> 83,1	<u>7-22</u> 13,7	<u>8-9</u> 8,7
	175	Шеметинское	<u>0,93-1,19</u> 1,08	<u>1,61-2,50</u> 1,95	<u>61,6-157,5</u> 93,9	<u>8-22</u> 15,0	<u>10-13</u> 11,7
	176	Ярино-Каменоложское	<u>0,81-1,14</u> 1,03	<u>0,55-1,21</u> 0,80	<u>111,5-179,4</u> 150,0	<u>8-10</u> 8,8	<u>10-11</u> 10,3
	177	Талое	<u>0,88-1,04</u> 0,96	<u>0,56-0,59</u> 0,58	<u>169,6-171,8</u> 170,7	<u>15-30</u> 22,5	<u>11-14</u> 12,5
	178	Южно-Межевское	1,12	0,61	179,3	17	12
	66	Высоковское	<u>0,83-1,08</u> 0,96	<u>0,41-1,58</u> 1,00	<u>49,5-51,4</u> 50,5	<u>10-15</u> 12,5	<u>9-10</u> 9,5
<b>Юрюзано-Сылвинская депрессия</b>	108	Верхне-Чусовское	<u>0,91-1,19</u> 1,05	<u>0,13-0,38</u> 0,26	<u>105,1-187,5</u> 146,3	<u>10-18</u> 14,0	<u>8-12</u> 10,0
	113	Копальнинское	<u>0,75-1,18</u> 0,96	<u>1,31-1,62</u> 1,45	<u>74,2-147,7</u> 105,9	<u>10-17</u> 12,3	9-11 10,0
	115	Луживское	<u>0,93-1,07</u> 1,00	<u>0,40-2,23</u> 1,32	<u>138,7-143,2</u> 140,9	<u>3-16</u> 9,5	<u>9-12</u> 10,5
	161	Лысьвинское	0,89	1,30	76,2	20	10
	165	Селинское	<u>0,91-1,07</u> 0,99	<u>0,13-0,59</u> 0,36	<u>75,4-105,1</u> 90,3	<u>2-10</u> 6,0	<u>8</u> 8,0
	203	Брусянское	0,72	0,68	63,9	17	8
	204	Кордонское	1,07	0,86	74,8	7	9
	205	Комарихинское	<u>0,58-0,87</u> 0,73	<u>0,66-0,78</u> 0,72	<u>75,9-160,6</u> 118,3	<u>10-18</u> 14,0	<u>7-10</u> 8,5
	10	Дороховское	<u>0,78-1,00</u> 0,91	<u>0,44-1,58</u> 0,81	<u>15,5-58,2</u> 35,6	<u>1-12</u> 5,3	<u>6-9</u> 7,5
<b>Бымско-Кунгурская впадина</b>	13	Кокуйское	<u>0,88-1,27</u> 1,01	<u>0,31-1,55</u> 0,73	<u>11,7-64,6</u> 36,2	<u>1-20</u> 10,3	<u>6-10</u> 8,6
	17	Курбатовское	<u>0,99-1,03</u> 1,01	<u>0,37-0,67</u> 0,52	<u>11,8-13,0</u> 12,4	<u>6-16</u> 11,0	<u>8</u> 8,0

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	21	Мосинское	<u>0,84-1,06</u> 0,96	<u>0,56-0,99</u> 0,74	<u>9,9-18,1</u> 14,5	<u>5-7</u> 5,7	<u>6-8</u> 6,7
	27	Сосновское	<u>0,88-1,16</u> 1,04	<u>0,31-0,72</u> 0,55	<u>47,5-75,6</u> 62,6	<u>15-22</u> 19,0	<u>10</u> 10,0
	29	Сретинское	<u>0,87--1,11</u> 0,99	<u>0,30-0,72</u> 0,51	<u>76,6-104,8</u> 90,7	<u>15-15</u> 15,0	<u>10-10</u> 10,0
	38	Чураковское	<u>0,99-1,15</u> 1,04	<u>0,42-0,56</u> 0,51	<u>17,4-37,1</u> 26,2	<u>1-5</u> 3,3	<u>7-8</u> 7,0
	54	Гущинское	0,94	0,54	4,4	3	6
	56	Калиновское	<u>0,67-0,85</u> 0,76	<u>0,69-0,88</u> 0,79	<u>27,4-35,9</u> 31,6	<u>2-5</u> 3,5	<u>7-6</u> 6,5
	59	Сагринское	<u>0,87-1,05</u> 0,96	<u>0,3-0,4</u> 0,35	<u>65,9-104,8</u> 85,4	<u>15-17</u> 16,0	<u>10</u> 10,0
	61	Съповское	0,83	0,23	94,2	15	9
	64	Алтыновское	0,85	0,99	24,5	15	9
	66	Высоковское	0,90	0,55	27,2	4	7
	68	Елкинское	<u>0,64-0,91</u> 0,78	<u>0,21-0,81</u> 0,51	<u>77,7-79,7</u> 78,7	<u>15-25</u> 20,0	<u>7-10</u> 8,5
	69	Зуятское	0,90	0,55	18,7	5	6
	70	Каменское	<u>0,82-0,96</u> 0,97	<u>0,49-0,81</u> 0,65	<u>27,8-68,6</u> 46,7	<u>7-15</u> 12,3	<u>8-10</u> 9,0
	71	Кулигинское	<u>0,84-0,88</u> 0,86	<u>0,47-0,62</u> 0,55	<u>47,5-66,1</u> 56,8	<u>16-22</u> 19,0	<u>9-10</u> 9,5
	72	Ожгинское	<u>0,64-1,09</u> 0,88	<u>0,21-0,99</u> 0,68	<u>54,5-84,0</u> 72,7	<u>8-15</u> 12,7	<u>7-10</u> 8,7
	73	Ручьевское	<u>0,78-0,94</u> 0,88	<u>0,54-1,07</u> 0,72	<u>7,9-36,8</u> 18,7	<u>3-10</u> 6,3	<u>6-9</u> 7,3
	74	Северо-Курашимское	1,09	0,99	84,0	8	10
	75	Чебакское	<u>0,69-10,7</u> 0,92	<u>0,31-1,50</u> 1,08	<u>84,6-267,4</u> 154,4	<u>3-17</u> 7,7	<u>7-13</u> 10,0
	76	Черчинское	<u>0,84-1,06</u> 0,95	<u>0,56-0,99</u> 0,78	<u>15,5-18,1</u> 16,8	<u>5-7</u> 6,0	<u>6-8</u> 7,0
	77	Юрманское	<u>0,96</u> 0,96	<u>0,81</u> 0,81	<u>16,9-68,3</u> 42,6	<u>5</u> 5,0	<u>6-7</u> 6,5
	125	Ергачевское	1,07	0,46	43,1	4	8
	127	Ильичевское	<u>0,78-1,2</u> 0,98	<u>0,45-1,59</u> 0,92	<u>53,4-80,8</u> 65,6	<u>5-15</u> 12,5	<u>7-11</u> 9
	131	Кукуштанское	1,08	2,26	53,6	19	12
	132	Кыласовское	<u>0,77-1,07</u> 0,93	<u>0,33-0,94</u> 0,64	<u>25,0-54,5</u> 40,3	<u>4-18</u> 13,3	<u>8-9</u> 8,5
	133	Лазуковское	<u>0,71-1,07</u> 0,93	<u>0,46-0,74</u> 0,57	<u>43,1-66,7</u> 53,2	<u>4-21</u> 11,7	<u>8-9</u> 8,7
	135	Обливское	0,88	1,38	99,4	5	9
	139	Троельжанское	<u>0,71-1,27</u> 1,06	<u>0,51-0,97</u> 0,75	<u>46,8-66,7</u> 54,1	<u>9-21</u> 13,3	<u>9</u> 9,0
	141	Александровское	0,92	0,83	54,5	15	9
	147	Токаревское	1,14	1,00	53,1	18	11
	169	Щербинское	<u>0,83-1,07</u> 0,94	<u>0,31-1,10</u> 0,59	<u>39,4-267,4</u> 122,9	<u>3-17</u> 10,7	<u>8-13</u> 9,7

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	170	Южно-Кукуштанское	<u>0,96-1,01</u> 0,99	<u>0,74-0,94</u> 0,84	<u>38,5-49,8</u> 44,1	<u>10-18</u> 14,0	<u>9</u> 9,0
	185	Гарюшкинское	<u>1,04-1,23</u> 1,11	<u>0,31-1,9</u> 1,00	<u>180,0-267,4</u> 217,4	<u>15-17</u> 16,0	<u>12-14</u> 13,2
	186	Туркинское	<u>0,97-1,17</u> 1,07	<u>1,28-2,57</u> 1,89	<u>11,3-230,4</u> 141,6	<u>10-30</u> 18,7	<u>12-14</u> 13,0
	193	Бардымское	0,72	0,32	176,3	20	10
	195	Чекурское	0,98	0,85	184,9	15	11
	1	Аляшское	<u>1,11-1,37</u> 1,24	<u>0,58-1,03</u> 0,81	<u>73,4-78,6</u> 76,0	<u>15-17</u> 16,0	<u>11</u> 11,0
<b>Башкирский свод</b>	4	Аспинское	<u>0,88-1,20</u> 1,06	<u>0,40-0,75</u> 0,55	<u>63,0-21,0</u> 73,1	<u>5-13</u> 10,3	<u>8-10</u> 9,0
	6	Батырбайское	<u>0,80-1,18</u> 1,00	<u>0,22-2,34</u> 0,95	<u>89,3-256,5</u> 153,1	<u>13-28</u> 18,4	<u>9-15</u> 11,6
	7	Быркинское	<u>0,93-1,37</u> 1,15	<u>0,22-0,58</u> 0,40	<u>77,3-78,6</u> 78,0	<u>14-17</u> 15,5	<u>8-11</u> 9,5
	8	Гондыревское	<u>0,68-0,68</u> 0,68	<u>0,44-0,44</u> 0,44	<u>24,0-24,8</u> 24,4	<u>1-14</u> 7,5	<u>6-8</u> 7,0
	11	Казаковское	<u>0,93-1,25</u> 1,09	<u>0,59-1,08</u> 0,88	<u>27,9-56,9</u> 42,6	<u>17-18</u> 17,7	<u>9-11</u> 10,3
	14	Красноярско-Куединское	<u>0,68-1,37</u> 1,01	<u>0,44-0,77</u> 0,60	<u>24,0-104,7</u> 60,9	<u>14-18</u> 15,8	<u>8-11</u> 9,8
	15	Кряжевское	<u>1,09-1,36</u> 1,23	<u>0,40-0,51</u> 0,46	<u>57,5-71,1</u> 64,3	<u>8-10</u> 9,0	<u>9-10</u> 9,5
	24	Павловское	<u>0,86-1,34</u> 1,04	<u>0,15-1,48</u> 0,80	<u>29,5-121,1</u> 93,7	<u>4-23</u> 15,2	<u>9-14</u> 10,5
	26	Солдатовское	0,97	0,14	35,8	13	8
	28	Степановское	<u>0,92-1,11</u> 1,02	<u>0,14-0,92</u> 0,57	<u>35,8-103,3</u> 90,7	<u>1-13</u> 7,0	<u>6-11</u> 8,5
	30	Судановское	1,30	0,41	57,1	10	10
	31	Таныпское	<u>0,97-1,11</u> 1,04	<u>0,56-0,78</u> 0,67	<u>94,8-129,6</u> 112,2	<u>10-15</u> 12,5	<u>9-11</u> 10,0
	32	Трифоновское	1,10	0,94	29,2	5	8
	33	Трушниковское	1,12	0,71	69,0	18	10
	35	Чарское	<u>0,86-1,00</u> 0,93	<u>0,39-0,82</u> 0,61	<u>71,9-108,0</u> 89,9	<u>8-14</u> 11,0	<u>9-10</u> 9,5
	36	Чернушинское	<u>0,86-1,36</u> 1,11	<u>0,40-0,82</u> 0,61	<u>57,5-</u> <u>108,0(2)</u> 82,8	<u>8-14</u> 11,0	<u>10</u> 10,0
	37	Чикулаевское	<u>1,0-0,89</u> 0,95	<u>0,15-0,39</u> 0,27	<u>33,3-71,9</u> 52,6	<u>8-13</u> 10,5	<u>8-9</u> 8,5
	39	Шагиртско-Гожанское	<u>0,63-1,11</u> 0,95	<u>0,22-2,18</u> 1,10	<u>59,6-77,3</u> 71,0	<u>14-18</u> 15,8	<u>8-11</u> 9,8
	41	Этышское	1,00	0,39	71,9	8	9
	42	Южинское	0,89	0,15	33,3	13	8
	43	Габышевское	<u>0,94-1,07</u> 1,01	<u>0,59-0,68</u> 0,64	<u>23,4-33,9</u> 28,7	<u>6-13</u> 9,5	<u>9</u> 9,0
	44	Грачевское	<u>1,19-1,19</u> 1,19	<u>0,29-1,60</u> 0,95	<u>58,8-68,0</u> 63,4	<u>12-20</u> 16,0	<u>9-11</u> 10,0
45	Камышловское	1,10	0,47	10,5	2	7	
46	Моховское	<u>0,93-1,25</u> 1,09	<u>0,59-0,96</u> 0,83	<u>27,9-43,1</u> 33,9	<u>17-20</u> 18,3	<u>9-11</u> 10,0	

Окончание таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8
	47	Новоселинское	<u>1,2-1,3</u> 1,25	<u>0,38-0,41</u> 0,40	<u>24,8-57,1</u> 40,9	<u>3-10</u> 6,5	<u>8-10</u> 9,0
	48	Одиновское	0,87	0,22	26,0	17	8
	49	Саварское	<u>1,07-1,14</u> 1,11	<u>0,43-1,00</u> 0,72	<u>53,1-59,6</u> 56,4	<u>7-18</u> 12,5	<u>9-11</u> 10,0
	50	Светлогорское	<u>1,07-1,30</u> 1,16	<u>0,41-0,68</u> 0,54	<u>23,4-57,1</u> 39,0	<u>1-10</u> 5,0	<u>8-10</u> 8,8
	51	Солфьинское	0,94	0,59	33,9	13	9
	52	Тартинское	<u>0,94-1,19</u> 1,07	<u>0,29-0,59</u> 0,44	<u>33,1-68,0</u> 50,9	<u>12-13</u> 12,5	<u>9</u> 9,0
	53	Атерское	0,85	0,22	23,0	13	8
	55	Иликовское	<u>0,72-1,07</u> 0,88	<u>0,09-0,49</u> 0,28	<u>1,7-41,9</u> 23,4	<u>3-13</u> 7,7	<u>5-10</u> 7,3
	57	Капканское	0,93	0,76	193,8	8	10
	58	Лесное	0,90	0,98	29,5	10	8
	60	Соловатовское	1,14	0,81	113,1	6	10
	62	Чайкинское	1,12	0,87	31,5	9	9
	63	Южно-Чернушинское	<u>0,89-1,12</u> 1,00	<u>0,15-0,71</u> 0,42	<u>69,0-97,1</u> 79,3	<u>8-18</u> 14,7	<u>9-10</u> 9,3
	65	Биавашское	<u>0,86-0,89</u> 0,88	<u>1,36-1,38</u> 1,37	<u>12,1-35,8</u> 23,9	<u>4-10</u> 7,0	<u>7-9</u> 8,0
	67	Дубовогорское	1,11	0,92	103,3	13	11
	122	Аряжское	0,70	0,58	68,9	1	6
	123	Батырбайское	1,19	0,38	153,6	20	11
	128	Калмиярское	<u>1,09-1,10</u> 1,10	<u>0,47-0,51</u> 0,49	<u>64,0-71,1</u> 67,5	<u>7-10</u> 8,5	<u>9</u> 9,0
	140	Хатымское	<u>0,92-1,09</u> 1,01	<u>0,22-0,85</u> 0,54	<u>78,1-152,8</u> 115,4	<u>1-21</u> 11,0	<u>6</u> 9,0
	146	Тавдинское	0,95	0,41	15,1	8	7
	147	Одиновское	0,77	0,17	12,0	7	5
	150	Толкушинское	0,97	0,56	129,6	10	9
	154	Тюшевское	<u>0,84-1,21</u> 1,03	<u>0,38-1,31</u> 0,85	<u>16,3-45,9</u> 31,1	<u>10-22</u> 16,0	<u>7-13</u> 10,0
	159	Красносельское	<u>0,73-1,12</u> 0,93	<u>0,46-0,87</u> 0,67	<u>31,5-55,8</u> 43,6	<u>9-20</u> 14,5	<u>8-9</u> 8,5
	163	Ракинское	<u>0,78-0,92</u> 0,85	<u>0,18-0,22</u> 0,20	<u>58,8-78,1</u> 68,4	<u>1-12</u> 6,5	<u>6-7</u> 6,5
	164	Самойловское	1,14	0,81	113,1	6	10
	168	Уинское	0,90	0,98	29,5	10	8
	194	Караморское	<u>0,72-1,05</u> 0,89	<u>0,90-1,25</u> 1,08	<u>102,0-138,7</u> 120,3	<u>9-10</u> 9,5	<u>9-10</u> 9,5
	197	Адилевское	0,74	0,20	55,2	17	7
	198	Утулгинское	<u>0,95-1,12</u> 1,04	<u>0,25-0,59</u> 0,42	<u>104,7-107,6</u> 106,2	<u>7-14</u> 10,5	<u>8-11</u> 9,5
<b>Передовые складки Урала</b>	109	Ветосское	<u>0,74-1,12</u> 0,93	<u>0,68-0,75</u> 0,72	<u>159,4-164,2</u> 161,8	<u>7-11</u> 9,0	<u>8-11</u> 9,5
В целом по локальным положительным структурам			<u>0,42-1,49</u> 1,20	<u>0,00-2,82</u> 0,80	<u>1,7-267,4</u> 77,1	<u>1-51</u> 12,2	<u>5-15</u> 9,0



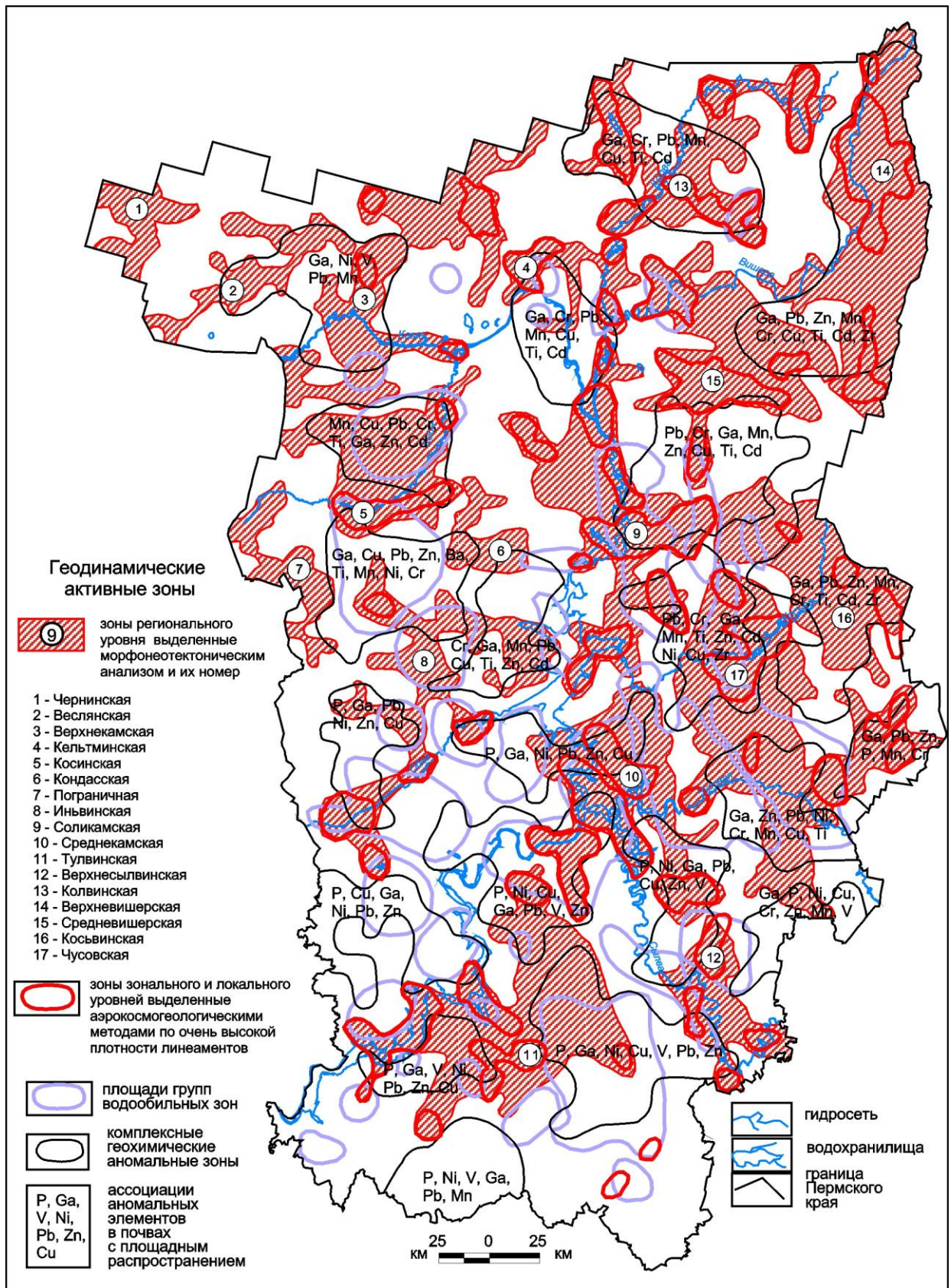


Рис. 5.2. Геодинамические активные и геохимические аномальные зоны Пермского Приуралья и Урала [41]

**1). Чернинская геоактивная зона** (площадь 1085 км<sup>2</sup>) расположена на северо-западной окраине Пермского края, в верховьях бассейна р.Черной. По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья, в приграничной части района умеренных сводовых поднятий Северных Увалов и района слабых дифференцированных поднятий Веслянской низины. В структурно-тектоническом отношении находится в северо-западной части Камского свода (в восточной части Казанско-Кажимского авлакогена – по В.М. Проворову). По геофизическим данным проявляется отрицательными аномалиями магнитного поля. По геохимии и гидрогеологии – практически не изучена.

**2). Веслянская геоактивная зона** (площадь 1625 км<sup>2</sup>) расположена на северо-западе Пермского края, в бассейне рек Весляны и Лупьи. Пространственно ориентирована в северо-восточном направлении (юго-восточнее Чернинской зоны). По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья, в районах умеренных сводовых поднятий Северных Увалов и слабых дифференцированных поднятий Веслянской низины. В структурно-тектоническом отношении находится в северо-западной части Камского свода (Иванцевско-Гавриловский вал). По геофизическим данным на большей части проявляется отрицательными аномалиями магнитного поля, на юге – положительными аномалиями магнитного поля. По геохимии и гидрогеологии – изучена слабо.

**3). Верхнекамская геоактивная зона** (площадь 5309 км<sup>2</sup>) расположена на северо-западе Пермского края, в бассейнах верховий рек Камы, Тимшера, Юж.Кельтмы. Пространственно ориентирована в северо-восточном направлении (юго-восточнее Веслянской зоны). По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в области слабых и умеренных поднятий Тиманид (Кельтменской низины), в области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья (Северных Увалов, Верхнекамской и Косинской низменных равнин), области слабых и умеренных

поднятий равнины Среднего Прикамья (Верхнекамской возвышенности). В структурно-тектоническом отношении находится в северо-западной и северной части Камского свода, осложняется меридиональными Кочевским и Кудымкарским валами, пересекается разломами по фундаменту. По геофизическим данным проявляется чередованием положительных и отрицательных аномалий магнитного поля. В гравиметрическом поле проявляется: в южной части – отрицательными значениями, в центральной части – фоновыми значениями, в северной части - положительными значениями и локальными аномалиями силы тяжести. Выделяются локальные гидрогеохимические аномалии по: Br, B, Mn, U, He.

**4). Кельтминская геоактивная зона** (площадь 1594 км<sup>2</sup>) расположена на севере Пермского края, в бассейнах низовий рек Юж. Кельтмы, Пильвы, Колвы. В плане имеет изометричную форму (восточнее Верхнекамской зоны). По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена на границе области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья (Верхнекамской низменной равнины) и области слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (Соликамской равнины). В структурно-тектоническом отношении находится на стыке Вычегодского прогиба, Камского свода и Соликамской депрессии; в центре пересечения главного Предуральского меридионального разлома и нескольких глубинных разломов северо-восточного и северо-западного направления. В гравиметрическом поле проявляется в центральной части - локальной положительной аномалией силы тяжести, в северной части - отрицательной аномалией силы тяжести. По гидрогеологическим данным выделяются крупные водообильные зоны с высокодебитными родниками; выделяются локальные гидрогеохимические аномалии по: Ba, B, Be, U, He.

**5). Косинская геоактивная зона** (площадь 3743 км<sup>2</sup>) расположена на северо-западной части Пермского края, в бассейне р.Косы. В плане имеет изометричную форму, с некоторой северо-восточным простиранием (южнее Верхнекамской зоны). По геоморфолого-неотектоническому районированию

расположена в основном в области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья (Косинской низменной равнины) и области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (Верхнекамской возвышенности). В структурно-тектоническом отношении находится в центральной части Камского свода, осложняется Кочевским и Кудымкарским валами, пересекается глубинными разломами преимущественно северного и северо-восточного направления. По геофизическим данным проявляется в центральной части, четко выраженной положительной аномалией магнитного поля, в восточной части – отрицательной аномалией; в гравиметрическом поле проявляется крупной локальной отрицательной аномалией силы тяжести. По геохимическим данным проявляется, как площадная литогеохимическая аномалия по: Pb, Cd, Be, Cr, Cu, Mn, Ti, Zr, Ga, с локальным и точечным распространением: Hg, Ni, Co, V, Ba, Sr; проявляется гидрогеохимическими аномалиями с площадным распространением: Br, Ba, точечным: Mn, V, Ni, He. Выделяются многочисленные водообильные зоны с высокодебитными родниками, сконцентрированные в крупную кольцевую гидрогеологическую аномалию.

**б). Кондасская геоактивная зона** (площадь 1017 км<sup>2</sup>) расположена на центрально-северо-западной части Пермского края, в бассейне рек Юж.Кондаса, Велвы. В плане имеет изометричную форму, (юго-восточнее Косинской зоны). По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (в районе умеренных сводовых поднятий Верхнекондасских Увалов). В структурно-тектоническом отношении находится в юго-восточной части Камского свода, осложняется Романшорским валом, пересекается глубинными разломами субширотного и субмеридионального направления. По геофизическим данным проявляется положительной аномалией магнитного поля; в гравиметрическом поле проявляется крупной локальной положительной аномалией силы тяжести (в западной и северной части). По геохимическим

данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Pb, Cu, Mn, Be, Ni Cr, Ti, Zr; локальные гидрогеохимические аномалии по: Br, Ba, Ni.

**7). Пограничная геоактивная зона** (площадь 1387 км<sup>2</sup>) расположена в западной части Пермского края, в бассейнах верховий рек Косы, Сюзьвы, Чуса, Кувы, Иньвы. В плане имеет изометричную форму, состоит из нескольких аномалий (юго-западнее Косинской зоны). По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (умеренных сводовых поднятий Верхнекамской возвышенности). В структурно-тектоническом отношении находится в северной части Верхнекамской впадины и юго-западной части Камского свода. По геофизическим данным проявляется отрицательной аномалией магнитного поля; в гравиметрическом поле проявляется положительными значениями и локальными аномалиями силы тяжести. По геохимии и гидрогеологии – практически не изучена.

**8). Иньвинская геоактивная зона** (площадь 4808 км<sup>2</sup>) расположена в западной части Пермского края в бассейнах рек Иньвы, Чермоза, Нердвы, Кизьвы. В плане имеет изометричную форму, состоит из нескольких аномалий (южнее Косинской зоны). Площадь зоны около 2050 км<sup>2</sup>. По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (умеренных сводовых поднятий Верхнекамской возвышенности и слабых дифференцированных поднятий Иньвенско-Обвинской низменной равнины). В структурно-тектоническом отношении находится на стыке и в пределах Ракшинской седловины, Висимской впадины и южной части части Камского свода, и осложняется Кудымкарским, Воскресенским и Романшорским валами, пересекается глубинными разломами преимущественно северного и северо-восточного направления. По геофизическим данным проявляется положительной аномалией магнитного поля в центральной части и отрицательными аномалиями магнитного поля по периферии; в гравиметрическом поле проявляется крупной локальной положительной

аномалией силы тяжести в центральной части. По геохимическим данным выделяются литогеохимические аномалии по: Pb, Cu, Mn, Zr, Cr, Ni; локальные гидрогеохимические аномалии по: Br, Ba, Be, Cd, U, He. В центральной части выделяется кольцевая водообильная зона с высокодебитными родниками.

**9). Соликамская геоактивная зона** (площадь 6499 км<sup>2</sup>) расположена в центральной части Пермского края на право- и левобережье р. Камы, в бассейнах рек Кондаса, Усолки, Яйвы (низовье), Челвы. Пространственно ориентирована в субмеридиональном направлении (южнее Кельтминской зоны). По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (район слабых дифференцированных поднятий Среднекамской низменной равнины) и в области слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (район слабых и умеренных дифференцированных поднятий Соликамской равнины). В структурно-тектоническом отношении находится на стыке и в пределах Русской плиты (Висимской впадины) и Предуральского краевого прогиба (Соликамской депрессии), осложненной многочисленными рифогенными и соляными структурами; с юга на север пересекается главным Предуральским разломом и несколькими глубинными разломами субширотного и субмеридионального направления. В гравиметрическом поле проявляется в западной части - локальными положительными аномалиями силы тяжести, в восточной части - отрицательными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Cu, Cr, Mn, Be, Ba, P, Ni, V, Zr, Ga, Pb, Zn, Ti, Mo, Sn. По гидрогеологическим данным выделяются крупные водообильные зоны с высокодебитными родниками; выделяются гидрогеохимические аномалии площадные по: Br, B; локальные по: Ti, Br, Ba, Sr, Mn, Cr, V, Cd, Ni, Pb, Be, He.

**10). Среднекамская геоактивная зона** (площадь 5621 км<sup>2</sup>) расположена в центральной части Пермского края, в основном на левобережье р. Камы, в бассейнах низовий рек Косьвы и Чусовой, Добрянки, Кутамыша. Пространственно ориентирована в субмеридиональном направлении

(продолжая на юг Соликамскую зону). По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (район Среднекамской низменной равнины) и в области слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (районы Колвинско-Чусовской возвышенности и Лысьвенско-Толумбасской возвышенной равнины). В структурно-тектоническом отношении находится на стыке и в пределах Русской плиты (Висимской впадины, Пермского свода) и Предуральского краевого прогиба (Косьвинско-Чусовской седловины, Юрюзано-Сылвинской депрессии); с юга на север пересекается главным Предуральским разломом и несколькими глубинными разломами субширотного направления. В гравиметрическом поле проявляется в основном локальными положительными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Cu, Cr, Zn, Mn, Be, Ba, P, Ni, V, Zr, Ga, Pb, Ti, Mo, Sn, W. По гидрогеологическим данным выделяются многочисленные водообильные зоны с высокодебитными родниками; выделяются локальные гидрогеохимические аномалии по: Ti, Br, Ba, Sr, Mn, Cr, He.

**11). Тулвинская геоактивная зона** (площадь 7781 км<sup>2</sup>) расположена в южной центральной части Пермского края, в бассейнах рек Тулвы, Ирени (среднее течение), Бабки. В плане имеет изометричную форму. По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (районы Среднекамской низменной равнины и умеренных и значительных дифференцированных поднятий Тулвинской возвышенности) и в области слабых и умеренных поднятий равнины Уфимского плато (район слабых дифференцированных поднятий Иреньско-Сылвенской наклонной карстовой равнины). В структурно-тектоническом отношении находится на стыке и в пределах Пермского свода и Бымско-Кунгурской впадины; пересекается несколькими глубинными разломами преимущественно северо-восточного и северо-западного направления. По геофизическим данным проявляется в

гравиметрическом поле в северной части - локальными положительными аномалиями силы тяжести, в западной и южной части - отрицательными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются литогеохимические аномалии с площадным и локальным распространением по: Cu, Pb, Zn, P, Ni, V, Ga, с точечным распространением по: Mn, Mo, Sr. Выделяются гидрогеохимические аномалии с площадным распространением по: Br, B, Ba; с локальным и точечным распространением по: Mn, Cd, Cr, Be, Sr, Ni, V, Ti, Sb, Pb. По гидрогеологическим данным выделяются многочисленные водообильные зоны с высокодебитными родниками, сконцентрированные в крупную кольцевую гидрогеологическую аномалию.

**12). Верхнесылвинская геоактивная зона** (площадь 2179 км<sup>2</sup>) расположена в юго-восточной части Пермского края, в бассейнах рек Сылвы (верховье), Барды (низовье). В плане имеет изометричную форму (восточнее Тулвинской зоны). По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Уфимского плато (район умеренных дифференцированных поднятий Уфимское плоскогорья и Сылвенского кряжа) и в области слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (Юрюзано-Сылвинской депрессии). В структурно-тектоническом отношении находится на стыке и в пределах Русской плиты (Быско-Кунгурской впадины) и Предуральского краевого прогиба (Юрюзано-Сылвинской депрессии); в центре пересечения главного Предуральского разлома и нескольких глубинных разломов субширотного и северо-восточного направления. По геофизическим данным проявляется в гравиметрическом поле в северной части - локальными положительными аномалиями силы тяжести, в западной и южной части – преимущественно отрицательными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Be, P, Ni, Cr, Cu, Mn, V, Zr, Ga, Pb, Zn, Ti, Mo, Sn, W. Выделяются гидрогеохимические аномалии с площадным распространением по: Mn, Br, B; локальным по: Ba, Be, Sr, Pb. По



гидрогеологическим данным выделяются локальные водообильные зоны с высокодебитными родниками.

**13). Колвинская геоактивная зона** (площадь 4976 км<sup>2</sup>) расположена в северной и северо-восточной части Пермского края, в бассейнах рек Березовки, Колвы (среднее течение), Березовой (низовье). В плане имеет изометричную форму, состоит из двух крупных аномалий – северо-западной и юго-восточной. По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена на стыке и в пределах крупных морфоструктур Восточно-Европейской равнины - области слабых и умеренных поднятий Тиманид (район Тиманского кряжа), области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Предуралья (район Колвинско-Вишерской возвышенной равнины) и Уральских гор - области значительных и сильных дифференцированных поднятий западного склона Северного Урала. В структурно-тектоническом отношении находится на стыке Тиманского кряжа, Верхнепечерской, Колвинской седловины со структурами ЗУЗС; пересекается на западе главным Предуральским разломом и несколькими глубинными разломами северо-восточного, субширотного и субмеридионального направления с центром пересечения в устье р.Березовой. По геофизическим данным в южной части проявляется положительными аномалиями магнитного поля, на в северо-восточной – отрицательными аномалиями магнитного поля. В гравиметрическом поле проявляется преимущественно отрицательными значениями и аномалиями силы тяжести, локально - положительными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Mn, Ba, Cu, Cr, Pb, Zn. Выделяются гидрогеохимические аномалии площадные по: Mn, и Ni, локальные аномалии по: Br, Ba, B, Be, Pb, Cr, Sr, Zn, Sb, V, газогеохимические аномалии по гелию, радону. По гидрогеологическим данным выделяются крупные водообильные зоны с высокодебитными родниками.

**14). Верхневишерская геоактивная зона** (площадь 6779 км<sup>2</sup>) расположена в северо-восточной части Пермского края, в бассейнах рек Вишеры (верховье), Велса, Улса. Пространственно ориентирована в

субмеридиональном направлении. По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в пределах Уральских гор, в основном в области сильных сводовых и сводово-глыбовых поднятий осевой части Северного Урала. В структурно-тектоническом отношении находится в пределах ЗУЗС и ЦУП; пересекается несколькими глубинными разломами преимущественно субмеридионального направления и многочисленными оперяющими разломами. По геофизическим данным проявляется в гравиметрическом поле преимущественно отрицательными значениями и аномалиями силы тяжести, локально (в западной части) - положительными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Pb, Sn, Zr, Be, P, Ni, Cr, Cu, Mn, V, Zr, Ga, Ti, Cd, Mo, Sn, W. По гидрогеологии и гидрогеохимии изучена слабо, отмечаются линейные водообильные зоны на участках тектонических нарушений.

**15). Средневишерская геоактивная зона** (площадь 5238 км<sup>2</sup>) расположена в северо-восточной части Пермского края, в бассейнах рек Вишеры (среднее течение), Язьвы, Молмыса. Пространственно ориентирована в северо-западном направлении, соединяясь с Колвинской и Верхневишерской зонами, образуя с ними аномальный геодинамический район. По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена преимущественно в пределах Уральских гор, в области значительных дифференцированных поднятий западного склона Среднего Урала и области сильных дифференцированных и сводовых поднятий осевой части Среднего Урала. В структурно-тектоническом отношении находится в пределах ЗУЗС и ЦУП; пересекается несколькими глубинными разломами преимущественно северо-западного и северо-восточного направления и многочисленными оперяющими разломами. По геофизическим данным проявляется в гравиметрическом поле преимущественно отрицательными значениями и аномалиями силы тяжести, локально (в центральной части) - положительными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Mn, Cu, Pb, Zn, Mo, Sn, W, Be, P, Ni, Cr, V, Zr, Cd, Ga, Ti.

Выделяются гидрогеохимические аномалии локальные по Mn; точечные по: Ba, Br, B, Be, Pb, Cr, Co, Ni, Zn. По гидрогеологии изучена в западной части, отмечаются линейные водообильные зоны на участках тектонических нарушений.

**16). Косьвинская геоактивная зона** (площадь 4342 км<sup>2</sup>) расположена в восточной части Пермского края, в бассейнах верховий рек Косьвы, Усьвы, Яйвы, Чаньвы, Чикмана. Пространственно ориентирована в северо-западном направлении. По геоморфолого-неотектоническому районированию расположена в пределах Уральских гор, в области значительных дифференцированных поднятий западного склона Среднего Урала и области сильных дифференцированных и сводовых поднятий осевой части Среднего Урала. В структурно-тектоническом отношении находится в пределах ЗУЗС и ЦУП; пересекается несколькими глубинными разломами преимущественно северного и северо-восточного направления и многочисленными оперяющими разломами. По геофизическим данным проявляется в гравиметрическом поле преимущественно отрицательными значениями и аномалиями силы тяжести, локально (в центральной и северной части) - положительными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Cd, Mo, Sn, W, Be, P, Ni, Cr, Cu, Mn, V, Zr, Ga, Pb, Zn, Ti. Выделяются гидрогеохимические аномалии с локальным и точечным распространением по: Mn, Ti, Cd, Br, B, Ba, Be, Sr, Ni, Cr, Pb, Ni. Выделяются линейные водообильные зоны на участках тектонических нарушений.

**17). Чусовская геоактивная зона** (площадь 9092 км<sup>2</sup>) расположена в восточной части Пермского края, в бассейнах среднего и нижнего течения рек Чусовой, Усьвы, Косьвы. Пространственно ориентирована в субмеридиональном направлении, соединяясь с Косьвинской зоной, образуя с ней аномальный геодинамический район. Находится на стыке и в пределах Восточно-Европейской равнины – области слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (Колвинско-Чусовской возвышенности и Лысьвенско-

Толумбасской возвышенной равнины) и Уральских гор – преимущественно в области значительных дифференцированных поднятий западного склона Среднего Урала. В структурно-тектоническом отношении находится на стыке и в пределах Предуральяского краевого прогиба (Косьвинско-Чусовской седловины, Юрюзано-Сылвинской депрессии) и Западно-Уральской зоной складчатости; пересекается несколькими глубинными разломами северо-восточного, субширотного и субмеридионального направления. Имеет сложное строение гравиметрического поля – с отрицательными значениями и аномалиями силы тяжести в северной и южной части, и преимущественно положительными аномалиями силы тяжести в центральной части. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Pb, Cd, Be, P, Ni, Cr, Cu, Mn, V, Zr, Ga, Zn, Ti, Mo, Sn, W. Выделяются гидрогеохимические аномалии с площадным и локальным распространением по: Mn, Ti, Cd; с точечными аномалиями по: Br, B, Ba, Be, Sr, Ni, Cr, Pb, Ni, P. Выделяются крупные водообильные зоны высокодебитными родниками на участках тектонических нарушений [44, 62].

Анализ распределения геохимических полей, геохимических и геодинамических аномальных зон показал, что основными региональными факторами аномалий являются природные условия формирования - структурно-тектонические, неотектонические, литолого-петрографические, физико-географические, физико-химические, ландшафтные, гидрогеологические и многие другие [44, 68, 73, 76]. Поэтому высокий фон многих химических элементов в породах, почвах разного уровня, донных осадках, подземных водах в пределах этих геохимических АЗ обеспечен всем комплексом природных условий, отмечается их прямая связь с месторождениями и рудопроявлениями полезных ископаемых. При этом отмечается приуроченность всех основных аномалий к зонам тектонических нарушений глубинных разломов, некоторым локальным поднятиям, особенно неотектонически активным т.е. контролирующую роль геохимических АЗ играет структурно-тектонический и неотектонический фактор. Анализ распределения гидрогеологических и

гидрогеохимических полей (по модулям подземного и подземного химического стока), распределения зон водообильности, гидрогазогеохимических аномалий в зависимости от морфоструктурных и неотектонических условий, свидетельствует о наличии значимых корреляционных связей между показателями гидрогеологических и неотектонических условий и их пространственной сходимости.

Большинство гидрогеологических и гидрогеохимических аномалий характеризуются повышенными значениями расчетных морфометрических показателей по многим методам морфоструктурного и структурно-гидрогеологического анализа. Участки в контурах гидрогеологических аномалий характеризуются активным неотектоническим режимом. Все это свидетельствует об активной роли неотектонических движений в формировании гидрогеологических аномалий [86] и о хороших возможностях картирования геодинамических активных зон гидрогеологическими методами.

## **6. РАЙОНИРОВАНИЕ ПО УСЛОВИЯМ РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ТЕХНОПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И СОЦИАЛЬНО- ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

Применение морфонеотектонических данных имеют огромное значение для решения различных практических задач. Неотектонические условия играют одну из основных ролей при определении геодинамических и геоэкологических условий территорий. Состояние окружающей природной среды зависит от многих факторов, и контролируется, прежде всего, геодинамическими условиями, обусловленными глубинным строением земной коры и степенью активности современных тектонических движений [54, 71, 113]. В строении земной коры выделяются два основных геодинамических элемента – относительно монолитные геоблоки со стабильным неотектоническим режимом и геодинамические активные зоны со значительно более высокой мобильностью неотектонических движений. Поэтому, при характеристике геоэкологических условий важно выделить эти геоблоки и определить степень неотектонической активности, которая отражается на формировании морфоструктур, геохимических, геофизических полей, водоносных зон, геопатогенных аномалий, в увеличении диапазона интенсивности действия геологических процессов, на степени инженерной устойчивости территории, на сейсмичности территории. Результаты морфонеотектонического анализа по выявлению активных геодинамических зон должны в обязательном порядке использоваться при геоэкологическом районировании территорий с оценкой техноприродных опасностей развития чрезвычайных ситуаций (ЧС).

На основе оценки геодинамической активности и социально-техногенных факторов для территории Пермского края проведено районирование по степени риска возникновения чрезвычайных ситуаций с выделением зон повышенного уровня риска возникновения ЧС техногенного и природного характера. Работа выполнялась Пермским госуниверситетом при участии Главного управления по

делам ГО и ЧС Пермской области, ФГУП «Геокарта-Пермь», ООО «ПермНИПИнефть» [71, 77, 79]. Была разработана специальная методика комплексной оценки опасных техноприродных процессов (ОПТП).

Для выделения административно-территориальных единиц с повышенным уровнем природного и техногенного риска развития ЧС на предварительном этапе работы проведено оценочное районирование территории Пермского края в масштабе 1:500 000 с использованием схемы перекрестного районирования по основным условиям развития ОПТП. Карты индивидуального районирования по каждому информационному блоку и интегральная карта составлялись с использованием программного модуля «ModelBuilder» (ArcView) методом оверлейных операций пространственного суммирования таксонов.

Индивидуальное районирование территории Пермского края по основным регионально-геологическим условиям развития ОПТП проводилось с использованием тектонического, неотектонического и геоморфологического признаков, которые в совокупности характеризуют современную геодинамическую активность территории Пермского края. По основным признакам индивидуального регионально-геологического районирования обособлены районы I-III порядков. Районы I порядка выделены по тектоническому признаку. При ранжировании территории использовался показатель суммарной линейной плотности мегатрещин протяженностью 1-10 км и разломных линеаментов длиной 10-100 и более км на 1 км<sup>2</sup> площади. Это наиболее важный тектонический показатель, при расчете которого учитывались данные среднемасштабного (1:100 000-1:200 000) аэрокосмического дешифрирования. Сопоставление полученных данных показывает, что современная сеть линеаментов и мегатрещин наложена на более древний структурный каркас разломной тектоники и отображает новейшие деформации пород. Развиваясь на нем и взаимодействуя с ним, она создает постоянно действующий тектонический каркас, который определяет интенсивность современных геологических процессов, протекающих в заключительную фазу

неотектонического этапа развития Пермского Приуралья. Районы II порядка выделены по неотектоническому признаку – сейсмичности на основе карты общего сейсмического районирования территории Российской Федерации. По данным ИФЗ РАН на территории Пермского края выделяется зона наивысшей для всей Восточно-Европейской платформы и Урала сейсмической активности. В прошедшем столетии по неполным сведениям в области было зафиксировано 40 землетрясений с интенсивностью 4 и более баллов, из них шесть – с интенсивностью 6 баллов, а два – с интенсивностью 7 баллов. Вероятность сейсмической опасности может повышаться в пределах территориальных единиц с аномально высоким уровнем техногенной нагрузки. Районы III порядка выделялись на картографической основе масштаба 1:500 000 по геоморфологическому признаку – коэффициенту суммарной эрозионной расчлененности рельефа (КЭР), рассчитанному в условных единицах  $\text{м}\cdot\text{км}/\text{км}^2$ . В расчетах КЭР учитывалась вертикальная расчлененность по разнице максимальной и минимальной отметок высот в условно заданных квадратах  $8\times 8 \text{ км}^2$  и горизонтальная расчлененность рельефа по протяженности гидросети. Этот показатель характеризует современные геоморфологические и неотектонические условия развития ОПТП на исследуемой территории. В дальнейшем все карты рассматриваемого информационного блока были преобразованы в грид и методом оверлейного суммирования таксонов была составлена схема индивидуального районирования по регионально-геологическим условиям развития ОПТП.

Индивидуальное районирование территории Пермского края по социально-техногенным условиям развития ОПТП проводилось на картографической основе масштаба 1:500 000 в пределах пространственных границ природно-территориальных комплексов. Комплексование индивидуальных компонентов социо- и техносферы по степени заселенности территории и техногенной нагрузке позволило выделить в процессе районирования основные таксоны – комплексы I-III порядков. Комплексы I порядка обособлены по плотности населения (в  $\text{чел}/\text{км}^2$ ) – важнейшему



показателю, характеризующему степень освоенности территорий. «Человеческий» фактор, несомненно занимает приоритетное положение при оценках «уязвимости» территорий от развития ЧС техноприродного характера. Комплексы II порядка выделены с учетом степени современной техногенной нагрузки в границах территориально-административного деления Пермского края. Комплексы III порядка выделены по суммарной линейной плотности магистральных и межпромысловых нефтепроводов и газопроводов, км/км<sup>2</sup>. По территории проходят 14 магистральных газопроводов и 8 магистральных нефтепроводов. Большую потенциальную опасность представляют сотни пересечений нефте- и газопроводов с реками, железными и автомобильными дорогами. В дальнейшем все карты рассматриваемого информационного блока были преобразованы в грид и методом оверлейного суммирования таксонов была составлена схема индивидуального районирования по социально-техногенным условиям развития ОПТП.

Конечными таксонами при совмещении 2 видов районирования по регионально-геологическим и социально-техногенным условиям развития ОПТП являются природно-технические системы (ПТС), которые были обособлены путем наложения друг на друга независимых индивидуальных по содержанию подсистем районирования. В результате составлена интегральная схема районирования по природно-техногенным условиям развития ОПТП, выделены ПТС с низкой, средней и высокой вероятностью развития опасных техноприродных процессов (рис. 6.1, табл. 6.1) [71, 77, 79].

Проведенное районирование геодинамической активности Пермского края масштаба 1:500 000 с оценкой экологического состояния ПГС в совокупности с районированием по условиям развития ОПТП позволило выделить 9 основных территориально-промышленных комплексов (ТПК): 1). Пермско-Краснокамский, 2). Соликамско-Березниковский, 3). Лысьвенско-Чусовской, 4). Кизеловско-Губахинский, 4). Добрянско-Полазненский, 6). Кунгурский, 7). Чайковский, 8). Осинский, 9). Ординско-Суксунский.

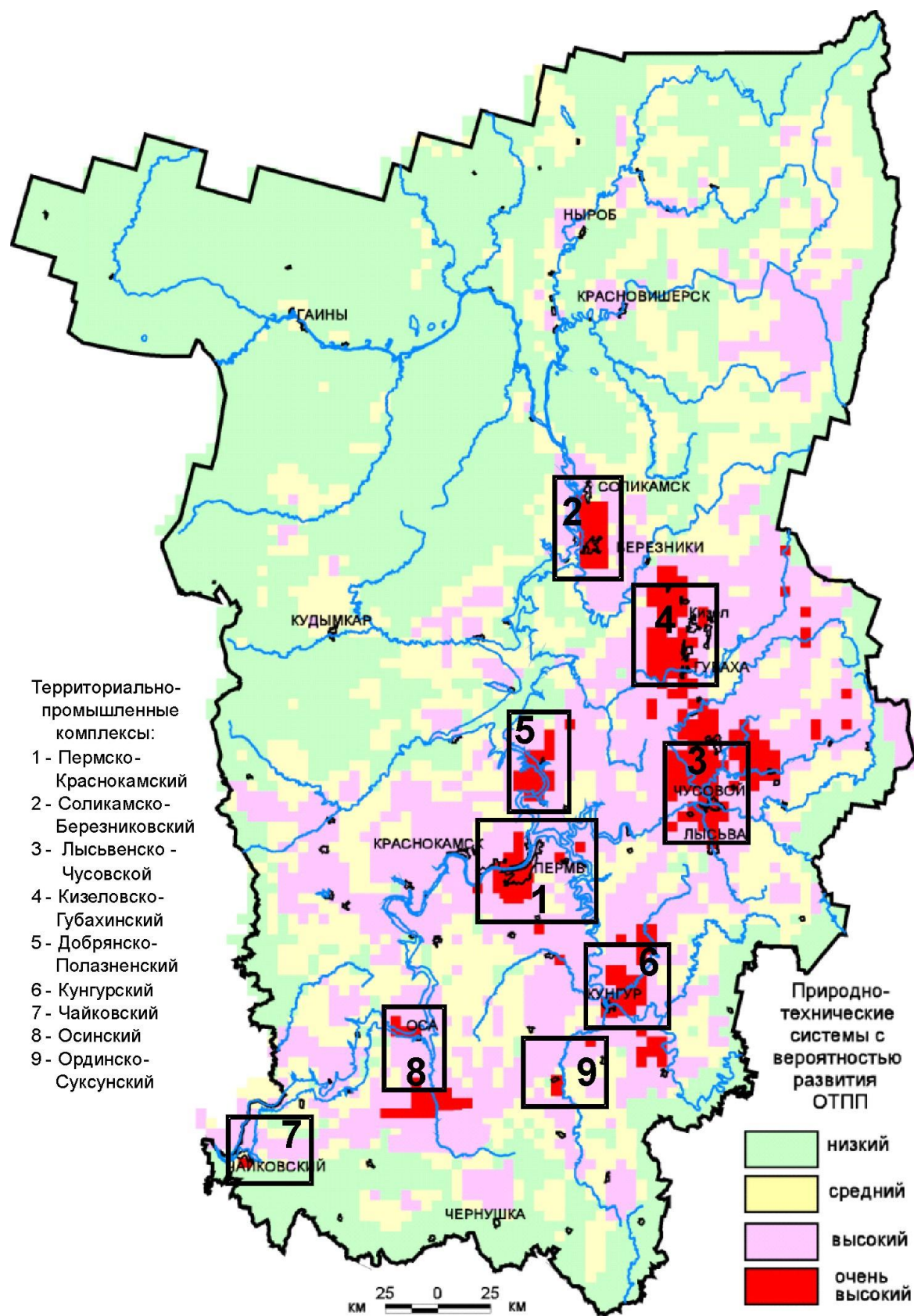


Рис. 6.1. Схема районирования и оценки территории Пермского края по опасностям и рискам возникновения ЧС с экологическими последствиями [71, 79 с изменением]

Схема районирования территории Пермского края по условиям развития опасных техноприродных процессов на основе оценки геодинамической активности и социально-техногенных факторов

Таксоны индивидуального районирования и критерии их выделения	
Регионально-геологические	Социально-техногенные
<p>Районы I порядка (суммарная линейная плотность мегатрещин и разломных линеаментов, км/км<sup>2</sup>)</p> <p>очень высокая, 28-40 высокая, 21-27 средняя, 14-20 низкая, 0-13</p>	<p>Комплексы I порядка (плотность населения, чел/км<sup>2</sup>)</p> <p>плотно заселенные, более 25 средне заселенные, 10-25 мало заселенные, 5-9 незаселенные, менее 5</p>
<p>Районы II порядка (сейсмичность, баллы)</p> <p>сейсмоопасные, 7.0 сейсмичные, 6.0 слабо сейсмичные, 5.0</p>	<p>Комплексы II порядка (техногенная нагрузка)</p> <p>очень высокая высокая средняя; относительно низкая</p>
<p>Районы III порядка (коэффициент эрозионной расчлененности рельефа, м·км/км<sup>2</sup>)</p> <p>очень сильно расчлененный, 235-505 сильно расчлененный, 164-234 средне расчлененный, 91-163 слабо расчлененный, &lt; 90</p>	<p>Комплексы III порядка (суммарная линейная плотность нефтепроводов и газопроводов, км/км<sup>2</sup>)</p> <p>очень высокая, 0.5-1.5 высокая, 0.2-0.5 средняя, 0.1-0.2 низкая, менее 0.1</p>
<p>Конечные таксоны перекрестного районирования - природно-технические системы (ПТС)</p>	

В 2003 г. были выполнены работы 2 этапа по районированию территории наиболее сложного – Березниковско-Соликамского промузла масштаба 1:100 000-1:200 000 с выделением зон повышенного уровня риска возникновения ЧС техногенного и природного характера [71, 79].

Все перечисленные ТПК охватывают большие по площади территории и характеризуются высокой вероятностью развития опасных техноприродных процессов, а также неблагоприятными и весьма неблагоприятными экологическими условиями, которые отвечают категориям экологического кризиса или бедствия. Результаты данного районирования практически

полностью подтверждают результаты геоэкологического районирования масштаба 1:500 000 и комплексной оценки геоэкологического состояния на территории Пермского края, проведенных ранее автором [54, 60, 67].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В монографии изложены результаты неотектонических и структурно-геоморфологических исследований Пермского Приуралья и Урала, где автором были выполнены отдельные виды исследований и решены задачи:

- анализ неотектонических и морфоструктурных условий. Показаны основные особенности геологического строения и неотектонического развития. Проведено геоморфолого-неотектоническое районирование с подразделением на 10 неотектонических областей и 21 район;

- решены различные методологические и методические задачи. Разработаны принципы, методика и технология морфонеотектонического анализа и оценки степени неотектонической активности. Разработана и апробирована новая методика оценки неотектонической активности по равнозначным грациям морфометрических показателей. При обработке данных и моделировании широко применялись компьютерные технологии, что позволило более глубоко решить поставленные задачи;

- проведены структурное дешифрирование космоснимков (масштаб 1:100 000-1:200 000) и морфометрия топографических карт (масштаб 1:100 000) по территории Пермского края;

- проведен морфоструктурный и морфонеотектонический анализы путем структурно-геоморфологических построений по расчетным морфометрическим показателям, с последующей графо-математической интерпретацией и построением специализированных карт;

- выполнен анализ речной сети для оценки интенсивности новейших движений. Сделана общая характеристика речной сети и показана ее связь с неотектоникой. Выполнен анализ порядков рек, учитывающего гидрологические характеристики речных бассейнов. Вся речная сеть, отображенная на топокартах масштаба 1:100 000, проклассифицирована, выделено 9 порядков рек.

- выполнен анализ коэффициента извилистости рек. Средние фактические (измеренные) величины КИР факт. по различным порядкам рек в целом изменяются значительно – от 0,56 (5 порядок) до 0,91 (8 порядок), хотя по рекам 1-4 порядка, охватывающих 83 % всех данных, средние величины КИР факт. колеблются в меньших пределах – от 0,60 до 0,83. Крупные аномалии по КИР размером 10-15 x 30-75 км установлены на следующих участках: в среднем течении р.Весляны; в бассейне р.Камы между рр.Весляной и Косой; в верховье р.Косы; в междуречье рр.Косы, Велвы и Уролки; в среднем течении р.Сылвы; в верховье р.Вишеры; в бассейне р.Косьвы и верховьях р.Усьвы, а также группа аномалий в Язвинско-Вишерском междуречье и их долинах;

- выполнен анализ коэффициента аномальных уклонов продольных профилей рек. Средние фактические (измеренные) величины КАУ факт. по различным порядкам рек изменяются очень сильно (в 100-200 раз), причем наблюдается четкая закономерность уменьшения их в направлении к водотокам высоких порядков – от 9-10 (1-2 порядки) до 0,04-0,08 (7-8 порядки). Протяженность участков с аномальными уклонами колеблется от нескольких сотен метров до нескольких километров, которые сливаясь, образуют крупные аномальные участки, площадью 10-20 x 3-5 км. Крупнейшая аномальная зона КАУ площадью 100 x 50 км выделяется в бассейне рр.Вишеры, Улса, верховий Березовой и Язьвы.

- выполнен анализ эрозионной расчлененности рельефа: горизонтальной, вертикальной расчлененности рельефа и суммарной. Горизонтальная расчлененность рельефа колеблется в широких пределах - от 0,01 до 1,73 в среднем 0,66 км/км<sup>2</sup>. Аномалии (более 1-1,5 км/км<sup>2</sup>) выделяются в 3 крупных зонах площадью 100-150 x 30-50 км преимущественно в возвышенных районах равнины Предуралья – Кондасских Увалов, Тулвинской возвышенности, Косьвинско-Чусовской возвышенности и на западном склоне Северного Урала, в междуречьях рр.Колвы, Вишеры, Язьвы. Вертикальная расчлененность рельефа колеблется в широких пределах - от 1 до 1240, в

среднем 138,7 м. В Предуралье на этом общем фоне низких и средних значений наиболее высокие значения энергии рельефа (150-260 м) отмечаются в районе Тулвинской возвышенности. Горная часть Урала характеризуется высокими и очень высокими значениями, особенно в восточной части Северного и Среднего Урала (более 460-660, локально более 1000 м). КЭР колеблется в широких пределах - от 0,01 до 505,2, в среднем 90,9. В Предуралье высокие значения КЭР (160-370) отмечаются на Тулвинской и Косьвинско-Чусовской возвышенности. В горно-складчатой части значения КЭР колеблются от 32,7 до 505,2, в среднем 167,7, т.е. практически вся горная часть Урала характеризуется повышенной и высокой, а локально очень и чрезвычайно высоким КЭР;

- выполнен анализ мегатрещиноватости. По дешифрированию КС было установлено 7300 мегатрещин (длиной от 1-2 до 15-20, в среднем 5-10 км), общей протяженностью 34030 км; установлено 14334 узла пересечений этих мегатрещин. Анализ пространственной ориентации мегатрещин показывает, что в платформенной части преобладает 2 основных направления – северо-восточное (45-60 °) и север-северо-западное (345-360°), а на горноскладчатом Урале простирание их приближено к субмеридиональному (345-15°). Плотность мегатрещиноватости колеблется от 0 до 40, в среднем 11,0 (км на 8x8 км). Общий фон в южной части территории составляют значения с низкой (0-12), а северной и центральной части - значения с низкой и средней (13-20) степенью интенсивности. Крупные аномалии северо-восточного простирания протяженностью до 80 км прослеживаются в долине р.Косы и параллельно ей, севернее р.Камы; а также в бассейне р.Тулвы (50x30 км);

- выполнена интегральная оценка неотектонической активности Пермского края масштаба 1:500 000 на основе анализа результирующей схемы равнозначных градаций морфометрических показателей. Проведено неотектоническое районирование с ранжированием на 6 градаций (от условно стабильной до чрезвычайно высокой степени). Коэффициент неотектонической активности в целом составляет 4,0 - 19,0 в среднем 10,1 балла. Отмечается зависимость КНА от гипсометрии и особенно разломно-блоковой тектоники.

Общий фон составляют в северо-центральной и юго-восточной части территории значения с пониженной и средней (4-10) степенью интенсивности КНА, в западной части - значения со средней и повышенной (8-12) степенью интенсивности КНА, а в восточной и юго-западной части - значения с повышенной (11-12 и более) степенью интенсивности КНА. Установлено большое количество геодинамических аномалий, как с высокими значениями показателей (активные геодинамические зоны), так и с низкими значениями (стабильные геодинамические зоны). Многие аномалии локальные, имеют небольшую площадь или зафиксированы по отдельным точкам, другие занимают обширные поля. Большинство аномалий группируются в 17 крупных геодинамических активных зонах (Чернинская, Веслянская, Верхнекамская, Кельтминская, Косинская, Кондасская, Пограничная, Иньвинская, Соликамская, Среднекамская, Тулвинская, Верхнесылвинская, Колвинская, Верхневишерская, Средневишерская, Косьвинская, Чусовская зоны) с площадями 750-6750, в среднем 2300 км<sup>2</sup>; дана их характеристика;

- выполнен анализ сопоставления геоактивных зон с геохимическими, геофизическими и гидрогеологическими полями. Установлено, что все геоактивные зоны так или иначе проявляются в магнитных и гравиметрических полях; характеризуются высокими концентрациями многих химических элементов в породах, почвах разного уровня, донных осадках, подземных водах. Отмечается их прямая связь с месторождениями и рудопроявлениями полезных ископаемых. При этом отмечается приуроченность всех основных геохимических аномалий к зонам тектонических нарушений глубинных разломов, некоторым локальным поднятиям, особенно неотектонически активным т.е. контролирующую роль геохимических аномальных зон играет структурно-тектонический и неотектонический фактор. Большинство гидрогеологических и гидрогеохимических аномалий характеризуются повышенными значениями расчетных морфометрических показателей по многим методам морфоструктурного и структурно-гидрогеологического анализа. Участки в



контурах гидрогеологических аномалий характеризуются активным неотектоническим режимом. Все это свидетельствует об активной роли неотектонических движений в формировании гидрогеологических аномалий и о хороших возможностях картирования геоактивных зон гидрогеологическими методами;

- выполнена морфонеотектоническая оценка морфоструктур и тектонических структур Пермского Приуралья и Урала. Большинство крупных положительных структур (Передовые складки Урала, Тиманский кряж, Пермский свод, Колвинская и Косьвинско-Чусовская седловины) характеризуется повышенным средним КНА; Камский и Башкирский своды, Ракшинская седловина характеризуется пониженным средним КНА. Подавляющее большинство крупных отрицательных структур (Вычегодский прогиб, Соликамская, Юрюзано-Сылвенская депрессии; Висимская, Верхнекамская, Бымско-Кунгурская впадины) характеризуется пониженным средним КНА и только Верхнепечерская депрессия - повышенным средним КНА. Анализ по средним тектоническим структурам показывает на большую дифференцированность неотектонических показателей. По КНА 14 из 38 средних положительных структур характеризуется повышенными средними значениями. В целом, по комплексу неотектонических показателей, наиболее высокоактивными являются: Ксенофоновский, Кельтменский, Осинский, Шамарский валы, Киенгопская, Ольховская валообразные зоны, Батырбайский выступ. Морфонеотектонический анализ по локальным структурам (месторождениям нефти и газа) показывает на преимущественную неотектоническую стабильность локальных положительных структур, при большой дифференцированности показателей и их значений. При этом 50 структур из 205 характеризуется повышенными средними значениями КНА;

- проведено районирование геодинамической активности территории Пермского края с оценкой техноприродных опасностей развития чрезвычайных ситуаций. Типизация территории на основе оценки геодинамической активности и социально-техногенных факторов позволила выделить 9

основных территориально-промышленных комплексов, характеризующихся повышенным уровнем риска возникновения ЧС техногенного и природного характера: Пермско-Краснокамский, Соликамско-Березниковский, Лысьвенско-Чусовской, Кизеловско-Губахинский, Добрянско-Полазненский, Кунгурский, Чайковский, Осинский, Ординско-Суксунский;

- составлен комплект карт Пермского края масштаба 1:500 000. Основными картами (оценочный блок) являются: 1 - карта фактического материала по морфоструктурному и морфонеотектоническому анализу; 2 - карта оценки неотектонической активности; 3 - карта геодинамических активных зон. Дополнительными (блок базовых карт) являются: карта порядков рек, базисной поверхности рек, коэффициентов вертикальной, горизонтальной и суммарной эрозионной расчлененности рельефа, коэффициента извилистости рек, коэффициента аномальных уклонов продольных профилей рек, коэффициента мегатрещиноватости;

- создан электронный (цифровой) вариант карты оценки неотектонической активности (а также всех других карт оценочного и базового блоков) в ГИС – технологиях с многослойной нагрузкой. Создана основа базы фактографических данных по неотектонике (на электронных носителях), которая позволит решать многие геологические и геоэкологические задачи.

Подводя итоги проделанным исследованиям можно сделать следующие рекомендации по дальнейшим направлениям неотектонических и структурно-геоморфологических исследований:

- необходимо продолжить региональное картографирование и изучение неотектонических условий Пермского региона на более детальном уровне в масштабе 1:200 000. Целевое назначение – решение многоцелевых задач: прогнозирования месторождений полезных ископаемых (нефтегазовых, драгметаллов, алмазов, подземных вод и др.); различных минерагенических, структурно-тектонических, геодинамических и инженерно-геологических построений;

- на основе районирования геодинамической активности Пермского края масштаба 1:500 000 с оценкой экологического состояния природно-геологической среды в совокупности с районированием по условиям развития ОПТП выделены 9 участков с площадями 2-4 тыс. км<sup>2</sup> (Пермско-Краснокамский, Соликамско-Березниковский, Лысьвенско-Чусовской, Кизеловско-Губахинский, Добрянско-Полазненский, Кунгурский, Чайковский, Осинский, Ординско-Суксунский), где необходимо проведение мониторинга морфонеотектонического анализа по детальным космоснимкам с целью контроля состояния геологической среды и опасных геологических и природно-техногенных процессов;

- необходимо осуществить проект по проведению неотектонического пространственного моделирования крупного масштаба (1:25 000-50 000) в одном из районов Пермского Приуралья, как опытного опорного полигона по изучению динамики современных тектонических движений, истории их развития, формирования тектонических структур и геодинамических активных зон. Наибольший интерес для изучения геодинамики опасных техноприродных процессов представляет район **Соликамско-Березниковского промузла**, характеризующийся наиболее опасной категорией вероятности развития чрезвычайных ситуаций, где последние годы на участках рудников **Верхнекамского месторождения калийных солей**, произошло несколько катастрофических провалов, обусловленные синергетикой активной геодинамики, карста и техногенеза.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абраменок Г.А. Приемы анализа расчленения рельефа // Основы методики структурно-геоморфологических исследований при нефтепоисковых работах. Тр.ВНИГРИ, 1978. вып. 198.
2. Александров Г.В. Гипсометрический анализ в металлогении. Л.: Недра, 1990. 184 с.
3. Алексеева О.Л. Суммарная расчлененность рельефа Пермской области // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала: Междувед. сб. науч. трудов. Пермь: Перм. ун-т, 1982. С. 54-63.
4. Атлас Пермского края / Коллектив авторов. Под общей редакцией А.М. Тартаковского. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь. ОАО ИПП «Уральский рабочий», Екатеринбург, 2012. 124 с.: ил.
5. Апродов В.А. О речной сети в средней части западного склона Урала и приуралья // материалы по геоморфологии Урала. М.: Изд-во Мингео СССР, 1948. С.219-224.
6. Бабак В.И., Николаев Н.И. Пояснительная записка к карте геоморфолого-неотектонического районирования Нечерноземной зоны РСФСР (за исключением горной части Урала и Калининградской области). Масштаб 1:1 500 000. ВИЭМС, М., 1983.
7. Берлянт А.М. Картографические методы изучения новейшей тектоники и их классификация. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 2, 1966.
8. Берлянт А.М. Картографический метод исследования. 2-изд. М., Изд-во МГУ, 1988. 196 с.
9. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация. М.: Мысль, 1986. 240 с.
10. Берлянт А.М. Теория морфометрии: новый этап // Геоморфология. № 2, 1999. С.22-28.

11. Болонкин П.Ф., Спирин Л.Н. История формирования морфоструктурного плана Пермского Прикамья // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 1970. С. 136-144.
12. Бурдэ А.И. Картографический метод исследований при региональных геологических работах. Л., Недра, 1990. 251 с.
13. Бычков С.Г., Неганов В.М., Мичурин А.В. Нефтегазогеологическое районирование территории Пермского края // Нефтегазовое дело. Электронный научный журнал, 2010. URL: <http://www.ogbus.ru>.
14. Введенская Н.В. Планетарно-тектоническая трещиноватость, ее структурное, стратиграфическое и поисковое значение // Применение аэрогеологических и морфометрических методов для изучения неотектоники и глубинного строения Русской платформы. Воронеж: ВГУ, 1973. С.88-91.
15. Волчанская И.К., Сапожникова Е.Н. Анализ рельефа при поисках месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1990. 159 с.
16. Волков Н.М. Принципы и методы картометрии. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 240 с.
17. Вохмянина Е.И. Геоморфологические и морфологические исследования некоторых нефтегазоносных районов Пермского Прикамья. Дисс. на соиск. уч. степ. к.г.н. Пермь, 1968. 328 с.
18. Вохмянина Е.И. Геоморфологический анализ тектоники (на примере горного Урала) // Мат-лы X пленума геоморф. комиссии АН СССР. Фрунзе, 1973.
19. Галкин В.И., Середин В.В., Красильников П.А., Растегаев А.В. Разработка многомерных статистических моделей для инженерно-геологического районирования территорий // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2017. № 3. С. 58-66.
20. Ганешин Г.С. Геоморфологическое картирование и картирование четвертичных отложений при геологосъемочных работах. Л.: Недра, 1979.
21. Геологическое строение СССР. Том 1. Русская платформа. Л., 1985.
22. Геология СССР. Том XII, ч.1, кн. 1. М.: Недра, 1969. 721 с.

23. Геология СССР. Том XII, ч.1, кн. 2. М.: Недра, 1969. 304 с.
24. Герасимов И.П. Современные рельефообразующие экзогенные процессы: уровень научного познания, новые задачи и методы исследования / Современные экзогенные процессы рельефообразования. М., 1970. С.7-14.
25. Гравиметрия, магнитометрия, геоморфология и их параметрические связи: монография / М.С. Чадаев, В.А. Гершанок, Л.А. Гершанок, И.С. Копылов, А.В. Коноплев. Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2012. 91 с. Раздел 4. Геоморфология и неотектонический анализ рельефа. С. 49-70.
26. Дистанционные методы изучения тектонической трещиноватости пород нефтегазоносных территорий / Г.И.Амурский, Г.А.Абраменок, М.С.Бондарева, Н.Н.Соловьев. М.: Недра, 1988. 164 с.
27. Долицкий А.В., Реконструкция тектонических структур. М., Недра, 1978. 150 с.
28. Жуков В.Т., Сербенюк С.Н., Тикунов В.С. Математико-картографическое моделирование: современное состояние и перспективы // Новые методы в тематической картографии. (Математико-картографическое моделирование и автоматизация). М.: МГУ, 1978. С.4-15.
29. Золото-алмазная колыбель России / И.С. Копылов, В.А. Наумов, О.Б. Наумова, Т.В. Харитонов. Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2015. 132 с.
30. Карандеева М.В. Геоморфология Европейской части СССР. М.: МГУ, 1957.
31. Карта новейшей тектоники СССР и сопредельных областей. Масштаб 1:5 000 000. Гл. ред. Н.И. Николаев. М., 1979.
32. Кассин Г.Г., Шершнева К.С. Разломы Среднего Приуралья / Разломы земной коры Урала и методы их изучения. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. С.84-88.
33. Козлов С.В., Копылов И.С. Геодинамический анализ Курьино-Патраковского участка (Верхнепечорская впадина) в связи с его газоносностью // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. № 16. Пермь. 2016. С.98-101.

34. Козлов С.В., Копылов И.С. Закономерности размещения уникальных и крупных месторождений нефти и газа в земной коре, нефтегазогенерирующие глубинные зоны образования углеводородов и первичные астеносферные землетрясения как единый планетарный процесс // Вестник Пермского университета. Геология. 2019. Т. 18. № 1. С. 64-72.

35. Комплексное геолого-геоморфологическое картирование Урала с целью поисков гипергенных полезных ископаемых // Методическое руководство по производству работ и составлению карт: геоморфологической, новейшей тектоники, кор выветривания, континентальных покровных отложений, шлиховых ореолов рассеяния, гипергенной металлогении в масштабах 1:250 000 и 1:50 000 / Под ред. А.П. Сигова и В.А. Гуцаки. МГ РСФСР, УрТГУ, Саратов: Саратов. ун-т, 1968. 251 с.

36. Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Копылов И.С. Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье). // Геотектоника, № 6, 2008. С.46-69.

37. Копылов И.С. Анализ результатов и перспективы нефтегазопоисковых аэрокосмогеологических исследований Пермского Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. 2015. №4 (29). 70-81.

38. 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.

39. Копылов И.С. Аэрокосмогеологические методы для оценки геодинамической опасности на закарстованных территориях // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 6. С. 14-19

40. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей и их влияние на инженерно-геологические условия // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 5.

41. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Приуралья, их проявление в геофизических, геохимических, гидрогеологических полях // Успехи современного естествознания. 2014. № 4. С. 69-74.
42. Копылов И.С. Геоэкологическая роль геодинамических активных зон // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 7. С. 67-71.
43. Копылов И.С. Гидрогеологическая роль геодинамических активных зон // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9-3. С. 86-90.
44. Копылов И.С. Закономерности формирования почвенных ландшафтов Приуралья, их геохимические особенности и аномалии // Современные проблемы науки и образования. 2013. №. 4.
45. Копылов И.С. Инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон // Успехи современного естествознания. 2014. № 5-2. С. 110-114.
46. Копылов И.С. Ландшафтно-геодинамический анализ при поисках нефти и газа: монография. LAP LAMBERT Academic Publishing. Riga, 2018. 210 с.
47. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.
48. Копылов И.С. Линеаментно-блоковое строение и геодинамические активные зоны Среднего Урала // Вестник Пермского университета. Геология. Пермь, 2011. № 3. С. 18-32.
49. Копылов И.С. Методологические основы аэрокосмогеологических исследований при поисках нефти и газа // В сборнике: Аэрокосмические методы в геологии Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. 2019. С. 25-37.
50. Копылов И.С. Методология, оценка, районирование неотектонической активности (на примере Пермского Предуралья и Урала) // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Мат-лы регион. науч.-практич. конф. Пермь: Перм. ун-т, 2004. С.3-11.



51. Копылов И.С. Методы и технологии выявления геодинамических активных зон при разработке калийных месторождений для обоснования безопасного ведения горных работ // Современные наукоемкие технологии. 2014. №4. С. 38-43.

52. Копылов И.С. Морфометрическая система оценки неотектонической активности // Геология Западного Урала на пороге XXI века: Мат-лы регион. науч. конф. Пермь: Перм. ун-т, 1999, С. 16-18.

53. Копылов И.С. Морфоструктурный и морфонеотектонический анализ в юго-западной части Сибирской платформы // Гидрология и геоморфология речных систем: Материалы и тез. Всероссийской науч. конф. Иркутск: Институт географии СО РАН, 1997. С. 59-61.

54. 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: 25.00.36 / Уральский государственный горный университет. Пермь, 2014. 48с.

55. Копылов И.С. Неотектонические блоковые структуры Пермского Приуралья и их роль в формировании месторождений нефти и газа // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2006. С. 80-82.

56. Копылов И.С. Неотектонические и геодинамические особенности строения Тимано-Печорской плиты по данным аэрокосмогеологических исследований // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2012. №6. С. 341-351. URL: [http://www.ogbus.ru/authors/KopylovIS/KopylovIS\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/KopylovIS/KopylovIS_1.pdf)

57. Копылов И.С. Основные фундаментальные и прикладные направления в изучении геодинамических активных зон // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 8-1. С. 82-86.

58. Копылов И.С. Оценка современной геодинамики и неотектоники аэрокосмогеологическими методами на месторождениях калийных солей // В сборнике: Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли,

интерпретация геофизических полей: материалы конференции. 2015. С. 189-193.

59. Копылов И.С. Поиски и картирование водообильных зон при проведении гидрогеологических работ с применением линеаментно-геодинамического анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. С. 468-484.

60. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6.

61. Копылов И.С. Региональные геологические факторы формирования экологических условий // Успехи современного естествознания. 2016. № 12. С. 172-177.

62. Копылов И.С. Региональный ландшафтно-литогеохимический и геодинамический анализ: монография / LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken, Germany. 2012. 152 с.

63. Копылов И.С. Результаты и перспективы применения аэрокосмических методов при поисках нефти и газа в Приуралье и их геоинформационное обеспечение // В сборнике: Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Пермский государственный национальный исследовательский университет. 2018. С. 321-328.

64. Копылов И.С. и др. Составление карты неотектонической активности Пермской области масштаба 1:500 000 / Отчет Геоэкологической партии ФГУП «Геокарта-Пермь» по результатам научно-исследовательских работ по госконтракту № 6 в 1999-2001 гг. Пермь, 2004. 265 с.

65. Копылов И.С. Составление карты неотектонических блоковых структур Пермского Приуралья. Отчёт сектора комплексных геологических исследований ООО «ПермНИПИнефть». Пермь, 2006. 163 с.

66. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.

67. Копылов И.С., Алексеева Л.В. и др. Составление геоэкологической карты Пермской области масштаба 1:500 000 (отчет Геоэкологической партии ПГГСП «Геокарта» по результатам геоэкологических исследований по теме № 48-96-9/11 на территории Пермской области в 1998-2000 гг.). ПГГСП «Геокарта», Пермь, 2000.

68. Копылов И.С., Даль Л.И. Типизация и районирование ландшафтно-геохимических систем // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2.

69. Копылов И.С., Козлов С.В. Неотектоническая модель нефтидогенеза и минерагеническая роль геодинамических активных зон // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. №1 (22). С. 78-88.

70. Копылов И.С. Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в Атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. Пермь. 2013. №. 3 (20). С. 5-30.

71. Копылов И.С., Коноплев А.В. Методология оценки и районирования территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций как основного результата действия геодинамических и техногенных процессов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1.

72. Копылов И.С., Коноплев А.В. Оценка геодинамического состояния Талицкого участка Верхнекамского месторождения калийных солей на основе ГИС-технологий и ДДЗ. «Геоинформатика». 2013. № 2. С. 20-23.

73. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102-112.

74. Копылов И.С., Коноплев А.В., Красильников П.А., Кустов И.В.

Методология и результаты аэрокосмогеологических исследований с ГИС-технологиями на месторождениях калийных солей (на примере Верхнекамского) // В сборнике: Аэрокосмические методы в геологии Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. 2019. С. 63-76.

75. Копылов И.С., Ликотов Е.Ю. Структурно-геоморфологический, гидрогеологический и геохимический анализ для изучения и оценки геодинамической активности // Фундаментальные исследования. № 9-3, 2012. С.602-606.

76. Копылов И.С., Лунев Б.С., Наумова О.Б., Маклашин А.В. Геоморфологические ландшафты, как основа геоэкологического районирования // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2196-2201.

77. Копылов И.С., Михалев В.В. Методические основы районирования территорий по степени риска возникновения ЧС природного и техногенного характера // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь: Перм. ун-т, 2004. С.280-284.

78. Копылов И.С., Наумов В.А., Голдырев В.В., Брюхов В.Н. Региональный структурно-геодинамический анализ Вишерской площади по результатам аэрокосмогеологических исследований с целью поисков золота // В сборнике: Аэрокосмические методы в геологии Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. 2019. С. 77-84.

79. Копылов И.С., Пьянков С.В., Михалев В.В., Коноплев А.В. Районирование территории Пермской области по степени риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера с экологическими последствиями / Сборник статей «Состояние и охрана окружающей среды Пермского края в 2006 году». Изд-во ОАО ИПК «Соликамск», Пермь, 2007. С.229-231, ил.-238.

80. Копылов И.С., Суслов С.Б., Харитонов Т.В. Особенности геоморфолого-неотектонического развития Среднего Урала в связи с

формированием россыпей // Россыпи и месторождения кор выветривания: изучение, освоение, экология: материалы XV Междунар. совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. Пермь, 2015. С. 111-112.

81. Копылов И.С., Чусов М.В., Ликутов Е.Ю. Оценка неотектонической активности структурно-геоморфологическими, гидрогеологическими и геохимическими методами // Геоморфология гор и равнин: взаимосвязи и взаимодействие: Тезисы докладов Международного совещания, XXIV пленума геоморфологической комиссии РАН. Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 1998. С. 118-121.

82. Копылов И.С., Шкляев Д.И., Трофимов Р.Н. Применение аэрокосмических методов для поисков золота на Среднем Урале (листы О-40-Х, XVI) // В сборнике: Аэрокосмические методы в геологии Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. 2019. С. 145-158.

83. Коржуев С.С. Морфонеотектоника и рельеф земной поверхности. М.: Наука, 1974. 260 с.

84. Кудряшов А.И., Васюков В.Е., Фон-дер-Флаасс Г.С. и др. Разрывная тектоника Верхнекамского месторождения солей / Под науч. ред. А.И. Кудряшова. Пермь: ГИ УрО РАН, 2004. 194 с.

85. Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ. Л.: Недра, 1987. 256 с.

86. Ликутов Е.Ю., Копылов И.С. Комплексирование методов изучения и оценки геодинамической активности // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2013. №4. С. 125-133.

87. Лобацкая Р.М. Структурная зональность разломов. М.: Недра, 1987. 128 с.

88. Лобацкая Р.М., Кофф Г.Л. Разломы литосферы и чрезвычайные ситуации. М.: Российское экологическое федеральное информационное агентство, 1997. 196 с.

89. Лукин А.А. Опыт разработки методики морфоструктурно-гидрогеологического анализа. Новосибирск: Наука, 1987. 111 с.
90. Лунев Б.С. Неотектонические движения Среднего Прикамья // Геоморфология и новейшая тектоника Волго-Уральской области и Южного Урала. Тр. Уфимского совещания по геоморфологии и неотектонике Волго-Уральской области и Южного Урала. Уфа: БФ АН СССР, 1960. С.193-198.
91. Лунев Б.С. Террасы Средней Камы и их картирование // Геоморфология и новейшая тектоника Волго-Уральской области и Южного Урала. Тр. Уфимского совещания по геоморфологии и неотектонике Волго-Уральской области и Южного Урала. Уфа: БФ АН СССР, 1960. С.199-203.
92. Максимович Г.А. Опыт геоморфологического районирования Пермской области. Пермь: Зап. Пермск. отд. ГО СССР, 1960, вып. 1.
93. Максимович Г.А., Вохмянина Е.И. Геоморфологическая карта Пермской области. Пермь: Пермское ЦНТИ, 1979, инф. листок № 179-79, 4 с.
94. Методическое руководство по геоморфологическому картированию и производству геоморфологической съемки в масштабе 1:50 000-1:25 000 (с легендой) / Под ред. Н.В. Башениной. М.: МГУ, 1962. 203 с.
95. Мещеряков Ю.А. Рельеф СССР. М.: Мысль, 1972.
96. Мизенс Г.А. Об этапах формирования Предуральского прогиба // Геотектоника, 1997, № 5, С.33-46.
97. Михалев В.В., Копылов И.С., Аристов Е.А., Коноплев А.В. Оценка техноприродных и социально-экологических рисков возникновения ЧС на магистральных продуктопроводах Пермского Приуралья // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2005. № 1. С. 75.
98. Михалев В.В., Копылов И.С., Быков Н.Я. Оценка геологических рисков и техно- природных опасностей при освоении нефтегазоносных районов на основе аэро- космогеологических исследований // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2005. № 5-6. С. 76-77.
99. Морфометрический метод при геологических исследованиях / Под ред. А.А.Корженевского, В.П.Философова. Саратов: Саратов. ун-т, 1963. 263 с.

100. Морфоструктурные методы изучения тектоники закрытых платформенных нефтегазоносных областей / И.Г. Гольбрайх, В.В. Забалуев, А.Н. Ласточкин и др. Л.: Недра, 1968. 152 с.

101. Морфоструктурный анализ при геологических и металлогенических исследованиях / Волчанская И.К., Кочнева Н.Т., Сапожникова Е.Н. М.: Наука, 1975. 152 с.

102. Назаров Н.Н. Плейстоценовые перестройки речных русел и современное развитие пойменно-руслowych комплексов Верхней Камы // Геоморфология. 2017. №3. С 88-100.

103. Назаров Н.Н., Копытов С.В. Развитие гидросети бассейна Верхней Камы в неоплейстоцене // Географический вестник. 2018. №4(47). С. 5-11.

104. Назаров Н.Н., Копытов С.В. Верхнекамская депрессия в неоплейстоцене: анализ по спутниковым данным // В сборнике: Аэрокосмические методы в геологии Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. 2019. С. 85-90.

105. Новоселицкий В.М., Проворов В.М., Шилова А.А. Физические свойства пород осадочного чехла севера Урало-Поволжья. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 135с.

106. Оборин В.В., Копылов И.С. Климатогеохронологическая история неоплейстоцена севера Пермского Предуралья и ее связь с неотектоническими движениями, трансгрессивными и регрессивными циклами // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, 2015. С. 83-90.

107. Опасные геологические процессы / В.И. Осипов, В.М. Кутепов, В.П. Зверев и др. / Под ред. В.И. Осипова. М.: ГЕОС, 1999. 290 с.

108. Орлова А.В. Подвижная мозаика планеты. М., Недра, 1981. 1981 с.

109. Печеркин И.А. Геодинамика побережий камских водохранилищ. Ч. 2. Геологические процессы. Пермь, 1969. 307 с.

110. Плюснин К.П. Эволюция кинематики и определение возраста разрывных структур Урала / Разломы земной коры Урала и методы их изучения. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. С.12-23.
111. Процессы формирования рельефа Сибири / Н.А. Флоренсов., Л.Н. Ивановский, Г.Ф. Уфимцев и др. Новосибирск: Наука, 1987. 185 с.
112. Пучков В.Н. Тектоника Урала. Современные представления // Геотектоника, 1997. №4, С.42-61.
113. Рагозин А.Л. Теория и практика оценки геологических рисков /Дисс. в виде научн. докл. на соиск. уч. степ. докт. геол.-минер. наук. М., 1997. 60 с.
114. Решение межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы (Ленинград, 1988), Л.: ВСЕГЕИ, 1990.
115. Саньков В.А. Глубины проникновения разломов. Новосибирск: Наука, 1989. 136 с.
116. Семенов К.Л. Морфометрия тел полезных ископаемых. М.: Недра, 1985. 129с.
117. Сигов А.П. Геоморфология Урала // Геология СССР. Т. XII, ч. 1, кн. 2. М.: Недра, 1969. С.252-279.
118. Сигов А.П., Шуб В.С. Геоморфологическая карта Урала и объяснительная записка к картам масштаба 1:500 000 г. Свердловск, 1976-1980.
119. Симонов Ю.Г. Морфометрический анализ рельефа. Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1998. 272 с.
120. Симонов Ю.Г. К проблеме составления и использования изолинейных карт в морфометрии рельефа // Геоморфология. № 2, 1999. С.29-33.
121. Соболев И.Д., Автонецев С.А., Белковская Р.П. и др. Тектоническая карта Урала масштаба 1:1 000 000. Объяснительная записка. Свердловск. Уралгеология, 1983, 196 с.
122. Соколовский Н.Л., Волков Н.Г. Методика поэтапного изучения неотектоники. Киев: Наукова Думка, 1965.



123. Спиридонов А.И. Геоморфология Европейской части СССР. М.: Высшая школа, 1978, 335 с.
124. Спиридонов А.И. Геоморфологическое картографирование. М.: МГУ, 1975, 183 с.
125. Спиридонов А.И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. М.: Высшая школа, 1970, 456 с.
126. Спиринов Л.Н. Морфоструктурное районирование Пермского Прикамья // Вопр. физической географии Урала. Пермь: Перм. ун-т, 1973, вып.1.
127. Спиринов Л.Н. Прогноз локальных структур-ловушек нефти и газа методами неотектоники и структурной геоморфологии (на примере Пермского Приуралья) /Дисс. на соиск. уч. степ. канд. геол.-минер. наук. Пермь, 1984. 221 с.
128. Спиринов Л.Н., Орлов Н.Ф. Цикличность рельефообразования и морфоскульптура Пермского Прикамья // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала: Межвуз. сб. науч. трудов. Пермь: Перм. ун-т, 1977. С. 62-73.
129. Спиринов Л.Н., Шмыров В.А. Основные черты голоценовой тектоники и палеогеографии Пермского Приуралья // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала: Межвуз. сб. науч. трудов. Пермь: Перм. ун-т, 1984. С. 107-113.
130. Степанов И.С. Геологические и геоморфологические условия россыпной алмазности западного склона Среднего и Северного Урала / Дисс. на соиск. уч. степ. к.г.-м.н. Пермь, 1970.
131. Степанов И.С. Роль новейших тектонических движений и древних структур в формировании рельефа западного склона Среднего и Северного Урала / Мат-лы X пленума геоморф. комиссии АН СССР. Фрунзе, 1973.

132. Толстых Е.А., Клюкин А.А., Толстых Т.Н. Методика измерения экзогенных процессов // Методы полевых геоморфологических экспериментов в СССР. М.: Наука, 1986. С.5-24.
133. Трифонов В.П. Новейшая тектоника Урала /Геология СССР. Т. XII, ч. 1, кн. 2. М.: Недра, 1969. С.205-240.
134. Тяпкин К.Ф. К проблеме классификации разломов земной коры / Разломы земной коры Урала и методы их изучения. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. С.3-11.
135. Уфимцев Г.Ф. Тектонический анализ рельефа (на примере востока СССР). Новосибирск: Наука, 1984. 182 с.
136. Философов В.П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. Саратов: Сарат. ун-т, 1960. 94 с.
137. Философов В.П. Некоторые теоретические вопросы морфометрического метода выявления тектонических структур // Морфометрический метод при геологических исследованиях. Саратов: Сарат. ун-т, 1963. С.6-23.
138. Философов В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов: Сарат. ун-т, 1975. 232 с.
139. Хачатрян Р.О. Тектоническое развитие и нефтегазоносность Волжско-Камской антеклизы. М.: Наука, 1979.
140. Чайковский И.И., Калинина Т.А., Коротченкова О.В. Тектонические и эпигенетические процессы в надсолевой толще Верхнекамского месторождения // Литосфера. 2015. № 5. С. 71-80.
141. Шайдеггер А.Е. Теоретическая геоморфология. Пер. с англ. Под ред. Н.И.Маккавеева. М.: Прогресс, 1964. 450 с.
142. Шапошников В.М. Методика исследования морфоструктур и практика нефтегазопоисковых работ. М.: Недра, 1973, 208 с.
143. Шимановская О.Л., Шимановский Л.А. Густота речной сети Пермской области и закономерности ее формирования // Физико-

географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь: Перм. ун-т, 1970. С. 102-110.

144. Шимановский Л.А. Основные факторы формирования рельефа Пермского Прикамья // Геология и петрография Западного Урала, Пермь: Перм. ун-т, 1970. вып.5.

145. Шимановский Л.А. Энергия рельефа Пермской области // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала.. Пермь: Перм. ун-т, 1977. С. 55-62.

146. Шимановский Л.А., Алексеева О.Л. Крутизна наклона рельефа Пермской области /Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала: Межвед. сб. науч. трудов. Пермь: Перм. ун-т, 1977. С. 73-79.

147. Шимановский Л.А. Геоморфологическое районирование Пермской области // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала: Межвуз. сб. науч. трудов. Пермь: Перм. ун-т, 1985. С. 66-79.

148. Шимановский Л.А., Алексеева О.Л. К характеристике новейших тектонических движений Пермской области // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала: Межвуз. сб. науч. трудов. Пермь: Перм. ун-т, 1988. С. 50-58.

149. Якименко Э.Л. Показатель интенсивности глубинной эрозии в комплексе морфоструктурных исследований // Методы геоморфологических исследований. Новосибирск: Наука, 1967.

150. Якименко Э.Л. Морфометрия рельефа и геология. Новосибирск: Наука, СО РАН, 1990. 201 с.

*Научное издание*

**Копылов Игорь Сергеевич**

**Морфонеотектоническая система оценки  
геодинамической активности**

Монография

Издается в авторской редакции  
Компьютерная вёрстка: *И. С. Копылов*

---

Объем данных 5,64 Мб  
Подписано к использованию 16.12.2019

---

Размещено в открытом доступе  
на сайте [www.psu.ru](http://www.psu.ru)  
в разделе НАУКА / Электронные публикации  
и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Издательский центр  
Пермского государственного  
национального исследовательского университета  
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15