

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования

«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

# КАРТО ГРАФИЯ

Допущено методическим советом  
Пермского государственного национального  
исследовательского университета в качестве  
учебного пособия для студентов, обучающихся  
по направлениям подготовки бакалавров  
«Картография и геоинформатика», «Геодезия и  
дистанционное зондирование»



Пермь  
2020

ББК 26.17я7

УДК 528(075.8)

К272

Составитель: доц. Н.В.Бажукова

К272 **Картография:** учебное пособие / сост. Н. В. Бажукова;  
Пермский государственный национальный  
исследовательский университет. – Пермь, 2020.  
– 310 с.: ил.

ISBN 978-5-7944-3455-2

Учебное пособие предназначено для студентов первого курса географического факультета направлений 05.03.03 «Картография и геоинформатика» и 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование».

Издание содержит учебные теоретические материалы и практические задания для студентов, рекомендации по самостоятельной работе студентов, экзаменационные вопросы, а также список рекомендуемой литературы.

ББК 26.17я7

УДК 528(075.8)

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

Рецензенты: кафедра геодезии и картографии Пермского  
государственного аграрно-технологического  
университета (зав. кафедрой, канд. геогр. наук,  
доцент Д. Г. Тюняткин);  
доцент кафедры картографии МИИГАиК, канд.  
техн. наук, С. А. Крылов.

ISBN 978-5-7944-3455-2

© ПГНИУ, 2020

© Бажукова Н. В. (составление), 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	8
ГЛАВА 1. ПОНЯТИЕ О КАРТОГРАФИИ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ .....	10
3	
ГЛАВА 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ	
2.1. Виды карт .....	16
2.2. Типы карт .....	20
ГЛАВА 3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТ	
3.1. Элементы математической основы карт .....	22
3.2. Геодезическая основа .....	23
3.3. Масштабы карт .....	30
3.4. Картографическая проекция .....	32
3.4.1. Искажения в картографических проекциях .....	33
3.4.2. Классификация картографических проекций ..	37
3.4.3. Выбор картографической проекции .....	52
3.5. Координатные сетки и рамки карт .....	53
3.6. Компоновка карты .....	55
3.7. Практические задания по теме «Математическая основа карты».....	58
<b>Практическая работа № 1</b> Расчет искажений на карте .....	58
<b>Практическая работа № 2</b> Определение картографических проекций .....	69
<b>Практическая работа №3</b> Построение картографической сетки нормальной цилиндрической проекции .....	81
<b>Практическая работа №4</b> Построение картографической сетки полярной азимутальной проекции.....	85

**Практическая работа №5**

Построение картографической сетки нормальной конической проекции.....	89
--	----

**4 ГЛАВА 4. КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ**

4.1. Понятие о картографической генерализации. Факторы генерализации .....	93
4.2. Виды (стороны) генерализации.....	95
4.3. Геометрическая точность и содержательное подобие.....	98
4.4. Генерализация явлений различного распространения .....	99
4.5. Практические задания по теме «Картографическая генерализация» .....	101

**Практическая работа № 6**

Определение степени генерализации .....	101
---	-----

**Практическая работа № 7**

Генерализация тематического содержания географических карт .....	106
---	-----

**ГЛАВА 5. ЯЗЫК КАРТЫ: КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ЗНАКИ И СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**

5.1. Картографическая семиотика .....	109
5.2. Язык карты .....	110
5.3. Условные знаки и их графические переменные .....	111
5.4. Способы картографического изображения различных явлений .....	113
5.5. Практические задания по теме «Способы картографического изображения».....	134

**Практическая работа № 8**

Способы картографического изображения явлений на географических картах.....	134
--	-----

## ГЛАВА 6. СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА

6.1. Общие требования.....	140
6.2. Способы изображения .....	141
6.3. Практическое задание по теме «Способы картографического изображения рельефа» .....	155
<b>Практическая работа № 9</b>	
Определение способов картографического изображения рельефа .....	155

## ГЛАВА 7. Надписи на географической карте

7.1. Виды надписей .....	158
7.2. Картографические шрифты.....	161
7.2.1. Основные виды шрифтов, их графические средства .....	162
7.2.2. Свойства шрифтов .....	167
7.2.3. Применение шрифтов на картах.....	169
7.2.4. Шрифтовая нагрузка карт.....	177
7.3. Размещение надписей на географических картах .	178
7.4. Компьютерное размещение надписей.....	188
7.5. Картографическая топонимика. Выбор и передача названий .....	190
7.6. Формы передачи иностранных названий на картах	192
7.7. Нормализация географических наименований .....	195
7.8. Практические задания по теме «Надписи на географической карте» .....	199
<b>Практическая работа № 10</b>	
Картографические шрифты .....	199
<b>Практическая работа № 11</b>	
Надписи на картах.....	201
<b>Практическая работа № 12</b>	
Шрифтовое оформление оригиналов карт .....	209

ГЛАВА 8. ИСТОЧНИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТЫ.....	211
--	-----

ГЛАВА 9. ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ КАРТЫ .....	220
-------------------------------------	-----

6

9.1. Проектирование карты.....	221
9.2. Составление карты .....	223
9.3. Подготовка к изданию и издание карты .....	226
9.4. Практическое задание по теме «Этапы создания карты» .....	229

**Практическая работа № 13**

Создание авторского оригинала тематической карты .....	229
---	-----

ГЛАВА 10. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АТЛАСЫ	
---------------------------------	--

10.1. Понятие «географический атлас» и классификация атласов.....	235
10.2. Условия, создающие целостность атласов .....	238
10.3. Практическое задание по теме «Географические атласы» .....	245

**Практическая работа № 14**

Анализ структуры и содержания атласов.....	245
--	-----

ГЛАВА 11. МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТ .....	248
---	-----

11.1. Картографический метод исследования .....	250
11.2. Система приемов анализа карт .....	251
11.3. Способы работы с картами.....	256
11.4. Надежность исследований по картам.....	257
11.5. Практические задания по теме «Методы использо- вания карт» .....	259

**Практическая работа № 15**

Описание и сравнительная характеристика террито- рий по серии тематических карт.....	259
---	-----

**Практическая работа № 16**

Построение комплексного профиля .....	263
---------------------------------------	-----

ГЛАВА 12. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА..... 266

Примерный перечень экзаменационных вопросов по  
всему курсу ..... 269

Список рекомендуемой литературы для подготовки к  
экзамену ..... 272

Список использованных источников ..... 274

ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение 1**

Карты для определения картографической проекции.. 276

**Приложение 2**

Макет картографической сетки нормальных цилиндри-  
ческих проекций с указанием необходимых размеров в  
оформлении рамки (уменьшено в два раза)..... 289

**Приложение 3**

Альбом картографических шрифтов ..... 290

**Приложение 4**

Тренировочный тест по теме «Математическая основа  
карт» ..... 293

**Приложение 5**

Тренировочный тест по теме  
«История развития картографии» ..... 300

**Приложение 6**

Тренировочный итоговый тест ..... 303

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Картография – один из основных курсов в университетской подготовке студентов-картографов, географов и экологов. Он содержит материал, формирующий картографическое мировоззрение будущих специалистов и дающий им знания о способах отражения окружающего мира, пространственном анализе и моделировании; а также закладывает основы работы с географическими картами и атласами, знакомит с историей и перспективами развития картографии и производства карт.

Дисциплина «Картография» входит в базовую часть собственного унифицированного образовательного стандарта (СУОС) ПГНИУ и является первой из дисциплин профессиональной подготовки студентов. Для освоения материала необходимы знания курса «Введение в геоинформатику» как курса, в рамках которого формируется понимание связи картографии и геоинформатики.

При написании учебного пособия автор руководствовался принципами и подходами московской университетской школы географической картографии, ориентируясь на классические учебники К.А.Салищева, А.М.Берлянта, Б.Б.Серапинаса и др.

Содержание и структура учебного пособия соответствуют программе курса «Картография» для студентов географического факультета. В нём представлены традиционные темы, касающиеся сущности географических карт, их классификации, математической основы, генерализации, способов картографического изображения, а также этапов создания, 9 методов использования карт и атласов.

Основная цель учебного пособия – ознакомить студентов с понятиями о географических картах и атласах, рассмотреть их свойства как образно-знаковых моделей действительности, показать законы математического построения карт, привести некоторые приёмы составления карт разной тематики и назначения, научить оценке и использованию картографических произведений в научной и практической деятельности.

Изучение предмета предполагает не только освоение теории картографии, но и выполнение практических заданий и самостоятельную работу студентов.

Практические задания, предлагаются для выполнения во время аудиторных занятий и в дальнейшем требуют дополнительного времени вне занятий в качестве самостоятельной работы.

Учебное пособие состоит из 12 глав, включающих рассмотрение теоретических вопросов картографии, практические задания и задания для самостоятельной работы.

Учебное пособие предназначено для студентов первого курса географического факультета направления 05.03.03. «Картография и геоинформатика» и 21.03.03. «Геодезия и дистанционное зондирование».

## ГЛАВА 1

### ПОНЯТИЕ О КАРТОГРАФИИ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ

**Картография** – это наука о картах как особом способе изображения действительности, включающая в свои задачи всестороннее изучение географических карт, разработку методов и процессов их создания и использования. В государственных нормативных изданиях говорится, что картография – область науки, техники и производства, охватывающая изучение, создание и использование картографических произведений.

Таким образом, картография существует в трёх формах, а именно:

- Наука об отображении и познании явлений природы и общества с помощью карт.
- Область техники и технологии создания и использования картографических произведений.
- Отрасль производства, выпускающая картографическую продукцию (карты, атласы, глобусы и др.) (Берлянт, 2001).

Картография имеет свой объект и предмет. Объект – это все природные и общественные явления, которые протекают на Земле и в космосе. Предмет – способы, приёмы и техника, с помощью которых создаётся и издаётся карта.

Процесс картографирования – это разновидность моделирования. Все картографические произведения рассматриваются как наглядные модели пространства, показывающие сочетания и взаимосвязи различных явлений природы и общества с помощью картографических символов (знаков). Эти модели, дающие пространственный образ, строятся по определённым математическим правилам, с отбором и обобщением явлений в соответствии с назначением конкретных моделей. Таким образом, более полное определение картографии – это наука об отображении и исследовании пространственного размещения, сочетаний и взаимосвязей явлений природы и общества (и их изменения во времени) посредством образно-знаковых моделей, воспроизводящих те или иные части и стороны действительности в обобщённой и наглядной форме. Такое определение не ограничивает интересы картографии только географическими картами, а распространяет их и на карты небесных тел и звёздного неба, и на глобусы, и на рельефные карты, блок-диаграммы, телекарты, электронные карты и т.д.

11

**Структура картографии** представляет собой разветвлённую систему научных дисциплин и технических отраслей:

- Общая теория картографии;
- История картографии;
- Математическая картография;
- Проектирование и составление карт;
- Картографическая семиотика;
- Оформление карт;
- Экономика и организация картографического производства;
- Издание карт;
- Использование карт;
- Картографическое источниковедение;
- Картографическая информатика;
- Картографическая топонимика.

Система картографических дисциплин не является неизменной, появляются новые отрасли картографии. В системе картографии образовалось много отраслей, различающихся по тематике: общегеографическое картографирование, тематическое (природное, социально-экономическое, экологическое) картографирование. Кроме этого, выделяются такие отрасли, как учебное, научное, туристское, навигационное картографирование и др. Они различаются по назначению и практической ориентации (Берлянт, 2001).

**Картография в системе наук.** Современная картография имеет прочные двусторонние связи с многими философскими, естественными и техническими науками и научными дисциплинами (рис.1). Картография служит одним из главных методов познания и средств систематизации данных в науках о Земле – географических, геолого-геофизических, экологических. Область взаимодействия – тематическое картографирование и методы использования карт. Социально-экономические науки – экономика, социология, демография, история, археология, этнография и другие – также образуют основу для тематического картографирования и использования карт. Логико-философские науки – теория отражения, теория моделирования, формальная логика, системный анализ – взаимодействуют с картографией при разработке ее теоретических концепций, знаковых систем, проблем и методов моделирования и восприятия картографического изображения. Астрономо-геодезические науки – астрономия, геодезия, гравиметрия, топография – предоставляют картографии данные о фигуре и размерах Земли, необходимых при создании математической основы карт. Математические науки активно применяют при разработке картографических проекций, математико-картографическом моделировании, создании алгоритмов и программ картографирования и использования карт. Техника и автоматика составляют техническую базу создания, издания и применения карт и других картографических произведений. Дистанционное зондирование – данные съемок – используется при составлении, уточнении и обновлении карт, формировании баз цифровой информации, а карты необходимы для привязки и дешифрирования космических снимков. Тесные исторические связи картографии с живописью не означают, конечно, что картография целиком принадлежит искусству. Знаковые системы и способы оформления карт разрабатываются на научных основах, и карты отражают научные понятия, а не художественные образы. От картографических произведений в наши дни требуется не столько эстетическое воздействие, сколько ясность, четкость, наглядность и графически лаконичная передача информации. Поэтому так важны сейчас связи картографии с технической графикой и художественным дизайном. Тесное взаимодействие, полная интеграция картографии и геоинформатики, приводит к формированию новых, современных отраслей науки – в их числе геоинформационное картографирование.

**Географическая карта**

Термин «карта» появился в средние века. Этот термин происходит от латинского «charta» (лист, бумага), производного от греческого «хартес» – бумага из папируса для письма. Изучая тему «Карта» в курсе школьной географии, принято определять карту как уменьшенное изображение земной поверхности на плоскости. Это не совсем так. Ведь пейзаж в картинной галерее, фотоснимок, космический или аэрофотоснимок Земли – это всё тоже уменьшенные изображения земной поверхности на плоскости. Из этого следует, что в определении необходимо отразить те существенные свойства, которые отличают карту от других изображений земной поверхности. Три черты определяют специфику географических карт:

13

- 1) математически определённое построение;
- 2) использование картографических знаков;
- 3) отбор и обобщение изображаемых явлений.



**Рис. 1. Картография в системе наук (Берлянт, 2001)**

**Математический закон построения** – применение картографических проекций, позволяющих перейти от сферической поверхности Земли к плоскости карты.

14 **Знаковость изображения** – использование особого условного языка картографических символов. Картографические условные знаки позволяют передать количественные и качественные характеристики объектов (например, количество жителей в городе и его административный статус); отобразить объекты, не доступные взору человека (рельеф дна океана, строение земной коры на больших глубинах и пр.). Знаки позволяют наглядно показать даже то, что не воспринимается органами чувств (магнитное склонение, аномалии силы тяжести и др.). С помощью условных знаков можно передать динамику процессов, их изменение во времени и перемещение в пространстве, например, годовой ход температур и осадков, миграции населения. Наконец, с помощью знаков на карте можно представить расчетные показатели и научные абстракции – градиент поля температур или степень устойчивости природных ландшафтов к химическому загрязнению.

**Генерализованность карты** – отбор и обобщение изображаемых объектов. Картограф определяет, что важно для данной карты и обязательно должно быть на ней показано, а что не очень существенно и может быть частично или полностью исключено.

Свойства карты хорошо понятны при сравнении с космическими снимками или пейзажами. На космических снимках подробно показана местность, но безо всяких условных знаков и без генерализации. На снимке представлены только факты, а на карте еще и научные понятия, обобщения, логические абстракции. На картине-пейзаже также изображена местность в уменьшенном виде, но без применения математических законов и условных знаков.

Карта, в отличие от снимка или пейзажа, не является копией местности, это изображение реальности, пропущенное через голову и руки картографа (Берлянт, 2010).

**Географическая карта** – это уменьшенное, математически определённое, обобщённое, образно-знаковое изображение земной поверхности на плоскости.

**Элементы карты** – это ее составные части, включающие картографическое изображение (элементы содержания карты); математическую основу (геодезическая основа, масштаб, проекция, компоновка); вспомогательное оснащение (условные обозначения, графики для измерений по картам,

справочные сведения); дополнительные данные (профили, диаграммы, текстовые и цифровые данные, фотографии и рисунки и т.д.) (рис.2).

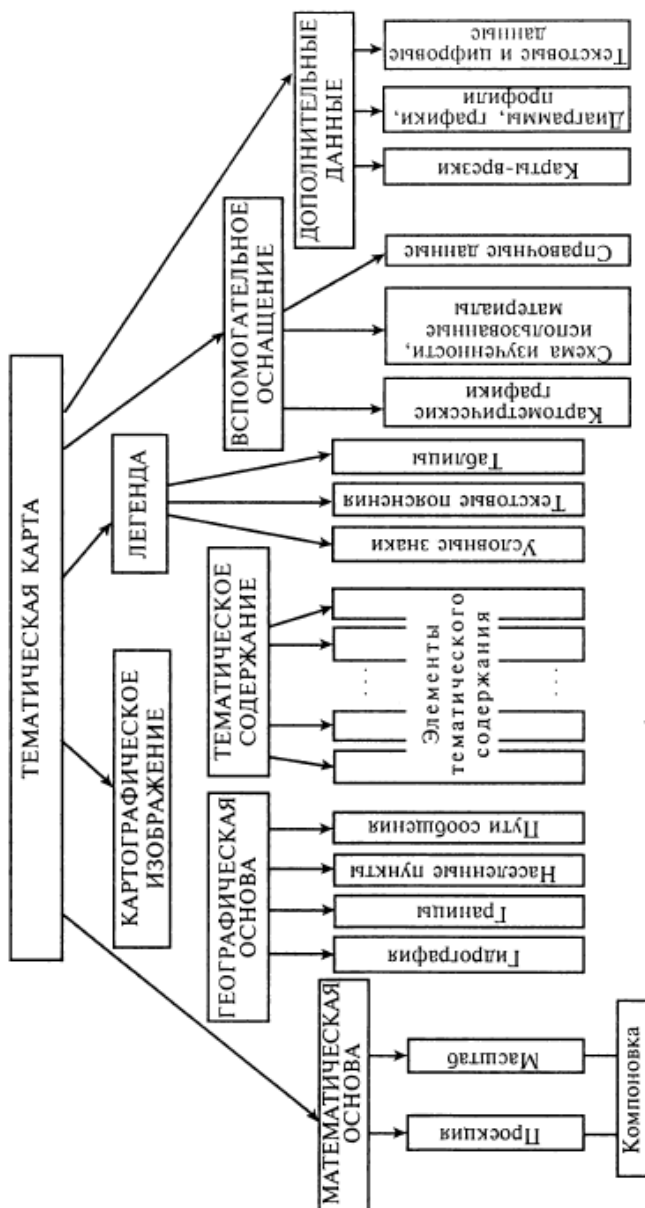


Рис.2. Схема элементов тематической карты (Берлянт, 2001)

## ГЛАВА 2

### КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

Для того чтобы ориентироваться в огромном количестве карт различных видов и типов, созданных и изданных в разное время в разных странах, необходимо их упорядочить, т.е. классифицировать.

Классификация карт – это система, представляющая совокупность карт, подразделяемых (упорядоченных) по какому-либо избранному признаку (Берлянт, 2010).

Классификации карт необходимы для инвентаризации и хранения карт, составления списков и каталогов, научной систематизации и поиска карт, создания банков данных.

#### 2.1. Виды карт

Основными признаками классификации карт по видам являются:

- масштаб
- пространственный охват
- содержание (тематика)
- назначение

- эпоха или время создания
- язык

**По масштабу** карты делят на пять видов:

- планы – 1: 5 000 и крупнее;
- детальные – от 1: 5 000 до 1: 10 000;
- крупномасштабные – от 1: 10 000 до 1: 200 000;
- среднемасштабные – от 1: 200 000 до 1: 1 000 000;
- мелкомасштабные – мельче 1: 1 000 000.

17

**По пространственному охвату:**

- карты Солнечной системы;
- карты планеты (Земли);
- карты полушарий;
- карты материков и океанов;
- карты крупных регионов (Латинская Америка, Европа, Юго-Западная Азия и др.);
- карты стран и государств;
- карты субъектов государств (республик, краев, областей, штатов, земель, провинций и т.д.);
- карты районов (физико-географических, социально-экономических, административных и др.);
- карты отдельных территорий (заповедников, курортных районов и др.);
- карты населенных пунктов;
- карты городских районов.
- карты океанов подразделяют на карты морей, заливов, проливов, гаваней.

**По содержанию (тематике)** выделяют две большие группы карт:

- **Общегеографические карты** отображают совокупность видимых элементов местности, показу которых уделяют равное внимание. Среди этой группы карт выделяют три вида:
  - топографические (в масштабах крупнее 1: 100 000);
  - обзорно-топографические (в масштабах 1: 200 000 – 1: 1 000 000);
  - обзорные (мельче 1: 1 000 000).
- **Тематические карты** отражают определенную тему, это наиболее обширная категория карт природных и общественных явлений, их сочетаний и комплексов. В этой группе карт выделяют:

- карты природных явлений:
  - геологические (тектонические, литолого-стратиграфические, четвертичных отложений, гидрогеологические и др.);
  - геофизические (гравитационного поля, магнитного поля, сейсмометрические и др.);
  - геоморфологические (гипсометрические и батиметрические, морфометрические и др.);
  - гидрологические вод суши (гидрографические, водного режима, ледового режима и др.);
  - океанологические (гидрохимические, динамики водных масс и др.);
  - почвенные (генетических типов почв, физико-механических свойств почв и др.);
  - геоботанические (современного растительного покрова, фенологические и др.);
  - зоогеографические (ареалов распространения видов животных, зоогеографического районирования и др.);
  - общие физико-географические карты (ландшафтные, физико-географического районирования и др.);
- карты общественных явлений:
  - карты населения (расселения, демографические, этногеографические и др.);
  - карты хозяйства (промышленности в целом и по отраслям, сельского хозяйства в целом и по отраслям, транспорта в целом и по видам др.);
  - карты науки и культуры (образование, библиотеки и др.);
  - карты обслуживания населения и здравоохранения (здравоохранения, физкультуры и спорта и др.);
  - политические и политико-административные карты (геополитические, административного деления, электоральные и др.);
  - исторические карты (археологические, историко-экономические, военно-исторические и др.).

Приведенный классификационный перечень карт можно пополнять и детализировать. Например, карты отраслей промышленности: можно отобразить на карте машиностроительный комплекс, далее детализировать по производству – автомобилестроение, далее – производство легковых, грузовых автомобилей, автобусов, троллейбусов и т.д.

Особую сложность для классификации представляют явления, которые не могут быть целиком отнесены к одной какой-либо сфере, они сразу принадлежат нескольким сферам. Карты, характеризующие взаимодействие природы, населения и хозяйства:

- геоэкологические карты (факторов воздействия на окружающую среду, последствий воздействия на окружающую среду, охраны природы и др.);
- ресурсные карты (минеральных ресурсов, агроклиматических ресурсов, биологических ресурсов, рекреационных ресурсов и др.).

19

**По назначению** выделяют специальные карты, предназначенные для определенного круга потребителей и для решения определенных задач. Их объединяют в три группы:

- Карты для хозяйственных нужд:
  - навигационные:
    - аэро- и космические навигационные;
    - морские навигационные;
    - лоцманские;
    - дорожные (авто, ж/д);
  - кадастровые:
    - земельного кадастра;
    - водного кадастра;
    - лесного кадастра;
    - городского кадастра и др.;
  - технические:
    - подземных коммуникаций;
    - проектные;
    - мелиоративные;
    - лесоустроительные и др.
- Карты для просвещения, науки и культуры:
  - учебные:
    - для начальной школы;
    - для средней школы;
    - для высшей школы;
  - краеведческие;
  - агитационные;
  - тифлографические (для незрячих и слабовидящих);
  - туристские;
  - научно-справочные.

— Карты для нужд обороны (военные):

- тактические,
- оперативные,
- стратегические.

20 **По эпохе или времени создания** выделяют античные карты, средневековые карты, карты нового времени и современные карты.

**По языку** – речь идёт о том, на каком языке создавалась карта. Например, в нашей стране это будут русские карты, в Японии – японские, в Австрии – немецкие и т.д.

## 2.2. Типы карт

Наряду с видовой классификацией карт различают географические карты по широте темы, приемам исследования, объективности и практической направленности, что определяет тип карты.

**По широте темы** карты одного и того же вида могут характеризовать какую-либо сторону явления по одному, двум или нескольким показателям, отображать совместно различные стороны явления, давать полную характеристику явления. Карты, отображающие одну сторону явления (или один его элемент) называют **частными** или **узкоотраслевыми**. Карты, отображающие полную характеристику явления, называют **общими**. Например, «Климатическая карта» – общая, а карта «Температура воздуха в январе» – частная.

**По приемам исследования** выделяют **аналитические** (анализ какого-либо явления), **синтетические** (синтез) и **комплексные карты**.

**Аналитические карты** отображают одно явление или какую-либо одну его характеристику (свойство). Например, на одной аналитической карте можно показать крутизну склонов, на второй – глубину расчленения рельефа, на третьей – экспозицию склонов.

**Синтетические карты** дают целостное изображение объекта или явления в единых интегральных показателях. Например, синтетическая «Геоморфологическая карта».

**Комплексные карты** совмещают изображение нескольких элементов близкой тематики, набор характеристик, показателей одного явления. Например, на одной карте показывают атмосферное давление и преобладающее направление ветра.

Это могут быть карты погоды, отражающие в совокупности погодные условия (температуру воздуха, относительную и абсолютную влажность, направление и скорость ветра, количество и вид осадков и пр.).

**По объективности** выделяют:

21

- **Документальные карты**, показывающие реальные явления в результате их непосредственного исследования.
- **Карты-выводы** или **карты-умозаключений** – производные карты, строящиеся на фактическом материале, но представленные субъективным видением автора сущности явления (например, карты районирования).
- **Гипотетические карты** строятся на основании гипотезы.
- **Прогнозные карты** строятся на основании прогноза.
- **Тенденциозные карты** – это предвзятые карты, когда желаемое выдается за действительное.

**По практической направленности** выделяют функциональные типы карт:

- **Инвентаризационные карты** подробно регистрируют наличие, местоположение и состояние объектов и явлений. Эти карты содержат как бы фактическую опись природных и трудовых ресурсов в соответствии с принятыми классификациями, но без указаний их отношений и связей.
- **Оценочные карты** создают на основе инвентаризационных, они имеют прикладной характер и содержат оценку какого-либо явления в заданном отношении. Например, оценка благоприятности климата для проживания населения.
- **Рекомендательные карты** отражают указания, рекомендации и конкретные мероприятия, которые следует провести на данной территории для достижения какой-либо цели. Например, карты природоохранных мер.

Например, в результате переписи населения строят серию инвентаризационных карт, на их основе можно оценить количество трудовых ресурсов и построить оценочные карты, которые, в свою очередь, можно взять за основу для построения рекомендательных карт о перераспределении трудовых ресурсов для снижения уровня безработицы.

## ГЛАВА 3

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТ

При практической работе с картой географ-картограф должен хорошо знать математические основы ее построения, уметь определять наиболее распространенные картографические проекции по виду сетки параллелей и меридианов, вычислять размеры искажений географических объектов на картах и вносить поправки в измеренные по картам величины.

#### 3.1. Элементы математической основы карт

Геометрические законы построения и геометрические свойства картографического изображения обуславливаются **математической основой**, элементами которой являются масштаб, геодезическая основа, картографическая проекция и компоновка.

**Масштаб** определяет степень уменьшения длин при переходе от натуры к изображению. Масштаб показывает, во сколько раз уменьшено картографическое изображение, т. е. сколько сантиметров на местности содержится в одном сантиметре на карте.

**Геодезическая основа** определяет переход от физической поверхности Земли к условной поверхности эллипсоида (или шара), а также обеспечивает правильное положение изображаемых на карте объектов по широте, долготе, высоте.

**Картографическая проекция** определяет переход от поверхности эллипсоида (или шара) к плоскости, а также закон распределения искажений, возникающих при этом на карте.

23

**Компоновка** обеспечивает целесообразное и рациональное размещение элементов карты внутри рамки и на полях.

### 3.2. Геодезическая основа

Картография заимствует из геодезии данные о математических моделях картографируемых тел. Параметры, характеризующие форму и размеры этих тел, позволяют вычислять длины дуг параллелей, длины дуг меридианов, площади трапеций и выполнять необходимые расчеты, связанные с построением проекций и созданием карт. Используются также геодезические системы координат. Важное значение имеют пункты геодезических сетей, являющиеся хранителями координат точек местности. На основе этих пунктов выполняются топографические съемки и создаются топографические карты, а на их базе – тематические карты.

Фигуры картографируемых тел (планеты Земля) обычно могут быть аппроксимированы математически правильными телами. Чаще всего ими являются шар или эллипсоид вращения. Поверхность такого тела называют поверхностью относимости или референц-поверхностью. Именно она и проектируется на плоскость в выбранной картографической проекции.

Положение точки на картографируемой модели определяется географическими координатами – широтой и долготой. Широты отсчитывают от  $0^\circ$  на экваторе до  $+90^\circ$  на северном полюсе (северная широта) и до  $-90^\circ$  на южном полюсе (южная широта). Счет долгот идет от  $0^\circ$  на начальном меридиане до  $+180^\circ$  в восточном направлении (восточная долгота) и до  $-180^\circ$  в западном направлении (западная долгота).

В случае шаровой модели используются сферические широты и долготы, а в случае эллипсоида вращения – эллипсоидальные координаты (они, в свою очередь, делятся на геоцентрические, отнесенные к центру эллипсоида, и геодезические – широты и долготы, отнесенные к нормали, про-

веденной в данной точке эллипсоида). Основными являются геодезические координаты.

24 Форма планеты Земля – геоид. Ее можно заменить шаром. Например, если изготовить глобус Земли с экваториальным диаметром 1 м, то его полярный диаметр будет короче всего на 3,4 мм. Размеры неровностей на поверхности Земли обычно значительно меньше диаметров их сфер. На Земле максимальные величины параметров рельефа – высоты гор и глубины впадин – незначительны по сравнению с размерами самой планеты. Если земной диаметр уменьшить до 1 м, то получится шар с довольно гладкой поверхностью – Марианская впадина на нем будет небольшим углублением, не глубже 0,9 мм, а г.Эверест образует выступ высотой менее 0,7 мм.

Форма и размеры шара определяются его радиусом: радиус шара планеты Земля  $R = 6371,00$  км, экваториальный радиус  $a = 6378,14$  км, полярный радиус  $b = 6356,75$  км.

Диаметр шара, совмещаемый с осью вращения Земли, принимается за полярную ось вращения. Плоскость, проходящая через центр шара перпендикулярно его оси вращения, образует плоскость экватора. Основными координатами, определяющими положение точки на шаре, являются сферические широта и долгота (рис.3). **Сферическая широта ( $\varphi$ )** – угол, образованный нормалью к поверхности шара в данной точке  $Q$  и плоскостью экватора. Так как нормаль к сфере совпадает с ее радиусом, широта равна центральному углу между радиусом шара, направленным на заданную точку, и плоскостью экватора. Плоскость экватора пересекает поверхность шара по **экватору**. Система плоскостей, параллельных экватору, пересекая поверхность шара, образует на нем **параллели**. Плоскость любого **меридиана** проходит через ось вращения шара. **Сферическая долгота ( $\lambda$ )** определяется двугранным углом между плоскостями меридиана данной точки и начального (Гринвичского) меридиана. Сетка меридианов и параллелей на шаре называется **географической сеткой**.

На сфере параллель является дугой окружности. Ее радиус ( $r$ ) зависит от широты

$$r = R \cos \varphi.$$

Длина дуги параллели ( $s$ ) между двумя точками с географическими долготами  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  равна

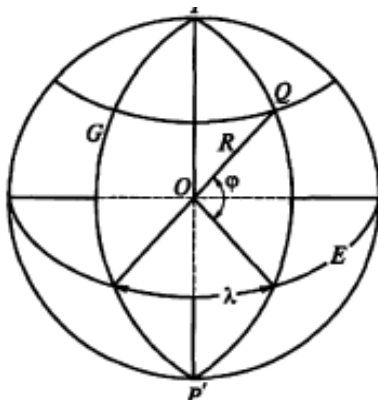
$$s = r (\lambda_2 - \lambda_1).$$

Разность долгот выражена в радианах.

**Меридианы** – это также дуги окружностей, радиус которых равен радиусу шара  $R$ . Вычисление длины дуги меридиана ( $S$ ) между экватором и параллелью широты  $\varphi$ , выраженной в радианах, производится так:

$$S = R \varphi.$$

25



**Рис.3. Географические координаты точек шара радиусом  $R$ :**  
 $\varphi$  – сферическая широта;  $\lambda$  – сферическая долгота;  
 $P, P'$  – географические полюса;  $G$  – Гринвичский (начальный) меридиан;  
 $E$  – экватор (Серापинас, 2005)

Шаровая модель достаточно проста и имеет важное практическое значение. Эту модель применяют при мелко-масштабном картографировании.

Более точной моделью массивного тела, вращающегося вокруг неизменной оси, является **сфероид** – фигура, которую приняло бы тело, находясь только под влиянием сил взаимного тяготения его частиц и центробежной силы вращения. Простейшим из сфероидов является эллипсоид вращения с малым сжатием вдоль полярной оси.

**Эллипсоид вращения** – геометрическое тело, которое образуется при вращении эллипса вокруг его малой оси.

Если сферу определяет лишь один параметр – радиус, то эллипсоид вращения характеризуют два параметра. Основным параметром является большая экваториальная полуось эллипсоида  $a$ . В качестве второго параметра чаще всего используют либо полярное сжатие  $\alpha$ , либо первый ( $e$ ), либо

второй ( $e'$ ) эксцентриситеты меридионального эллипса, либо малую полярную полуось  $b$ . Эти величины связаны между собой следующим образом:

$$\alpha = \frac{a-b}{a}; e^2 = \frac{a^2-b^2}{a^2}; (e')^2 = \frac{a^2-b^2}{b^2};$$

$$b = a(1 - \alpha) = a\sqrt{1 - e^2};$$

$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - e^2}; e^2 = \alpha(2 - \alpha)$$

Значения параметров эллипсоидов вращения для распространенных земных эллипсоидов приведены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. ОСНОВНЫЕ ЗЕМНЫЕ РЕФЕРЕНЦ-ЭЛЛИПСОИДЫ И ИХ ПАРАМЕТРЫ  
(СЕРАПИНАС, 2005)

Эллипсоид	Год	Большая полуось $a$ , м	Сжатие $\alpha$
Деламбра	1800	6 375 653	1/334
Вальбека	1819	6 376 896	1/303
Эйри	1830	6 377 563	1/299,3250
Эвереста	1830	6 377 276	1/300,8017
Бесселя	1841	6 377 397	1/299,15
Кларка	1866	6 378 206	1/294,98
Кларка	1880	6 378 249	1/ 293,46
Хейфорда	1909	6 378 388	1/297
Красовского	1940	6 378 245	1/298,3
Австралийский	1965	6 378 160	1/298,25
GRS-67	1967	6 378 160	1/298,2472
WGS-72	1972	6 378 135	1/298,26
GRS-80	1979	6 378 137	1/298,25722
WGS-84	1984	6 378 137	1/298,25722
ПЗ-90	1990	6 378 136	1/298,25782

Эллипсоид Красовского был утвержден в СССР для геодезических и картографических работ. Расчет эллипсоида был выполнен в 1940 г. Ф.Н.Красовским и его учеником А.А.Изотовым. Эллипсоид Красовского используют в России до сих пор.

В настоящее время параметры современной точности имеет эллипсоид системы **GRS-80 (Geodetic Reference System, 1980 – Геодезическая референцная система 1980г.)**. На его

основе созданы современные координатные системы Австралии, Европы, стран Северной и Центральной Америки.

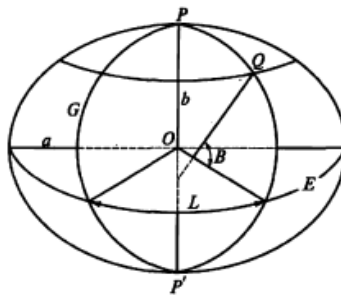
Эллипсоид **WGS-84** (**World Geodetic System**, 1984 – Мировая геодезическая система 1984г.) получил мировое признание и распространение благодаря американской глобальной системе спутникового позиционирования GPS.

27

В России для решения задач, связанных с использованием космических аппаратов, применяется эллипсоид ПЗ – 90 (Параметры Земли, 1990г.).

Положение любой точки на эллипсоиде определяется геодезическими широтой и долготой (рис.4). Геодезическая широта ( $B$ ) – угол, образованный нормалью к поверхности земного эллипсоида в данной точке и поверхностью экватора. Геодезическая долгота ( $L$ ) – двугранный угол между плоскостями меридиана данной точки и начального меридиана.

Рассекая эллипсоид плоскостями, проходящими через полярную ось, получают меридианы, а плоскостями, проходящими перпендикулярно этой оси – параллели. Экватор образуется сечением эллипсоида плоскостью, проходящей через его центр, перпендикулярно полярной оси. Сетка меридианов и параллелей формирует географическую сетку.



**Рис. 4. Геодезические координаты точек эллипсоида вращения с полуосями  $a$  и  $b$ :**

- $B$  – геодезическая широта;
- $L$  – геодезическая долгота;
- $P, P'$  – географические полюса;
- $G$  – Гринвичский (начальный) меридиан;
- $E$  – экватор (Серапинас, 2005)

При проектировании эллипсоида на шар возникает задача выбора радиуса шара и способа перехода от широт  $B$  и долгот  $L$  эллипсоида к широтам  $\varphi$  и долготам  $\lambda$  шара. Обычно эллипсоид с шаром совмещают так, чтобы совпали их центры, оси вращения и плоскости начальных меридианов. В этом случае 28 плоскости экваторов и плоскости всех меридианов также совпадают и долготы остаются неизменными:

$$\lambda = L.$$

Преобразованию подлежат только широты. Их значения на полюсах и на экваторе остаются без изменений и меняются сильнее при приближении точек к средним широтам. Значения сферических широт и выбор радиуса шара определяются способом отображения эллипсоида на шар. Один из таких способов – сферическое отображение. В этом случае нормали в соответствующих точках сферы и эллипсоида полагаются взаимно параллельными. Поэтому текущие сферические и геодезические широты принимаются равными друг другу:

$$\varphi = B.$$

Для небольших территорий радиус шара приравнивается к среднему радиусу  $R$  в центральной точке карты. При замене всей планеты шаром ее радиус вычисляют как среднее арифметическое из трех значений: радиуса шара, равного среднему из трех полуосей эллипсоида (двух экваториальных и одной полярной); радиуса шара, площадь поверхности которого равна площади поверхности эллипсоида; радиуса шара, объем которого равен объему эллипсоида. Для Земли радиус шара  $R = 6371$  км. Шар с таким радиусом по линейным размерам, площади поверхности и объему очень близок к земному эллипсоиду. На этом шаре дуга меридиана между экватором и полюсом на 5,6 км (0,05%) длиннее, а дуга четверти экватора на 11,2 км (0,1%) короче, чем на эллипсоиде вращения. Такие погрешности на мелкомасштабных картах никак не проявляются.

Для того чтобы добиться наименьших искажений, применяют способ двойного проектирования: эллипсоид проектируют на шар, а затем шар – на плоскость. При равновеликом отображении, когда площадь поверх-

ности эллипсоида Красовского должна быть равна поверхности шара, его радиус оказывается равным  $R = 6\,371\,116$  м. Для упрощения проектирования применяют и иные способы отображения эллипсоида на шар.

**Полярные сферические координаты.** На шаре вместо географических полюса, экватора и географической сетки меридианов и параллелей в ряде случаев удобно использовать сферические полярные координаты. Для этого на сфере выбирается точка, которая принимается за полюс полярной системы координат. Назовем его условным полюсом. Дуга большого круга на сфере, отстоящая от полюса на  $90^\circ$ , принимается за условный экватор. Относительно этого полюса и экватора строится новая сетка координатных линий, которые назовем условными параллелями и меридианами.

29

Для наглядности представим себе, что на глобус с географической сеткой натянута прозрачная сфера. На этой сфере также имеются полюс, экватор и построена географическая сетка меридианов и параллелей. Поворачивая прозрачную сферу, будем смещать ее полюс, сетку и экватор относительно географической сетки на глобусе. Теперь положение любой точки на глобусе можно определить новыми сферическими координатами: **условной широтой  $\varphi'$  и условной долготой  $\lambda'$** , отсчитываемыми относительно сетки на прозрачной сфере.

Вместо условной широты используется также ее дополнение до прямого угла, называемое **зенитным расстоянием ( $Z$ )**. Если условная широта определяется углом между условным экватором и радиусом сферы, направленным на данную точку, то зенитное расстояние равно углу между этим радиусом и направлением на полюс полярной системы координат. Поэтому широта и зенитное расстояние всегда дополняют друг друга до прямого угла:

$$\varphi + Z = \pi/2.$$

Каждая условная параллель соответствует постоянному значению зенитного расстояния. Ее называют **альмукантаратом** – линией равных зенитных расстояний. Каждый условный меридиан исходит из условного полюса под некоторым азимутом, его называют **вертикалом**. Этот азимут можно интерпретировать как условную долготу.

Сетку альмукантаратов и вертикалов (условных параллелей и меридианов) можно рассматривать как смещенную сетку меридианов и параллелей, в которой географический полюс перемещен в положение полюса полярной сферической системы координат.

30

В зависимости от широты расположения условного полюса различают несколько систем координат:

- **нормальная система координат** – система полярных сферических координат, полюс которой совмещен с географическим полюсом;
- **поперечная система координат** – система полярных сферических координат, полюс которой расположен на экваторе;
- **косая система координат** – система полярных сферических координат, полюс которой расположен между географическим полюсом и экватором.

Соответственно этому картографические проекции называют **нормальными, поперечными и косыми**.

К математическим элементам карты относят **опорные точки** – объекты местности, отображенные на карте, координаты которых известны или могут быть определены как по карте, так и на местности. Опорными точками являются геодезические пункты, а также четкие, легко опознаваемые на карте объекты, например, перекрестки дорог, характерные изгибы береговых линий, острова, озера и др. Совокупность опорных точек позволяет установить математически определенную связь карты с отображаемой местностью.

### 3.3. Масштабы карт

Масштаб определяет степень уменьшения длин при переходе от натуры к изображению. Он характеризуется отношением длины линии на изображении к длине соответствующей линии на местности, точнее – к длине горизонтальной проекции линии на поверхность эллипсоида.

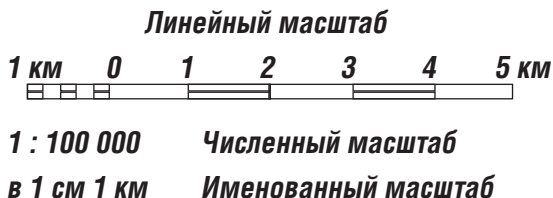
Масштаб постоянен только на плане – крупномасштабном изображении небольшого участка земной поверхности, когда можно не учитывать её кривизны. На карте масштаб различен в разных её точках и изменяется, за исключением равноугольных проекций, в зависимости от направления. Однако на картах указывается единственное значение масштаба – это **главный масштаб**, равный масштабу модели земного эллипсоида, изображаемого на плоскости. В разных местах

карты масштабы могут быть больше или меньше главных. Их называют **частными масштабами**. На картах, которые охватывают большие территории и имеют значительные уклонения частных масштабов от главного, указывают точки или линии картографической сетки, сохраняющие главный масштаб.

31

Масштаб на карте указывают в трёх видах (рис.5):

- 1: 100 000 – **численный масштаб** (одна сотысячная), означает, что одному сантиметру на карте соответствует 100 000 см на местности.
- в 1 см – 1 км – **именованный масштаб**.
- **графический (линейный) масштаб** необходим на карте для быстрого определения расстояний с помощью циркуля-измерителя, когда уклонения частного масштаба от главного невелики, иначе пользование графическим масштабом может привести к крупным ошибкам. В современной картографии наличие на карте графического масштаба необходимо при масштабировании карты (уменьшении/увеличении изображения) и при создании электронной (компьютерной) карты.



**Рис. 5. Виды масштабов на карте (Берлянт, 2001)**

Различают карты крупно-, средне- и мелкомасштабные. Каждому территориальному уровню соответствует некоторый диапазон масштабов.

В современных условиях применения геоинформационных технологий часто используются картографические анимации, демонстрирующие изменяющиеся во времени процессы. Многие математические элементы электронной карты становятся динамическими переменными, т.е. переменными, являющимися функциями времени. Изменением этих переменных достигается эффект изменения процесса во времени. В целях наглядности картографической демонстрации динамических процессов вводится **временной масштаб**.

32 Временной масштаб – это отношение времени демонстрации кадров карты к реальному времени процесса. Например, временной масштаб 1: 86 000 будет означать, что одна секунда демонстрации округленно соответствует одним суткам. Одна секунда демонстрации кадра в масштабе 1: 600 000 примерно соответствует продолжительности процесса в одну неделю; в масштабе 1: 2 500 000 – одному месяцу; 1: 31 500 000 – одному году. С введением временного масштаба появляется возможность различать карты, отображающие медленно-, средне- и быстромасштабные процессы (Серапинас, 2005).

### 3.4. Картографическая проекция

**Картографическая проекция** – это математически определенный способ изображения поверхности эллипсоида на плоскости, устанавливающий аналитическую зависимость между географическими координатами точек земного эллипсоида и прямоугольными координатами тех же точек на плоскости.

Картографической проекцией устанавливается взаимно-однозначное соответствие между прямоугольными координатами  $(x, y)$  точек на плоскости и широтами и долготами соответствующих точек на шаре  $(\varphi, \lambda)$  или на эллипсоиде  $(B, L)$ . Математически эта взаимосвязь определяется уравнениями картографической проекции – двумя уравнениями, определяющими связь между координатами точек на карте и координатами соответствующих точек на поверхности эллипсоида или шара.

$$\begin{aligned} \text{Для шара:} \quad x &= f_1(\varphi, \lambda), & y &= f_2(\varphi, \lambda); \\ \varphi &= F_1(x, y), & \lambda &= F_2(x, y). \end{aligned}$$

Два первых уравнения задают прямое отображение поверхности шара на плоскость, два других – обратное отображение плоскости на шар.

$$\text{Для эллипсоида:} \quad x = f_1(B, L), \quad y = f_2(B, L).$$

На плоскости, как это принято в геодезии и математической картографии, ось абсцисс направлена на карте вверх на север, а ось ординат – вправо на восток. Обычно ось абсцисс совмещается со средним прямым меридианом карты.

К уравнениям картографических проекций предъявляются математические требования: они должны давать однозначное и в заданной области непрерывное, имеющее геометрический смысл отображение. Множество таких уравнений бесконечно,

а разнообразие картографических проекций практически неограниченно, и их число продолжает увеличиваться.

Важной составляющей частью уравнений картографических проекций являются их параметры – постоянные величины, входящие в уравнения картографической проекции. Изменением параметров можно изменить свойства проекции.

33

Теория картографических проекций составляет главное содержание математической картографии. Этот раздел картографии посвящен разработке методов изыскания новых проекций для разных территорий и разных задач, созданию приемов и алгоритмов анализа проекций, оценки распределения искажений.

### 3.4.1. Искажения в картографических проекциях

Поверхность эллипсоида нельзя развернуть в плоскость с сохранением подобия всех очертаний. Если поверхность глобуса (модель земного эллипсоида) разрезать на полоски по меридианам и развернуть в плоскость, то в картографическом изображении произойдут разрывы, которые с удалением от экватора будут возрастать (рис. 6). Чтобы заполнить эти разрывы по меридианам, необходимо производить растяжение или сжатие полосок (рис. 7).

Все картографические проекции имеют искажения. Иногда они очень заметны, например, очертания материков непривычно вытянуты или сплющены, или сильно преувеличены. На рис.7 о.Гренландия выглядит больше, чем Австралия, а Антарктида занимает весь юг карты и выглядит самым большим континентом.

В результате растяжений или сжатий в картографическом изображении возникают искажения в длинах, площадях, формах и углах.

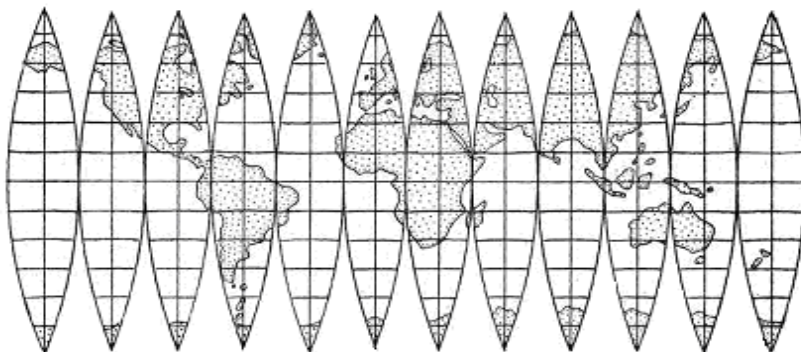
**Искажения длин** – вследствие этого масштаб карты непостоянен в разных точках и по разным направлениям, а длины линий и расстояния искажены.

**Искажения площадей** – масштаб площадей в разных точках карты различен, что является прямым следствием искажений длин и нарушает размеры объектов.

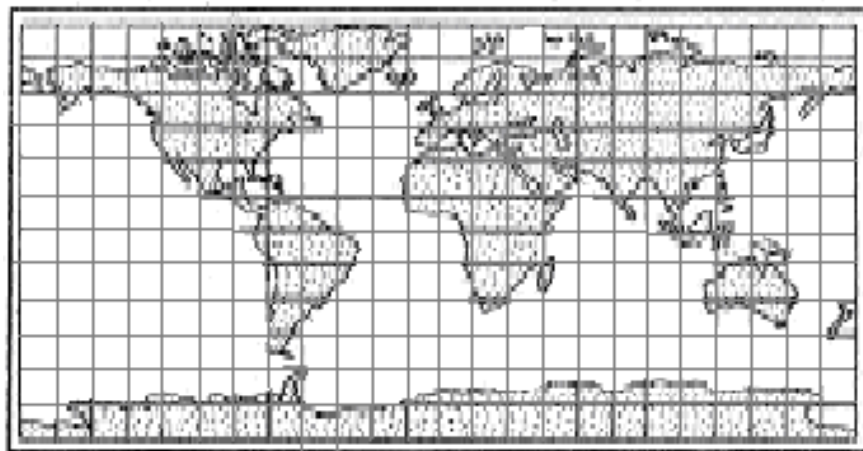
**Искажения углов** – углы между направлениями на карте искажены относительно тех же углов на местности.

**Искажения форм** – фигуры на карте деформированы и не подобны фигурам на местности, что прямо связано с искажением углов.

34



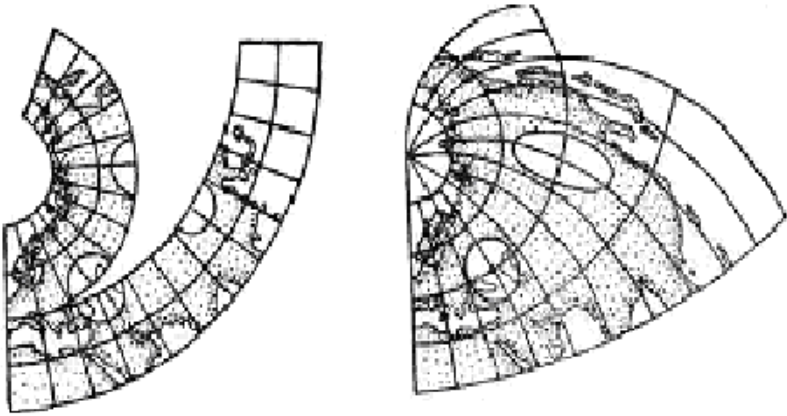
**Рис. 6.** Поверхность глобуса, разрезанная на полоски по меридианам.  
Полоски соединены на плоскости соприкосновением по экватору



**Рис. 7.** Карта мира, полученная после заполнения разрывов равномерным растяжением

О размерах искажений позволяет судить **эллипс искажений** или **индикатриса Тиссо**. Если с поверхности эллипсоида перенести на плоскость окружность бесконечно малого радиуса, то в результате искажений она изобразится бесконечно малым эллипсом. Размеры и степень вытянутости этого эллипса по

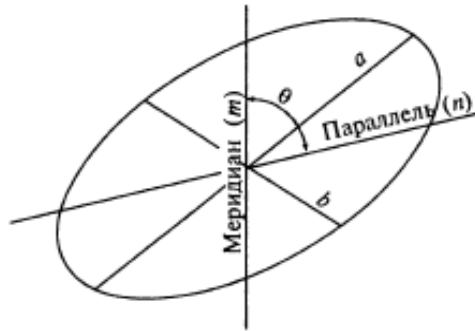
сравнению с окружностью отражают все виды искажений, свойственные карте в данном месте (рис. 8).



**Рис. 8. Две окружности, лежащие на одной параллели, и переход их в эллипсы на плоскости**

Размеры и форма эллипса искажений отражают искажения длин, площадей и углов, а ориентировка большой оси относительно меридиана и параллели – направление наибольшего растяжения. Большая ось эллипса искажений характеризует направление наибольшего растяжения в данной точке, а малая ось – направление наибольшего сжатия. Отрезки вдоль меридиана и параллели соответственно характеризуют частные масштабы по меридиану ( $m$ ) и параллели ( $n$ ) (рис.9).

В каждой точке географической карты имеются два взаимно перпендикулярных направления, называемых главными, которые в проекции также изображаются взаимно перпендикулярными линиями, совпадающими с большой и малой осями эллипса искажений (рис. 9). Наибольший масштаб совпадает с направлением большой оси эллипса, а наименьший – с направлением малой оси. Эти масштабы по главным направлениям, выраженные в отношении к главному масштабу, обозначают  $a$  и  $b$ . Главные направления могут и не совпадать с меридианами и параллелями и их изображением в проекции. В таком случае масштабы по меридиану и по параллели обозначают  $m$  и  $n$  соответственно.



**Рис. 9. Эллипс искажений и его элементы:**

***a* – направление наибольшего растяжения масштаба;**

***b* – направление наибольшего сжатия масштаба;**

***m* – масштаб по меридиану; *n* – масштаб по параллели (Берлянт, 2001)**

Определив величины *m* и *n*, а также измерив угол, под которым пересекаются на карте меридиан и параллель ( $\theta$ ), можно рассчитать значения наибольшего (*a*) и наименьшего (*b*) частных масштабов длин, частный масштаб площадей (*p*) в данной точке, а также величину искажения углов ( $\omega$ ) по формулам (см. практическое задание).

Линии или точки касания поверхности эллипсоида с плоскостью, изображаемые без искажений, называют **линиями или точками нулевых искажений**, а масштаб на этих линиях или в точках – **главным масштабом**. Масштабы в других местах карты называются **частными**. На карте всегда подписывается главный масштаб. Искажений на картах тем больше, чем больше изображаемая территория, а в пределах одной карты искажения возрастают с удалением от линии или точки нулевых искажений. Для наиболее часто используемых проекций составляют специальные вспомогательные карты, на которых показывают линии или точки нулевых искажений и проводят **изоколы** – линии равных искажений длин, площадей, углов или форм. При определении размеров искажений в заданной точке можно воспользоваться картами изокол либо провести вычисления.

### 3.4.2. Классификация картографических проекций

37

Картографические проекции обычно различают:

- по характеру искажений;
- по виду вспомогательной геометрической поверхности, применяемой при переходе от поверхности эллипсоида к плоскости (или по виду нормальной сетки);
- по ориентировке этой поверхности по отношению к элементам земного эллипсоида (земной оси, экватору, полюсам).

**По характеру искажений** проекции делятся на равноугольные (конформные), равновеликие (эквивалентные) и произвольные (рис. 10).

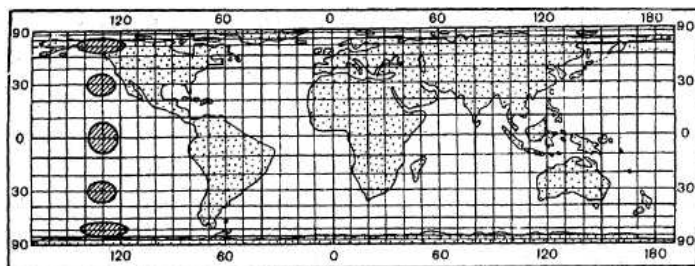
**Равноугольные (конформные)** – на карте отсутствуют искажения углов, а также формы бесконечно малых фигур. Масштаб длин в каждой точке постоянен по всем направлениям и зависит только от положения точки. Эллипсы искажений – окружности, увеличивающие радиус по мере удаления от места нулевых искажений.

**Равновеликие (эквивалентные)** – на карте отсутствуют искажения площадей. В этих проекциях площади эллипсов искажений равны. Увеличение масштаба длин по одной оси эллипса искажений компенсируется уменьшением масштаба длин по другой оси, что вызывает сильное искажение углов и форм.

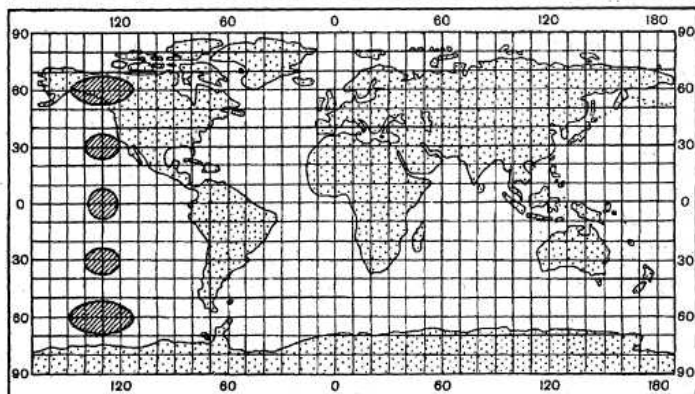
**Произвольные** – на карте имеются искажения и углов, и площадей. Карты, построенные в этих проекциях, отличаются меньшим искажением площадей, чем в равноугольных проекциях, и меньшим искажением углов и форм, чем в равновеликих проекциях. Среди произвольных проекций можно выделить **равнопромежуточные** проекции, во всех точках которых масштаб по одному из направлений (по параллелям или меридианам) постоянен и равен главному.

**По виду вспомогательной геометрической поверхности** различают цилиндрические, конические, поликонические и азимутальные проекции.

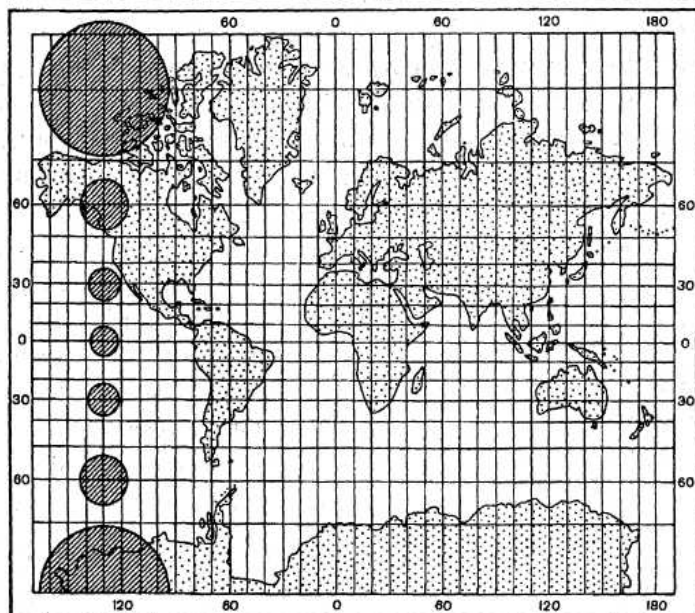
а



б



в



**Рис. 10. Искажения в равновеликой (а), равнопромежуточной (б) и равноугольной (в) цилиндрических проекциях (Берлянт, 2001)**

**Цилиндрическими** называют проекции, в которых сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида проецируется на боковую поверхность касательного или секущего цилиндра, затем цилиндр разрезается по образующей и разворачивается в плоскость. В зависимости от ориентировки цилиндра относительно земной оси различают проекции:

39

а) **нормальные**, когда ось цилиндра совпадает с малой осью земного эллипсоида. Сетка: меридианы представляют собой равноотстоящие друг от друга параллельные прямые линии; параллели – прямые, перпендикулярные меридианам. Линия нулевых искажений в проекции на касательном цилиндре – экватор. Поэтому в этих проекциях строят карты территорий вытянутых вдоль экватора или карты мира. Линии нулевых искажений в проекции на секущем цилиндре – параллели сечения (стандартные параллели);

б) **поперечные**, когда ось цилиндра лежит в плоскости экватора (т.е. перпендикулярна малой земной оси). Линия нулевых искажений в проекции на касательном цилиндре – меридиан касания. Сетка: параллели и меридианы – кривые линии;

в) **косые**, когда ось цилиндра составляет с осью эллипсоида острый угол. Линия нулевых искажений в проекции на касательном цилиндре – линия касания цилиндра и эллипсоида. Сетка: параллели и меридианы – кривые линии.

Проекции, построенные на касательном цилиндре, имеют одну линию нулевых искажений, а проекции, построенные на секущем цилиндре, – две линии нулевых искажений (рис. 11).

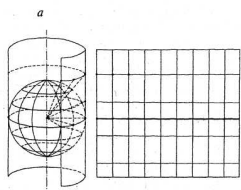
**Коническими** называют проекции, в которых сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида проецируется на боковую поверхность касательного или секущего конуса, затем конус разрезается по образующей и разворачивается в плоскость. В зависимости от ориентировки конуса относительно земной оси различают проекции:

- **нормальные**, когда ось конуса совпадает с малой осью земного эллипсоида. Сетка: меридианы представляют собой прямые линии, исходящие из вершины конуса; параллели – дуги концентрических окружностей. Линия нулевых искажений – любая параллель касания, кроме экватора. Поэтому в этих проекциях строят карты территорий, вытянутых вдоль параллели касания, например, карты России;
- **поперечные**, когда ось конуса лежит в плоскости экватора (т.е. перпендикулярна малой земной оси). Линия нулевых искажений – меридиан касания. Сетка: параллели и меридианы – кривые линии;

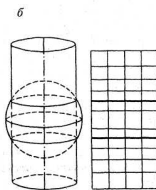
- **косые**, когда ось конуса составляет с осью эллипсоида острый угол. Линия нулевых искажений – линия касания. Сетка: параллели и меридианы – кривые линии.

Два последних вида проекций применяются очень редко.

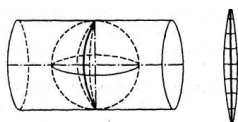
40



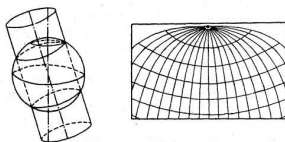
**а) Развертка нормальной цилиндрической проекции (проектирование на касательный цилиндр).**



**б) Нормальная цилиндрическая проекция на секущем цилиндре.**



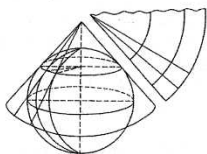
**в) Поперечная цилиндрическая проекция на касательном цилиндре.**



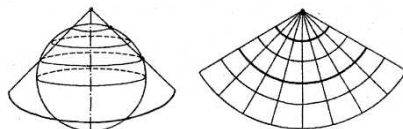
**г) Косая цилиндрическая проекция на секущем цилиндре.**

**Рис. 11. Цилиндрические проекции (Берлянт, 2001)**

Проекция, построенные на касательном конусе, имеют одну линию нулевых искажений, а проекция, построенные на секущем конусе, – две линии нулевых искажений (рис. 12).



**а) Проекция на касательный конус и развертка**



**б) Проекция на секущий конус и развертка)**

**Рис. 12. Нормальная коническая проекция (Берлянт, 2001)**

**Азимутальными** называют проекции, в которых сеть параллелей и меридианов проецируется с поверхности эллипсоида на касательную (или секущую) плоскость. Точка касания плоскости земного эллипсоида является точкой нулевых искажений. В зависимости от положения точки касания среди азимутальных проекций различают простые:

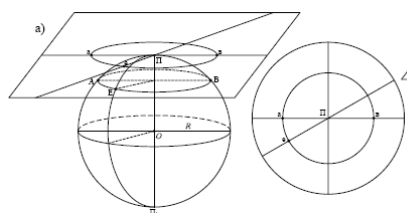
41

- **полярные** (нормальные), когда плоскость касается земного эллипсоида в одном из полюсов. Сетка: параллели – концентрические окружности с центром в точке полюса; меридианы – прямые линии, радиусы этих окружностей. Используются для построения карт Антарктиды и Северного Ледовитого океана;
- **экваториальные** (поперечные), когда плоскость касается эллипсоида в любой точке на экваторе. Сетка: средний меридиан и экватор взаимно перпендикулярные прямые линии, остальные параллели и меридианы – кривые линии (иногда параллели изображаются прямыми линиями). В этих проекциях строят карты полушарий и Африки;
- **горизонтальные** (косые), когда плоскость касается эллипсоида в какой-либо точке, лежащей между полюсом и экватором. Сетка: средний меридиан, на котором расположена точка касания, – прямая линия, остальные меридианы и параллели – кривые линии. Эти проекции используются при построении карт материков, когда точка нулевых искажений находится в центре изображаемого материка (рис. 13).

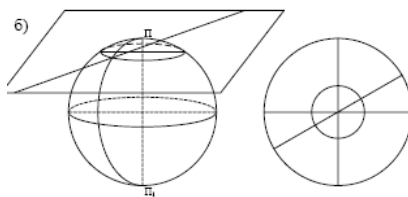
Если при получении цилиндрических, конических и азимутальных проекций использовать геометрический метод (линейное проектирование вспомогательной поверхности на плоскость), то такие проекции называют перспективно-цилиндрическими, перспективно-коническими и перспективно-азимутальными проекциями.

В зависимости от положения центра проектирования (расстояния от точки зрения до центра земного шара) выделяют **перспективные проекции** следующих видов (рис. 14):

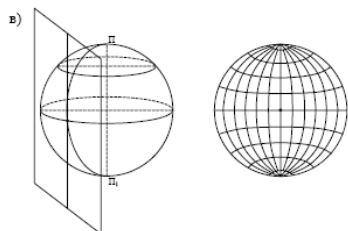
- **центральные** (гномонические) – центр проектирования расположен в центре Земли;
- **стереографические** – центр проектирования расположен на конце диаметра Земли, противоположном точке касания;
- **внешние** – центр проектирования находится вне поверхности Земли, но на определенном расстоянии;
- **ортографические** – центр проектирования удален в бесконечность.



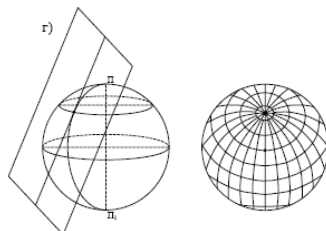
**а) полярная (нормальная) азимутальная проекция на касательной плоскости**



**б) полярная азимутальная на секущей плоскости**

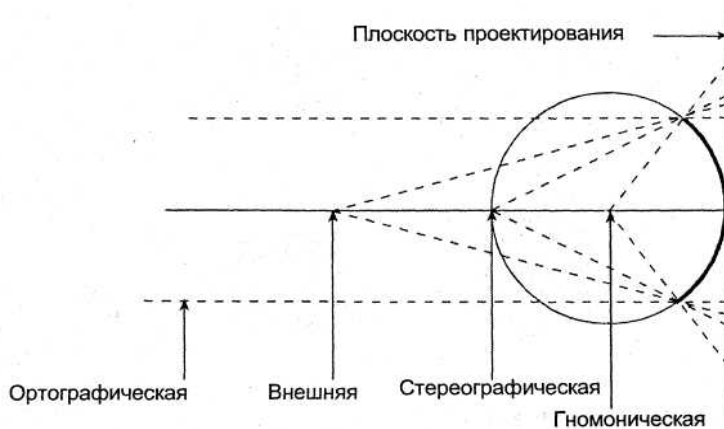


**в) экваториальная (поперечная) азимутальная проекция на касательной плоскости**



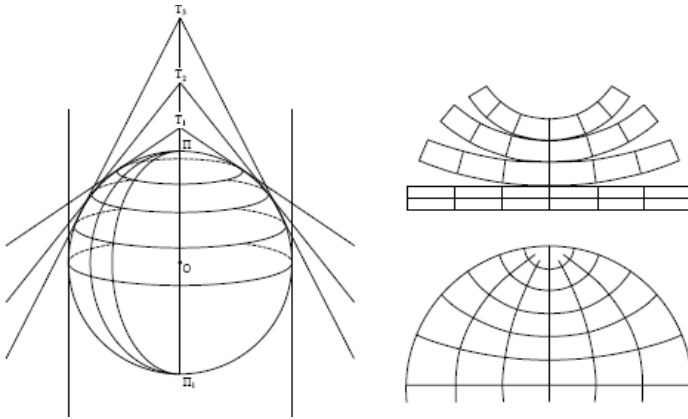
**г) горизонтальная (косая) азимутальная проекция на касательной плоскости**

**Рис. 13. Построение картографических сеток в азимутальных проекциях (Мозжерин, 2006)**



**Рис. 14. Положение центра проектирования для азимутальных перспективных проекций (Берлянт, 2001).**

**Поликоническими** называют проекции, в которых проектирование сети параллелей и меридианов производится сразу на несколько конусов. Сетка: центральный меридиан и экватор – взаимно перпендикулярные прямые линии, остальные параллели – дуги эксцентрических окружностей, а меридианы – кривые линии (рис. 15, 18, в). Используются при построении карт мира. 43



**Рис. 15. Построение картографических сеток в поликонических проекциях (Мозжерин, 2006)**

Поликонические проекции ЦНИИГАиК широко применяются при создании настенных карт и карт атласов для высшей школы (рис.16).

Среди поликонических проекций особо выделяют **круговые** – проекции, в которых меридианы и параллели являются дугами окружностей, а экватор и средний меридиан – прямые линии. К этому типу принадлежит поликоническая проекция Лагранжа (рис. 17).

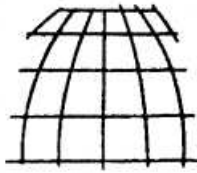
**Условными** называют проекции, при построении которых не прибегают к использованию вспомогательной геометрической поверхности. Сеть параллелей и меридианов строят исходя из каких-либо заданных условий. К условным проекциям принадлежат **псевдоцилиндрические, псевдоконические, псевдоазимутальные** и другие проекции, полученные путем преобразования исходных проекций (рис. 18, а, б, г).



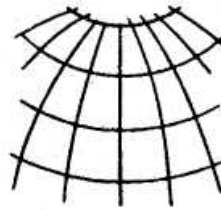
**Рис. 16. Поликоническая проекция карт для высшей школы, разработанная на основе проекции ЦНИИГАиК (1954) (Серapiнас, 2005)**



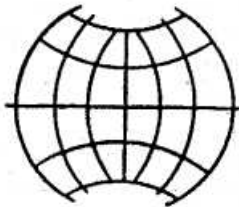
**Рис. 17. Равноугольная круговая поликоническая проекция Лагранжа (Серapiнас, 2005)**



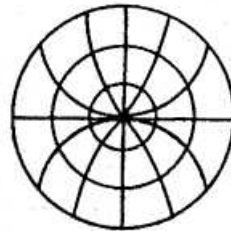
а) псевдоцилиндрическая



б) псевдоконическая



в) поликоническая



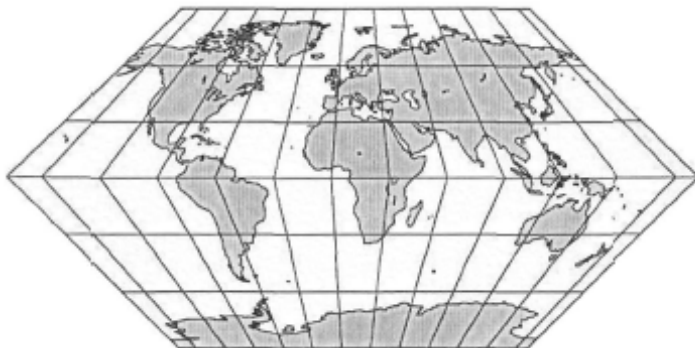
г) псевдоазимутальная

**Рис. 18. Вид сетки меридианов и параллелей в разных картографических проекциях (Берлянт, 2001)**

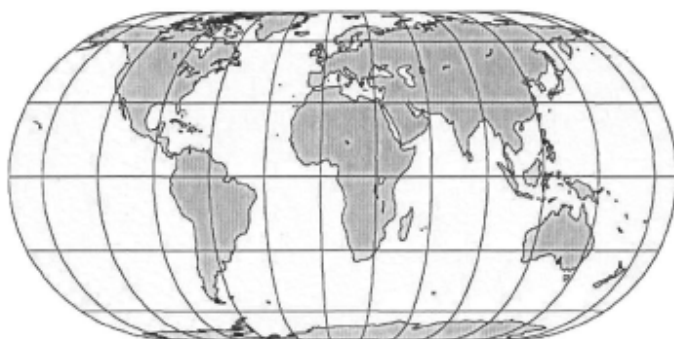
**Псевдоцилиндрическая проекция** – проекция, в которой параллели нормальной сетки – параллельные прямые, средний меридиан – прямая, перпендикулярная параллелям, а остальные меридианы – ломаные прямые или кривые линии. Сетка меридианов и параллелей не ортогональна, поэтому по характеру искажений псевдоцилиндрические проекции бывают либо равновеликими, либо произвольными. Равноугольные проекции ввиду геометрической структуры картографической сетки невозможны. Если меридианы в такой проекции изображены эллипсами, то проекцию называют эллиптической; если синусоидами – синусоидальной.

Немецкий ученый М.Эккерт предложил шесть вариантов псевдоцилиндрических проекций, они известны по номерам. Проекции с нечетными номерами являются произвольными по характеру искажений, а с четными номерами – равновеликими (рис. 19, 20).

46



**Рис. 19. Эккерта I – произвольная псевдоцилиндрическая проекция (Серapiнас, 2005)**



**Рис. 20. Эккерта IV – равновеликая эллиптическая псевдоцилиндрическая проекция (Серapiнас, 2005)**

**Псевдоконическая проекция** – проекция, в которой параллели нормальной сетки – дуги концентрических окружностей, осевой меридиан – прямая, на которой расположен центр параллелей, остальные меридианы – кривые линии.

Р.Бонн в 1752 г. предложил псевдоконическую проекцию использовать для карт Франции, с тех пор за проекцией

закрепилось название «проекция Бонна». Эта проекция равновеликая, главный масштаб сохраняется на среднем меридиане и на всех параллелях. Широта главной параллели в проекции Бонна  $30^\circ$ . От выбора широты главной параллели зависит общий вид проекции. Частный случай проекции Бонна с широтой главной параллели  $90^\circ$  – псевдоконическая «сердцевидная» проекция Вернера (рис.21) 47



**Рис. 21. Псевдоконическая «сердцевидная» проекция Вернера (Серапинас, 2005)**

**Псевдоазимутальная проекция** – проекция, в которой параллели нормальной сетки – концентрические окружности, а меридианы – кривые линии, в частном случае – прямые, сходящиеся в центре окружностей.

В 1879 г. псевдоазимутальную проекцию предложил Вихель (рис. 22), в ней меридианы изображаются дугами окружностей, образуя вихревой рисунок. Полюс, расположенный в центре проекции, показан точкой, а противоположный ему полюс – окружностью. Это равновеликая проекция со значительным искажением форм.

Профессор Л.М.Бугаевский подразделил все множество проекций на два подмножества (табл. 2). Первое из них

48 включает проекции, параллели которых в нормальной ориентировке имеют постоянную кривизну. Это подмножество охватывает подавляющее большинство используемых проекций. Ко второму подмножеству отнесены проекции, параллели которых имеют переменную кривизну. Выделяются три группы проекций:

- А – группа азимутальных проекций,
- К – группа конических проекций,
- Ц – группа цилиндрических проекций.



**Рис. 22. Нормальная псевдоазимутальная равновеликая проекция Вихеля (Серапинас, 2005)**

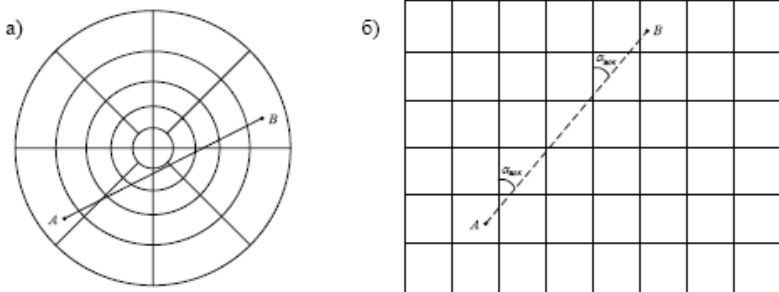
Проекции базовых классов (азимутальные, конические, цилиндрические) имеют ортогональную сетку. В них главные направления ориентированы по меридианам и параллелям. Изоколы в нормальной ориентировке совпадают с параллелями, а в косой и поперечной – с альмукантаратами. В нормальной ориентировке одна проекция базового класса отличается от другой только промежутками между параллелями (альмукантаратами). Если промежутки между параллелями увеличиваются к северу и к югу (к полюсам), то проекция равноугольная; если промежутки между параллелями уменьшаются к северу и к югу (к полюсам) – равновеликая; если промежутки между параллелями остаются постоянными – равнопромежуточная проекция.

ТАБЛИЦА 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ ПО ВИДУ НОРМАЛЬНОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТКИ (СЕРАПИНАС, 2005)

Группы картографических проекций		
А – группа азимутальных проекций	К – группа конических проекций	Ц – группа цилиндрических проекций
Параллели постоянной кривизны		
Азимутальные	Конические	Цилиндрические
Псевдоазимутальные	Псевдоконические	Псевдоцилиндрические (полицилиндрические)
Полиазимутальные	Поликонические	
Параллели переменной кривизны		
Полиазимутальные	Поликонические	Полицилиндрические

49

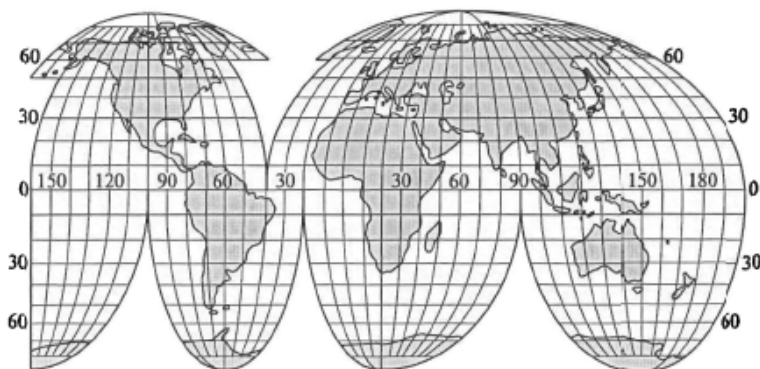
При решении практических задач по картам представляет интерес изображение так называемых линий положения – ортодромии и локсодромии. Ортодромией называют линию кратчайшего расстояния между двумя точками (на сфере ей соответствует дуга большого круга). Ортодромия изображается прямой линией в нормальных азимутальных гномонических проекциях – рис. 23 (а). Локсодромией называют линию, пересекающую меридианы под постоянным углом  $\alpha_{\text{лок}}$ . Локсодромия изображается прямой линией в нормальных равноугольных цилиндрических проекциях – рис. 23 (б). Во всех прочих проекциях ортодромии и локсодромии изображаются кривыми линиями.



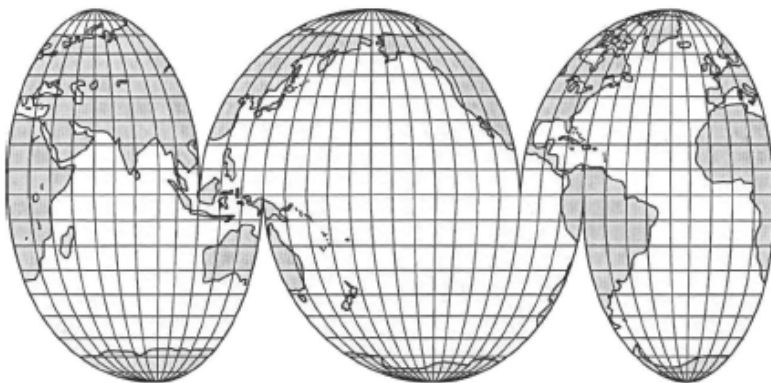
**Рис. 23. Нормальная азимутальная гномоническая проекция с линией ортодромии (а) и нормальная равноугольная цилиндрическая проекция с линией локсодромии (б) (Мозжерин, 2006)**

**Составными** называют проекции, в которых отдельные части картографической сетки построены в разных проекциях или в одной проекции, но с разными параметрами. Составные проекции в известной мере позволяют управлять величинами искажений. Они могут быть с **разрывами** и **без разрывов**.

50



**Рис. 24. Составная с разрывами по океанам псевдоцилиндрическая проекция Мольвейде–Гуда (Серапинас, 2005)**

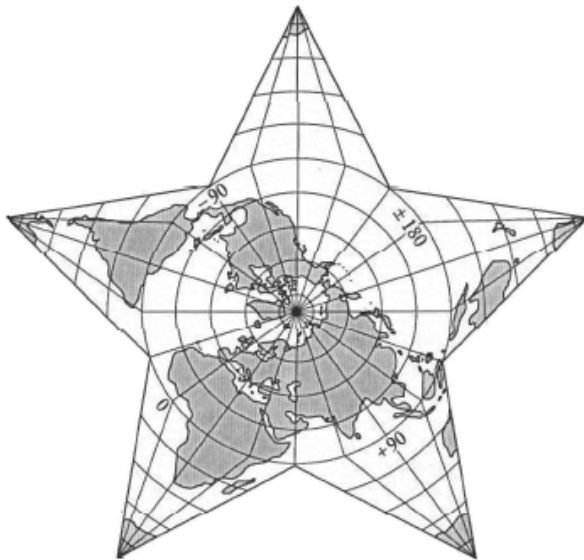


**Рис. 25. Составная с разрывами по материкам псевдоцилиндрическая проекция Мольвейде (Серапинас, 2005)**

Для построения составных проекций с разрывами наиболее удобны псевдоцилиндрические проекции, в которых прямолинейные параллели позволяют легко совмещать их разные части. Для каждого материка использована центральная часть псевдоцилиндрической проекции с прямолинейным средним меридианом. Отдельные секции составной проекции объединены прямой линией экватора. В составной проекции средние меридианы выбраны так, чтобы наилучшим образом показать континенты (рис. 24). Подобные проекции разработаны и для океанов (рис. 25). В этом случае разрывы идут по водоразделам материков, а средние меридианы подобраны так, чтобы океаны были отображены с наименьшими искажениями.

51

Для эмблемного изображения мира была разработана звездчатая проекция (рис. 26). Центральная часть построена в равнопромежуточной по меридианам азимутальной проекции, лучевые части в псевдоконических равнопромежуточных по среднему меридиану проекциях.



**Рис. 26. Составная звездчатая проекция (Серапинас, 2005)**

### 3.4.3. Выбор картографической проекции

На выбор проекций влияет множество факторов, которые можно сгруппировать следующим образом:

- 52
- географические особенности картографируемой территории (ее положение на земном шаре, размеры, конфигурация);
  - характеристики создаваемой карты (назначение, масштаб, тематика);
  - условия и способы использования карты, круг решаемых по ней задач;
  - особенности самой проекции (величина искажений и их распределение, форма картографической сетки, кривизна линий положения, наличие эффекта сферичности и др.).

Первые три группы факторов задаются изначально, четвертая зависит от них. Их значимость может быть различной, поэтому возможны любые комбинации и разные варианты проекций.

Нормальные цилиндрические проекции удобно применять для территорий, расположенных вблизи и симметрично относительно экватора. Нормальные цилиндрические проекции на секущем цилиндре используются для построения карт мира. Равноугольная нормальная цилиндрическая проекция Меркатора традиционна при составлении морских и аэронавигационных карт. Поперечные цилиндрические проекции применяют для территорий, вытянутых по меридиану, в этой проекции строятся геодезические зоны топографических карт. Косые цилиндрические проекции удобны для вытянутых территорий, ориентированных на северо-запад или северо-восток. Косые цилиндрические проекции на секущем цилиндре используют для карт Российской Федерации.

Азимутальные проекции чаще всего применяются для создания карт территорий, протяженность которых по широте и долготе примерно одинакова. Полярные азимутальные проекции используют для построения карт северного и южного полушарий, Северного Ледовитого океана или Арктики и Антарктиды. Экваториальные азимутальные проекции – для восточного и западного полушарий, а также для карт Африки. Горизонтальные азимутальные проекции – для карт материкового и океанического полушарий, а также для карт отдельных материков. Равноугольные и равновеликие горизонтальные азимутальные проекции широко используются при составлении карт отдельных стран и их субъектов.

Нормальные конические проекции удобно применять для территорий, вытянутых по параллели и лежащих в средних широтах. Часто используют при построении карт России, Канады, США. Поперечные и косые конические проекции востребованы крайне редко.

Поликонические проекции чаще всего применяются для карт мира.

53

Условные проекции получили довольно широкое применение. Так, псевдоцилиндрические проекции используют для построения карт мира, с разрывами – для карт суши и карт Мирового океана. Псевдоазимутальные – для карт Атлантического океана отдельно или совместно с Северным Ледовитым океаном. Псевдоконические – для карт России, Евразии, Европы и др.

В общем случае при выборе проекции для картографирования конкретной территории руководствуются правилом: наименьшие искажения обеспечиваются теми проекциями, у которых изоколы по своей форме близки к общему контуру изображаемой территории. Кроме того, при выборе проекции для тематических карт следует иметь в виду, что обычно на карте минимальны искажения в центре и быстро возрастают к краям.

Исходя из назначения карты, устанавливают предпочтительный характер искажений. Карты, используемые для измерений азимутов и углов, нужно строить в равноугольных проекциях. При необходимости производить по картам измерения или сравнения площадей выбирают равновеликие проекции. Когда чрезмерные искажения углов и площадей одинаково нежелательны, выбирают произвольную проекцию.

### 3.5. Координатные сетки и рамки карт

Координатные сетки – важный элемент математической основы карт. Они необходимы для ориентирования по карте, определения направлений (азимутов, румбов, дирекционных углов), прокладки маршрутов, нанесения элементов содержания и объектов по координатам. Кроме того, сетки позволяют судить о масштабе карты, о виде проекции и распределении искажений в ней. Сетка делает карту картой (Берлянт 2010).

На картах используют разные координатные сетки.

**Картографическая сетка** – это изображение на карте линий меридианов и параллелей (**географической сетки**), отражающих значения долгот, счёт которых ведётся от Гринвичского меридиана, и широт, счёт которых ведётся от экватора. Картографическая сетка имеет важный географический смысл, т.к. она показывает направления север – юг и запад – восток. На картах линии географической сетки наносят обычно через равные интервалы и обозначают градусами, минутами и секундами – их называют густотой градусной сетки.

В зависимости от места расположения полюса сферической полярной системы координат различают следующие виды картографических сеток:

- **нормальная сетка картографической проекции** – картографическая сетка, получаемая в случае, когда полюс полярной сферической системы координат совмещен с географическим полюсом;
- **поперечная сетка картографической проекции** – картографическая сетка, получаемая в случае, когда полюс полярной сферической системы координат расположен на экваторе;
- **косая сетка картографической проекции** – картографическая сетка, получаемая в случае, когда полюс полярной сферической системы координат расположен между географическим полюсом и экватором.

Меридианы и параллели изображаются разнообразными линиями: прямыми, дугами окружностей, синусоид, эллипсов, парабол, гипербол и других кривых. Картографические проекции и их сетки в нормальной ориентировке разделяют на имеющие параллели **постоянной кривизны** и параллели **переменной кривизны**. Среди сеток с параллелями постоянной кривизны выделяются те, в которых параллели представлены прямыми параллельными линиями, концентрическими или эксцентрическими окружностями или дугами окружностей. Параллели переменной кривизны могут быть отображены эллипсами, параблами, гиперболами или другими кривыми линиями.

Относительно среднего меридиана и относительно экватора сетки могут быть симметричными или асимметричными. Важным свойством картографических сеток является их ортогональность (в ортогональных сетках линии меридианов и параллелей пересекаются под прямыми углами).

**Сетка прямоугольных координат** (прямоугольная сетка) – стандартная система взаимно перпендикулярных линий,

проведенных через равные расстояния, например, через определенное число километров – **километровая сетка**. Обычно эта сетка наносится на топографические карты и планы. Такая сетка удобна для геодезических вычислений: определения прямоугольных координат, расстояний, дирекционных углов и т.п.

55

**Сетка-указательница** – сетка на карте, предназначенная для указания местоположения и поиска объектов. Ячейки такой сетки обозначают буквами и цифрами, а в указателе географических объектов в алфавитном порядке дается перечень. Например, А4 с.5 – это означает, что на с.5 в атласе в ячейке А4 можно быстро найти искомый объект.

Рамки окаймляют карту и являются декоративным элементом. Обычно на карте их несколько.

**Внутренняя рамка карты** – рамка, ограничивающая картографическое изображение. Она может иметь прямоугольную, трапецевидную, округлую, овальную или другую форму. Форма рамки определяется формой картографируемой территории или акватории.

**Градусные и минутные рамки**, на которых показываются выходы меридианов и параллелей картографической сетки, сопровождаемые надписями значений широт и долгот.

**Внешняя рамка карты** – рамка, ограничивающая всю карту ради придания карте законченного вида. Это либо орнамент (на стенных картах), либо утолщенная линия.

Иногда отказываются от применения рамок и продолжают изображение до обреза листа.

### 3.6. Компоновка карты

Определение границ картографируемой территории и ее расположения относительно рамок, а также размещение внутри рамок и на полях карты ее названия, легенды, дополнительных сведений, графиков для измерений и пр. называют **компоновкой карты**.

При разработке компоновки учитывают технические условия (например, размер бумаги), эстетические моменты (например, зрительную уравновешенность всей композиции) и особенно принципиальные требования, имеющие целью правильное отображение замысла карты, обеспечение удобства при ее использовании.

Компоновка считается удачной, если все элементы карты размещены целесообразно, достаточно компактно, но не скученно.

56 Компоновка тесно связана с проекцией, масштабом и форматом карты. Удачный выбор меридиана (не обязательно совпадающего с серединой карты) позволяет улучшить компоновку. Например, карта России часто ориентируется по меридиану  $100^{\circ}$  в.д., смещённому вправо от середины листа. В ряде случаев, например, для карт мира с «линейным» размещением материков, компоновка существенно изменяется в зависимости от выбора центрального меридиана: если его значение  $0^{\circ}$ , то сохраняется целостное изображение материков, а если его значение  $120^{\circ}$  в.д., то сохраняется целостное изображение океанов (Салищев, 1976).

Компоновка неразрывно связана с ориентированием картографического изображения, т.е. положением картографической сетки относительно рамок карты. Ориентирование по северу не всегда означает, что боковые стороны прямоугольной рамки совпадают с направлениями север – юг. Это направление внутри рамки могут показывать меридианы картографической сетки. Если же картографической сетки у карты нет, то при нестандартной (по северу) ориентировке обязательно указывают направление на север (стрелкой или изображением компаса).

Встречаются так называемые плавающие компоновки, когда на одном листе свободно без рамок размещают несколько территорий (или одну территорию несколько раз).

В зависимости от конфигурации территории выбирают свободное место для названия карты, легенды, масштаба внутри рамки или вносят их за рамку – варианты дизайнерских решений могут быть разнообразными.

Требования к компоновке:

- Выбор среднего меридиана. Картографируемая территория ориентируется симметрично относительно среднего меридиана. Средний меридиан, как правило, должен быть перпендикулярен северной и южной сторонам рамки, хотя возможен вариант косой ориентировки.
- Картографируемая территория должна быть показана полностью и занимать центральное положение.
- При создании карты рамка располагается симметрично относительно срединной линии территории, положение которой определяется визуально. Основная территория не должна быть зажата рамками, т.к. в этом случае не

читается ее географическое положение.

- Расстояние между крайними точками изображаемой территории до рамок должно быть примерно одинаковым.
- Картографическое изображение должно занимать примерно  $\frac{2}{3}$  площади всей карты (или больше). Площадь сопредельной территории не должна превышать площадь основной территории.
- Легенда должна занимать примерно  $\frac{1}{3}$  площади всей карты (или меньше) и размещаться в свободном от картографического изображения месте. Если легенда большая по объёму, то она проектируется в монографию или другое некартографическое издание (на отдельной странице).
- Название карты размещается в свободном от изображения месте – в левом или правом верхнем углу карты (не более чем на  $\frac{2}{3}$  длины листа).
- При размещении врезок или других дополнительных сведений нельзя закрывать изображение основной территории.

57

Пример компоновки карты Пермского края показан на рис. 92. Но из любого правила могут быть исключения (отсутствие рамки, большая площадь для легенды и др.).

### 3.7. Практические задания по теме «Математическая основа карты»

58

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1 РАСЧЕТ ИСКАЖЕНИЙ НА КАРТЕ

##### Цель

Изучить способы определения размеров искажений на картах, научиться понимать характер распределения искажений в картографических проекциях, получить навыки построения эллипсов искажений и оценки через их размеры и форму, характер и величину искажений.

##### Материалы и инструменты

Контурная карта заданной территории, линейка, карандаш, циркуль-измеритель, калькулятор, транспортир.

Преподаватель называет карту и показывает места для расчета искажений – это два фрагмента картографической сетки, расположенные в разных участках карты. Узловые точки (место пересечения параллелей и меридианов) необходимо обозначить буквами ABCD (в северной части карты) и  $A_1B_1C_1D_1$  (в южной части карты).

##### Задание

1. Определить частные масштабы длин и рассчитать искажения длин в двух частях карты.
2. Рассчитать искажения площадей, форм, углов в заданных точках. Сделать вывод о характере размещения искажений на карте.
3. Построить эллипсы искажений в заданных точках.
4. Определить проекцию, в которой построена заданная карта.

## Выполнение работы

59

— 1 —

При определении частных масштабов длин необходимо заполнить табл. 3.

ТАБЛИЦА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТНЫХ МАСШТАБОВ

№ п/п	Наименование отрезков	Длина отрезков на карте $l$ (мм)	Натуральная величина отрезков $L$ (м)	Частные масштабы длин	Средний частный масштаб
1	AB			1:	1:
2	CD			1:	
3	BC			1:	
4	AD			1:	
5	$A_1B_1$			1:	1:
6	$C_1D_1$			1:	
7	$B_1C_1$			1:	
8	$A_1D_1$			1:	

Для этого необходимо измерить линейкой длину каждого отрезка на карте и записать значение  $l$  (мм) в табл. 3. Чтобы рассчитать натуральную величину этих отрезков использовать табл. 4. Отрезки AB, CD,  $A_1B_1$  и  $C_1D_1$  – это отрезки меридианов, ограниченные параллелями определенных широт. В табл. 4 найти колонку «Длина дуги меридиана в  $1^\circ$  по широте», определить, между какими широтами находятся нужные отрезки и рассчитать их натуральные величины  $L$  (м) (сумма значений в  $1^\circ$  по широте). Отрезки BC, AD,  $B_1C_1$  и  $A_1D_1$  – это отрезки параллелей. Найти в табл. 4 колонку «Длина дуги параллели в  $1^\circ$  по долготе» и определить, на какой широте находится нужный отрезок и через сколько градусов проведены меридианы. Найти, сколько метров в  $1^\circ$  по долготе будет на этой широте, и умножить на количество градусов между проведенными на карте меридианами. Полученные результаты также записать в соответствующую колонку табл. 3.

Разделив натуральную величину отрезка ( $L$ ) на его длину на карте ( $l$ ), определить частные масштабы длин, которые необходимо записать в виде дроби численного масштаба (в сантиметрах).

- 60 Найти среднее арифметическое из знаменателей частных масштабов и записать средний частный масштаб. Сравнив полученные значения с главным масштабом карты, сделать вывод об искажении длины.

**Вывод:** в северной части такой-то карты (название) средний частный масштаб оказался крупнее/мельче главного масштаба, и длина в этом месте на карте уменьшилась/увеличилась на столько-то (км) в 1 см карты. В южной части карты... (аналогичный вывод). Сравнить, в какой части карты (в северной или южной) искажение длины больше.

— 2 —

По следующим формулам рассчитать:

а) Искажение площадей ( $p$ ) в точках  $A$  и  $A_1$

$$p = m \times n \times \cos \varepsilon,$$

где  $m$  – частный масштаб по меридиану в долях главного масштаба;

$n$  – частный масштаб по параллели в долях главного масштаба.

$$\varepsilon = | \theta - 90^\circ |,$$

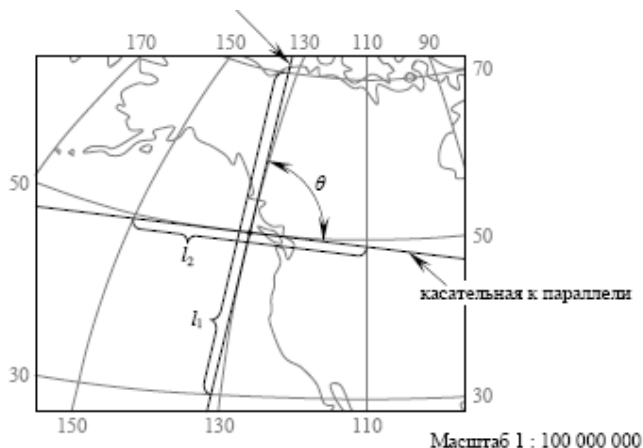
где  $\varepsilon$  – отклонение угла  $\theta$  от  $90^\circ$ ;

$\theta$  – величина угла на карте между меридианом и параллелью (рис. 27).

$$m = \frac{l_{AB}}{L_{AB}} \times M, \quad n = \frac{l_{AD}}{L_{AD}} \times M$$

где  $M$  – знаменатель главного масштаба.

Для вычисления  $m$  и  $n$  необходимо перевести величины  $l$  и  $L$  в одни единицы измерения. Результат вычислений округлить до тысячных.



61

**Рис. 27. Определение отклонения угла между параллелью и меридианом (Мозжерин, 2006)**

б) Искажение форм ( $k$ ) в точках  $A$  и  $A_1$

$$k = \frac{a}{b},$$

где  $a$  – наибольший масштаб;  $b$  – наименьший масштаб;

$$\begin{cases} a + b = \sqrt{m^2 + n^2 + 2p} \\ a - b = \sqrt{m^2 + n^2 - 2p} \end{cases}$$

Решив систему уравнений, определить значение наибольшего масштаба  $a$  и наименьшего масштаба  $b$ .

в) Искажение углов ( $\omega$ ) в точках  $A$  и  $A_1$

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{a - b}{a + b}$$

$$\omega = 2 \arcsin \frac{a - b}{a + b}$$

Результаты всех вычислений занести в табл. 5. Сделать выводы о характере искажений на карте, сравнив искажения в различных местах карты.

Искажения площади нет, если  $p = 1$ ; чем больше отклонение от 1, тем больше искажение площади. Если  $p < 1$ , то площадь преуменьшена. Если  $p > 1$ , то площадь преувеличена.

Искажения форм нет, если  $k = 1$ . Если  $1 < k < 2$ , то форма искажена незначительно, если  $k > 2$ , то искажение формы значительное.

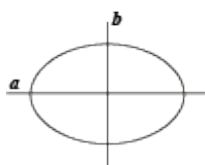
Искажения угла нет, если  $\omega = 0^\circ$ . Если  $0^\circ < \omega < 10^\circ$ , то искажение угла незначительное. Если  $\omega > 10^\circ$ , то искажение угла значительное.

В выводе необходимо сравнить искажение площадей, форм и углов в разных участках карты.

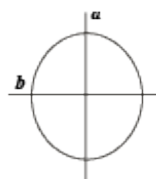
— 3 —

Построить эллипсы искажений для точек  $A$  и  $A_1$ ,

если  $m < n$

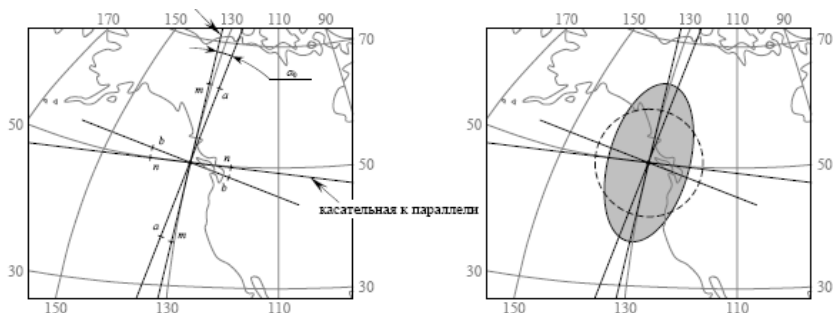


если  $m > n$



Для построения эллипсов искажений на касательных к меридиану и параллели от заданной точки в обоих направлениях откладываются величины частных масштабов  $m$  и  $n$  соответственно, из расчёта в 1 см радиуса эллипса 1 единица частного масштаба длин. Далее от касательной к меридиану в направлении полюса откладывается угол  $\alpha_0$  – направление наибольшего частного масштаба  $a$ , к которому в заданной точке восстанавливается перпендикуляр – направление наименьшего частного масштаба  $b$ . На построенных направлениях откладываются величины  $a$  и  $b$ . Засечки расстояний соединяются плавной линией. Пунктирной линией радиусом 1 см вчерчивается исходная окружность (рис. 28).

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \pm \frac{b}{a} \sqrt{\frac{a^2 - m^2}{m^2 - b^2}}$$



63

**Рис. 28. Схема построения эллипса искажений (Мозжерин, 2006)**

Форма и величина эллипса искажений показывает, что при разворачивании криволинейной земной поверхности в плоскость (т.е. при использовании картографической проекции) в точке  $\varphi = 50^\circ$  с.ш. и  $\lambda = 130^\circ$  з.д. произошло сжатие изображения в субширотном направлении и растяжение его в субмеридиональном направлении (рис. 28).

Значения  $p, k, m, n, a, b$  являются безразмерными величинами, их выражают в долях главного масштаба или в процентах. Отклонение этих коэффициентов от единицы или от 100% показывает степень преувеличения или преуменьшения относительно главного масштаба. Значения  $\varepsilon, \omega$  и  $\alpha_0$  измеряют в градусах.

ТАБЛИЦА 5. ИСКАЖЕНИЯ НА КАРТЕ В ТОЧКАХ А И А<sub>1</sub>

Точка	$m$	$n$	$\varepsilon$	$p$	$k$	$\omega$	$a$	$b$
А								
А <sub>1</sub>								

64 Используя определитель проекций (табл. 6 – 10), выбрать ту, в которой построена данная карта. Записать вывод: Карта (название) построена в такой-то проекции, т.к. (по каким условиям это определили).

Пример выводов по заданию приведен ниже.

ТАБЛИЦА 4. ДЛИНА ДУГИ В 1° ПАРАЛЛЕЛЕЙ И МЕРИДИАНОВ  
НА ЭЛЛИПСОИДЕ КРАСОВСКОГО

Широтам в градусах	Длина дуги параллели в 1° по долготе, м	Широта в градусах	Длина дуги меридиана в 1° по широте, м
0	111 321	-	-
1	111 305	0 – 1	110 576
2	111 254	1 – 2	110 577
3	111 170	2 – 3	110 579
4	111 052	3 – 4	110 580
5	110 901	4 – 5	110 583
6	110 716	5 – 6	110 587
7	110 497	6 – 7	110 590
8	110 245	7 – 8	110 596
9	109 960	8 – 9	110 600
10	109 641	9 – 10	110 607
11	109 289	10 – 11	110 613
12	108 904	11 – 12	110 620
13	108 487	12 – 13	110 629
14	108 036	13 – 14	110 636
15	107 552	14 – 15	110 646
16	107 036	15 – 16	110 656
17	106 488	16 – 17	110 666
18	105 907	17 – 18	110 676
19	105 294	18 – 19	110 689
20	104 649	19 – 20	110 700

Продолжение табл. 4

Широтам в градусах	Длина дуги параллели в 1° по долготе, м	Широта в градусах	Длина дуги меридиана в 1° по широте, м
21	103 972	20 – 21	110 712
22	103 264	21 – 22	110 726
23	102 524	22 – 23	110 739
24	101 753	23 – 24	110 753
25	100 952	24 – 25	110 767
26	100 119	25 – 26	110 783
27	99 257	26 – 27	110 797
28	98 364	27 – 28	110 814
29	97 441	28 – 29	110 829
30	96 488	29 – 30	110 846
31	95 506	30 – 31	110 863
32	94 495	31 – 32	110 880
33	93 455	32 – 33	110 898
34	92 386	33 – 34	110 915
35	91 290	34 – 35	110 934
36	90 165	35 – 36	110 951
37	89 013	36 – 37	110 971
38	87 834	37 – 38	110 989
39	86 628	38 – 39	111 007
40	85 395	39 – 40	111 027
41	84 137	40 – 41	111 047
42	82 852	41 – 42	111 065
43	81 542	42 – 43	111 085
44	80 208	43 – 44	111 104
45	78 848	44 – 45	111 124
46	77 465	45 – 46	111 144
47	76 057	46 – 47	111 163
48	74 627	47 – 48	111 182
49	73 173	48 – 49	111 202
50	71 697	49 – 50	111 221

66

Широтам в градусах	Длина дуги параллели в 1° по долготе, м	Широта в градусах	Длина дуги меридиана в 1° по широте, м
51	70 199	50 – 51	111 241
52	68 679	51 – 52	111 260
53	67 138	52 – 53	111 278
54	65 577	53 – 54	111 298
55	63 995	54 – 55	111 316
56	62 394	55 – 56	111 335
57	60 773	56 – 57	111 353
58	59 134	57 – 58	111 370
59	57 476	58 – 59	111 388
60	55 801	59 – 60	111 406
61	54 108	60 – 61	111 423
62	52 399	61 – 62	111 439
63	50 674	62 – 63	111 455
64	48 933	63 – 64	111 472
65	47 176	64 – 65	111 487
66	45 405	65 – 66	111 502
67	43 621	66 – 67	111 516
68	41 822	67 – 68	111 531
69	40 011	68 – 69	111 544
70	38 187	69 – 70	111 558
71	36 352	70 – 71	111 570
72	34 505	71 – 72	111 582
73	32 647	72 – 73	111 594
74	30 780	73 – 74	111 605
75	28 902	74 – 75	111 615
76	27 016	75 – 76	111 625
77	25 122	76 – 77	111 634
78	23 219	77 – 78	111 643
79	21 810	78 – 79	111 651
80	19 394	79 – 80	111 658

Широтам в градусах	Длина дуги параллели в 1° по долготе, м	Широта в градусах	Длина дуги меридиана в 1° по широте, м
81	17 472	80 – 81	111 665
82	15 544	81 – 82	111 671
83	13 612	82 – 83	111 677
84	11 675	83 – 84	111 681
85	9 735	84 – 85	111 686
86	7 791	85 – 86	111 689
87	5 846	86 – 87	111 691
88	3 898	87 – 88	111 694
89	1 949	88 – 89	111 695
90	0 000	89 - 90	111 695

67

### Пример выводов по всему заданию

Например: Главный масштаб карты Африки 1: 40 000 000. Частный масштаб в северной части карты Африки 1: 39 650 213, а в южной части карты 1: 41 251 342.

**Вывод:** В северной части карты Африки средний частный масштаб оказался крупнее главного масштаба и длина в этом месте карты уменьшилась на 3,5 км в 1 см карты. В южной части карты средний частный масштаб оказался мельче главного масштаба и длина в этом месте карты увеличилась на 12,5 км в 1 см карты. Таким образом, искажение длины в южной части карты больше, чем искажение длины в северной части карты Африки.

Например, искажение площади в северной части карты (т.А)  $p_1 = 0,978$ , значит площадь объекта в этой точке на карте преуменьшена, искажение площади в южной части карты (т.А<sub>1</sub>)  $p_2 = 1,04$ , значит, площадь объекта в этой точке на карте преувеличена. Находим отклонение от 1 в т.А

$1 - 0,978 = 0,022$  и в т.А<sub>1</sub>  $1,043 - 1 = 0,043$ . Так как  $0,043 > 0,022$  – это значит, что в точке А<sub>1</sub> искажение площади больше, чем в точке А.

Искажение формы в т.А  $k_1 = 1,25$ , а искажение формы в т.А<sub>1</sub>  $k_2 = 1,001$ .

**Вывод:** искажение формы в т.А больше искажения формы

в т. $A_1$  (или форма объектов в т. $A$  искажена больше, чем форма объектов в т. $A_1$ ).

Искажение углов в т. $A$   $\omega_1 = 8^\circ$ , а искажение углов в т. $A_1$   $\omega_2 = 4^\circ$ .

68 **Вывод:** искажение углов в т. $A$  больше искажения углов в т. $A_1$ .

По построенным эллипсам искажений.

**Вывод:** Эллипс искажений в т. $A$  вытянут вдоль параллели, а эллипс искажений в т. $A_1$  вытянут вдоль меридиана. По размеру эллипс искажений в т. $A_1$  больше эллипса искажений в т. $A$ .

Определение проекции карты.

**Вывод:** карта Африки построена в равновеликой экваториальной азимутальной проекции Ламберта, т.к. промежутки между параллелями по среднему (прямому) меридиану уменьшаются к северу и к югу от центра материка; параллели изображаются кривыми линиями, увеличивающими кривизну к западу и востоку с удалением от среднего меридиана; экватор изображен прямой линией.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

69

### Цель

Изучить наиболее распространенные картографические проекции и уметь их распознавать по виду сетки параллелей и меридианов.

### Материалы и инструменты

Варианты картографических проекций (прил. 1), линейка, карандаш, циркуль-измеритель, калькулятор, транспортир.

### Задание

Определить картографические проекции карт, представленных в прил. 1, с помощью таблиц 6–10. Дать полное название картографической проекции.

Ознакомиться с таблицами для определения проекций карт мира, полушарий, материков, океанов, бывшего СССР и России. Для определения проекции выяснить:

- какая территория изображена на карте и по какой таблице-определителю следует проводить определение проекции;
- какова форма рамки карты;
- какими линиями изображаются параллели и меридианы;
- как изменяются промежутки между параллелями по среднему меридиану;
- каковы дополнительные сведения о проекции;
- какой является проекция по характеру искажений.

Таблицы-определители организованы по единому принципу: в заголовках столбцов формулируются условия, необходимо выбрать те из них, которые соответствуют изучаемой карте. Результаты работы должны быть представлены в виде табл. 11, в которой приведен пример выполнения задания (по карте 1 из прил. 1).

ТАБЛИЦА 6. ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ПРОЕКЦИЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СЕТОК КАРТ МИРА

Форма рамки или вид всей сетки	Изображение меридианов и параллелей	Изменение промежутков между параллелями по прямому меридиану с удалением от экватора	Название проекции
Сетка и рамка – прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	Прямые линии	Сильно увеличиваются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 3 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 2,6 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая проекция Урмаева 1945 г.
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 1,8 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая проекция Урмаева 1948 г.
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° почти в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая проекция Голла (БСАМ)
Рамка – прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	Параллели – прямые линии, меридианы – кривые линии	Увеличиваются: между параллелями 70 и 80° почти в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью 10°	Псевдо-цилиндрическая проекция ЦНИИГАиК
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° почти в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Псевдо-цилиндрическая проекция Урмаева
	Параллели – дуги эксцентрических окружностей, меридианы – кривые линии	Сохраняются равными	Поликоническая проекция ЦНИИГАиК
	Параллели и меридианы – дуги окружностей	Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° почти в 1,2 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Поликоническая проекция ЦНИИГАиК (для БСЭ)
		Увеличиваются: между параллелями 70 и 80° приблизительно в 2,3 раза больше, чем между экватором и параллелью 10°	Круговая проекция Грингена

Продолжение табл. 6

Форма рамки или вид всей сетки	Изображение меридианов и параллелей	Изменение промежутков между параллелями по прямому меридиану с удалением от экватора	Название проекции
Рамка – прямоугольник, полюс изображается рядом прямых	Параллели – прямые линии, меридианы – кривые	Сохраняются равными	Псевдо-цилиндрическая эллиптическая проекция Каврайского
Сетка и рамка – эллипс, полюс изображается точкой	Параллели – прямые линии, меридианы – кривые	Сильно уменьшаются между параллелями 80° и 90° более чем в 5 раз меньше, чем между экватором и параллелью 10°	Псевдо-цилиндрическая синусоидальная равноугольная проекция Каврайского
	Параллели и меридианы – кривые линии	Уменьшаются: между полюсом и параллелью 80° расстояние в 2,5 раза меньше, чем между экватором и параллелью 10°	Равноугольная псевдо-цилиндрическая проекция Мольвейде
Сетка с разрывами, полюс изображается несколькими точками	Параллели – прямые линии, меридианы – кривые линии	Уменьшаются: приполярный промежуток составляет приблизительно 0,7 приэкваториального	Произвольная равноугольная проекция Антова-Гаммера
Сетка с разрывами, полюс изображается рядом прямых линий		Уменьшаются: между полюсом и параллелью 80° расстояние в 2,5 раза меньше, чем между экватором и параллелью 10°	Равноугольная псевдо-цилиндрическая проекция Мольвейде-Гуда с разрывами
		Уменьшается: между полюсом и параллелью 80° примерно в 6 раз меньше, чем между экватором и параллелью 10°	Равноугольная псевдо-цилиндрическая синусоидальная проекция БСАМ с разрывами

ТАБЛИЦА 7. ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ПРОЕКЦИЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СЕТОК КАРТ ПОЛУШАРИЙ

Изображение параллелей	Изменение промежутков по среднему меридиану и экватору от центра полушария к его краям	Изображение экватора	Название проекции
Окружностями или дугами окружностей	Увеличивается приблизительно от 1 до 2	Прямой	Поперечная (экваториальная) азимутальная равноугольная стереографическая проекция
	Равны	Окружностью	Нормальная (полярная) азимутальная равноугольная стереографическая проекция
	Уменьшаются от 1 до 0,9	Окружностью	Нормальная (полярная) азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля
	Сильно уменьшаются	Окружностью	Нормальная (полярная) азимутальная равноугольная проекция Ламберта
Прямыми	Сильно уменьшаются	Прямой	Поперечная (экваториальная) азимутальная ортографическая проекция
	Уменьшаются от 1 приблизительно до 0,7	Прямой	Поперечная (экваториальная) азимутальная равноугольная проекция Ламберта
	Уменьшаются от 1 приблизительно до 0,8		Поперечная (экваториальная) азимутальная проекция Гинзбурга
	Равны		Поперечная (экваториальная) равнопромежуточная проекция Постеля
	Увеличиваются от 1 приблизительно до 2	Кривой	Косая (горизонтальная) азимутальная равноугольная стереографическая проекция
	Уменьшаются от 1 приблизительно до 0,9		Косая (горизонтальная) азимутальная равноугольная проекция Ламберта

ТАБЛИЦА 8. ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ПРОЕКЦИЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СЕТОК КАРТ РОССИИ И СНГ (СССР)

Изображение меридианов и параллелей	Изменение промежутков между параллелями по прямому меридиану	Дополнительные указания о проекции	Название проекции
Параллели – дуги концентрических окружностей, меридианы – прямые линии	Увеличиваются от средней широты России к северу и к югу	Точка Северного полюса может быть получена в пересечении меридианов	Равноугольная нормальная коническая проекция Ламберта – Гаусса
	Равны	Точка пересечения меридианов отстоит от дуги с широтой в $90^\circ$ примерно на величину $3^\circ$	Нормальная коническая равнопромежуточная проекция Красовского
Параллели и меридианы – кривые линии	Равны	Точка пересечения меридианов отстоит от дуги с широтой в $90^\circ$ примерно на величину $6^\circ$	Нормальная коническая равнопромежуточная проекция Каврайского
	Увеличиваются к северу между полюсом и параллелью $80^\circ$ в 1,3 раза больше, чем между параллелями $40$ и $50^\circ$	Прямой меридиан – $100^\circ$ восточной долготы. Сетка зрительно передает шарообразность Земли	Косая перспективно-цилиндрическая проекция Соловьева
	Равны	Прямой меридиан – $120^\circ$ восточной долготы. Остальные – кривые. Многие меняют направление выпуклости	Косая цилиндрическая равнопромежуточная проекция ЦНИИГАиК
Параллели – дуги эксцентрических окружностей, меридианы – кривые линии	Практически равны	Прямой меридиан – $90^\circ$ восточной долготы	Косая азимутальная ЦНИИГАиК
	Незначительно уменьшаются от средней широты России к северу и к югу	Прямой меридиан – $100^\circ$ восточной долготы. Остальные – кривые, многие меняют направление выпуклости	Косая перспективно-цилиндрическая проекция ЦНИИГАиК
	Уменьшаются от юга к северу. Между полюсом и параллелью $80^\circ$ составляют 0,9 величины расстояния между параллелями $40$ и $50^\circ$	Прямой меридиан – $90^\circ$ восточной долготы	Видоизмененная поликоническая проекция Салмановой

ТАБЛИЦА 9. ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ПРОЕКЦИЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СЕТОК КАРТ МАТЕРИКОВ И ИХ КРУПНЫХ ЧАСТЕЙ

Изменение промежутков между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра материка к северу и к югу	Изображение параллелей и меридианов	Изменение промежутков между соседними параллелями с удалением от среднего меридиана к западу и востоку	Изображение экватора	Название проекции
Уменьшаются	Параллели – кривые линии, увеличивающие кривизну с удалением от среднего меридиана к западу и к востоку	Увеличиваются	Кривой линией	Равновеликая горизонтальная азимутальная проекция Ламберта
	Параллели – концентрическими окружностями, меридианы – прямыми		Прямой линией	Равновеликая экваториальная азимутальная проекция Ламберта
	Параллели – дуги концентрических окружностей, меридианы – кривые	Уменьшаются	Окружностью	Полярная азимутальная равновеликая проекция Ламберта
Равны	Параллели – прямые линии, меридианы – кривые			Равновеликая псевдоконическая проекция Бонна
	Параллели – концентрические окружности, меридианы – прямые		Прямой линией	Равновеликая псевдоцилиндрическая синусоидальная проекция Сансона
	Параллели – дуги концентрических окружностей, меридианы – прямые		Окружностью	Полярная азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля
			Дугой окружности	Нормальная коническая равноугольная проекция Каврайского

Окончание табл. 9

Изменение промежутков между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра материка к северу и к югу	Изображение параллелей и меридианов	Изменение промежутков между соседними параллелями с удалением от среднего меридиана к западу и востоку	Изображение экватора	Название проекции
Увеличиваются	Параллели – концентрические окружности, меридианы – прямые	Остаются постоянными	Окружностью	Полярная азимутальная равноугольная стереографическая проекция
	Кривые линии	Увеличиваются	Кривой	Косая азимутальная равноугольная стереографическая проекция

ТАБЛИЦА 10. ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ПРОЕКЦИЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СЕТОК КАРТ ОКЕАНОВ

Форма рамки	Изображение параллелей и меридианов	Изменение промежутков между параллелями по прямому (среднему) меридиану с удалением от экватора	Название проекции
Рамка –окружность	Параллели – концентрические окружности, меридианы – прямые	Увеличиваются	Нормальная азимутальная равноугольная стереографическая проекция
		Равны	Нормальная азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля
Рамка – прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	Прямые линии	Сильно увеличиваются: между параллелями 70 и 80° приблизительно в 4,5 раза больше, чем между экватором и параллелью 10°	Нормальная цилиндрическая равноугольная проекция Меркатора
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 2,6 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая проекция Урмаева 1945 г.
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 1,8 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая проекция Урмаева 1948 г.

Окончание табл. 10

Форма рамки	Изображение параллелей и меридианов	Изменение промежутков между параллелями по прямому (среднему) меридиану с удалением от экватора	Название проекции
Рамка – прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	Параллели – прямые, меридианы – кривые линии	Незначительно уменьшаются	Псевдоцилиндрическая синусоидальная проекция Урмаева (с небольшими искажениями площадей)
		Уменьшаются: между параллелями 70° и 80° в 2,1 раза меньше, чем между экватором и параллелью 10°	Псевдоцилиндрическая синусоидальная равноугольная проекция Урмаева
	Кривые линии	Незначительно уменьшаются: между параллелями 60° и 70° в 1,1 раза меньше, чем между экватором и параллелью 10°	Поперечная с овальными изоколами проекция ЦНИИГАиК
Рамка – прямоугольник, полюс изображается рядом прямых	Параллели – прямые, меридианы – кривые линии	Сохраняются равными	Псевдоцилиндрическая эллиптическая проекция Каврайского
		Сильно уменьшаются: между параллелями 80° и 90° более чем в 5 раз меньше, чем между экватором и параллелью 10°	Псевдоцилиндрическая синусоидальная равноугольная проекция Каврайского

ТАБЛИЦА 11. ФОРМА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ (ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ)

78

<b>№ карты</b>	1
<b>Изображаемая территория</b>	СССР
<b>Форма рамки карты</b>	Прямоугольная
<b>Изображение параллелей и меридианов</b>	Параллели – дуги концентрических окружностей, меридианы – прямые линии
<b>Как изменяются промежутки между параллелями по среднему меридиану</b>	Равны
<b>Дополнительные признаки</b>	Точка пересечения меридианов отстоит от дуги с широтой $90^\circ$ примерно на величину $6^\circ$
<b>Вид проекции по характеру искажений</b>	Равнопромежуточная
<b>Название проекции</b>	Нормальная коническая равнопромежуточная проекция Каврайского

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ №3,4,5

79

ПОСТРОЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ  
СЕТОК НОРМАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

## Цель

Изучить аналитические способы построения картографических сеток нормальных цилиндрических, азимутальных и конических проекций, уметь строить их по уравнениям картографических проекций и научиться переносить элементы картографического изображения по трапециям картографической сетки.

## Материалы и инструменты

Ватман А4, карандаш, циркуль-измеритель, циркуль, линейка, транспортир, калькулятор, гелиевая ручка черного цвета; карты мира, материков, России аналогичных заданным масштабам.

## Задание

Заполнить расчетный лист и вычертить макет картографической сетки для одного из предлагаемых вариантов; перенести по координатам контур географического объекта. Сдать преподавателю расчетный лист с вычислениями и чертеж.

При построении картографических сеток земной эллипсоид заменим шаром, что для карт мелких масштабов не принципиально. В вычислениях следует учитывать, что значение радиуса земного шара:

$R = 6\,371\,120$  м используется в картографических проекциях, произвольных по характеру искажений;

$R' = 6\,378\,245$  м используется в картографических проекциях, равноугольных по характеру искажений;

$R'' = 6\,371\,116$  м используется в картографических проекциях, равновеликих по характеру искажений;

80  $R''' = 6\,367\,558$  м используется в картографических проекциях, равнопромежуточных по меридианам.

Все расстояния на карте  $x$ ,  $y$  и  $\rho$ , выраженные в масштабе карты, определяются с точностью до 0, 1 мм; углы  $\delta$  – с точностью до 0, 1°.

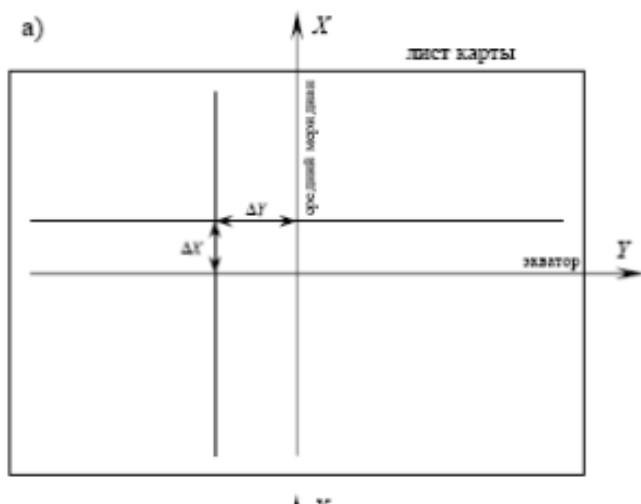
Число  $\pi = 3,1416$ .

При вычислениях важно помнить о необходимости перевода длин в одни единицы измерения (например, значений радиуса Земли  $R$  из метров в сантиметры).

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 ПОСТРОЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТКИ НОРМАЛЬНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

81

В нормальных цилиндрических проекциях меридианы изображаются равноотстоящими друг от друга параллельными прямыми, а параллели – прямыми линиями, перпендикулярными меридианам. Для построения картографической сетки лист ватмана формата A4 развернуть горизонтально, в центре листа будущей карты прочерчиваются две взаимно перпендикулярные линии – средний меридиан и экватор (рис. 29, а).



**Рис. 29, а. Построение сетки нормальной цилиндрической проекции**

Расстояние между соседними меридианами  $\Delta\gamma$  – величина постоянная, а промежутки между параллелями по меридиану  $\Delta x$  определяют характер, величину и распределение искажений, присущие данной цилиндрической проекции.

Получить вариант задания: заполнить расчетный лист (табл.12); на листе ватмана формата А4 по результатам вычислений вычертить картографическую сетку заданной проекции; на расстоянии 0,5 см вычертить градусную рамку, внутри которой на выходах сетки линий параллелей и меридианов 82 подписать их значения; показать на карте контур заданной территории. Пример оформления чертежа в прил. 2.

### **Уравнения нормальной цилиндрической проекции**

1. Равнопромежуточная по меридианам проекция на касательном цилиндре

$$X = \frac{\pi R''' \varphi}{180^\circ M}, \quad Y = \frac{\pi R''' \lambda}{180^\circ M}$$

Если вместо касательного цилиндра, использовать секущий цилиндр, то

$$X = \frac{\pi R_k''' \varphi}{180^\circ M}, \quad Y = \frac{\pi R_k''' \lambda}{180^\circ M}$$

где  $\varphi_k$  – параллель сечения, а  $R_k'''$  – радиус параллели сечения, равный

$$R_k''' = R''' \cos \varphi_k$$

2. Равновеликая проекция на касательном цилиндре

$$X = \frac{R'' \sin \varphi}{M}, \quad Y = \frac{\pi R_k'' \lambda}{180^\circ M},$$

В случае секущего цилиндра следует внести коррективы:

$$X = \frac{R'' \sin \varphi}{M \cos \varphi_k}, \quad Y = \frac{\pi R_k'' \lambda}{180^\circ M},$$

где

$$R_k'' = R'' \cos \varphi_k.$$

ТАБЛИЦА 12. РАСЧЕТНЫЙ ЛИСТ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТКИ НОРМАЛЬНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

**Вариант 1.** Нормальная равновеликая цилиндрическая проекция на касательном цилиндре

83

$R = 6\,378\,245$ м; масштаб 1: 150 000 000; $\varphi_0 = 0^\circ$ , $\lambda_{\text{cp}} = 0^\circ$ , густота сетки $15^\circ$ по широте и долготе. $\Delta y =$			
<b>Крайние параллели</b>		<b>Крайние меридианы</b>	
Северная $90^\circ$ с.ш.	Южная $90^\circ$ ю.ш.	Западный $165^\circ$ з.д.	Восточный $165^\circ$ в.д.

**Вариант 2.** Нормальная равнопромежуточная цилиндрическая проекция на касательном цилиндре

$R = 6\,367\,558$ м; масштаб 1: 150 000 000; $\varphi_0 = 0^\circ$ , $\lambda_{\text{cp}} = 0^\circ$ , густота сетки $15^\circ$ по широте и долготе. $\Delta y =$			
<b>Крайние параллели</b>		<b>Крайние меридианы</b>	
Северная $90^\circ$ с.ш.	Южная $90^\circ$ ю.ш.	Западный $165^\circ$ з.д.	Восточный $165^\circ$ в.д.

Показать внутри сетки контур:

1. Африки с о.Мадагаскар
2. Австралии с о.Тасмания
3. Южной Америки с о.Огненная Земля

$\Delta Y$ , см – расстояние между двумя соседними меридианами;

$\Delta X$ , см – изменения расстояний между двумя соседними параллелями.

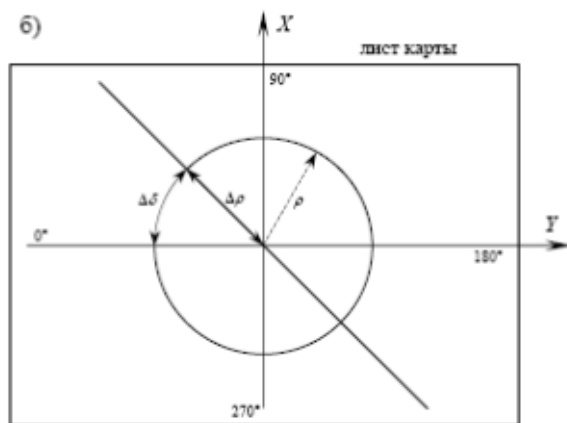
## Результаты вычислений

84

Широта $\varphi^\circ$	$X$ , см	$\Delta X$ , см
90		-
75		
60		
45		
30		
15		
0		
- 15		
- 30		
- 45		
- 60		
- 75		
- 90		-

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4  
ПОСТРОЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТКИ  
ПОЛЯРНОЙ АЗИМУТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ

В полярных (нормальных) азимутальных проекциях параллели – концентрические окружности с центром в точке полюса, меридианы – прямые линии, радиально расходящиеся из полюса. Построение картографической сетки начинается с прочерчивания в центре листа будущей карты двух взаимно перпендикулярных направлений – меридианов  $0^\circ - 180^\circ$  и  $90^\circ - 270^\circ$  (рис. 29, б).



**Рис. 29, б. Построение сетки полярной (нормальной) азимутальной проекции**

Углы между меридианами на карте  $\Delta\delta$  равны  $\Delta\lambda$  – заданной густоте сетки меридианов. Изменение радиусов окружностей  $\Delta\rho$ , изображающих параллели, определяют характер, величину и распределение искажений, присущих данной азимутальной проекции.

86

Получить вариант задания: заполнить расчетный лист (табл.13); на листе ватмана формата А4 по результатам вычислений вычертить картографическую сетку заданной проекции; на расстоянии 0,5 см вычертить градусную рамку, внутри которой на выходах сетки линий параллелей и меридианов подписать их значения; показать на карте контур Антарктиды. Пример оформления чертежа в прил. 2.

### **Уравнения нормальной азимутальной проекции**

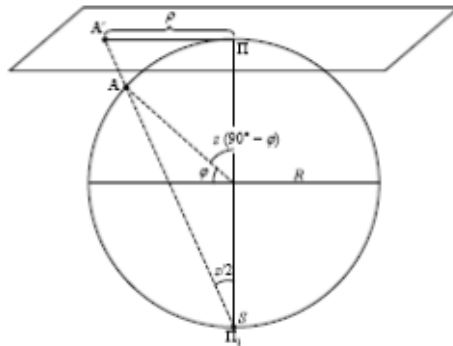
1. Нормальная азимутальная равнопромежуточная по меридианам проекция Постеля на касательной плоскости. Полярные координаты:

$$\rho = \frac{\pi R^m z}{180^\circ M}, \quad \delta = \lambda,$$

где  $M$  – масштаб карты;  $\delta$  – угол сближения меридианов;  $z$  – полярное расстояние, определяемое по формуле

$$z = 90^\circ - \varphi.$$

2. Нормальная азимутальная равноугольная стереографическая проекция на касательной плоскости. Картографическую сетку этой проекции можно получить графически (рис. 30).



**Рис. 30. Схема получения нормальной азимутальной равноугольной стереографической проекции**

Координаты пересечений линий меридианов и параллелей находят по формуле

$$\rho = \frac{2R'}{M} \operatorname{tg} \frac{z}{2}, \delta = \lambda.$$

где  $z$  – полярное расстояние, определяемое по формуле

$$z = 90^\circ - \varphi.$$

3. Нормальная азимутальная равновеликая проекция Ламберта на касательной плоскости

$$\rho = \frac{2R''}{M} \sin \frac{z}{2}, \delta = \lambda.$$

где  $z$  – полярное расстояние, определяемое по формуле

$$z = 90^\circ - \varphi.$$

ТАБЛИЦА 13. РАСЧЕТНЫЙ ЛИСТ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТКИ ПОЛЯРНОЙ (НОРМАЛЬНОЙ) АЗИМУТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ

Вариант 1. Полярная азимутальная равнопромежуточная по меридианам проекция Постеля на касательной плоскости.

<b><math>R = 6\,367\,558</math> м; масштаб 1: 50 000 000; <math>\varphi_0 = 90^\circ</math> ю.ш., <math>\lambda = 10^\circ</math>, густота сетки <math>10^\circ</math> по широте и долготе. <math>\delta = \lambda</math></b>			
Крайние параллели		Крайние меридианы	
Северная $50^\circ$ ю.ш.	Южная $90^\circ$ ю.ш.	Западный $180^\circ$ з.д.	Восточный $180^\circ$ в.д.

Вариант 2. Полярная азимутальная равноугольная стереографическая проекция на касательной плоскости.

<b><math>R = 6\,378\,245</math> м; масштаб 1: 50 000 000; <math>\varphi_0 = 90^\circ</math> ю.ш., <math>\lambda = 10^\circ</math>, густота сетки <math>10^\circ</math> по широте и долготе. <math>\delta = \lambda</math></b>			
Крайние параллели		Крайние меридианы	
Северная $50^\circ$ ю.ш.	Южная $90^\circ$ ю.ш.	Западный $180^\circ$ з.д.	Восточный $180^\circ$ в.д.

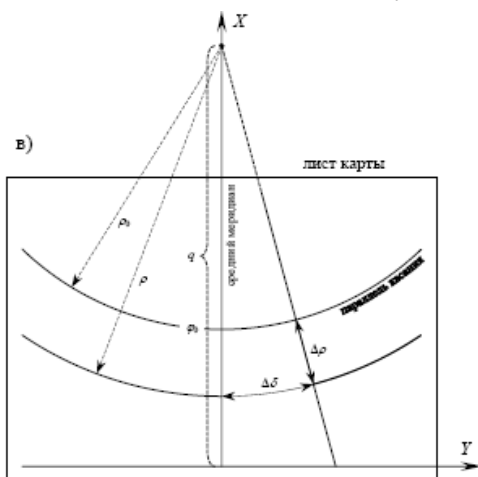
## Результаты вычислений

88

<i>Широта <math>\varphi^\circ</math></i>	<i><math>\rho</math>, см</i>	<i><math>\Delta\rho</math>, см</i>
90	0, 0	-
80		
70		
60		
50		
		-

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5 ПОСТРОЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТКИ НОРМАЛЬНОЙ КОНИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

В нормальных конических проекциях параллели – дуги концентрических окружностей, меридианы – прямые линии, расходящиеся из вершины конуса. Построение картографической сетки следует начинать с проведения в центре листа будущей карты вертикальной линии – среднего меридиана. На ней чуть ниже середины (0,5 – 1 см) отмечается засечка – точка пересечения среднего меридиана с параллелью касания  $\varphi_0$  конусом земного шара. От найденной точки по направлению к ближайшему полюсу вдоль линии меридиана в масштабе карты откладывается расстояние  $\rho_0$  – радиус дуги окружности, изображающей параллель касания  $\varphi_0$  (рис. 29, в).



**Рис. 29, в. Построение сетки нормальной конической проекции**

Получить вариант задания: заполнить расчетный лист (табл.14); на листе ватмана формата А4 по результатам вычислений вычертить картографическую сетку заданной проекции; на расстоянии 0,5 см вычертить градусную рамку, внутри которой на выходах сетки линий параллелей и меридианов подписать их значения; показать на карте контур Российской Федерации с о.Сахалин.

### **Уравнения нормальной конической проекции**

1. Нормальная коническая равнопромежуточная по меридианам проекция Птолемея на касательном конусе

$$\rho = C - \frac{\pi R''' \varphi}{180^\circ M}, \delta = \alpha \lambda,$$

где постоянные конической

проекции  $\alpha$  и  $C$  вычисляются:

$$\alpha = \sin \varphi_0, C = \rho_0 + \frac{\pi R''' \varphi_0}{180^\circ M},$$

а  $\rho_0$  находится как

$$\rho_0 = \frac{R''' \operatorname{ctg} \varphi_0}{M},$$

2. Нормальная коническая равновеликая проекция на касательном конусе

$$\rho = \frac{R''}{M} \sqrt{\frac{2}{\alpha} (C - \sin \varphi)}, \delta = \alpha \lambda,$$

где постоянные конической проекции  $\alpha$  и  $C$ :

$$\alpha = \sin \varphi_0, C = \frac{\alpha \rho_0^2 M^2}{2 R''^2} + \sin \varphi_0,$$

а  $\rho_0$  находится как

$$\rho_0 = \frac{R'' \operatorname{ctg} \varphi_0}{M}.$$

ТАБЛИЦА 14. РАСЧЕТНЫЙ ЛИСТ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТКИ НОРМАЛЬНОЙ КОНИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

**Вариант 1.** Нормальная коническая равнопромежуточная по меридианам проекция Птолемея на касательном конусе.

$R = 6\,367\,558 \text{ м; масштаб } 1: 60\,000\,000; \varphi_0 = 60^\circ \text{с.ш.},$ $\lambda_{\text{ср}} = 100^\circ \text{в.д.}, \text{ густота сетки } 10^\circ \text{ по широте и долготе.}$ $\delta = 10 \sin \varphi_0 =$			
<b>Крайние параллели</b>		<b>Крайние меридианы</b>	
Северная 80° с.ш.	Южная 40° с.ш.	Западный 10° в.д.	Восточный 170° з.д.

91

**Вариант 2.** Нормальная коническая равновеликая проекция на касательном конусе.

$R = 6\,378\,245 \text{ м; масштаб } 1: 60\,000\,000; \varphi_0 = 60^\circ \text{с.ш.},$ $\lambda_{\text{ср}} = 100^\circ \text{в.д.}, \text{ густота сетки } 10^\circ \text{ по широте и долготе.}$ $\delta = 10 \sin \varphi_0 =$			
<b>Крайние параллели</b>		<b>Крайние меридианы</b>	
Северная 80° с.ш.	Южная 40° с.ш.	Западный 10° в.д.	Восточный 170° з.д.

## Результаты вычислений

92

Широта $\varphi^\circ$	$\rho$ , см	$\Delta \rho$ , см
80		-
70		
60		
50		
40		
		-

Контрольное мероприятие по теме «Математическая основа карт» – тест смешанного типа, включающий 40 равнозначных вопросов закрытого и открытого вида по пройденному материалу. Тренировочный тест представлен в прил. 3.

## ГЛАВА 4

## КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ

## 4.1. Понятие о картографической генерализации. Факторы генерализации

**Картографическая генерализация** – это отбор главного, существенного и его целенаправленное обобщение, имеющее в виду изображение на карте той или иной части действительности в ее основных, типических чертах и характерных особенностях соответственно назначению, тематике, масштабу карты и особенностям картографируемой территории.

**Генерализация** – это неотъемлемое свойство всех картографических изображений.

**Факторами генерализации** являются масштаб карты, ее содержание (тематика), назначение и особенности картографируемой территории.

**Назначение карты.** На карте показывают лишь те объекты, которые соответствуют ее назначению. Изображение других объектов, не отвечающих назначению карты, мешает ее восприятию. Например, сравнивая карты Африки в атласах

для 7 и 10 классов, можно заметить, что более подробную информацию содержит карта, предназначенная для старшеклассников.

94

**Масштаб карты.** Влияние масштаба карты проявляется в том, что при переходе от крупного изображения к мелкому сокращаются размеры изображаемой территории. Изобразить в более мелком масштабе все детали и подробности невозможно, поэтому необходимо провести их отбор, обобщение и исключение. С уменьшением масштаба карты увеличивается пространственный охват; объекты, важные для крупномасштабных карт, теряют свое значение на картах мелкого масштаба и подлежат исключению. Например, на карте Пермского края в масштабе 1: 2 500 000 показаны все города региона, на карте России в масштабе 1: 25 000 000 на территории Пермского края показан только краевой центр – Пермь, а на карте мира в масштабе 1: 100 000 000 город Пермь не показан вовсе.

**Тематика (содержание) карты.** Тематика карты определяет, какие элементы следует показывать на карте с наибольшей подробностью, а какие подвергать обобщениям. Так, например, на картах экономической тематики необходимо подробно показать населенные пункты и пути сообщения, что не требуется так подробно изображать на картах природных явлений.

**Особенности картографируемой территории.** Влияние фактора особенности картографируемой территории сказывается в необходимости передать на карте своеобразие этой территории, отразить наиболее типичные черты и характерные элементы. Например, в засушливых районах очень важно показать все мелкие озера; иногда при генерализации их дают даже с преувеличением. В тундровых ландшафтах, где существуют тысячи озер, многие из них при генерализации исключают.

При достаточной **изученности объекта** изображение может быть подробным и детальным, а при нехватке фактического материала оно становится обобщенным. Фактор изученности тесно связан с качеством и полнотой источников, используемых при составлении карты.

**Оформление карты** тоже влияет на генерализацию. Многоцветные карты позволяют показать большее количество информации, чем одноцветные карты. При хорошем качестве печати и правильном подборе фоновых окрасок, значков, штриховок на одной карте можно путем наложения совме-

стить до шести взаимно перекрывающихся слоев без ущерба для читаемости. На одноцветных картах это практически невозможно, следовательно, необходима генерализация.

#### 4.2. Виды (стороны) генерализации

Генерализация проявляется в обобщении (или утрировании) очертаний объектов, в обобщении качественных и количественных характеристик изображаемых явлений и объектов, в отборе важных и существенных объектов (по двум показателям – цензу и норме) и в замене индивидуальных понятий собирательными – это **виды генерализации**.

Обычно все проявления генерализации присутствуют на карте совместно, в тесной комбинации. Рассмотрим их в отдельности.

**Обобщение геометрических очертаний** проявляется в отказе от мелких деталей изображения, небольших изгибов контуров, в спрямлении границ и т. д. Например, спрямляют небольшие извилины рек и береговых линий. При этом упрощение не должно выполняться механически, обобщение очертаний не сводится к формальному их сглаживанию: генерализованное изображение должно сохранять и подчеркивать географические особенности объекта. Некоторые важные черты объекта, которые невозможно изобразить в масштабе карты, иногда преувеличивают в размерах, утрируют. Например, фьордовый тип береговой линии Скандинавского полуострова.

**Обобщение качественных характеристик** при генерализации происходит за счет сокращения различий объектов, что связано с обобщением классификационных признаков. Например, различные виды лесов по породному составу (темнохвойный, светлохвойный, мелколиственный, смешанный) можно отобразить на карте одним знаком леса.

**Обобщение количественных характеристик** проявляется в укрупнении количественных градаций изображаемого явления, т. е. в укрупнении шкал. Например, на карте плотности населения можно показать плотность с подробностью до двух человек на 1 км<sup>2</sup>, а можно изменить шкалу до 10 или 20 человек на 1 км<sup>2</sup>.

**Отбор картографируемых объектов и явлений** – это ограничение содержания карты необходимыми объектами и явлениями

и исключение прочих. Карта всегда отображает лишь некоторые важные и необходимые объекты и явления, обязательно сохраняемые на карте.

96 При этом, исходя из назначения и масштаба карт, устанавливают **цензы и нормы отбора**. Иногда в пределах одной и той же карты их изменяют для различных географических районов, чтобы учесть и отобразить особенности размещения картографируемых объектов.

**Ценз отбора** – ограничительное значение, указывающее количественные и качественные характеристики объектов, сохраняемых на карте при генерализации. В зависимости от локализации картографируемых объектов и явлений, условно назовём избирательные цензы «точечным», «линейным» и «площадным».

- **«Точечный» ценз** – отбор объектов, локализованных в точке (пункте). Например, электростанции можно отобрать по количественной характеристике – мощность электростанции и по качественной характеристике – АЭС, ГЭС, ТЭС.
- **«Линейный» ценз** – это может быть длина минимального линейного объекта, изображаемого на карте или его качественная характеристика. Например, реки – если линейный ценз равен 120 км, это значит, что на карте отображаются реки длиной 120 км и длиннее, все реки короче 120 км на карте будут генерализованы. Применяя качественный принцип отбора, можно задать порядок реки, например, реки не более 2-го порядка – это означает, что на карте будут показаны только главные реки и их притоки, а притоки притоков уже не будут изображаться на этой карте.
- **«Площадной» ценз** – это минимальная площадь изображаемого на карте объекта. Если площадной ценз на карте лесов равен 50 км<sup>2</sup>, это значит, что на карте будут показаны только леса, занимающие площадь более 50 км<sup>2</sup>. Качественный отбор – вид изображаемого явления, например, можно ограничить изображение площадных объектов только лесами и болотами, это означает, что на карте не будут показаны луга и кустарники.

Закономерность: чем больше ценз, тем больше степень генерализации карты.

**Норма отбора** – показатель, определяющий в соответствии с густотой объектов на местности (или на карте-источнике) их «норму представительства», т.е. количество сохраняемых объектов.

Норма задается, например, так: показать в тундровых ландшафтах не более 80 озер на 1 дм<sup>2</sup> карты (остальные исключить). Или максимальное количество точечных объектов (например, городов), приходящихся на единицу площади.

Закономерность: чем больше норма представительства, тем меньше степень генерализации карты.

97

Цензы и нормы устанавливают в зависимости от масштаба, содержания (тематики), назначения и картографируемой действительности.

**Переход от простых понятий к сложным** связан с введением интегральных понятий и собирательных обозначений. Например, при переходе от крупномасштабной карты города к мелкомасштабной сначала изображение отдельных зданий заменяется изображением кварталов, потом дается лишь общий контур города, а далее – пунсон (рис.31).



**Рис. 31. Генерализация населенного пункта. Замена отдельных объектов (здания – а) собирательными знаками (кварталы – б, общий контур города – в) и абстрактным значком (пунсон – г) (Берлянт, 2001)**

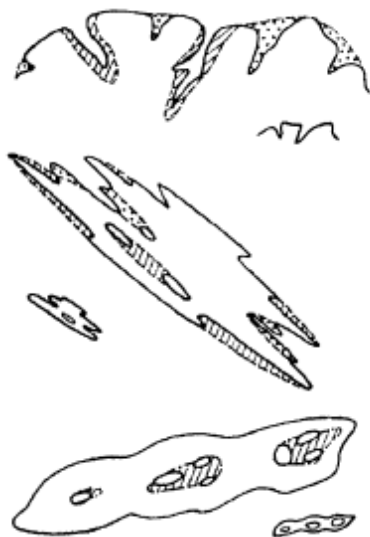
Виды генерализации на карте проявляются совместно, а не порознь.

#### 4.3. Геометрическая точность и содержательное подобие

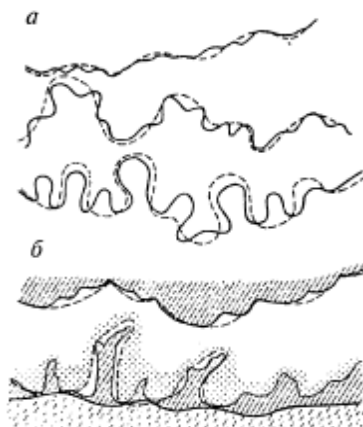
98

**Геометрическая точность** – это степень соответствия положения объектов на карте их действительному положению на местности. Нарушение геометрической точности приводит к смещению объектов, и их координаты на карте будут получены с ошибкой.

**Содержательное подобие (соответствие)** означает, что на карте географически правильно переданы взаимные соотношения объектов, их характерные особенности и соподчиненность.



**Рис. 32. Смещения при генерализации контуров (Берлянт, 2001)**



**Рис. 33. Нарушение геометрической точности при обобщении извилистых рек (а) и береговых линий (б) (Берлянт, 2001)**

Одно из основных противоречий процесса картографической генерализации состоит в том, что за счет сохранения содержательного подобия изображения нарушается геометрическая точность. В ходе генерализации происходит

смещение контуров и линий (рис. 32, 33), исключение или объединение некоторых объектов, утрирование характерных деталей – все это не может не сказаться на геометрической точности картографического изображения. Например, знак автостреды имеет на карте ширину около 0,6 мм, в масштабе карты 1: 1 000 000 это составляет 600 м, т.е. геометрическая 99 точность нарушается примерно в 100 раз. Населенный пункт, расположенный у этой автостреды, оказывается сдвинут на сотни метров. Получается, что геометрическая точность резко нарушена, а содержательное соответствие сохранено.

При генерализации геометрическая точность всегда нарушается ради сохранения содержательного подобия.

#### 4.4. Генерализация явлений различного распространения

Географически правильный отбор и обобщение самого картографического рисунка требуют пристального внимания к передаче морфологии и генезиса изображаемых объектов. Картограф не может действовать механически, он должен понимать географическую сущность изображаемых явлений и процессов. При этом составитель карты использует все приемы генерализации, применяет цензы и нормы отбора, производит целесообразные смещения объектов или их утрирование. Главное требование географически достоверной генерализации – научно обоснованный показ пространственной структуры и взаимосвязей явлений. Нужно сохранить морфологический облик, выделить и подчеркнуть основные (инвариантные) элементы, характерные соотношения объектов, их соподчиненность.

Обобщение содержания проводят не по отдельным элементам, а в целом по всему изображению. Невозможно представить, например, генерализацию речной сети отдельно от рельефа или обобщение дорожной сети в отрыве от населенных пунктов. В основе согласованной генерализации лежит учет географических связей между картографируемыми объектами.

**Объекты, локализованные в пунктах (точках).** Их генерализация связана с отбором объектов согласно установленным цензам и нормам, с обобщением качественных и количественных характеристик. При этом происходит переход от простых

объектов к сложным, например, значки отдельных нефтяных скважин заменяют общим значком месторождения, а далее знаком ареала нефтяного бассейна.

100 **Объекты, локализованные по линиям.** Для них наиболее существенны геометрические аспекты генерализации, упрощение или спрямление очертаний, а также цензовый отбор. При обобщении качественных характеристик, например, вместо дорог разного класса вводят единый знак дорог. При генерализации векторов и полос движения – отбор главных направлений и обобщение количественных характеристик (например, объемов и структуры грузопотоков).

**Объекты сплошного и локализованного по площади распространения.** Для изолинейных изображений актуально обобщение рисунка изолиний и укрупнение шкал сечения. К площадным объектам применимы все приемы геометрической генерализации: исключение малых контуров и их объединение, спрямление очертаний, смещение, утрирование и т.д. Большое значение имеет цензовый отбор – при этом малые контуры исключаются. Однородные контуры объединяют в более крупные или заменяют общим знаком ареала. Причем следует помнить, что озера в один контур объединять нельзя. Обобщение качественных характеристик – дробные подразделения классификаций заменяют более крупными. Например, крупномасштабные геологические карты подробно показывают свиты и серии разновозрастных пород, при переходе к более мелкому масштабу они обобщаются в ярусы, затем в отделы и в геологические системы. Обобщение количественных характеристик выполняется за счет укрупнения шкал количественных показателей.

**Объекты рассеянного распространения** на карте чаще всего показывают точечным способом, и генерализация сводится к укрупнению веса точек. Если явление показано площадными знаками ареалов, то можно сократить дробность подразделений, укрупнить контуры ареалов, провести их слияние.

#### 4.5. Практические задания по теме «Картографическая генерализация»

101

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ

#### Цель

Изучить факторы и виды картографической генерализации на конкретных примерах, научиться оценивать степень генерализации карты.

#### Материалы и инструменты

карты из географических атласов (по предлагаемым вариантам), курвиметр, линейка, карандаш, калькулятор.

#### Задание

Сравнивая по две карты, определить степень генерализации по «линейному» цензу (*l*) и норме отбора (*n*) в зависимости от масштаба, содержания (тематики) и назначения карты по одному из вариантов (табл.15).

ТАБЛИЦА 15. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ

№ варианта	Фактор генерализации	Пара сравниваемых карт
1	Масштаб	Физическая карта Европы (Великобритания) в масштабе 1: 15 000 000 и физическая карта Великобритании в масштабе 1: 4 500 000 (Географический атлас, с. 68 и 76)
	Тематика	Карта «Чёрная металлургия» и карта «Использование земель» (Географический атлас, с. 55 и 61, врезка Зарубежная Европа 1: 40 000 000)
	Назначение	Карта Австралии 1: 30 000 000 из атласа для учеников 10 кл. и аналогичная карта из атласа для учителей средней школы (Географический атлас мира)
	Масштаб	Физическая карта Европы (Италия) в масштабе 1: 15 000 000 и физическая карта Италии в масштабе 1: 4 500 000 (Географический атлас, с. 68 и 82)
2	Тематика	Карта «Машиностроение и металлообработка» и «Агролиматическая карта» (Географический атлас, с. 57 и 60, врезка Зарубежная Европа 1: 40 000 000)
	Назначение	Физические карты Северной Америки в масштабе 1: 30 000 000 из Географического атласа для учителей средней школы и справочного атласа Мира: Америка

Окончание табл. 15

№ варианта	Фактор генерализации	Пара сравниваемых карт
3	Масштаб	Физическая карта Европы (Испания и Португалия) в масштабе 1: 15 000 000 и физическая карта Испании и Португалии в масштабе 1: 4 500 000 (Географический атлас, с. 68 и 84)
	Тематика	Карта «Годовое количество осадков» и карта «Цветная металлургия» в масштабе 1: 100 000 000 (Географический атлас, с. 40 и 56)
	Назначение	Физические карты Южной Америки в масштабе 1: 30 000 000 из Географического атласа для учителей средней школы и справочного атласа Мира: Америка

## Указания по выполнению задания

104

**«Линейный» ценз (*l*)** определяется по самой короткой по длине реке, отображенной на карте. Рассмотрев внимательно гидрографическую сеть изучаемой карты, найдите самую короткую реку и определите ее длину с помощью курвиметра или линейки; запишите значение ценза в километрах. Затем так же определите ценз на второй карте (взяв длину другой самой короткой реки). Сравните получившиеся значения и определите, какая карта больше генерализована и во сколько раз.

**Норма отбора (*n*)** вычисляется как максимальное количество городов, приходящихся на единицу площади в месте их наибольшего сосредоточения на карте. Найдите на карте место, где показано наибольшее количество городов, и сосчитайте их количество – это будет нормой отбора на этой карте. На второй карте необходимо сосчитать количество показанных городов в том же месте и на той же площади. Это будет нормой отбора этой карты. Сравните получившиеся значения и определите, какая карта больше генерализована и во сколько раз.

## Пример выполнения задания

**Определение степени генерализации в зависимости от масштаба карты.** Сравниваем две физические карты Африки разного масштаба: 1: 75 000 000 и 1: 35 000 000 из одного атласа. Для определения «линейного» ценза необходимо найти на карте самые короткие по длине реки и измерить их длины. Например, ценз первой карты равен 375 км – это значит, что на карте отображались только те реки, длина которых больше 375 км, а все реки короче 375 км были исключены. Ценз второй карты равен 210 км – это значит, что на карте исключены все реки, длина которых меньше 210 км, а все реки длиннее 210 км на карте показаны. Сравнивая цензы обеих карт, мы видим, что на первой карте реки показаны менее подробно, а значит, эта карта больше генерализована по «линейному» цензу. Далее необходимо найти коэффициент генерализации по цензу  $kl$ , для этого нужно разделить больший ценз на меньший. Это означает, что первая карта генерализована в 1,79 раз больше, чем вторая.

**В примере:** находим на карте Африки место, где больше всего показано городов (это может быть территория Египта). На первой карте показан только Каир, значит, норма равна 1. На второй карте показаны Каир, Александрия, Асуан, т. е. норма равна 3. Очевидно, что первая карта больше генерализована по норме, чем вторая. Находим коэффициент генерализации по норме ***kn***, для этого большее значение делим на меньшее. Это значит, что первая карта генерализована больше в 3 раза, чем вторая.

105

Работа оформляется в виде таблиц, название которых – обрабатываемый фактор генерализации (табл.16), и вывода.

### Пример оформления работы

ТАБЛИЦА 16. МАСШТАБ

1. Физическая карта Африки масштаба 1:75 000 000 из атласа 7 кл.	2. Физическая карта Африки масштаба 1:35 000 000 из атласа 7 кл.
<p style="text-align: center;"><b>Линейный ценз</b></p> $l_1 = 0,5 \text{ см} = 375 \text{ км} \qquad l_2 = 0,6 \text{ см} = 210 \text{ км}$ $k_l = 375 / 210 = 1,79$	
<p style="text-align: center;"><b>Норма представительства</b></p> $n_1 = 1 \qquad n_2 = 3$ $k_n = 3 / 1 = 3$	

### Вывод

Физическая карта Африки масштаба 1:75 000 000 генерализована больше по линейному цензу в 1,79 раз и по норме представительства в 3 раза, чем физическая карта Африки масштаба 1:35 000 000, следовательно, чем мельче масштаб, тем больше степень генерализации карты.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7 ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ ТЕМАТИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

### Цель

Изучить факторы и виды картографической генерализации на конкретных примерах, научиться проводить генерализацию объектов разной локализации.

### Материалы и инструменты

Контурные карты и тематические карты Пермского края в масштабах 1: 2 500 000, 1: 5 000 000, ПО ArcGIS.

### Задание

1. Выполнить генерализацию объектов, локализованных в пунктах: отбор населенных пунктов:
  - по количеству жителей;
  - по административной значимости.
2. Выполнить генерализацию объектов, локализованных по линиям:
  - отбор по линейному цензу (1 см в масштабе карты);
  - сглаживание извилистых русел.
3. Выполнить генерализацию объектов, локализованных по площади:

- отбор по площадному цензу;
  - обобщение качественных характеристик;
  - обобщение количественных характеристик;
  - сглаживание очертаний;
  - объединение контуров.
4. Выполнить генерализацию объектов, рассеянных по площади: обобщение количественных характеристик.

107

### Выполнение задания

Преподаватель дает задание по генерализации объектов разной локализации, предоставив студенту карту Пермского края в масштабе 1: 2 500 000, которую необходимо генерализовать для масштаба 1: 5 000 000.

— 1 —

#### ***Генерализация объектов, локализованных в пунктах***

Исходная карта – Административно-территориальное деление Пермского края в масштабе 1: 2 500 000. Результативные карты (две) – Административно-территориальное деление Пермского края в масштабе 1: 5 000 000.

- Показать населенные пункты с численностью жителей более 10 000 чел.;
- Показать населенные пункты – центры муниципальных образований.

— 2 —

#### ***Генерализация объектов, локализованных по линии***

Исходная карта – Физическая карта Пермского края в масштабе 1: 2 500 000. Результативная карта (одна) – Физическая карта Пермского края в масштабе 1: 5 000 000.

- Показать реки, протяженностью 1 см в масштабе карты;
- Сглаживание русел этих рек при уменьшении масштаба.

**Генерализация объектов, локализованных по площади**

**Вариант 1.** Исходная карта – Почвенная карта Пермского края в масштабе 1: 2 500 000. Результативная карта (одна) – Почвенная карта Пермского края в масштабе 1: 5 000 000.

- «Площадной» ценз 30 км<sup>2</sup>.
- Обобщение качественных характеристик и объединение контуров – объединить контуры почв сильно-средне-слабо- подзолистых и дерново-подзолистых в контуры подзолистых почв и дерново-подзолистых почв.
- Сглаживание очертаний контуров.

**Вариант 2.** Исходная карта – Температура воздуха в январе в Пермском крае в масштабе 1: 2 500 000. Результативная карта – Температура воздуха в январе в Пермском крае в масштабе 1: 5 000 000.

- Обобщение количественных характеристик – изменение сечения изолиний и изменение количества ступеней в шкале температур.

**Генерализация объектов, рассеянных по площади**

Исходная карта – Охотничьи ресурсы лося Пермского края в масштабе 1: 2 500 000. Результативная карта – Охотничьи ресурсы лося Пермского края в масштабе 1: 5 000 000.

- Обобщение количественных характеристик – изменить (увеличить) вес точки.

## ГЛАВА 5

### ЯЗЫК КАРТЫ: КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ЗНАКИ И СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

#### 5.1. Картографическая семиотика

Использование условных знаков – основное свойство, отличающее карту от других графических моделей (аэро- и космоснимков, пейзажей и пр.). Знаки на карте – это зрительно воспринимаемые элементы изображения, условно представляющие процессы и явления, их местоположение, качественные и количественные характеристики, структуру и динамику.

Семиотика – лингвистическая наука, исследующая свойства знаков и знаковых систем. На стыке с картографией образует особый раздел **картографическая семиотика** (картосемиотика), в рамках которой разрабатывается общая теория систем картографических знаков как языка карты.

В этом разделе картографии изучается происхождение, классификация, свойства и функции картографических знаков и способов картографического изображения. Семиотика включает четыре основных раздела: синтактику, семантику, прагматику и стилистику.

- **Картографическая синтактика** – изучает правила построения и употребления знаковых систем, их структурные свойства, грамматику языка карты.
- **Картографическая семантика** – исследует соотношения условных знаков с самими отображаемыми объектами и явлениями.
- **Картографическая прагматика** – изучает информационную ценность знаков как средства передачи информации и особенности их восприятия читателями карты.
- **Картографическая стилистика** – изучает стили и факторы, определяющие выбор изобразительных средств в соответствии с назначением и функциями карт.

## 5.2. Язык карты

**Язык карты** – это используемая в картографии знаковая система, включающая условные обозначения, способы изображения, правила их построения, употребления и чтение при создании и использовании карт.

Во все времена язык карты не только обеспечивал хранение и передачу пространственно-временной информации, но и играл роль общего языка в науках о Земле.

В связи с компьютеризацией картографии внимание к языку карты особенно возросло. С картосемиотических позиций изучаются категории и элементы языка карты, его грамматика и структура, механизмы функционирования и правила употребления знаков. Эти исследования, связанные с общей семиотикой, машинной графикой, художественным дизайном и психологией восприятия направлены на повышение качества электронных карт.

В языке карты можно различить два слоя (подъязыка): один из них отражает размещение картографируемых объектов, их пространственную форму, ориентацию и взаимное положение; другой – содержательную сущность этих явлений, их внутреннюю структуру, качественные и количественные характеристики. Грамматика обоих подъязыков определяется правилами картографической семиотики.

Язык карты – это объективный язык картографии. Его главные функции – **коммуникативная**, т.е. передача некоего объема информации от создателя карты к читателю;

**познавательная** – получение новых знаний о картографируемом объекте или явлении.

Картографическое изображение рассматривается как особый текст. Иначе говоря, карта – это изображение, созданное на языке условных знаков. Ведь не зря говорят – «прочитать карту», имея в виду расшифровку условных обозначений и стройный рассказ о том явлении (или нескольких явлениях), которое отображено на карте.

111

### 5.3. Условные знаки и их графические переменные

**Картографические условные знаки** – это графические символы, с помощью которых на карте показывают (обозначают) вид объектов, их качественные и количественные характеристики и их местоположение в пространстве.

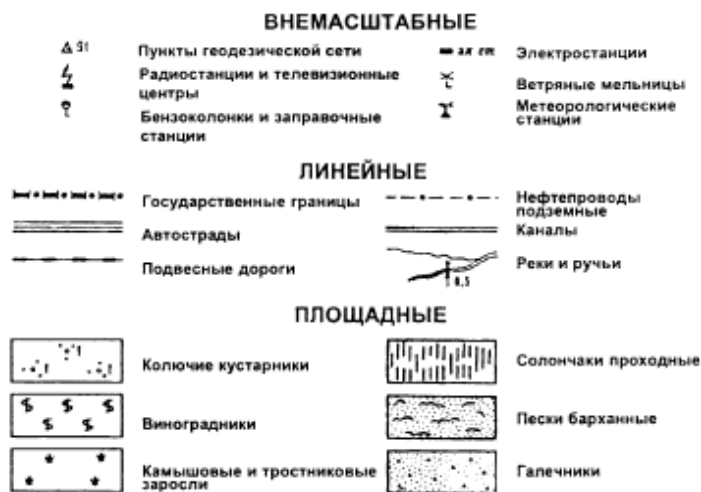
Использование условных знаков позволяет:

- показывать реальные и абстрактные объекты (например, высоту снежного покрова, индекс континентальности климата);
- изображать объекты, не видимые человеком и не воспринимаемые органами чувств (например, гравитационные и магнитные поля);
- передавать внутренние характеристики и структуру объектов (объем и структура промышленного производства, состав населения);
- отражать взаимные отношения объектов: порядок и иерархию, пропорциональность, различие, соподчиненность (например, геологическая стратиграфия);
- показывать динамику явлений и процессов (годовой ход температуры и осадков, морские течения);
- сильно уменьшать изображение (применить пунсон для обозначения города).

Условные обозначения, применяемые на картах, подразделяют на три основные группы (рис. 34):

- **Внемасштабные** или **точечные знаки** используют для локализованных в пунктах объектов, например, месторождения полезных ископаемых. Внемасштабность знаков проявляется в том, что их размеры не передают истинные размеры этих объектов на местности.

- **Линейные знаки** используют для отображения линейных объектов: рек, границ и т.д. Они масштабны по длине, но немасштабны по ширине.
- **Площадные знаки** применяют для объектов, сохраняющих на карте свои размеры и очертания. Например, для озер, лесов такие знаки обычно состоят из контура и его заполнения. Они всегда масштабны и позволяют определить площадь объектов.

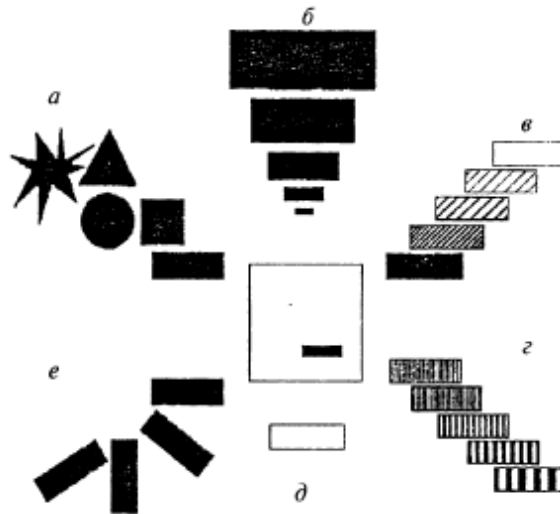


**Рис. 34. Условные обозначения некоторых объектов на топографической карте (Берлянт, 2001)**

До недавнего времени все знаки были статичными, но с развитием компьютерных технологий появились и динамические условные знаки. Роль знаков не ограничена только передачей информации. Знаки служат средством фиксации, формализации и систематизации знаний.

Количество и разнообразие знаков, применяемых при создании карт, практически бесконечно. Однако все они состоят из небольшого числа графических переменных.

**Графические переменные** – графические средства, используемые для построения картографических знаков и знаковых систем. Это форма, размер, ориентировка, цвет, насыщенность цвета (светлота) и внутренняя структура знака (рис. 35).



**Рис. 35. Графические переменные (по Ж.Бертену):**

***а – форма; б – размер; в – светлота; г – внутренняя структура;  
д – цвет; е – ориентировка (Берлянт, 2001)***

Создавая знаки для карты, картограф может сочетать любые графические переменные. Законы картографической семиотики и художественный вкус автора карты позволяют подбирать разные стили и сочетания, конструировать различные знаки.

#### 5.4. Способы картографического изображения различных явлений

На географических картах показываются объекты и явления, различающиеся характером размещения в пространстве. Существуют явления с разным характером размещения в пространстве:

1. локализованные по пунктам («в точках») – например, города, центры промышленности, полезные ископаемые и т. д.;

















2. локализованные по линиям – например, реки, транспортные пути, границы;
3. локализованные по площадям – например, почвы, растительность, плотность населения и т. д.;
4. явления сплошного распространения (например, рельеф, климатические пояса, атмосферное давление и т. д.);
5. массовые рассредоточенные явления (например, посевные площади, поголовье скота и пр.).

Системы условных обозначений, применяемые для передачи объектов и явлений, различающихся характером пространственной локализации и размещения, называются **способами картографического изображения**.

Для изображения качественных и количественных особенностей различных объектов и явлений, их взаимосвязей, перемещения и развития во времени применяются различные способы: значков, линейных знаков, изолиний, качественного фона, количественного фона, ареалов, точечный способ, знаков движения, локализованных диаграмм, картодиаграмм и картограмм.

Чтобы уметь правильно выбирать способы изображения для карты и полноценно ее использовать, необходимо хорошо представлять возможности и пределы применения каждого способа.

**Способ значков** применяют для показа объектов, локализованных в пунктах и обычно не выражающихся в масштабе карты (внемасштабные знаки). Это могут быть населенные пункты, месторождения полезных ископаемых, центры промышленности, аэропорты, одиноко стоящие деревья, мельницы, колодцы и т. д. Значки обладают главной (привязочной) точкой, позволяющей показать точное местоположение данного объекта по географическим координатам. Местоположение объекта наносится по координатам на карту, а затем к этой привязочной точке закрепляют значок, отображающий вид объекта (электростанция или месторождение золота например). У значков правильной геометрической формы эта точка расположена в центре значка, главная точка может располагаться и в других местах (рис. 36).

Условные знаки	Наименование условных знаков	Место главной точки условного знака
   	<i>Завод (фабрика) без трубы</i> <i>Сарай</i> <i>Водяная мельница</i> <i>Пункт триангуляционной сети</i>	<i>Геометрический центр фигуры</i>
   	<i>Каменная ветряная мельница</i> <i>Памятник</i> <i>Телефонная станция</i> <i>Террикон</i>	
   	<i>Деревянная ветряная мельница</i> <i>Указатель дорог</i> <i>Отдельно стоящее хвойное дерево</i> <i>Автозаправочная станция</i>	<i>Вершина прямого угла у основания знака</i>
   	<i>Завод с трубой</i> <i>Нефтяная вышка</i> <i>Часовая</i> <i>Каменная мечеть</i>	

**Рис. 36. Положение главной точки внемасштабных условных знаков топографических карт (Мозжерин, Кажокина, 2012)**

Значки позволяют характеризовать качественные и количественные особенности объектов, их внутреннюю структуру. Различают следующие виды значков:

- **геометрические значки** – простые геометрические фигуры: квадраты, кружки, ромбы, треугольники и др. Форма, цвет или штриховка значка отражают качественные особенности объектов, размер значка – количественные особенности, структура знака передает структуру объекта (рис.37, а);
- **буквенные значки** – одна или две первые буквы русского или латинского алфавитов, обозначающие какие-либо объекты. Например, с помощью буквенных значков можно показать месторождения различных руд, используя таблицу Менделеева (*Fe* – железная руда, *Al* – алюминиевая руда и т.д.). Размер букв может количественно характеризовать объект (рис.37, в);
- **наглядные значки** (пиктограммы) напоминают изображаемый объект. Значки бывают символическими

(например, кубик – поваренная соль) и натуралистическими (например, якорь – морской порт, самолет – аэропорт) (рис.37, г);

• **суммарные структурные значки** – собирательное (суммарное) изображение нескольких явлений одним значком. Например, центры обрабатывающей промышленности, когда одним значком необходимо показать, что в этом городе есть машиностроение, химическая и пищевая промышленность, а также производство строительных материалов, т.е. структуру явления (рис.37, а);

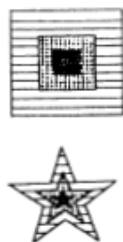
• **нарастающие значки** – позволяют показать динамику какого-либо явления в одном пункте (рис.37, б). Например, рост численности жителей города на протяжении нескольких веков.

116

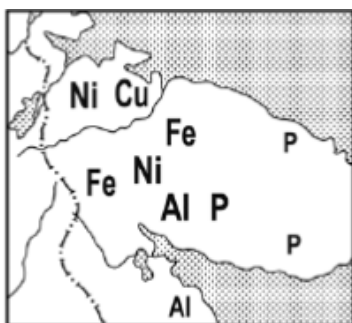
а



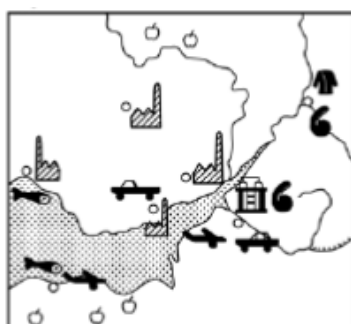
б



в



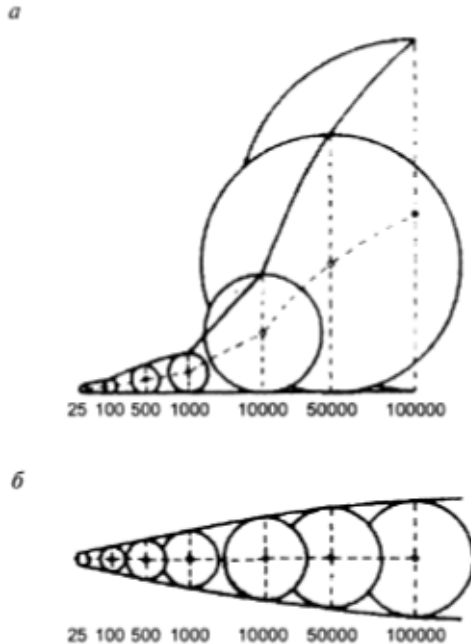
г



**Рис. 37. Геометрические и суммарные структурные значки (а); нарастающие значки (б); буквенные значки (в); наглядные значки (г) (Берлянт, 2001; Мозжерин, Кажокина, 2012)**

Количественную характеристику передают с помощью шкал (размеров) значков. Шкала может быть абсолютной и условной (рис. 38). В абсолютных шкалах размер значка прямо пропорционален величине изображаемого объекта. Например, если один кружок изображает на карте город с населением 25 тыс. человек, а другой – 200 тыс., то второй значок должен быть в восемь раз больше первого. Это очень наглядно, но неудобно при больших разбросах значений. Например, будет уже невозможно показать на этой же карте значок 4 миллионного города, который должен быть в 160 раз больше того значка, который показывает 25 тыс. жителей в городе. В этом случае применяют условные шкалы, которые отражают количественные различия в условной соизмеримости: знак крупного города будет больше маленького.

117



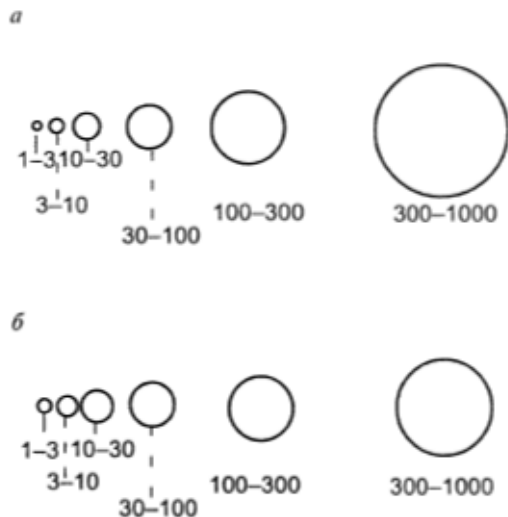
**Рис. 38. Непрерывные шкалы значков (а – абсолютная, б – условная) (Берлянт, 2001)**

Одновременно с этим шкала может быть непрерывной и ступенчатой (рис.39). В непрерывной шкале размер знака меняется плавно в соответствии с изменением количествен-

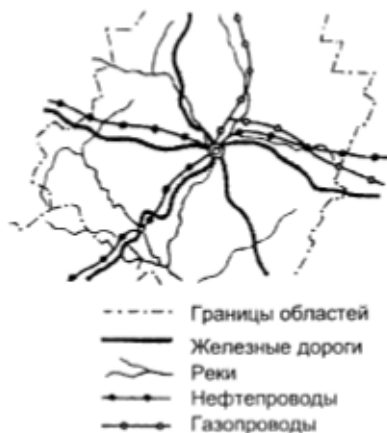
ного показателя объекта. Ступенчатая шкала дает интервалы. При этом ступени могут быть с одинаковым шагом (равномерная шкала) либо с разными (неравномерная шкала).

На рис. 39 приведен пример неравномерной шкалы.

118



**Рис. 39. Ступенчатые шкалы значков (а – абсолютная, б – условная) (Берлянт, 2001)**

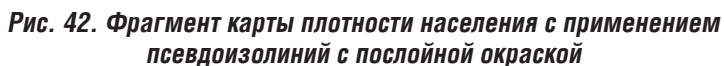


**Рис. 40. Линейные знаки (Берлянт, 2001)**

**Способ линейных знаков** используется для изображения реальных или абстрактных явлений, локализованных на линиях. К ним относятся береговые линии, линии тектонических разломов, водораздельные линии, все виды границ, транспортные пути и др. (рис.40). Разные цвет и рисунок линейных знаков передают качественные и количественные характеристики объектов. Например, линии синего цвета – реки, линии красного цвета – автомобильные дороги, черного цвета – железные дороги; различные пунктирные линии показывают разного значения административные границы и т. д. Линейный знак немасштабен по ширине, но его ось должна совпадать с положением реального объекта на местности.

**Способ изолиний** применяется для изображения непрерывных, плавно изменяющихся явлений, образующих физические поля. Изолинии – это кривые линии, соединяющие точки с одинаковыми количественными показателями. На карту сначала наносят значения картографируемого объекта, а затем проводят изолинии. С помощью изолиний показывают рельеф (изогипсы), температуру (изотермы), атмосферное давление (изобары) и т. д. В графике изолинии представляют собой кривые линии с весовым показателем; при необходимости отобразить на карте качественные особенности явления используют цвет изолиний (например, изотермы июля красного цвета, изотермы января – синего). В чёрно-белом изображении используют рисунок изолинии (сплошная, пунктирная и т.д.). Следует помнить, что на одной карте можно различать не более трёх видов изолиний. Часто этот способ сопровождается послойной окраской между изолиниями. Например, на карте «Температура воздуха в январе» пространство между изолиниями раскрашивают оттенками синего цвета по принципу «чем ниже температура воздуха (т.е. больше количественный показатель), тем темнее оттенок синего цвета», синий цвет в этом случае выбран ассоциативно (холодно – холодный цвет). Условный знак на карте должен выглядеть как слитная шкала показателей (рис.41).

Разновидность этого способа – способ псевдоизолиний. Здесь речь идёт об изолиниях, отображающих распределение дискретных объектов. Псевдоизолинии отражают не реальные, а искусственные, абстрактные поля. Например, «поле расселения» – на карте плотности населения показывают количество человек на 1 км<sup>2</sup>. Так же, как и в случае со способом изолиний, псевдоизолинии сопровождается послойная окраска. Условный знак в этом случае на карте должен выглядеть как отдельные прямоугольники (рис. 42).



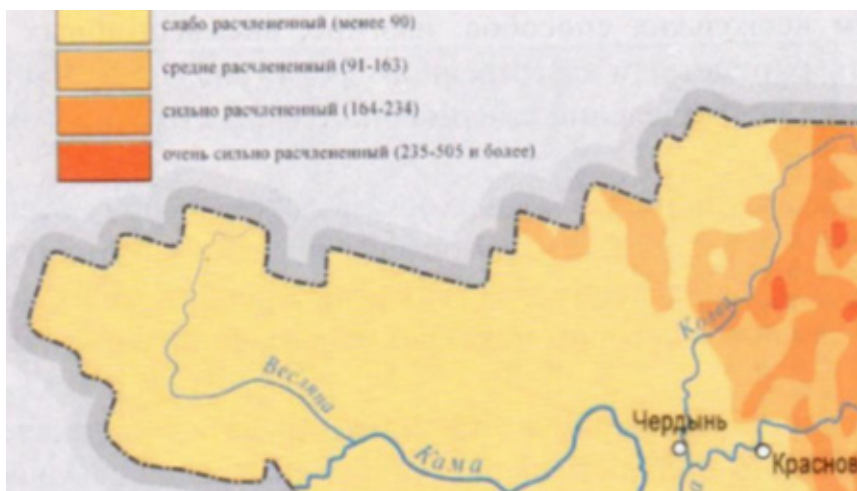
**Способ качественного фона** применяют для показа качественной характеристики явлений сплошного распространения (например, климатические пояса), локализованных по площади явлений (например, типы почв) или массовых рассредоточенных явлений (например, народов). Показывают подразделение территории (районирование) по природным, социально-экономическим, политико-административным и экологическим признакам. При построении карты сначала разрабатывают классификацию изображаемого явления, затем делят всю территорию на качественно разные участки (районы, области), окрашивают их в присвоенные только им цвета (цветовой фон) или покрывают качественной штриховкой (штриховой фон). Нельзя использовать на одной карте одновременно два фона в одной графике, т.е. цвет накладывать на цвет или штриховку на штриховку, – произойдёт смена цветового и штрихового фона. При необходимости в некоторых случаях совместно применяют цвет и штриховку (например, на почвенной карте цветом показывают генетические типы почв, а штриховкой – почвообразующие породы) (рис. 43). Если на карте при применении качественного фона показано множество подразделений, дополнительно к фону используют индексы (цифровые, буквенные, буквенно-цифровые).

121

**Способ количественного фона** применяют для передачи количественных различий явлений площадного распространения. Подобно качественному фону, этот способ связан с районированием, но по количественному признаку. Окраска или штриховка выполняется по шкале, т.е. интенсивность цвета или штриховки возрастает или убывает в соответствии с изменением количественного показателя (например, карта районирования территории по глубине расчленения рельефа, по эрозионной расчлененности рельефа, районирование по количеству верующих людей и т.п.) (рис.44).

**Способ ареалов** состоит в выделении на карте области распространения какого-либо явления. Различают абсолютные и относительные ареалы. Абсолютными называют ареалы, за пределами которых данное явление совсем не встречается (например, каменноугольный бассейн, контур которого точно установлен). Относительные ареалы показывают лишь районы наибольшего сосредоточения явления (например, ареал каких-либо лекарственных растений). Чаще всего этим способом показывают распространение животных, бассейны полезных ископаемых, районы распространения сельскохозяйственных культур и т. д.

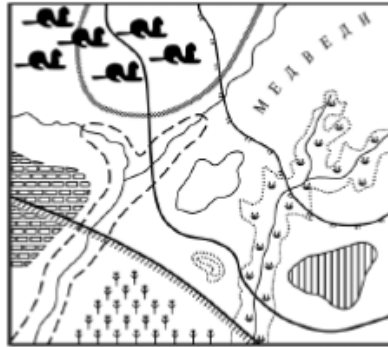
[illegible]



**Рис. 44. Фрагмент карты эрозионной расчлененности, где коэффициент эрозионной расчлененности показан способом количественного фона**



**Рис.45. Способ ареалов (Берлянт, 2001)**



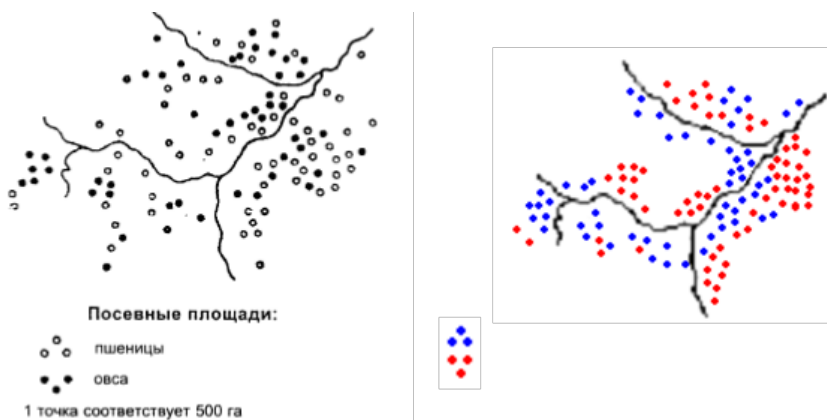
**Рис. 46. Сочетание нескольких ареалов в одной карте**  
(Мозжерин, Кажокина, 2012)

**Точечный способ** используется для изображения массовых рассредоточенных явлений, требующих количественной характеристики. С помощью множества точек, каждая из которых имеет определенный «вес» на карте, можно отобразить посевные площади (например, одна точка – 500 га посевов) (рис. 47), размещение животноводства (например, одна точка – 100 овец), размещение сельского населения (например, одна точка – 1000 чел.) и т. д. В качестве графических средств можно выбрать точки разного цвета или маленькие кружки, квадратики, треугольники – важно, чтобы каждая фигурка имела «вес» и не соприкасалась с соседней. В случае различного сосредоточения явления (густо и пусто) могут использовать разные весовые показатели одного и того же явления – такой графический прием называют «разменной монетой» (рис. 48).

**Способ знаков движения** используют для показа пространственных перемещений каких-либо природных (течения, ветры и т. д.), социальных (миграции населения) или экономических (грузопотоки) явлений. Различают два вида знаков движения:

- 1) **стрелка или вектор** разного цвета, рисунка или толщины;
- 2) **лента или полоса** разного цвета, внутренней структуры и ширины.

Стрелки применяют, например, для показа теплых и холодных морских течений (рис. 49), преобладающего направления ветра, перелета птиц. Они показывают лишь направление перемещения. Ленты способны передать не только виды различных перевозимых грузов, но и их объемы (например, в



125

**Рис. 47. Точечный способ в черно-белой и цветной графике**



**Рис. 48. Разновидность точечного способа – «разменная монета» (Салищев, 1976)**

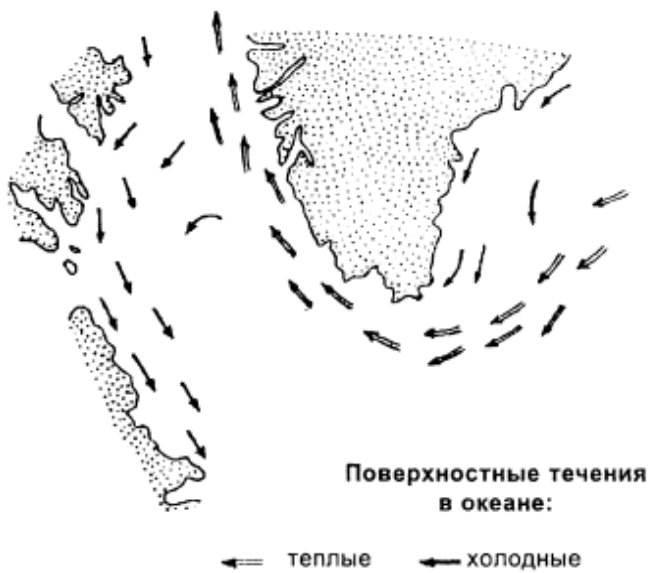


Рис. 49. Знаки движения – векторы (стрелки) (Берлянт, 2001)

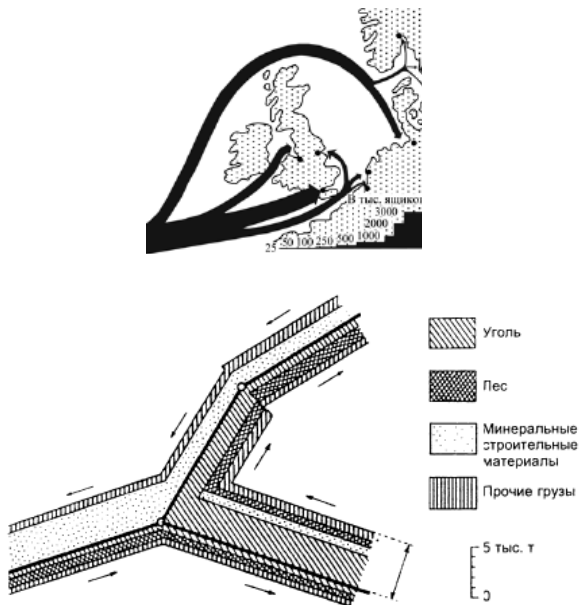


Рис. 50. Знаки движения – ленты (полосы) (Берлянт, 2001)

1 см толщины ленты – 5000 т) (рис. 50). Можно применить способ знаков движения и для показа связей между объектами (например, электронными коммуникациями, финансовыми потоками), их качества, мощности, пропускной способности и т. д.

Все знаки движения по передаче пути подразделяются на **точные** и **схематичные**. Точные показывают фактическую траекторию перемещения (например, ленты грузопотоков вдоль железных дорог), а схематичные – произвольную между пунктами начала и конца движения. Схематичные знаки движения используют, когда истинное положение пути перемещения не имеет значения (например, передача электроэнергии от пунктов производства к местам потребления), не известно (например, пути миграции морских животных) или не существует вовсе (например, финансовые потоки).

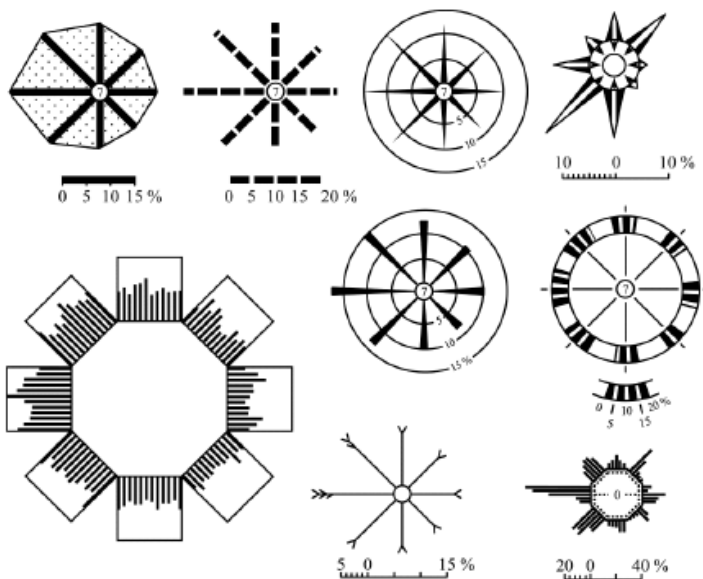
127

**Способ локализованных диаграмм** используется для изображения характеристик сезонных и других периодических явлений (их хода, величины, продолжительности, вероятности), отнесенных к определенным пунктам. Этот способ применяют при показе годового хода температур и осадков (климатограмма) (рис. 51), повторяемости направлений ветра (роза ветров), загрязнения поверхностных вод (диаграммы или графики, приуроченные к гидропостам на реках) и т. д. Изобразительные средства – графики, диаграммы, «розы» (рис. 52) и др.

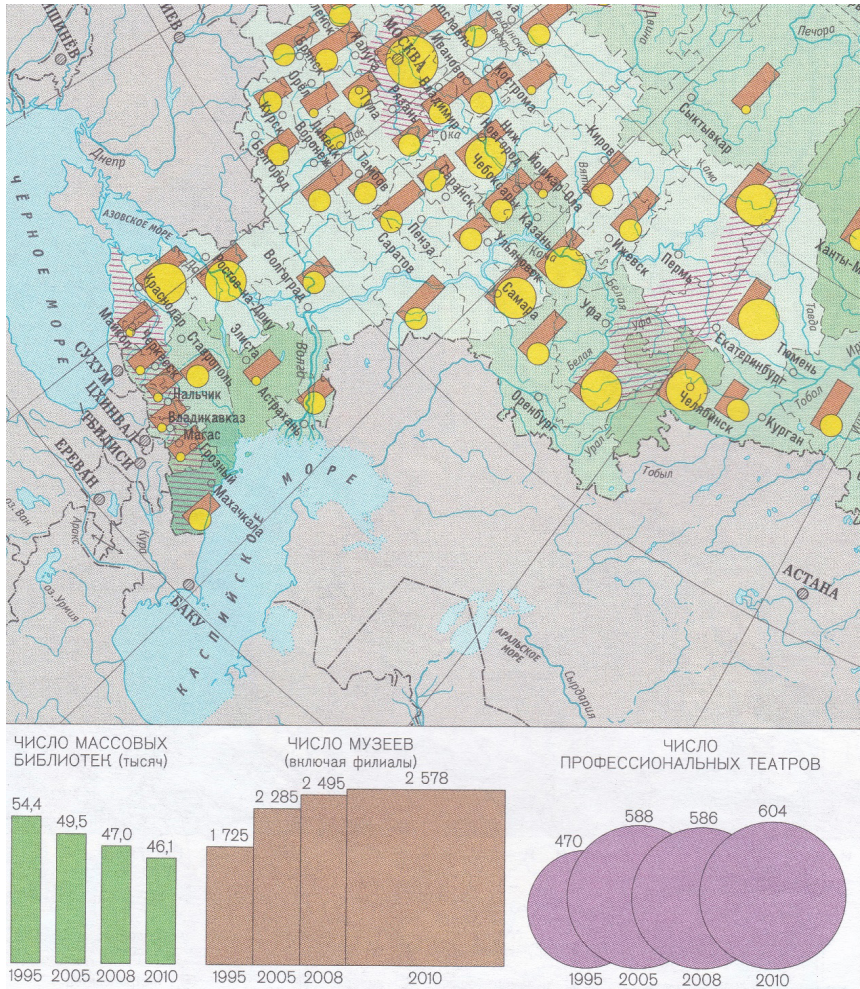
**Способ картодиаграмм** – это изображение суммарной величины какого-либо явления по единицам административно-территориального деления в абсолютных значениях с помощью диаграммных знаков. Картодиаграммы применяют для показа таких явлений, как объем промышленного производства, валовой сбор сельскохозяйственной продукции, общее число учащихся в целом по странам (районам, областям, провинциям) и т. п. Так как речь идет о статистических показателях, на карте всегда показывают сетку административного деления, по которой и производится сбор данных. Графическими средствами служат любые диаграммные знаки – круговые, квадратные, кубические, столбчатые, линейные, сетчатые, ступенчатые и пр. (рис. 53).



**Рис. 51. Локализованные диаграммы (Берлянт, 2001)**

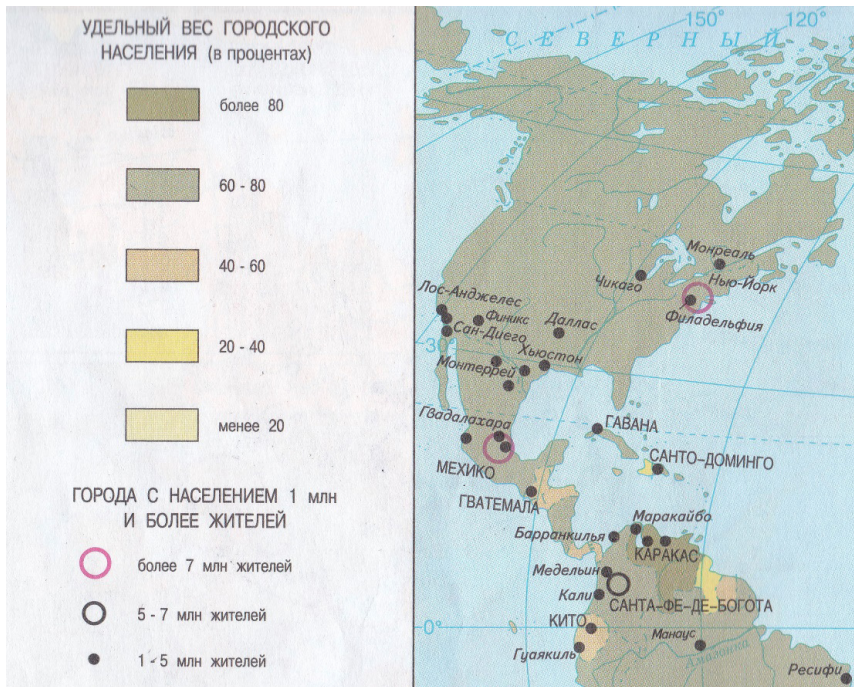


**Рис. 52. Различные виды «роз» – графиков повторяемости направлений и величин явлений (Салищев, 1976)**



**Рис. 53. Фрагмент карты Социальная инфраструктура с применением способа картодиаграммы**

**Способ картограмм** применяется для изображения средней интенсивности явления по административно-территориальным единицам. Это всегда расчетные показатели в относительных значениях. С помощью этого способа на карте можно показать такие явления, как производство продукции на душу населения, процент урбанизации, процент лесопокрытой площади и т.д. Графические средства – интенсивность цвета и количественная штриховка похожи на количественный фон, но всегда отнесены только к территориальным единицам или расчетным ячейкам, тогда как количественный фон отнесен к областям естественного районирования.



**Рис. 54. Фрагмент карты Уровень урбанизации, где удельный вес городского населения показан способом картограммы**

Довольно редко встречаются географические карты, на которых изображено всего одно явление, и для его показа использован один способ картографического изображения. Гораздо чаще на одной карте либо несколько явлений могут иллюстрироваться одним способом изображения, либо одно

явление передается целым рядом способов картографического изображения, либо множество явлений показывается множеством способов. В первом случае в содержание карты включают несколько сопряженных явлений. Такое часто встречается на комплексных картах, показывающих совместно несколько свойств явлений или несколько взаимосвязанных явлений, но раздельно, каждое в своих показателях. Например, на экономических картах способ значков используют для показа центров обрабатывающей и добывающей промышленности, электростанций разных видов, морских и речных портов. При этом применимы различные виды значков.

131

Во втором случае изображение одного явления несколькими способами на одной карте обусловлено необходимостью передать многостороннюю характеристику явления. Например, на климатической карте температуру воздуха отображают способом изолиний и способом локализованной диаграммы (показывают годовой ход температуры воздуха в каких-либо пунктах).

В третьем случае в пределах одной карты отображают сразу несколько явлений, каждое из которых передается определенным способом картографического изображения. Например, на карте природных зон качественным фоном показывают сами природные зоны, способом ареалов отображают обитающих в них животных, линейными знаками изображают реки и южную границу распространения многолетней мерзлоты.

Студенты часто допускают ошибки, путая некоторые способы изображения. Чтобы правильно определить способ изображения какого-либо явления, необходимо знать его характер размещения. Наиболее часто повторяющиеся из этих ошибок представлены в табл. 17. Например, легко перепутать способ значков (суммарные структурные значки) и способ картодиаграммы (круговая структурная диаграмма) – у них одинаковая графика, но у явлений, отображаемых этими способами, различный характер размещения. Он и определяет название используемого способа изображения.

ТАБЛИЦА 17. ВОЗМОЖНЫЕ ОШИБКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СПОСОБА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Способ картографического изображения	Характер размещения явления	Способ картографического изображения	Характер размещения явления
Значков (с количественной характеристикой и структурой) – суммарные структурные значки	Локализовано в точке	Картодиаграмм в такой же графике (круговые структурные диаграммы)	Локализовано по площади (часто по административно-территориальным единицам: страна, район и т.д.)
Изолиний с послышной окраской	Сплошной (цвет меняется плавно от ступени к ступени)	Количественный фон в той же графике (градиентная шкала)	Локализовано по площади (цвет может меняться резко, прыгая через ступени)
Количественного фона	Локализовано по площади	Картодиаграммы	Локализовано по площади (среднее значение, рассчитанное по административно-территориальным единицам)
Локализованных диаграмм (часто в графике – столбчатая диаграмма)	Локализовано в пункте (точке)	Картодиаграмм в той же графике	Локализовано по площади (административно-территориальным единицам)

Окончание табл. 17

Способ картографического изображения	Характер размещения явления	Способ картографического изображения	Характер размещения явления
Значков (графика – геометрический значок, например, города-миллионеры)	Локализовано в точке	Точечный способ (в той же графике)	Рассеянный по площади
Количественный фон (многоцветное изображение – передает количественные характеристики явления)	Локализовано по площади	Качественный фон (в похожей графике – цвет передает качественные характеристики явления)	Локализовано по площади
Качественный фон (цвет или качественная штриховка заполняет всё пространство изображаемой территории)	Локализовано по площади	Ареалов (в похожей графике – цвет или качественная штриховка имеет область распространения)	Локализовано по площади
Значков (наглядные символические или натуралистические значки)	Локализовано в точке	Ареалов (в похожей графике – площадные наглядные знаки, например, ареалы обитания животных или районы распространения с/х культур)	Локализовано по площади
Линейные знаки (не показывают направления перемещения)	Локализовано по линии	Знаки движения (например, грузоперевозки – всегда показано откуда-куда)	Локализовано по линии

### 5.5. Практические задания по теме «Способы картографического изображения»

134

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8 СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЯВЛЕНИЙ НА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ

### Цель

Научиться определять способы картографического изображения природных, социальных и экономических явлений на картах, увидеть их изобразительные средства разобраться в основных свойствах картографируемых явлений.

### Материалы и инструменты

Географические атласы и карты; цветные карандаши и ручки; офицерская линейка.

### Задание

Определить и способы картографического изображения явлений на тематических картах по одному из вариантов (табл. 18) и дать их краткую характеристику.

Сначала необходимо изучить легенду карты и атласа, только при этом условии можно правильно определить, какие способы картографического изображения применены на карте для показа различных явлений. Следует помнить, что одним и тем же способом на карте могут быть показаны разные явления или что одно и то же явление показывается разными способами.

Результаты работы оформляются в виде табл. 19.

1. В **первой** колонке таблицы ставится порядковый номер заданной карты;
2. во **второй** колонке – название карты, её масштаб и страница в атласе;
3. в **третьей** – название способа картографического изображения;
4. в **четвертой** – зарисовка изображения (примерно как на карте);
5. в **пятой** – название изобразительного средства, использованного при показе данного явления (например, геометрические значки разной формы, линии разного цвета, круговая структурная диаграмма и т.д.);
6. в **шестой** – название явления, какое показано (из легенды карты);
7. в **седьмой** – характер размещения явления (локализовано в точке, локализовано по линии, локализовано по площади, сплошной, рассеянный, расположено в легенде);
8. в **восьмой** – если есть качественная характеристика, то написать какая (например, символическими значками разного цвета показаны виды электростанций), если нет, то написать слово «нет»;
9. в **девятой** – если есть количественная характеристика, то написать какая и указать единицы измерения (например, интенсивностью цвета показана плотность населения, чел./км<sup>2</sup>), если нет, то написать слово «нет»; в десятой колонке – динамика явления; если она отображена на карте, то написать какого вида (временная – изменение во времени или пространственная – движение в пространстве), если не отображена, то написать слово «нет».

Пример выполнения работы приведен в табл. 20.

КАРТОГРАФИЯ  
ТАБЛИЦА 18. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ

136

№ варианта	Название карты	Географический атлас
1	Строение земной коры Климатическая карта Африки Карта народов Карта урбанизации Карта энергетики Экономическая карта Европы	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
2	Геологическая карта России Климатическая карта России Карта плотности населения России Карта социальной инфраструктуры Карта машиностроения России Экономическая карта Западной Сибири	атлас 8 класса атлас 8 класса атлас 8 – 9 классов атлас 8 – 9 классов атлас 9 класса атлас 9 класса
3	Карта климатических поясов Климатическая карта Северной Америки Карта религий мира Карта плотности населения Карта текстильной промышленности Экономическая карта Африки	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
4	Климатическая карта Южной Америки Карта природных зон Южной Америки Карта уровня образования Карта трудовых ресурсов Карта транспорта Экономическая карта США	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
5	Почвенная карта России Карта водных ресурсов России Карта народов России Карта плотности населения России Карта транспорта России Экономическая карта Поволжья	атлас 8 класса атлас 8 класса атлас 8 – 9 классов атлас 8 – 9 классов атлас 9 класса атлас 9 класса


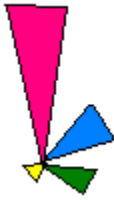
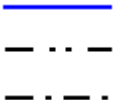
<b>№ варианта</b>	<b>Название карты</b>	<b>Географический атлас</b>
6	Климатическая карта Евразии Карта природных зон мира Карта народов и плотности населения Расы мира Карта черной металлургии мира Экономическая карта Индии	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
7	Почвенная карта мира Климатическая карта мира Карта рождаемости населения Карта состава населения по полу Карта сельского хозяйства мира Экономическая карта Японии	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса
8	Климатическая карта Австралии Карта природных зон Австралии Карта смертности населения Карта народов мира Карта химической промышленности Экономическая карта зарубежной Азии	атлас 7 класса атлас 7 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса атлас 10 класса

ТАБЛИЦА 19. СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЯВЛЕНИЙ  
НА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ

138

№ п/п	Название карты, масштаб, стр. в атласе	Название способа	Рисунок способа	Изобрази- тельные средства	Какое явление показано
1	2	3	4	5	6

ТАБЛИЦА 20. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

№ п/п	Название карты, масштаб, стр. в атласе	Название способа	Рисунок способа	Изобразит. средства
1	2	3	4	5
1	Выбросы загряз- няющих веществ в атмосферу (атлас Пермской области, с. 21) 1:4000000	Количе- ственный фон		Цвет
		Картодиа- граммы		Диаграмма (роза)
		Линейных знаков		Цвет и рису- нок линии

Основные свойства явления			
Характер размещения	Качественная характеристика	Количественная характеристика	Динамика
7	8	9	10

139

Какое явление показано	Основные свойства явления			
	Характер размещения	Качествен. характеристика	Количеств. характеристика	Динамика
6	7	8	9	10
Масса выбросов загрязнителей	Локализовано по площади	нет	Масса выбросов в среднем за год, тыс.т	Год
Доля загрязнителей в массе выбросов	Локализовано по площади	Цвету соответствуют загрязняющие вещества	Размер диаграмм соответствует количеству вещества в массе выброса	Год
Реки, границы субъектов РФ, границы административных районов Пермского края	Локализовано по линии	Линии разного цвета и рисунка показывают разные явления	нет	нет

## ГЛАВА 6

### СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА

#### 6.1. Общие требования

Рельеф земной поверхности образует сплошное и в целом плавно изменяющееся поле высот. Имеются и резкие изменения высот: обрывы, овраги, каньоны и др. Для изображения рельефа чаще всего применяют способ изолиний и способ значков, а на геоморфологических картах – способы качественного фона и ареалов. Однако есть специфические требования, которым всегда подчиняется изображение рельефа на картах:

- **метричность** изображения обеспечивает возможность получения по карте абсолютных высот и превышений, характеристик углов наклона, расчленения и др.;
- **пластичность** изображения обеспечивает наглядную передачу неровностей рельефа;
- **морфологическое соответствие** изображения проявляется в стремлении подчеркнуть типологические особенности форм рельефа, его структурность.

## 6.2. Способы изображения

На старых картах рельеф изображался схематическим **перспективным рисунком** в виде горных цепей, отдельных возвышенностей, холмов. Для большей выразительности горки покрывались тенями. Для этого способа не требовалось знания абсолютных или относительных высот, крутизны склонов, а было достаточно передать общее расположение водоразделов и направление хребтов (рис. 55). 141



**Рис. 55. Фрагмент карты Моравии с перспективным рисунком рельефа (XVII в.) (Верещака, 2016)**

Американский ученый Эдвард Райс разработал в XX в. способ оформления геоморфологических карт с помощью перспективного изображения ландшафта и предложил свыше сорока рисунков для различных ландшафтов. Этот способ был назван **физиографическим** (рис. 56). Сущность способа следующая: на плановой картографической основе проводится ландшафтное районирование и далее заполняются районы согласно установленной легенде. Горные хребты при этом показываются в их реальном положении на местности (Верещака, 2016).

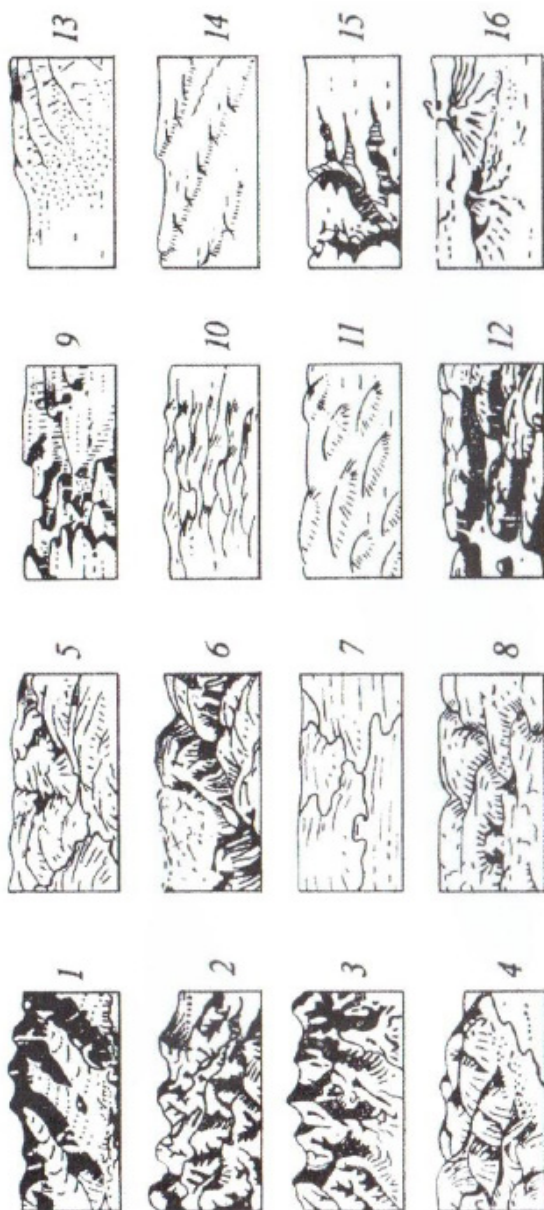
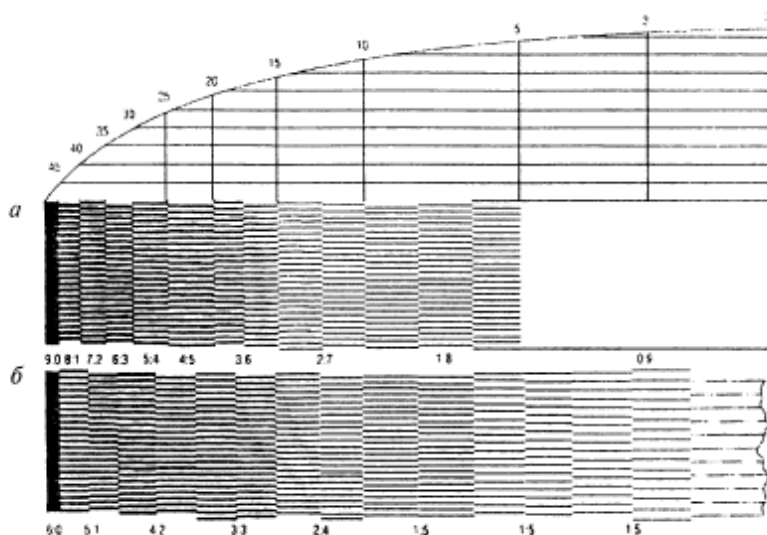


Рис. 56. Условно-перспективные изображения для основных морфологических ландшафтов (по Э.Райсу):

1 – ледники (гледчеры); 2 – высокогорья альпийские; 3 – высокогорья альпийские; 4 – среднегорья; 5 – холмистые области;  
 6 – оромоленные горы; 7 – денудационные равнины (пенеплены); 8 – останцовые равнины, подвергшиеся омоложению;  
 9 – лёссовые области; 10 – моренные ландшафты; 11 – друмлины; 12 – фьорды;  
 13 – аллювиальные подгорно-верные равнины; 14 – куэсты; 15 – плато, омоленные в аридных условиях; 16 – вулканы  
 (Верещака, 2016)

**Способ штрихов крутизны** – чем круче склон, тем толще и плотнее штриховка, что отвечает изменению освещенности, при которой крутые склоны как бы покрыты глубокой тенью, а пологие максимально освещены. Используется несколько шкал штрихов крутизны: шкала Иоганна Лемана, шкала А.П. Болотова и шкала Главного штаба (рис. 57).

143



**Рис. 57. Шкалы штрихов крутизны:**  
**а – шкала И.Лемана; б – шкала Главного штаба**  
**(Верещака, 2016)**

Впервые шкалу штрихов крутизны создал в 1799 г. саксонский картограф И.Леман. Он принял следующее отношение тени, т.е. толщины штриха  $T$ , к свету, т.е. промежутку между штрихами  $C$ , которое выражалось простой пропорцией:

$$T/C = \alpha / (45^\circ - \alpha),$$

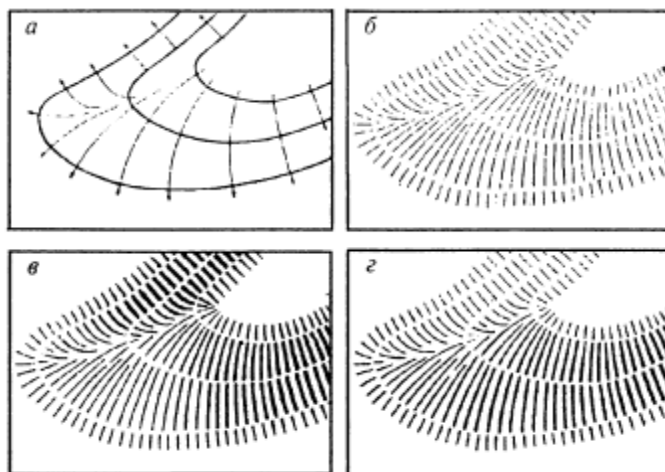
где  $\alpha$  – это угол наклона склона. Шкала Лемана состояла из девяти ступеней: для склонов с углами  $0 - 5^\circ$  отношение толщины штриха к ширине просвета составляло  $0:9$ , при склоне  $5 - 10^\circ$  это отношение  $1:8$  и т.д., на верхней ступени шкалы с углами наклона  $40 - 45^\circ$  это соотношение составляло  $8:1$ , а более крутые склоны покрывались сплошным черным

цветом (рис.57, а). Штрихи располагались вдоль направления скатов, что придавало изображению рельефа большую пластичность, хорошо подчеркивало неровности и перегибы поверхности, особенно в горной местности.

144

В России применяли другие шкалы – шкала А.П.Болотова и шкала Главного штаба (рис. 57, б), в которых более детально проработаны ступени для малых уклонов (менее  $15^\circ$ ), для чего было увеличено число градаций, изменена толщина штрихов и ширина промежутков между ними.

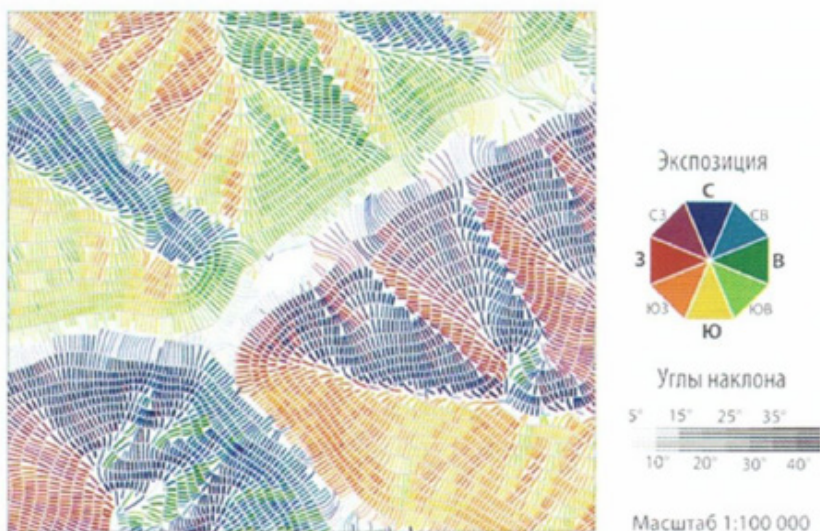
Для нанесения штрихов на карте вначале проводили горизонтали, они служили канвой для построения линий скатов, далее по ним вычерчивали штрихи, затем с рисунка снимали горизонтали (рис.58).



**Рис. 58. Схема построения штрихового рисунка рельефа:**  
**а – исходные горизонтали и линии скатов; б – расстановка штрихов;**  
**в – штрихи крутизны; г – теневые штрихи (Верещака, 2016)**

В настоящее время этот способ применяют для изображения скалистого рельефа на топографических и мелкомасштабных общегеографических картах.

На кафедре картографии и геоинформатики МГУ проводятся исследования по автоматизированному построению карт со штрихами крутизны и отображением экспозиции склонов (рис.59).



**Рис. 59. Рельеф, выполненный с использованием штрихов крутизны и экспозиции, Т.Е. Самсонов (МГУ) (Верещака, 2016)**

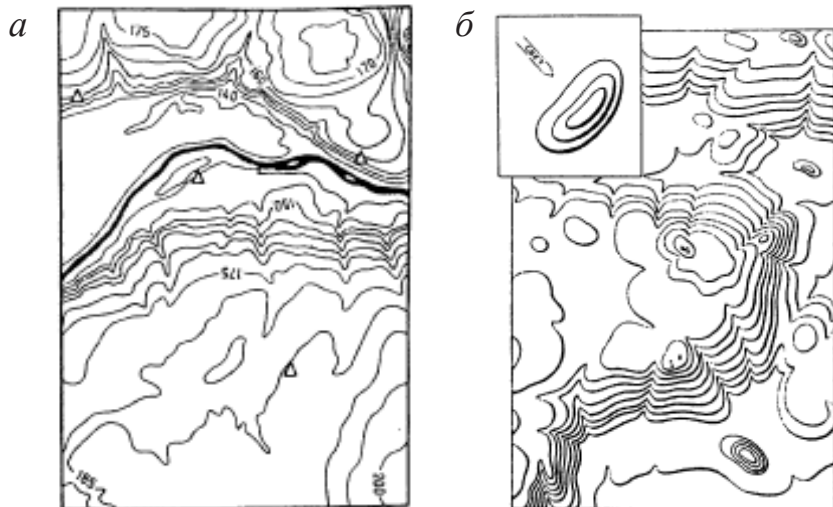
**Способ теневых штрихов** – штрихи наносятся по принципу бокового (косого) освещения. Предполагается, что источник света размещен в северо-западном углу карты. Штрихи черного или коричневого цвета накладывают так, чтобы выделить освещенные и затененные склоны, подчеркнуть основные формы рельефа, перегибы склонов, расчленение поверхности (рис.58, г).

Способы штрихов хорошо передают пластику рельефа, его морфологию, но не позволяют определять высоты.

Способы штрихов крутизны и теневых штрихов сыграли важную роль в изображении рельефа на картах второй половины XIX в. На крупномасштабных и среднемасштабных картах применялся только способ штрихов крутизны, а на мелкомасштабных – теневых штрихов, иногда сочетались оба метода. Недостатком является большая загруженность карты штрихами, что снижает читаемость других элементов содержания.

**Способ горизонталей** – основной способ изображения рельефа на современных топографических, физических, гипсометрических картах. Горизонталей – это линии равных высот. Они представляют собой проекции на плоскость следов

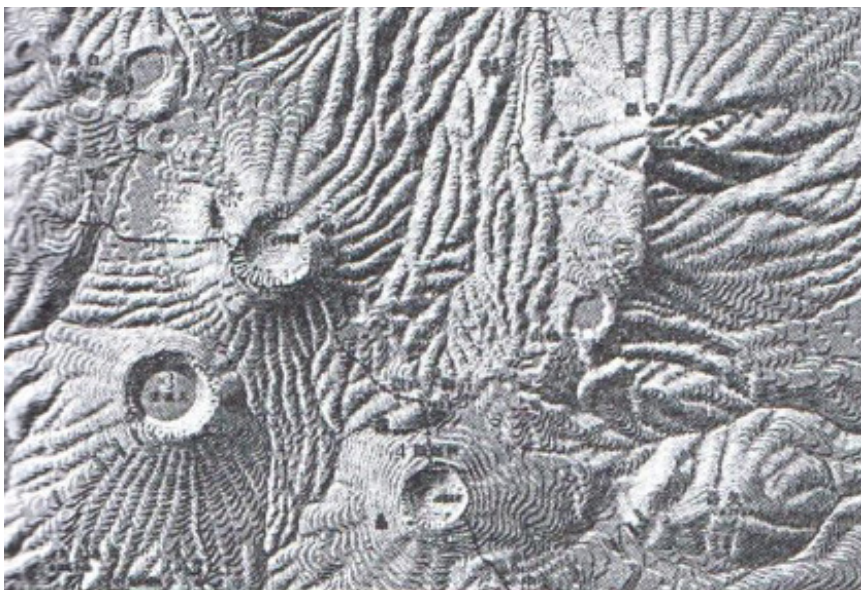
сечения рельефа уровненными поверхностями, проведенными через заданный интервал, который называется **высотой сечения рельефа**. В любом месте карты по горизонталям можно определить абсолютную и относительную высоту, форму и крутизну склонов, рассчитать морфометрические показатели вертикального и горизонтального расчленения (рис. 60, а; 61). Для изображения рельефа морского дна используют изобаты – изолинии равных глубин. Чтобы усилить выразительность горизонталей (пластичность рельефа), на некоторых картах вводится дополнительное боковое освещение, и происходит утолщение горизонталей на затененных склонах и утончение на освещенных склонах. Такой способ называют **освещенные (затененные) горизонтали** (рис. 60, б). Он завоевал большую популярность при создании генеральных батиметрических карт. Часто его называют способом Танака по имени японского картографа Исиро Танака, впервые применившего этот способ для картографирования рельефа дна Тихого океана (рис. 62).



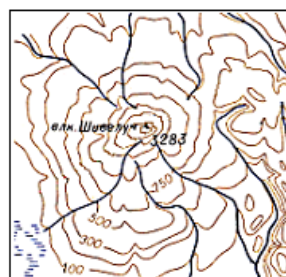
**Рис. 60. Способ горизонталей (а)  
и освещенных (затененных) горизонталей (б)  
(Берлянт, 2001)**



**Рис. 61. Изображение рельефа горизонталями на фрагменте листа двухверстной карты Средней Азии (Верещака, 2016)**



**Рис.62. Изображение вулканического рельефа Японии способом освещенных изогипс Исиро Танака. Масштаб 1: 100 000, интервал между горизонталями 20 м (Верещака, 2016)**



**а – горизонталей и  
высотных отметок**



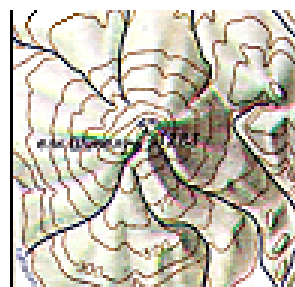
**б – горизонталей, высотных отметок и  
гипсометрической окраски**



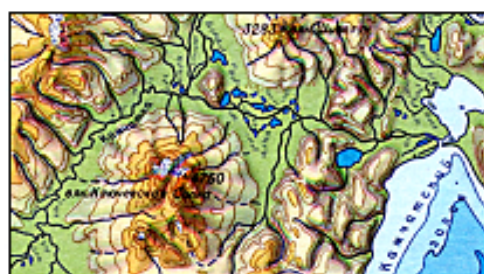
**в – горизонталей, штрихов  
крутизны, высотных  
отметок**



**г – горизонталей, гипсометрической  
окраски, штрихов крутизны, высотных  
отметок**



**д – высотных отметок,  
горизонталей, отмывки**



**е – высотных отметок, горизонталей,  
гипсометрической окраски, отмывки**

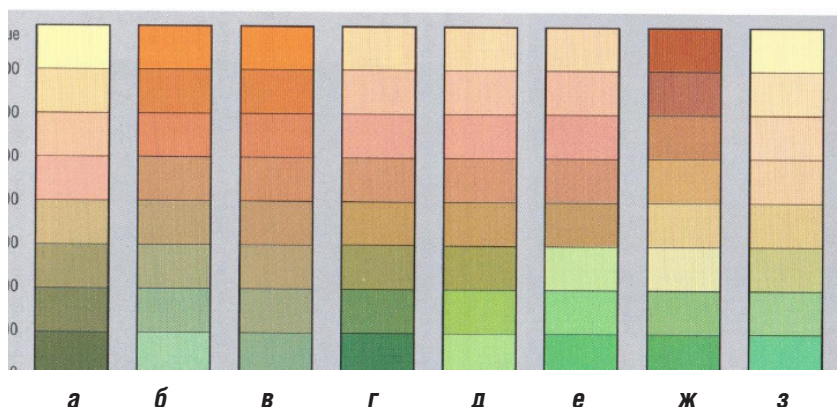
**Рис. 63. Способы картографического изображения рельефа**

**Способ гипсометрической окраски** предполагает использование цветowych шкал. Они могут быть одноцветными с изменяющейся светлотой и насыщенностью цвета либо многоцветными с изменением цвета, его светлоты и насыщенности. Существует несколько принципов построения шкал (рис. 64):

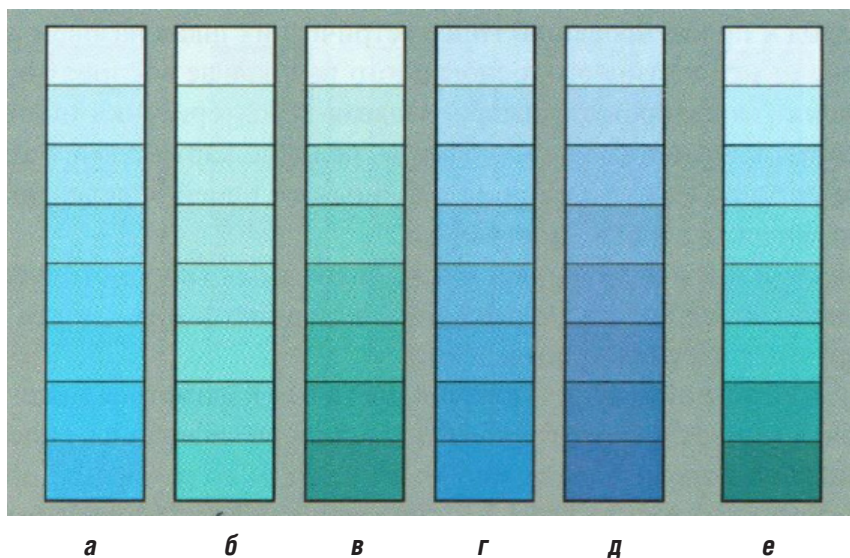
149

- затемняющиеся шкалы строятся по принципу «чем выше, тем темнее»: в них насыщенность послойной окраски возрастает с высотой (например, от желто-коричневого до темно-коричневого цвета в горах);
- осветляющиеся шкалы строятся по принципу «чем выше, тем светлее»: в них насыщенность послойной окраски уменьшается с высотой (например, от темно-зеленого до бледно-зеленого цвета на равнинах);
- шкалы возрастающей насыщенности и теплоты тона используют такую последовательность цветов: серо-зеленый, зеленый, желтый, желто-оранжевый, оранжевый, красный. Горы выглядят ярко, а низменности как бы удалены, и цвет их слегка приглушен.

Батиметрические шкалы применяют для изображения дна рек, морей, океанов. С глубиной затемнение шкалы всегда усиливается (от голубого к синему цвету) (рис. 65). Ступени рельефа суши и морского дна обычно объединяют в одну шкалу высот и глубин.



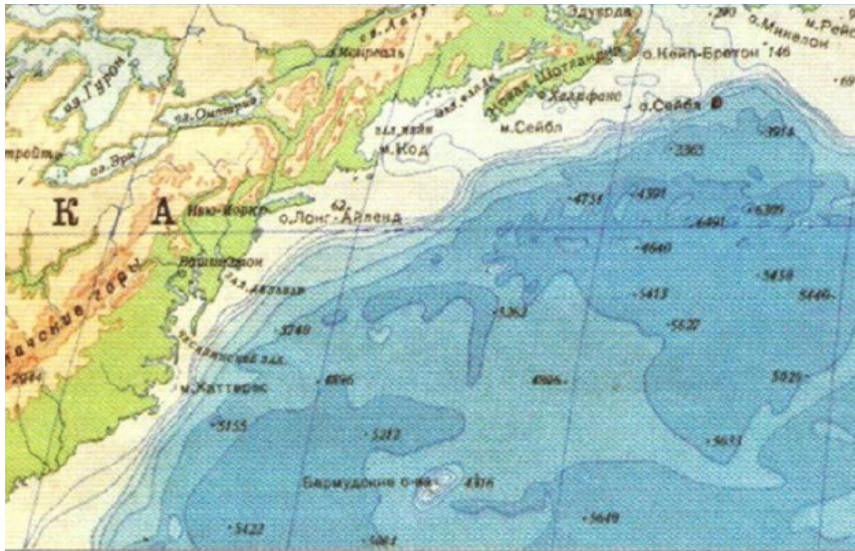
**Рис. 64. Живописные гипсометрические шкалы:** а – живописная шкала цветовой тональности вечернего освещения; б – шкала воздушной перспективы; в – шкала с постоянной светлотой и возрастающей кверху насыщенностью; г – шкала с увеличивающейся кверху светлотой и изменяющейся насыщенностью; д – шкала Скворцова с осветлением окраски к обоим концам; е – шкала с двойным переломом по светлоте; ж – шкала с обычным переломом по светлоте (светлота возрастает к середине шкалы); з – шкала Имгофа с возрастающей светлотой и убывающей насыщенностью (Верещака, 2016)



**Рис.65. Варианты цветового решения батиметрических шкал:** а – д – шкалы сгущения окраски одного цветового тона; е – шкала с использованием нескольких цветовых тонов (Верещака, 2016)

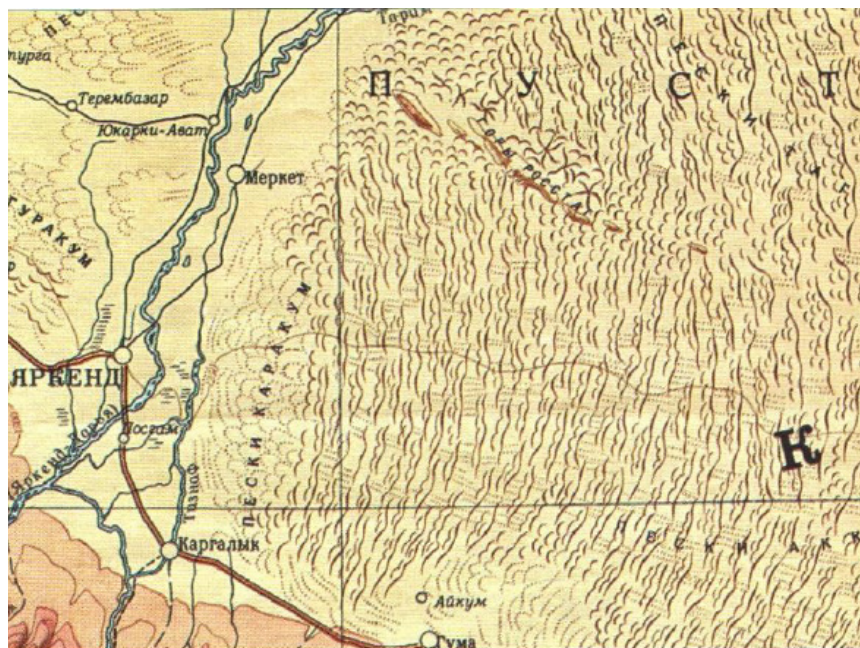
**Способ высотных (глубинных) отметок.** Высотные (глубинные) отметки – это цифры, помещаемые на карте возле точек и указывающие их абсолютную или относительную высоту или глубину (рис. 66). С помощью высотных отметок показывают особо важные (командные) или характерные высоты. Например, вершины гор, холмов и т. д.

151



**Рис. 66.** Изображение рельефа способом гипсометрической и батиметрической окраски дополняется способом высотных и глубинных отметок

**Способ специальных условных обозначений.** Для показа элементов и форм рельефа, не выражающихся в масштабе карты, используют специальные условные знаки. К ним относятся, например, обрывистые берега, карстовые воронки, вулканы, барханы (рис. 67), карьеры, насыпи, курганы, терриконы, овраги и т. д. Метричность таких форм рельефа обозначается цифрой (пояснительной подписью), к примеру, глубина ямы.



**Рис. 67. Изображение рельефа гипсометрическим способом дополняется условными знаками песков (барханов) на карте Средней Азии масштаба 1: 500 000 (Верещака, 2016)**

**Способ отмывки** – создание полутонового изображения при заданном освещении местности. Черная (серая или коричневая) акварельная краска наносится на затененные склоны и размывается кистью так, чтобы на крутых склонах тени лежали гуще, а на пологих светлее. Используют три варианта отмывки:

- **отмывка при косом освещении** – когда свет падает как бы из верхнего левого угла карты, освещая западные и северо-западные склоны и затеняя восточные и юго-восточные;
- **отмывка при отвесном освещении** – когда свет падает сверху и вершины гор оказываются освещенными, а понижения затененными;
- **отмывка при комбинированном освещении** сочетает эффект косого и отвесного освещения.

Способ отмывки придает изображению рельефа наибольшую выразительность благодаря светотеневой пластике, однако не позволяет определить метрические показатели рельефа (рис. 68).

Рукописная отмывка рельефа широко использовалась с начала XX в. до внедрения в картографию компьютерных технологий, когда светотеневое оформление рельефа стало выполняться аналитически на основе цифровых моделей рельефа.

153



**Рис. 68. Отмывка рельефа при северо-западном освещении (Верещака, 2016)**

**Цифровые модели рельефа** (ЦМР) – совокупность (массив, файл) высотных отметок  $Z$ , взятых в узлах некоторой сети точек с координатами  $X$ ,  $Y$  и закодированных в числовой форме.

Различают четыре способа построения ЦМР:

- получение высотных отметок в узлах регулярной сетки, в вершинах квадратов или прямоугольников – создание матрицы высот;
- нерегулярное (или случайное) размещение высотных отметок в узлах произвольной треугольной сетки – такие данные обычно получают при съемке на местности;
- размещение высотных отметок вдоль горизонталей или изобат с определенным шагом, т.е. цифрование этих изолиний по карте;
- получение высотных отметок в точках пересечения горизонталей со структурными линиями рельефа – осями водоразделов, тальвегами и др., что дает возможность наиболее точно зафиксировать морфологию рельефа.

**ЦМР** – основа компьютерного картографирования. Они позволяют визуализировать рельеф в горизонталях с помощью интерполяции, экстраполяции или аппроксимации. Детальные ЦМР дают возможность выполнить аналитическую отмывку рельефа при заданном освещении.

154

Для того чтобы рельеф на карте был показан наиболее точно и подробно, совместно применяют несколько способов (рис. 63).

Для изображения рельефа на картах применяют и универсальные способы картографического изображения. Способ значков используют для изображения элементов рельефа, не выражающихся в масштабе карты, например вулканы. На физических картах и орографических схемах используют способ линейных знаков. Он показывает структурные элементы рельефа суши и дна океанов (скалистые гребни, глубокие ущелья и др.). Способ ареалов с использованием обозначений грунтов актуален при изображении динамичных форм рельефа – осыпей, моренных гряд, эоловых форм (дюн, барханов) и т.п. Способ качественного фона используется для показа типов рельефа на геоморфологических картах. Способ знаков движения применяется для показа перемещения явлений, например, направления движения морских наносов. Способ количественного фона может применяться для отображения районирования территории по степени вертикальной и горизонтальной расчлененности рельефа.

Кроме этого, очень популярен способ надписей, когда термин определяет отображаемую форму рельефа – **г. Тулымский камень** (гора), **плато Путорана** (плато), **Прикаспийская низменность** (низменность) и т.д.

### 6.3. Практическое задание по теме «Способы картографического изображения рельефа»

155

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБОВ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА

### Цель

Научиться определять способы изображения рельефа на картах разного масштаба, ознакомиться с графическими средствами изображения рельефа и основными свойствами отображаемого рельефа (метричность и пластичность).

### Задание

Определить способы картографического изображения рельефа

- на топографической карте,
- на физической карте заданной территории,
- на карте одного из океанов.

Дать характеристику этих способов, заполнив таблицу, в качестве примера выполнения работы использовать табл. 21.

В первой колонке таблицы указывается полное название карты и ее масштаб; во второй – название способа изображения рельефа (отрабатываются все способы изображения рельефа на данной карте); в третьей – зарисовка способа; в четвертой – формулируется основной принцип способа; в пятой – дается характеристика основных свойств способа (наглядность и метричность); в шестой – если на карте для показа рельефа использован только один способ, то он применяется самостоятельно, если же рельеф на карте показан одновременно несколькими способами, то они применяются совместно (указывается один раз для всей карты).

ТАБЛИЦА 21. СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА

156

№ п/п	Название карты, масштаб	Название способа	Рисунок способа
	1	2	3
1	Топографическая карта 1: 10 000	Способ горизонталей	
		Способ высотных отметок	. 155

<b>Основной принцип способа</b>	<b>Основные свойства способа (наглядность и метричность)</b>	<b>Применение способа (само- стоятельно или совместно с другими)</b>
4	5	6
<p>Чем ближе расположены горизонтالي, тем круче склон и, нао- оборот, чем дальше расположены горизонтали, тем положе склон</p>	<p>Наглядность способа достигается передачей форм рельефа с помо- щью бергштрихов.</p> <p>Метричность способа: горизонтالي проведены через 2,5 м; крутизна склонов определяется по графику заложения горизонталей</p>	Совместное
<p>Чем больше число, тем выше место</p>	<p>Наглядность способа хорошая.</p> <p>Метричность способа: число показывает абсо- лютную высоту места в метрах</p>	

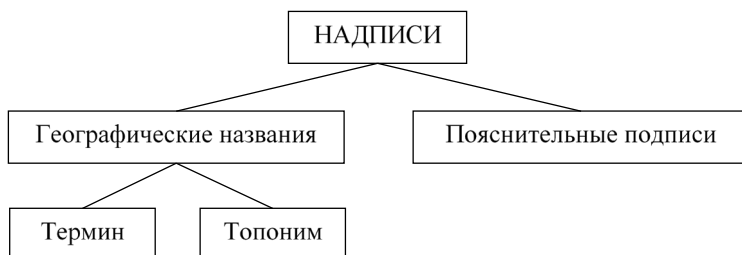
## ГЛАВА 7

## НАДПИСИ НА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ

Важным и существенным элементом содержания любой географической карты являются надписи. Именно надписи позволяют пользователю карты легко по ней ориентироваться, опознавать и находить нужные объекты, получать какие-то дополнительные качественные или количественные их характеристики. Надписи служат для получения справочных сведений. В отличие от «немых» карт, надписи обогащают карту информацией, но при наличии их большого количества на карте могут и ухудшить её читаемость. Поэтому выбор шрифтов, установление оптимального количества надписей и правильное их размещение на карте – одна из важных задач при создании любого картографического произведения.

## 7.1. Виды надписей

Выделяется две группы надписей на географической карте: **географические названия и пояснительные подписи** (рис. 69).



**Рис. 69. Группы надписей на карте**

**Географические названия** объектов состоят из двух частей – **термина** и **топонима**.

**Термины** – понятия, относящиеся к объектам картографирования. Например, гора, хребет, вулкан, озеро, море, электростанция и т.д.

**Топонимы** – собственные географические наименования объектов картографирования. Это могут быть оронимы – названия элементов рельефа (например, Народная, Тарбагатай, Везувий), гидронимы – названия водных объектов (например, Байкал, Лаптевых), этнонимы – названия этносов, зоонимы – названия объектов животного мира и т.д. Изучением топонимов на карте занимается картографическая топонимика – раздел картографии на стыке с топонимикой.

Совместное использование термина и топонима даёт полное географическое название объекта на карте. Например, гора Народная, хребет Тарбагатай, вулкан Везувий, озеро Байкал, море Лаптевых, Камская ГЭС. Порядок размещения термина и топонима устанавливает название самого объекта. Например, Чёрное море, а не море Чёрное или море Лаптевых, а не Лаптевых море. Иногда на карте надпись, показывающая географическое название, может включать только топоним (это относится ко всем странам, населённым пунктам, рекам и другим объектам).

Географические названия можно различать по значению и изменению этих значений:

- названия, определяющие качество объекта или его положение, – гора Лысая, остров Северный и т.п.;

- собственные имена – Азия, Хуанхэ и прочие, лишённые для нас очевидного смыслового значения, но обладавшие им в прошлом (Азия от финикийского слова «асу» – «восход» или «восток») или имеющие его у других народов (Хуанхэ на китайском языке «Жёлтая река»). К этой группе относится большинство названий;
- названия-посвящения – Улан-Батор, Екатеринбург, Лазаревское, Берингов пролив и т.п.;
- указательные названия – Севастопольская бухта, Пермский край и т.п., обозначающие один объект по отношению к другому;
- названия-титуты – Российская Федерация, Соединённые Штаты Америки (США), Федеративная Республика Германия (ФРГ), Южно-Африканская Республика (ЮАР) и т.п.

### ***Пояснительные подписи:***

- указания качественных особенностей объектов, не отражаемых условными знаками (например, указание породного состава леса или состав грузопотоков);
- указания количественных характеристик объектов (например, глубина ямы, высота обрывистого берега реки, ширина дороги);
- обозначение хронологических рамок или дат событий (например, дата катастрофического землетрясения, год освобождения от колониальной зависимости) и периодов сезонных явлений (например, доступность перевалов, разрешённое время переправ через горные реки);
- пояснения к знакам движения (например, дрейф станции Северный полюс-1, скорость перемещения литосферных плит);
- собственные имена и названия, не относящиеся к географическим объектам (например, фамилии мореплавателей вдоль маршрутов);
- буквенные или числовые индексы, поясняющие то или иное явление на карте (например, буквенные индексы на геологической карте, числовые индексы на карте народов, буквенно-числовые индексы на почвенной карте). Не следует путать с буквенными и цифровыми обозначениями в качестве картографических знаков, например, буквенных значков для месторождений полезных ископаемых, с высотными/глубинными отметками и т.д.;

- пояснения к линиям картографической сетки (экватор, северный и южный полярные круги, северный и южный тропики).

Обилие надписей создает пестроту, оттесняет на второй план и заслоняет собой основное содержание карты; места пересечения надписей с контурами того же цвета часто малоразборчивы. Поэтому при создании карты важно ограничиваться только необходимыми надписями. С этой точки зрения можно отметить неравноценность различных категорий надписей. Географические названия можно передать на карте только надписями, а некоторые пояснительные подписи при необходимости можно заменить изобразительными средствами используемых картографических знаков. В то же время, применяя пояснительные подписи для характеристики качественных или количественных особенностей объектов, картограф упрощает пользователю чтение карты.

161

Для экономии места стандартные пояснительные подписи и географические термины обычно помещаются на карте в сокращённом виде, а принятые сокращения расшифровываются в таблице условных знаков. Например, **бер.** – берёза; **г.** – гора, **влк** – вулкан, **оз.** – озеро, **вдхр** – водохранилище и т.п.

## 7.2. Картографические шрифты

Надписи на географических картах могут различаться по виду (рисунку) шрифта, по его размеру (кеглю), начертанию букв (прямому или наклонному), использованию заглавных и строчных букв, по цвету. Так, например, города и населённые пункты городского типа на картах всегда подписывают буквами прямого шрифта, а сельские населённые пункты подписывают буквами наклонного шрифта, используя заглавные буквы для названий административных центров (столиц государств или центров субъектов государств), высотой букв показывают количество жителей. Таким образом, надписи могут дополнительно выполнять роль условных знаков, что ещё в большей степени повышает их значение. При первом взгляде на карту именно надписи прежде всего привлекают внимание и формируют мнение о карте. Поэтому выбор шрифтов и выполнение надписей относятся к важным моментам оформления карт.

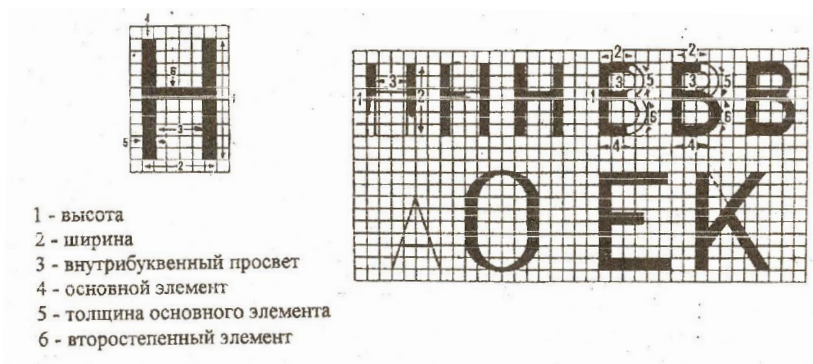
### 7.2.1. Основные виды шрифтов, их графические средства

162

**Шрифт** – графическое начертание букв и цифр. В зависимости от техники исполнения различают рукописный, рисованный, гравированный и типографский шрифты.

Основные графические признаки картографических шрифтов: характер рисунка букв (округлые, сжатые), толщина, ширина и высота отдельных элементов букв и цифр. Знаки шрифтов имеют основные элементы (утолщенные линии), дополнительные элементы (соединительные штрихи, угловые соединения, подсечки) и внутрибуквенные просветы (рис. 70). Их различные сочетания характеризуют вид картографического шрифта.

Совокупность буквенных знаков, объединённых общностью построения графических элементов, составляет определённую шрифтовую гарнитуру (рис. 71).



**Рис. 70. Элементы букв и особенности их вычерчивания (Машенцева и др., 1986)**

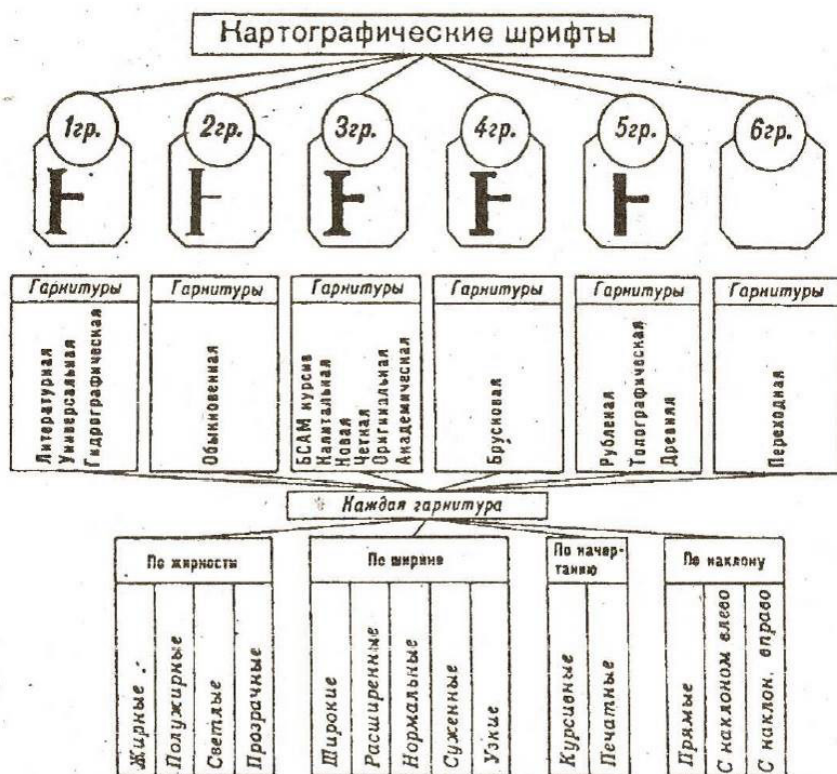


Рис. 71. Классификация шрифтов (Машенцева и др., 1986)

Шрифты обладают следующими признаками:

- **контраст шрифта** – отношение толщины основного элемента к дополнительному. Чем больше разница в толщине элемента, тем контрастнее шрифт. Различают контрастные, среднеконтрастные и малоконтрастные шрифты. Хорошо читаемы среднеконтрастные шрифты, имеющие соотношение 2:1;
- **светлота (жирность)** – отношение толщины основного элемента ( $a$ ) к ширине внутрибуквенного просвета ( $b$ ). Выделяют остовные, светлые ( $a < 1/2b$ ), нормальные ( $a \sim 1/2b$ ), полужирные ( $a = b$ ) и жирные ( $a > b$ ) шрифты;
- **ширина** – отношение ширины буквы ( $l$ ) к её высоте ( $h$ ). По ширине различают узкие ( $l < 2/3h$ ), нормальные (от  $l \sim 3/5h$  до  $l \sim 5/6h$ ) и широкие ( $l > h$ ). Выделяют также разновидности шрифтов – суженные и расширенные;
- **ориентировка** – прямые, наклонные вправо и влево;
- **начертание** – печатные, курсивные. В печатных шрифтах заглавные и строчные буквы имеют в основном, одинаковый рисунок, а в курсивных – в основном разный рисунок;
- **размер** – высота букв шрифта;
- **цвет шрифта** – важное изобразительное средство, влияющее на читаемость, наглядность и художественные качества шрифтового оформления карт (Востокова и др., 2002).

Шрифты подразделяются на шесть основных групп, разделение шрифтов в группах проводится по гарнитурам, объединяющим шрифты одинакового рисунка, но различающимся по жирности, ширине и начертанию (рис. 72). Это **контрастные** с неплавными соединительными элементами и тонкими длинными подсечками (рис. 72,а); **среднеконтрастные** с плавными соединительными элементами и короткими подсечками (рис. 72,б); **малоконтрастные**, среди которых выделяются шрифты с плавными соединительными элементами и прямоугольными подсечками (рис. 72,в), с неплавными резкими соединениями и прямоугольными подсечками (рис. 72,г), без подсечек (рис. 72,д). Используют также и шрифты, которые не входят ни в одну из названных групп, например, художественные шрифты (рис. 72,е).



**Рис. 72. Основные группы шрифтов (Машенцева и др., 1986)**

165

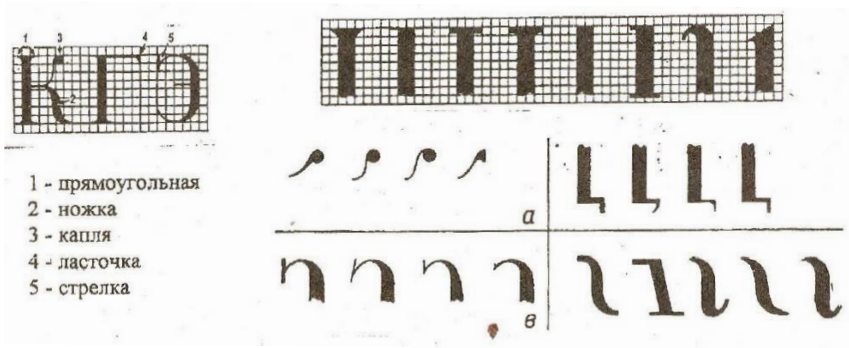
**Основные параметры букв.** Во всех шрифтах буквы и цифры состоят из сочетаний элементов: вертикальных, горизонтальных, наклонных, прямолинейных, закруглённых. Определены пять групп:

1. Буквы и цифры, образованные прямолинейными элементами, расположенными вертикально и горизонтально (Н, Г, Е, П, Т, Ц, Ш, Щ, 1).
2. Буквы и цифры, состоящие из сочетаний вертикальных и наклонных прямых (М, Д, И, Л, 4, 7).
3. Буквы, состоящие из сочетаний наклонных прямых (А, У, Х).
4. Буквы и цифры, состоящие из кривых линий (С, О, 3, Э, 0, 3, 6, 8, 9).
5. Буквы и цифры, состоящие из сочетаний прямых и кривых линий (Б, В, Ъ, Ь, Ы, Р, Ч, К, Ж, Я, Ф, Ю, 2, 5).

Отдельные элементы букв могут быть толстыми (налитыми) и тонкими (волосными). Налитые элементы называются основными, а волосные – второстепенными. Наиболее широкая часть налитого элемента называется толщиной и является определённой величиной. Высота отдельной буквы или цифры называется её размером. От высоты буквы зависит её ширина и толщина основного элемента. Так в нормальном жирном шрифте это соотношение 8:5:2 мм (высота: ширина: толщина).

В любом шрифте буквы делятся на нормальные, исключительные (А, Д, Т, Ц, Ъ, Щ) и широкие (Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю). Как правило, ширина широких букв равна их высоте. У букв Д, Ц, Щ выступ горизонтального элемента не входит в ширину. Ширина букв А и Т больше на 1/5 ширины нормальной буквы.

Для читаемости шрифта используют подсечки – каплеобразные и угловые элементы, стрелки и ножки, закругления разного рисунка на конце букв и цифр (рис. 73).



**Рис. 73. Формы подсечек (Машенцева и др., 1986)**

**Элементы построения шрифтов. Методика вычерчивания слов при рукописном исполнении.** Вначале осваивают рисунок остова. Все буквы подразделяются на заглавные и строчные. Заглавные буквы выше строчных: в прямых шрифтах в два раза (например, высота заглавной буквы 6 мм, высота строчных букв 3 мм), в курсивных допускается любая высота, но не больше, чем в два раза (например, при высоте заглавной буквы 6 мм, высота строчных букв может быть 3, 4, 5 мм). Большинство строчных букв печатного шрифта повторяют рисунок заглавных букв, а в курсивных шрифтах они отличаются от заглавных.

Освоив написание остова букв (начертание рисунка буквы), в зависимости от применяемого шрифта, можно добавить толщину элементов, контраст элементов, подсечки и т.д. (см. приложения).

Расстояние между буквами в слове – две толщины элемента буквы. Исключение из правила – сочетание букв с открытой частью и букв, состоящих из наклонных элементов. Например, в названиях ГАВАНА или ТАЙЛАНД, первая буква с открытой частью, а вторая состоит из наклонных элементов. Между этими буквами нет пробела.

Расстояние между словами – не менее ширины одной буквы.

Расстояние между буквами и словами может быть написано на карте с разрядкой, если надпись отображает на карте большую площадь какого-либо объекта (например, надпись ТИХИЙ ОКЕАН, растягивают по всей акватории океана).

**Применение шрифтов с использованием компьютерных технологий.** Компьютерные технологии позволяют воспроизводить многообразные виды картографических шрифтов разного рисунка и размера. При изготовлении надписей все программы могут использовать шрифты, установленные в операционной системе. Имеется множество качественных шрифтов различных видов, в том числе и картографических. Наиболее популярны шрифты в форматах True Type или PostScript (Type I). Эти шрифты состоят из математического описания кривых и областей для каждого символа, что позволяет получать качественное изображение букв при любом размере на любом устройстве вывода. Кроме того, к символам можно применять любые аффинные преобразования для изменения их формы и расположения без потери качества. Например, воспроизводить надписи, повернутые под любым углом. В операционной системе могут быть установлены также растровые (bitmap) шрифты, но они предназначены для быстрого вывода текста на дисплей, и их использование для создания надписей на картах не рекомендуется. В диалоге выбора гарнитуры шрифта для создаваемой надписи обычно рядом с названием шрифта указывается и его формат в виде специального знака.

167

Поиск нужных видов шрифтов облегчает то, что при создании компьютерных вариантов шрифтов полностью соблюдена преемственность в их названиях. Шрифт выбирается по названию гарнитуры (typeface). Для выбранной гарнитуры можно установить размер шрифта, начертание, жирность, промежутки между буквами.

### 7.2.2. Свойства шрифтов

Шрифты, используемые на картах для географических названий и пояснительных подписей должны удовлетворять нескольким требованиям: быть чёткими и хорошо читаемыми на цветном фоне, компактными (убористыми), пригодными для воспроизведения при печати, чётко отличающимися друг от друга (важно при пересечении надписей), художественными (эстетичными).

**Читаемость.** Очень важно, чтобы надписи на карте воспринимались быстро, безошибочно и не требовали большого напряжения зрения. Трудности возникают из особенностей карты: надписи на карте даются обычно по цветному фону или по штриховке и перекрываются условными знаками; на карте многие названия могут быть не знакомыми, поэтому на карте имеет значение каждая буква. Для хорошей читаемости шрифтов необходимы: простота очертаний, чёткость форм и различаемость отдельных букв между собой. Простота шрифтов оказывает влияние и на восприятие основного содержания карты – надписи отвлекают внимание, чем сложнее рисунок шрифта, тем большего внимания требует надпись. Улучшению читаемости и различимости шрифтов способствует цвет надписей. На читаемость шрифтов влияет рациональность размещения надписей (см. разд. 7.3).

**Компактность** (убористость) шрифта позволяет либо усилить нагрузку карты надписями, либо при таком же их количестве уменьшить занимаемое ими пространство и облегчить чтение основного содержания карты. Компактность шрифта зависит от характера его рисунка, ширины букв, толщины основных элементов, расстояния между буквами. Наибольшее влияние оказывают изменение ширины букв шрифта и характер рисунка, т.к. при одинаковой ширине букв шрифты разного вида будут различаться по компактности из-за специфики начертания.

Степень компактности шрифта характеризуется площадью надписи, занимаемой на карте. Её значение легко определяется по высоте, средней ширине буквы и длине надписи.

Компактность шрифтов особенно важна для карт справочного назначения, где на единице площади карты необходимо поместить большое число надписей и обеспечить при этом хорошую читаемость. На тематических картах компактность (экономичность) шрифтов освобождает место для основного содержания карты. На стенных учебных картах, при условии читаемости надписей с расстояния, компактность шрифта имеет меньшее значение.

**Прозрачность (чернота)** связана с особенностями рисунка букв и жирностью шрифтов. Она определяется площадью всех штрихов основных и дополнительных элементов букв подписи (абсолютная чернота). Отношение площади, занятой штриховыми элементами, ко всей площади подписи принимается за относительную черноту шрифта (Востокова и др., 2002). Шрифты с большим процентом черноты перегружают карту, затрудняют восприятие штриховых элементов. Но

излишняя тонкость штрихов вредна для читаемости. Наибольшая прозрачность шрифтов применяется на мелкомасштабных справочных картах, где минимальная толщина основных элементов букв составляет 0,06–0,08 мм.

**Эстетичность** – неотъемлемое качество всех картографических шрифтов. Взгляды на эстетику шрифтов менялись в зависимости от стилистики оформления карт в разные исторические эпохи. Например, на картах XV–XVI вв. преобладали шрифты с различными декоративными деталями, украшающими карту. Такие «вензеля» порой затрудняли чтение надписи.

169

Основой современных эстетических требований являются:

- красота рисунка;
- удобочитаемость;
- рациональность пропорций;
- гармоничное сочетание с характером оформления других элементов карты, уместность применения художественных шрифтов.

**Пригодность для воспроизведения при печати.** Свойство качественного воспроизведения шрифтов связано с техническими приёмами изготовления и способами печати карт. Современная техника изготовления и печати шрифтов позволяет воспроизводить шрифты любого рисунка, в том числе с контрастными сочетаниями основных и дополнительных элементов, тонкими подсечками и соединениями.

### 7.2.3. Применение шрифтов на картах

При проектировании содержания и оформлении карты шрифты применяются:

- для географических названий и различных пояснительных подписей непосредственно в содержании карты;
- для внешнего оформления (название карты, названия диаграмм и графиков и т.д.);
- для оформления легенды (заголовки разного значения, расшифровки условных знаков и т.п.);
- для подписей выходных данных, дополнительных текстов и т.п.

**В содержании карты** шрифты выполняют разнообразные функции:

170

- служат для подписей большой группы географических названий (рис. 74);
- усиливают читаемость отдельных картографических обозначений (например, подписи рек у истока, в изгибах, около устья), подчёркивают специфику рисунка знака и его величину различием размера шрифта;
- расширяют передаваемую знаком характеристику объекта, например, знак морского пути дополняется указанием направления и расстояния в километрах (рис. 74);
- выступают в роли условных знаков, непосредственно передавая качественные и количественные характеристики объектов;
- могут выступать отдельным способом картографического изображения – способом надписей или изобразительным средством способа ареалов например.

Качественная сторона объекта отображается в основном видом, ориентировкой и цветом шрифта. На рис. 74 деление населённых пунктов по типу поселения показано сочетанием рисунка, наклоном шрифта и применением заглавных и строчных букв. Высотой букв показано количество жителей в данном населённом пункте.

**Цвет шрифта** дифференцирует объекты разного значения, способствует разделению содержания карты на планы. Например, на картах, выполняемых в цвете, все водные объекты подписывают синим (голубым) цветом.

**Размером** (иногда в сочетании с жирностью) отображают величину и относительное значение объектов. Пределы изменения размеров шрифтов в содержании карт обусловлены типом и характером их использования. Например, в условных знаках «Наставления по составлению и подготовке к изданию топографической карты масштаба 1:1 000 000» [М., 1987] на общегеографической карте масштаба 1:1 000 000 диапазон размеров составляет от 1,1 до 5,0 мм, на справочных настольных картах Атласа мира (1999) – от 0,8 до 4 мм. На стенных картах высшей школы размеры шрифтов достигают в содержании карты от 2,0 до 15 мм, а в общем её оформлении (название карты, подписи в легенде и др.) – до 35 мм (рис. 75).

<b>Города и поселки городского типа</b>	
<b>МОСКВА</b>	Четкий суженный полужирный
<b>ВОРОНЕЖ</b>	Четкий узкий полужирный
МОЖАЙСК	Новый узкий
ЗВЕНИГОРОД	Топографический полужирный
НИЖНИЙ	Рубленый узкий
<b>Населенные пункты сельского типа</b>	
Сычевка	Новый с наклоном
Знаменка	Рубленый наклонный утолщенный
Мыселки, изб. зем.	БСАМ курсив малококонтрастный
<b>Названия океанов, морей, заливов, проливов, бухт, фиордов, губ, лагуи, лиманов, озер, сухих русел судоходных рек и каналов</b>	
<b>ОКЕАН</b>	
<b>БЕЛОЕ МОРЕ</b>	Гидрографический курсив
<b>ФИНСКИЙ ЗАЛИВ</b>	малококонтрастный
Голубая бухта	
оз. Шучм (сол.)	
<b>ВОЛГА</b>	
Ока	
<b>Названия архипелагов, островов, полуостровов, кос и мысов</b>	
<b>О. ВАЙГАЧ</b>	Литературный
О. ТИЛОС	малококонтрастный
О. Зиевния	
<b>Названия крупных горных массивов и хребтов</b>	
<b>ТЯНЬ-ШАНЬ</b>	Древний курсив полужирный
<b>Названия хребтов, возвышенностей, низменностей, равнин, уступов, впадин, котловин, увалов, долин</b>	
<b>ГОРЫ МУГОДЖАРЫ</b>	Древний курсив
хр. Яннан	
<b>Названия морских возвышенностей, впадин, банок, отмелей</b>	
хр. ЛОМОНОСОВА	Банка
	Древний курсив с наклоном влево
<b>Названия песков, пустынь, степей, урочищ, солончаков, болот</b>	
<b>ПЕСКИ КАРАКУМЫ</b>	Академический курсив
степь Шардара пески Барсуки	
<b>Названия заповедников</b>	
<b>АСКАНИЯ-НОВА</b>	Брусковый полужирный
<b>Морские пути и расстояния в километрах</b>	
Керчь—Ростов 337	БСАМ курсив малококонтрастный

**Рис. 74. Некоторые виды шрифтов из «Наставления по составлению и подготовке к изданию топографической карты масштаба 1:1 000 000»**

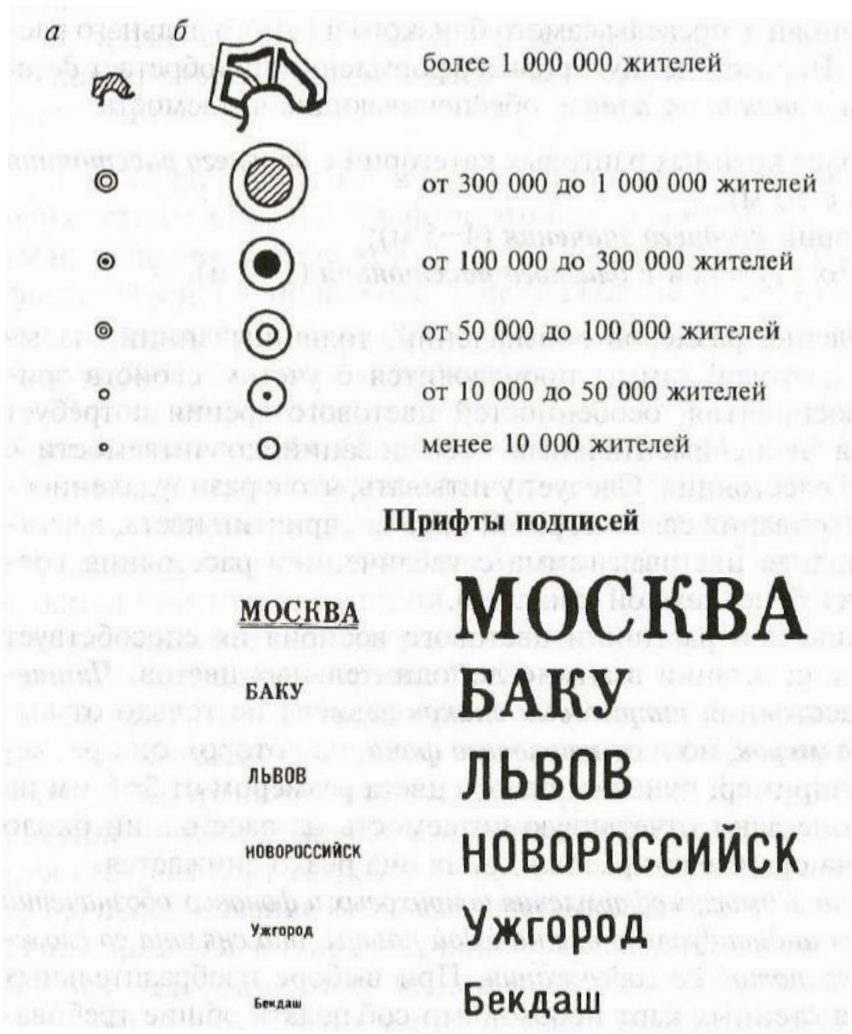
Важен выбор интервалов смежных размеров шрифтов. Слишком малые интервалы (0,1 мм) слабо обеспечивают восприятие различий в размерах шрифтов. Выбор интервалов особенно важен при многоступенчатой характеристике величины объекта. Например, для показа населённых пунктов по числу жителей (11 градаций) при диапазоне размеров 1,1–3,6 мм и интервалах 0,2–0,4 мм полная дифференциация ступеней достигается только при использовании таких графических средств шрифтов, как размер, рисунок, жирность, ширина, ориентировка.

**В легенде карты** применение картографических шрифтов связано с особенностями её структуры, характером пояснений условных обозначений:

- подробные или краткие описания знаков;
- определительные подписи, содержащие классификационные названия разных ранговых категорий;
- системы индексов, цифровые, буквенные пояснения.

Читаемость легенды находится в прямой зависимости от её шрифтового оформления. Разрабатывается специальная система шрифтов по виду и размерам в зависимости от сложности структуры легенды. Вид и размеры шрифтов устанавливаются в соответствии с различной значимостью классификационных категорий, которые они обозначают (рис.76). Для чёткого графического строя легенды необходим многоступенчатый по виду и размерам ряд шрифтов с их вертикальным и горизонтальным расположением (рис.77).

Важное значение имеет расчет расстояний как между надписями различных классификационных групп определенных рангов, так и пояснительными подписями непосредственно условных обозначений. Этот приём усиливает наглядность классификационной структуры легенды, более чётко выделяет соподчинённость подразделений. Выбор видов и размеров шрифтов зависит от назначения, характера использования карты, лаконичности самих надписей и наличия свободного места в пределах листа, отведённого для легенды.



**Рис. 75. Выбор условных обозначений и шрифтов подписей населенных пунктов для общегеографических карт:**

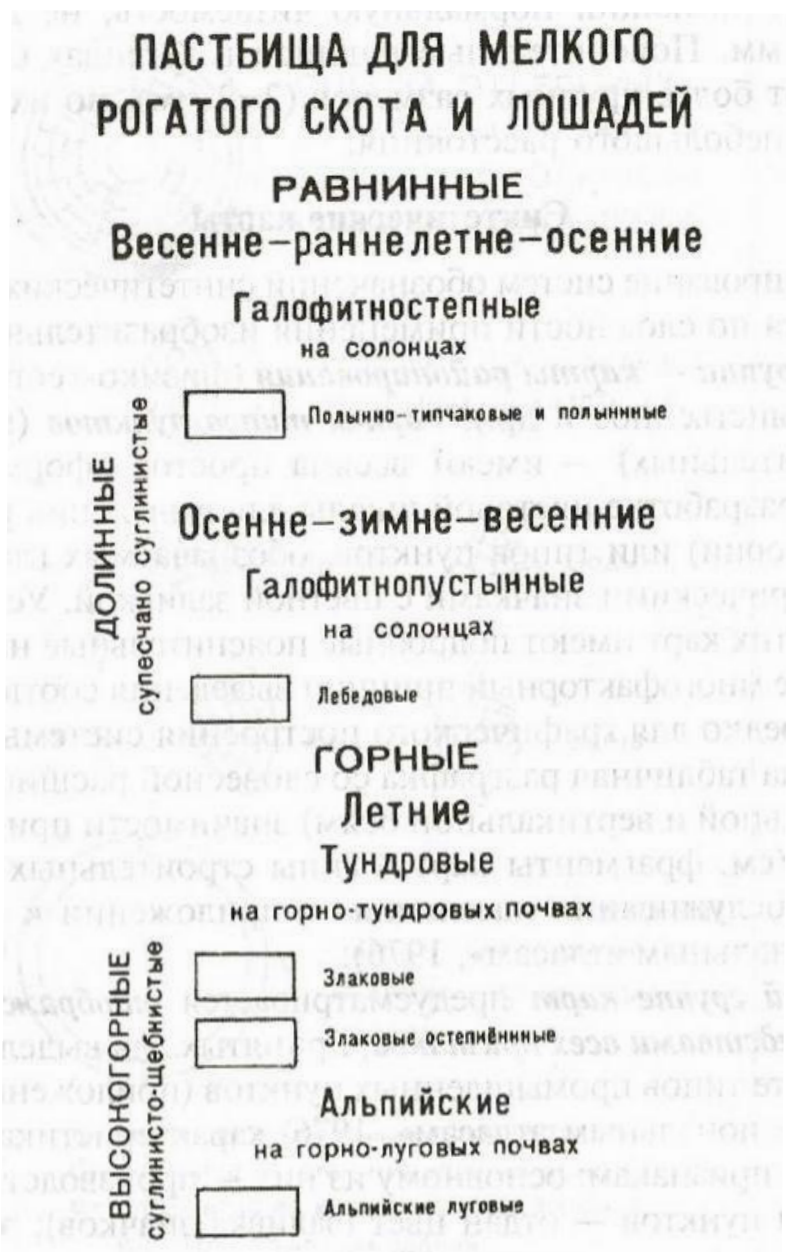
**а – настольного, б – стенного использования (Востокова и др., 2002)**



**Рис. 76. Графический проект системы знаков комплексной карты (Востокова и др., 2002)**

Для конкретной карты, серии карт или атласа разрабатывается определённая система шрифтов. Число видов шрифтов, применяемых на одной карте, зависит от типа и сложности её содержания. Большого разнообразия шрифтов требуют общегеографические карты. В инструкциях и наставлениях топографических и обзорно-топографических карт разных масштабов имеются специальные образцы шрифтов для отдельных элементов содержания. Например, для всех подписей на общегеографической карте масштаба 1:1 000 000 принято 11 видов шрифтовых гарнитур, а с учётом различий по жирности, ширине, ориентировке, написанию заглавными или строчными буквами – 22 вида шрифтов. 175

На тематических картах даётся ограниченное число шрифтов – не более 6, а в комплексных атласах оно сводится к 3–4 видам разного рисунка.



*Рис. 77. Шрифты, показывающие соподчиненность категорий в легенде карты с их вертикальным и горизонтальным расположением (часть легенды карты) (Востокова и др., 2002)*

#### 7.2.4. Шрифтовая нагрузка карт

177

Шрифтовая нагрузка измеряется площадным или числовым показателями. Площадная нагрузка – это площадь, занятая шрифтами подписей в  $1 \text{ мм}^2$  на  $1 \text{ см}^2$  карты; числовая нагрузка – это число подписей на  $1 \text{ см}^2$  карты.

Исчисление шрифтовой нагрузки числовым показателем даёт менее объективные результаты, т.к. подписи на карте имеют различия по своим графическим средствам (размеру, ширине, жирности).

Общая шрифтовая нагрузка зависит от количества требуемых надписей, их разнородности и характера, густоты размещения. Коррективы в шрифтовую нагрузку вносит выбор вида шрифтов, специфика их рисунка, размеры, жирность и т.п.

Наибольшая шрифтовая нагрузка на общегеографических картах справочного назначения – 50–70% всей графической нагрузки, причём основная доля приходится на надписи населённых пунктов. Максимальное число подписей населённых пунктов на общегеографической карте масштаба 1:1 000 000 составляет не более 140, минимальное – 60, оптимальное – 120 подписей на  $1 \text{ дм}^2$ .

С уменьшением масштаба шрифтовая нагрузка возрастает. Так на общегеографической карте мира масштаба 1:2 500 000 максимальная густота подписей населённых пунктов – 300, минимальная – 80, оптимальная – 200 подписей на  $1 \text{ дм}^2$ .

На мелкомасштабных картах исключают пояснительные подписи, относящиеся к деталям, наносятся названия крупных географических объектов, изображаемых в целом только на обзорных картах (названия орографических районов, республик, областей и др.). Надписи таких объектов требуют более крупных размеров шрифтов и соответственно больших площадей на карте.

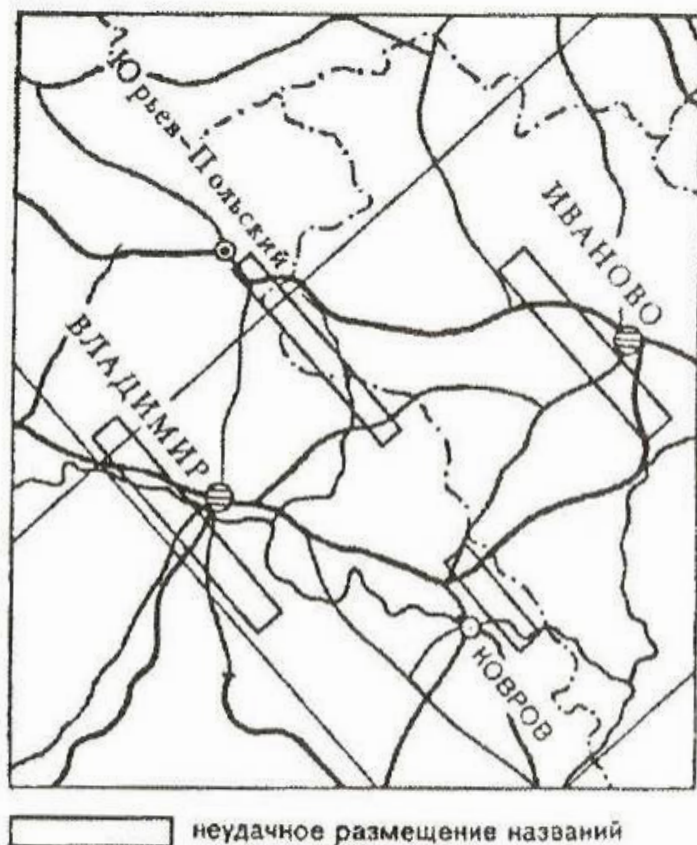
### 7.3. Размещение надписей на географических картах

178

Размещение надписей подчиняется нескольким важным требованиям: принадлежность надписи к определённому географическому объекту не должна вызывать сомнений; надписи располагаются по возможности на свободных местах, они не должны заслонять собой (или разрывать) существенные детали карты; важно, чтобы размещение надписей в их совокупности отражало относительную плотность соответствующих объектов на местности.

При размещении надписей на картах учитывается характер локализации объектов: точечный, линейный или площадной.

1. **Размещение надписей объектов, локализованных в точке (пункте)**, – названий населённых пунктов, центров промышленности, месторождений полезных ископаемых, электростанций и др. Надпись должна размещаться в непосредственной близости от объекта (0,3–0,5 мм), не вызывая сомнений в принадлежности данному объекту. При выборе места следует помнить, что она не должна закрывать собой важных элементов содержания карты или выбирается такое положение надписи, при котором она закрывает наименьшую часть штрихового изображения (рис.78) (Востокова и др., 2002). Если же это невозможно, то следует применить один из «прозрачных» шрифтов. Нежелательно использование «гало», т.к. надпись в этом случае будет занимать ещё больше места.

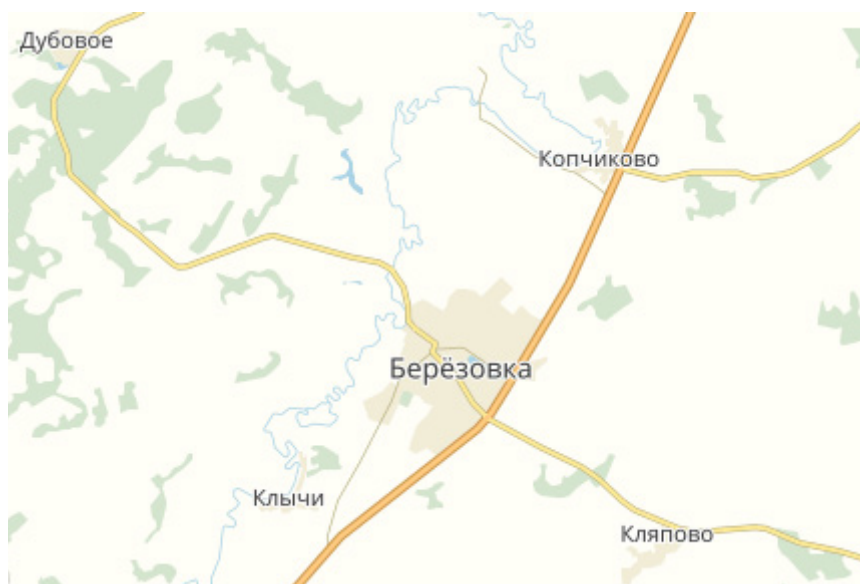


**Рис. 78. Размещение надписей населенных пунктов (Востокова и др., 2002)**

Предпочтительное место для размещения надписи – справа и против середины объекта, к которому она относится. При большом скоплении населённых пунктов на небольшой площади размещение надписи справа не всегда возможно. Допускается свободное расположение, иногда даже изогнутое (лекальное), но обеспечивающее чёткую принадлежность надписи к соответствующему объекту. Населённые пункты, расположенные на берегу реки, подписываются с того берега, где находится населённый пункт. Населённые пункты, расположенные на обоих берегах реки, подписываются с того берега, на котором находится администрация:

- при наличии картографической сетки надпись размещается вдоль параллелей (параллельно параллелям);
- при отсутствии картографической сетки надпись размещается горизонтально (т.е. у карты с прямоугольной рамкой – параллельно северной и южной рамкам карты). Для карт, построенных в полярных азимутальных проекциях, т.е. карт полярных территорий, надписи также размещаются горизонтально (рис. 79).

2. **Размещение надписей объектов, локализованных по линии**, – названий рек, улиц, дорог и других транспортных путей и т.д. Надпись должна размещаться в непосредственной близости от объекта, не вызывая сомнений в принадлежности данному объекту. Линейные объекты подписываются параллельно знаку объекта или вдоль его оси.



**Рис. 79. Пример карты без картографической сетки**

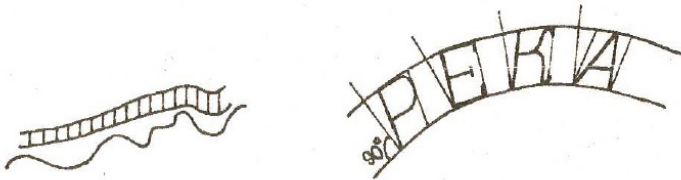
Так как в природе сложно найти реки, проведённые по линейке, то возникает ряд сложностей с размещением надписи по плавной кривой линии, отражающей изгибы русла реки. Рассмотрим подробнее вопрос размещения надписей названий рек. На картах мелкого и среднего масштаба подписываются только крупные реки до определённого порядка

(1-го и 2-го; 1, 2, 3-го в зависимости от масштаба карты и необходимости надписи). При этом реки более высокого порядка подписывают более высоким кеглем, снижая высоту кегля по мере уменьшения порядка реки. Если река длинная, то надпись располагают в нескольких местах: в верховьях (у истока), в среднем течении русла и в низовьях (у устья).

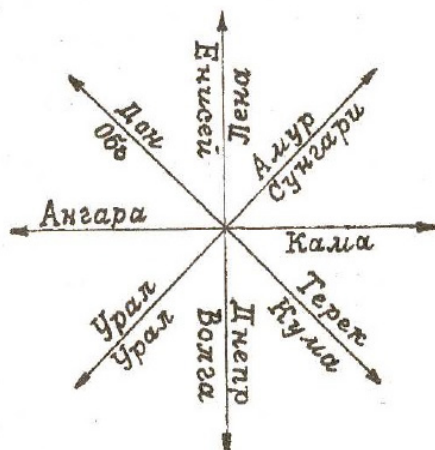
181

Размещая надпись по кривой линии, следует выбрать наиболее удобный (по возможности, спрямлённый) участок русла реки. Выбрав этот участок, необходимо определить направление течения реки в данном месте и разместить надпись согласно предлагаемой схеме (рис. 80, 81). Обратите внимание, что реки (или их участки), текущие в широтном направлении, следует подписывать с правого берега. Исключение из правила – на картах какого-либо государства названия пограничных рек размещаются на территории этого государства. Например, если мы строим климатическую карту Евразии, то согласно правилам размещения надписей название р. Амур подписываем с правого берега (на территории Китая); а если мы создаём климатическую карту России, то р. Амур мы подписываем на территории нашей страны.

Построение надписи названия рек по плавной кривой линии показано на рис. 82. Для названий рек чаще всего применяют курсивные наклонные шрифты. Наклон каждой буквы ориентируют от нормали (перпендикуляра) к кривой (рис. 82,а). Вид шрифта и угол наклона букв единый для всех названий рек на карте. При подписи прямыми шрифтами ось каждой буквы располагается перпендикулярно к кривой (рис. 82,б). Для крупных рек используют разные размеры шрифтов, причём подписи ставят у истока, на участках с резким изменением течения, ниже впадения крупных притоков и в приустьевой части реки; при этом размеры шрифта постепенно увеличиваются от её верхнего течения к устью (рис. 82в). Названия рек на картах подписывают чаще всего с заглавной буквы без обозначения термина.



**Рис. 80. Расположение надписей по кривой линии**



**Рис. 81. Схема направлений надписей названий рек**

Для рек, ширина которых изображается в масштабе карты, названия подписываются по средней оси знака, при необходимости стрелкой показывают направление течения (рис. 82,2). Надпись должна хорошо читаться без поворота карты.

3. **Размещение надписей объектов, локализованных по площади**, – названий океанов, морей, озёр, государств, физико-географических стран, равнин, горных массивов и т.д.:

- надписи к объектам, занимающим на карте значительную площадь, размещаются на площади соответствующего объекта по плавной кривой вдоль большей оси контура так, чтобы выявить надписью эту площадь. Это указание особенно важно в отношении объектов, границы которых не обозначаются на карте. Например, пределы орографических объектов (или их единиц): Уральские горы – следует так разместить название, чтобы первая буква «У» находилась на Южном Урале, а последняя буква «ы» – на Полярном Урале; необходимо так разместить надписи орографических единиц горного Урала (Южный Урал, Средний Урал, Северный Урал, Приполярный Урал, Полярный Урал), чтобы было понятно, где закончился один объект и начался другой.



Рис. 82. Размещение надписей рек на картах (Востокова и др., 2002)

**Рис. 83. Размещение надписей горных хребтов на карте**



Рис. 84. Размещение надписей орографических объектов на карте

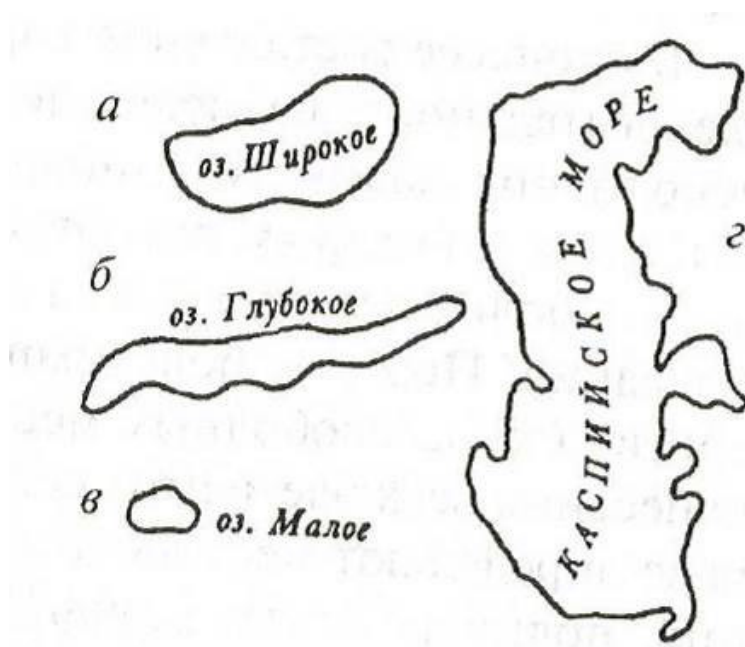


**Рис. 85. Размещение надписей административных единиц на карте**

При значительной площади объекта его название размещается по всей площади и подписывается шрифтом крупного размера и в разрядку (измеряют протяжённость объекта, делят на количество букв и таким образом определяют расстояние между буквами в слове);

- надписи к объектам, имеющим малую площадь (например, к небольшим государствам, островам или озёрам) размещаются, во-первых, по правилам «точечных» объектов. При этом надпись размещается в зависимости от конфигурации объекта: возле контура по его вытянутой оси, а при округлой форме – справа от объекта или в другом свободном месте от штриховой нагрузки карты (рис. 86). Во-вторых, с использованием цифровой сноски. В случае использования сноски следует помнить, что цифры должны быть того же шрифта, что и надписи названий аналогичных объектов. Например, если названия государств на карте мира подписаны шрифтом «альдине», то и сноски, обозначающие названия государств-карликов, ставятся этим же шрифтом.

187



**Рис. 86. Размещение надписей площадных объектов**  
(Востокова и др., 2002)

В процессе составления карты может быть разная последовательность размещения надписей на оригинале. Можно делать надписи одновременно с нанесением на оригинал объ-

188 екторов, но в этом случае могут возникать большие перекрытия надписей друг с другом или другими элементами содержания карты. Поэтому рациональнее размещение надписей на оригинале в свободных или менее загруженных местах уже после нанесения всех элементов содержания карты. При этом на оригинале определяют местоположение главных географических названий, которые подписываются шрифтами более крупного размера и образующих первый план надписей, а затем располагают другие названия, имеющие второстепенное значение.

#### 7.4. Компьютерное размещение надписей

Большинство программ поддерживают два основных способа размещения надписей: надпись, отнесённая к точке, и надпись, отнесённая к линии.

**Надпись, отнесённая к точке,** может быть расположена слева, справа, или по центру относительно точки привязки (горизонтальное выравнивание). Базовая линия текста при этом является прямой. Некоторые программы, в основном картографические блоки ГИС, позволяют делать и вертикальное выравнивание, т.е. размещать надпись сверху, снизу и по центру относительно точки привязки в вертикальном направлении. Использование выравнивания дает возможность сохранять взаимное расположение надписи и подписываемого объекта при изменении параметров шрифта.

Созданную надпись можно трансформировать с помощью аффинных преобразований. Выравнивание относительно точки привязки сохраняется и после поворота, только горизонтальное выравнивание делается вдоль базовой линии текста, а вертикальное – в перпендикулярном направлении. Поскольку буквы рисуются как площадные графические объекты, то можно выбрать цвет заливки буквы, а также цвет и толщину линии, образующей её границу. По умолчанию граница обычно не рисуется, а для заливки используется чёрный цвет. Некоторые программы позволяют применять к буквам и другие способы построения площадных знаков (заполнение шаблоном, градиентная заливка). Графические программы общего назначения позволяют также преобразовать буквы в контуры, с которыми можно работать как с обычными графическими объектами (Востокова и др., 2002).

В **надписи, отнесённой к линии**, точка привязки каждой буквы надписи расположена на опорной линии, а направление базовой линии буквы совпадает с направлением касательной к опорной линии. Это позволяет создавать надписи, расположенные по кривой, например, надписи названий рек, озёр, морей, населённых пунктов при большом скоплении их на небольшой площади (лекальное расположение надписи).

189

Для надписи, отнесённой к линии, существует аналог горизонтального и вертикального выравнивания. В первом случае текст прижимают к началу, либо к концу опорной линии, либо располагают в её середине. В некоторых программах существует ещё один способ выравнивания, при котором надпись автоматически растягивается вдоль всей опорной линии за счёт увеличения промежутков между буквами. При отсутствии такой возможности надпись вдоль линии можно растягивать за счёт подбора величины промежутков между буквами вручную через диалог выбора параметров шрифта. Аналогом вертикального выравнивания является размещение текста над опорной линией, под ней или так, чтобы опорная линия проходила через середину букв.

При создании надписей очень полезна возможность использования **шрифтовых стилей** (это понятие существует и в текстовых редакторах). Стилль включает в себя гарнитуру шрифта и все его параметры. Набор стилей создаётся один раз. Для каждой надписи указывается шрифтовой стиль, которым она должна быть выполнена. При необходимости исправить какой-либо из параметров шрифта достаточно внести изменения в параметры стиля и все его надписи, выполненные им, будут изменены.

При отсутствии в используемом программном обеспечении понятия стиля можно размещать надписи, выполняемые разным стилем, на разных слоях. Тогда для изменения параметров шрифта, которым подписаны однотипные объекты, нужно только выбрать все надписи, лежащие на одном слое, и изменить нужный параметр. Наряду со шрифтовым стилем может существовать понятие **графического стиля**, которое включает в себя способ построения линейных или площадных знаков. Всё сказанное выше о шрифтовых стилях относится и к графическим (Востокова и др., 2002).

В некоторых ГИС существуют дополнительные модули, позволяющие автоматически размещать надписи на карте. Для их работы необходимо, чтобы в базе данных содержались названия картографируемых объектов. Такие модули могут размещать надписи населённых пунктов по касательной к

параллелям, создавать криволинейные подписи для гидрографических объектов, учитывать наложение надписей на другие объекты и многое другое. Лучшие из таких программ позволяют создавать шрифтовое оформление карты, не требующее дополнительного редактирования. В любом случае автоматическое размещение надписей может использоваться в качестве предварительного этапа, но если автоматическая расстановка надписей названий «точечных», линейных и площадных объектов не соответствует вышеизложенным правилам (см. разд. 7.3), следует с помощью инструмента «редактировать» внести ручную правку (рис. 87).

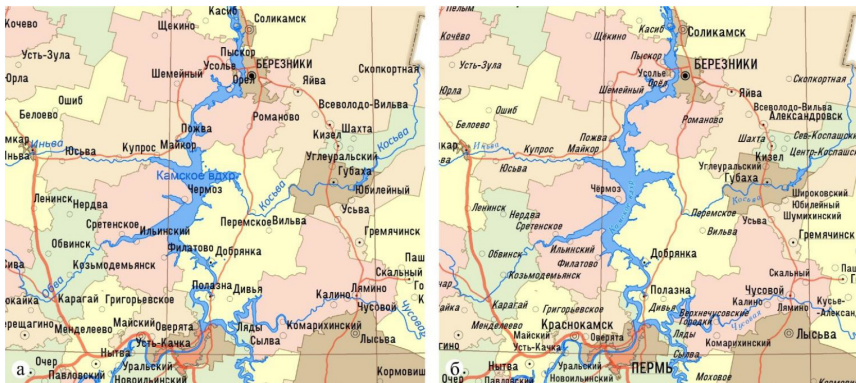


Рис. 87. Пример размещения надписей (фрагмент административной карты):  
**а** – автоматическая расстановка, **б** – расстановка с учетом правил.

## 7.5. Картографическая топонимика. Выбор и передача названий

Географические названия, помещаемые на картах, требуют самого серьезного внимания. Ведь карта с неправильными или неточными названиями – это справочник с ошибочными данными. Всестороннее изучение географических названий – их происхождения, смыслового значения, изменений, написания, произношения – составляет предмет дисциплины **топонимика** (от греческого «топос» – место, «онима» – имя). Разделы топонимики для нужд картографии выделяют в

**картографическую топонимику**, в задачи которой входит выбор географических названий и их правильная передача на картах (Салищев, 1976).

К выбору названий картографу приходится прибегать при многоименности географических объектов, когда объекты имеют несколько названий, что часто встречается в странах с несколькими государственными языками или в многонациональных государствах. В Бельгии, где два государственных языка, многие названия существуют в фламандской и французской формах – Антверпен и Анверс, Брюгге и Брюж, Берген и Монс и т.д.

191

Разноимённость характерна также для объектов большой протяжённости, находящихся на территории нескольких государств. Например, р. Дунай называется болгарами, сербами и черногорцами Дунав, румынами – Дунэря, венграми – Дуна, немцами – Донау. Спорная территория, которая по-английски называется Фолклендскими островами, в Аргентине носит название Мальвинские острова. Японское море на корейских картах называется Восточным или Восточно-Корейским. В этом случае написание названия на карте становится политической проблемой.

В практике отечественной картографии для зарубежных территорий принято использовать названия на государственном языке данной страны. Для стран с несколькими государственными языками используют названия на языке той национальности, которая преобладает в этой части страны. Иногда приводят одновременно два названия, например, для рек, пограничных или протекающих по территории нескольких государств, – Одер (по-немецки) и Одра (по-польски), Западная Двина (по-русски) и Даугава (по-латышски), т.е. даются параллельные гидронимы на карте.

Для карт России, издаваемых на русском языке, выбирают русские названия, принятые в официальных изданиях или установленные многолетней практикой. Например, р. Белая при её башкирском названии Аkitиль. При отсутствии установившегося русского названия предпочтение отдаётся национальному – буквами русского алфавита.

Названия, подвергавшиеся переименованиям, даются в современной форме. Например, Санкт-Петербург – Петроград – Ленинград – Санкт-Петербург. На исторических картах указываются те названия, которые были в том времени.

Ещё более сложный вопрос о правильном написании иностранных географических названий. Специальные нацио-

нальные и международные топонимические комиссии принимают немало усилий для нормализации географических наименований, разрабатывают инструкции по передаче иноязычных названий, в особенности с языков неевропейской системы письменности (иероглифы, арабица), вводят правила написания на картах новых географических названий (Берлянт, 2010). Такая деятельность особенно актуальна в связи со множеством переименований в разных странах (например, Бирма – Мьянма в Азии, Заир – Демократическая Республика Конго в Африке). В последние годы волна переименований охватила страны бывшего СССР. Например, в советское время города в Казахстане назывались Шевченко, а сейчас – Актау, Гурьев, а сейчас Атырау.

#### 7.6. Формы передачи иностранных названий на картах

Существует несколько форм передачи иностранных (иноязычных) названий на географических картах.

1. **Местная официальная форма** – написание географического названия на государственном языке той страны, где расположен данный объект с помощью принятого в этой стране алфавита. Местная официальная форма, сохраняя подлинное написание, может не раскрывать действительного произношения географического названия. Например, название столицы Венгрии – Budapest обычно неправильно произносится англичанами – Будапест при правильном – Будапешт, т.к. на венгерском языке латинская буква «s» означает звук «ш». Другой пример с болгарскими названиями Бългaрия и Търново, в которых русским не понятно произношение буквы «ъ». Эта форма передачи иностранных названий применяется чаще всего при создании карты какой-либо страны на её государственном языке.
2. **Фонетическая форма** – воспроизводит название географического объекта по звучанию (произношению), но передаётся буквами алфавита другого языка. Например, Пари – фонетическая передача названия столицы Франции Paris. Эту форму часто

называют условно-фонетической, т.к. не все звуки иностранного языка можно точно передать буквами другого алфавита. Особые сложности возникают при написании на русских картах произношения китайских, японских, арабских топонимов. В некоторых случаях к фонетической форме добавляют русский термин, хотя он уже входит в сам топоним, например, фьорд Согне-фьорд, озеро Солт-Лейк и город Солт-Лейк-Сити. Обратите внимание на то, что эти названия в фонетической форме сейчас были написаны буквами русского алфавита.

3. **Транслитерация** – побуквенный переход от одного алфавита к другому без учёта действительного произношения названия данного объекта. Например, в этой форме название столицы Франции Paris напишется Парис, штаты Utah и Idaho – Утах и Идахо. Эту форму используют не часто, лишь в тех случаях, когда истинное звучание топонима неизвестно. Такие ситуации возникают, например, при передаче экимосских названий в Гренландии по их написанию на датских картах или аборигенных названий в Австралии по английским картам.
4. **Традиционная форма** – написание иностранного географического названия в форме, отличающейся от оригинала, но давно принятой в разговорном и литературном языке данной страны. В нашей стране таких примеров очень много. Традиционно на русских картах пишут Финляндия, а не Суоми (так правильно называется эта страна), Греция, а не Эллас, Грузия, а не Сакартвело, Шпицберген, а не Свальбар. Итальянский город Наполи – Неаполь, английская река Темс – Темза, грузинская река Мтквари – Кура и т.д. Студенты часто задают вопрос – почему так?

Разберём в качестве примера название столицы Китая Бэйцзин – Пекин. Начнем с того, что в Китае очень много диалектов, так что сами китайцы в различных регионах называют свою столицу по-разному. Кроме того, китайская фонетика вообще крайне сложна для передачи на европейские языки. Название «Пекин» близко к произношению в южных диалектах – они произносят его как «Бакин». Когда-то, несколько сот лет назад, примерно так же произносили это слово и на севере. Именно тогда этот город стал известен в Европе и в большинстве языков его называли «Пекин». Но затем в северных диалектах произошёл сдвиг согласных, и «к» практически во всех

словах стал произноситься как «ц» (интересно, что примерно такой же сдвиг когда-то произошёл в латыни, и тогда кесарь стал цезарем). Название столицы стало произноситься как «Бэйцзин». Так как северные диалекты в Китае имеют некоторый приоритет (да и сам Пекин находится именно на севере), то в отдельных языках произношение было приведено в соответствие с оригинальной формой – опять же с учётом неоднозначности транскрипции китайских звуков. Одним из таких языков стал английский – Бэйджин (Beijing), и произошло это, между прочим, только в XX в. Однако в подавляющей части остальных языков мира никаких изменений не произошло – скажем, французы называют город *Pékin*, испанцы – *Pekín*, а итальянцы – *Pechino*.

Традиционные названия оправданы, когда они действительно прочно вошли в жизнь, запечатлены в литературе и стали, таким образом, привычными для населения.

5. **Переводная форма** – передача названия в переводе с одного языка на другой по смыслу. Это касается объектов, для которых установилась международная традиция. Например, мыс Доброй Надежды (по-английски Cape of Good Hope), Скалистые горы (по-английски Rocky Mountains), Огненная Земля (по-испански Tierra del Fuego), Чёрное море (по-английски – Black Sea, по-французски – Mer Noire, по-румынски – Mare Negra, по-болгарски – Черно море). Часто переводится лишь часть названия: Новый, Старый, Северный, Южный и пр. Примеров много: Новый Южный Уэльс, Северная Каролина и т.д. Следует помнить, что не все географические названия подписывают на карте в переводной форме (например, Рейкьявик – бухта дыма, Памир – подножие смерти подписывают на карте без перевода).
6. **Сокращённая форма** – передача иностранного географического названия с сокращением, т.к. в оригинале такое название может занимать много места на карте. Знакомо ли вам название столицы Аргентины? Конечно, Буэнос Айрес! Именно так и написано на русских картах это название. А в оригинале звучит так – *Сьюдад де ла Сантиссимо Тринидад и Пуэрто де Нуэстро сеньора де Санта Мария де Лос-Буэнос-Айрес* (что в переводе с испанского означает – благословенный маленький город и порт, названный в честь Святой Марии и порт тихих благоприятных ветров).

Но это не самое длинное название. В книгу рекордов Гиннеса занесено самое длинное название города, столицы Таиланда, состоящее из 18 слов: **Крунгтеп Маха Накорн Амон Раттанакосин Маханиндра Аюттая Махадилок Поп Нопрарат Ратчатани Буриром Удомратнивет Махасатан Амонпиман Аватансатип Саккакатия Висануккампасит**. Сами тайцы называют город Крунгтеп Маха Накорн (город ангелов, Великая столица – в переводе с тайского, а в традиционной форме в России – Бангкок).

195

Название невысокой горы на Северном острове Новой Зеландии (300-метрового холма) на языке коренного населения маори включает 82 буквы одним словом в русской транскрипции и 92 буквы в английской транскрипции: **Таума-тауакатангиангакоауауотаматеатурипукакапикимаунгахоронукупока нуэнуакитанатаху**, а в сокращённой форме на карте подписывают – Таумата. В переводе – «Вершина холма, где мужчина с большими коленями, который скатывался, забирался и проглатывал горы, известный как поедатель земли, играл на своей носовой флейте для своей возлюбленной».

## 7.7. Нормализация географических наименований

Во всём мире особое внимание обращается на нормализацию наименований, т.е. выбор наиболее употребляемых названий и определение их написания на том языке, на котором создаётся карта.

В нашей стране нормализация производится в соответствии с правилами и традициями русского и других языков народов России. Правильная передача географических названий осуществляется по правилам практической транскрипции. В словарях, справочниках и каталогах, на картах и в атласах должны публиковаться только нормализованные наименования географических объектов.

При ООН существует специальная Группа экспертов по географическим названиям. В России нормализация географических названий является задачей специализированного подразделения Федеральной службы государственной

регистрации, кадастра и картографии (Росреестра). В нём разрабатывают инструкции по нормализации наименований, публикуют руководства, нормативные словари, списки переименований.

196

Работы по созданию и ведению Государственного каталога географических названий осуществляются в соответствии с Федеральным законом от 18.12.1997 № 152-ФЗ «О наименованиях географических объектов» и приказом Минэкономразвития России от 27.03.2014 № 172 «Об утверждении Порядка регистрации и учета наименований географических объектов, издания словарей и справочников наименований географических объектов, а также выполнения работ по созданию Государственного каталога географических названий». В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 19.02.2013 № 220-р работы по созданию Государственного каталога географических названий и его ведению осуществляет федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-технический центр геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных».

Для сохранения сведений об употреблении наименований географических объектов в различных формах написания в Государственном каталоге в графе «варианты названия» содержатся наименования географических объектов, которые были ранее присвоены этим объектам, а позднее изменены, а также наименования географических объектов, выявленные по различным источникам.

В целях обеспечения единообразного и устойчивого употребления в Российской Федерации наименований географических объектов проводится работа по согласованию с органами государственной власти субъектов Российской Федерации реестров наименований географических объектов на территории субъектов Российской Федерации, подготовленных на основе базы данных Государственного каталога географических названий.

Одновременно проводится работа по согласованию реестров наименований географических объектов на территории субъектов Российской Федерации с Управлениями Росреестра, в результате которой выявляются расхождения в наименованиях географических объектов в реестрах, ранее согласованных с органами государственной власти субъектов Российской Федерации, и проводятся дополнительные мероприятия по устранению выявленных расхождений. Данные наименования выделены цветом в представленных

реестрах наименований географических объектов на территории субъектов Российской Федерации, с которыми можно ознакомиться на сайте Росреестра.

Внесению в Государственный каталог подлежат наименования географических объектов Российской Федерации, континентального шельфа и исключительной экономической зоны Российской Федерации, а также наименования географических объектов, открытых или выделенных российскими исследователями в пределах открытого моря и Антарктики. Государственный каталог создается и ведется в форме электронной базы данных с использованием автоматизированной информационной поисковой системы, обеспечивающей регистрацию, хранение и обновление информации, а также оперативную обработку, подготовку и выдачу по запросам пользователей, зарегистрированных в Государственном каталоге, сведений о наименованиях географических объектов. Государственный каталог является составной частью федерального картографо-геодезического фонда, находящегося в ведении Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии.

197

В последнее время исправлению подвергаются названия географических объектов, в наименовании которых есть буква Ё. Необходимо знать ударение в названии для выбора его правильного написания. Например, Очёр, а не Очер или Вёлс, а не Велс, Звёздный, а не Звездный. Но, к сожалению, нормативные документы – реестр (перечень) наименований географических объектов – далеко не всегда содержат правильные в произношении названия, и картограф обязан соблюдать нормативные указания и подписывать название объектов так, как указано в перечне.

Во многих странах созданы государственные каталоги географических названий – систематизированные, нормализованные и постоянно обновляемые фонды названий. Их назначение состоит в том, чтобы упорядочить и закрепить эти названия, контролировать их изменения.

В каталогах и справочных информационных топонимических системах обычно фиксируют следующие данные: вид географического объекта; название; географические координаты; административная принадлежность и географическая привязка; источник, откуда взято название; переименование объекта; дополнительные сведения.

Географические названия группируют по административным единицам, а внутри них – по алфавиту. Основным

источником для составления каталогов служат топографические карты. В наиболее полных государственных справочных системах содержатся все топонимы, встречающиеся на самых крупномасштабных картах страны. Российский фонд названий сформирован на основе карт в масштабе 1:1 000 000 и, частично, более крупномасштабных источников. Карты и атласы должны давать названия, выверенные по каталогам.

### 7.8. Практические задания по теме «Надписи на географической карте»

В связи с тем, что периодически меняются учебные планы и отводится разное количество часов на изучение данной темы, а также иногда возникают проблемы с оснащенностью аудитории, разработаны варианты практических работ в рукописном и в компьютерном видах. Выбор варианта работы осуществляет преподаватель.

199

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10 КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ШРИФТЫ

### Цель

Изучить картографические шрифты (виды, графические средства, свойства, применение) и освоить правила построения букв нескольких картографических шрифтов.

**Материалы и инструменты для рукописной работы:** лист А4 формата миллиметровой бумаги; карандаш, линейка, транспортир; альбом картографических шрифтов (прил. 4).

### Задание

1. Ознакомиться с теорией, изложенной в разд. 7.2.
2. Расположить лист миллиметровой бумаги горизонтально и с помощью линейки построить рамку 280/180 мм.
3. Ознакомиться с начертанием букв и цифр египетским шрифтом (рис. 88).
4. Ознакомиться с начертанием букв и цифр шрифтом альдине (рис. 89).

5. Ознакомиться с начертанием букв и цифр курсивным шрифтом (рис. 90).
6. Внутри рамки провести горизонтальную разграфку сверху вниз через 25 мм – отступ от рамки;

200

6 мм – написать название шрифта:

**ЕГИПЕТСКИЙ ШРИФТ** заглавными буквами;

5 мм – пробел;

8 мм – заглавные буквы египетского шрифта;

5 мм – пробел;

5 мм – строчные буквы египетского шрифта (а, б, е, р, у, ф) и цифры;

20 мм – пробел;

6 мм – написать название шрифта:

**АЛЬДИНЕ** заглавными буквами;

5 мм – пробел;

8 мм – заглавные буквы шрифта альдине;

5 мм – пробел;

5 мм – строчные буквы (а, б, е, р, у, ф) и цифры шрифта альдине;

20 мм – пробел;

6 мм – написать название шрифта:

**КУРСИВНЫЙ ШРИФТ** заглавными буквами;

5 мм – пробел;

8 мм – заглавные буквы курсивного шрифта;

5 мм – пробел;

5 мм – все строчные буквы и цифры курсивного шрифта.

7. Внутри рамки в нижнем правом углу подписать работу курсивным шрифтом: фамилия и инициалы (с заглавной буквы высотой 6 мм, высота строчных букв 4 мм) в родительном падеже, номер группы.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11 НАДПИСИ НА КАРТАХ

201

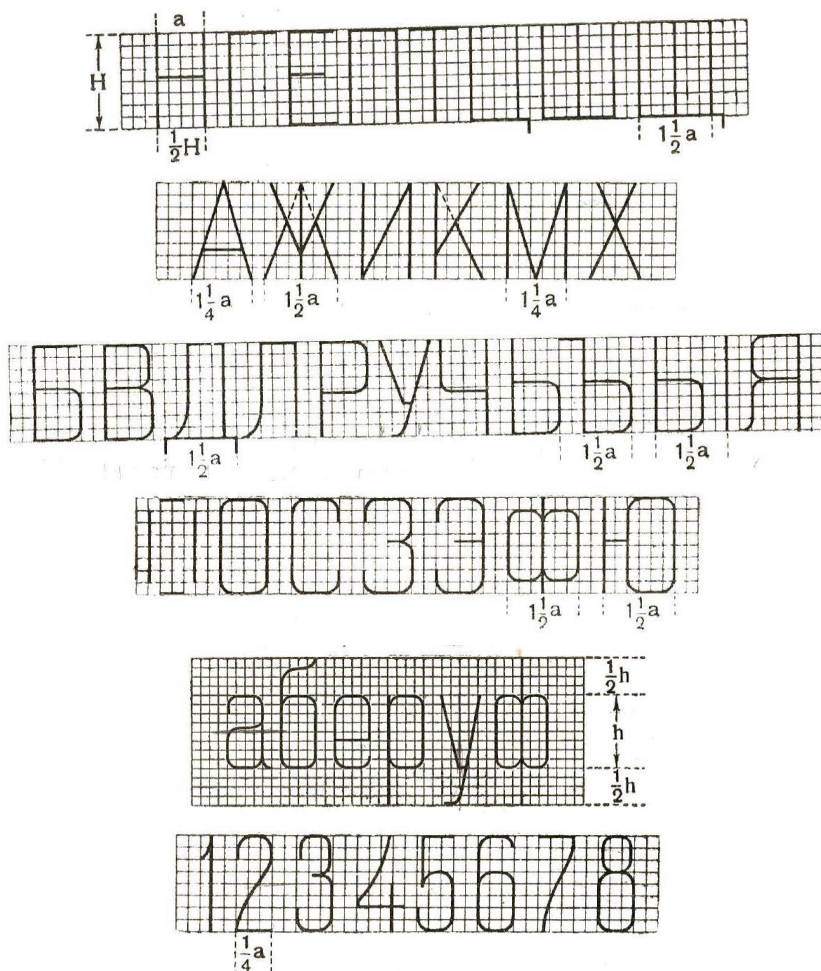
### Цель

Освоить правила размещения надписей различных элементов содержания карты: населённых пунктов, гидрографии, рельефа, различных площадных объектов.

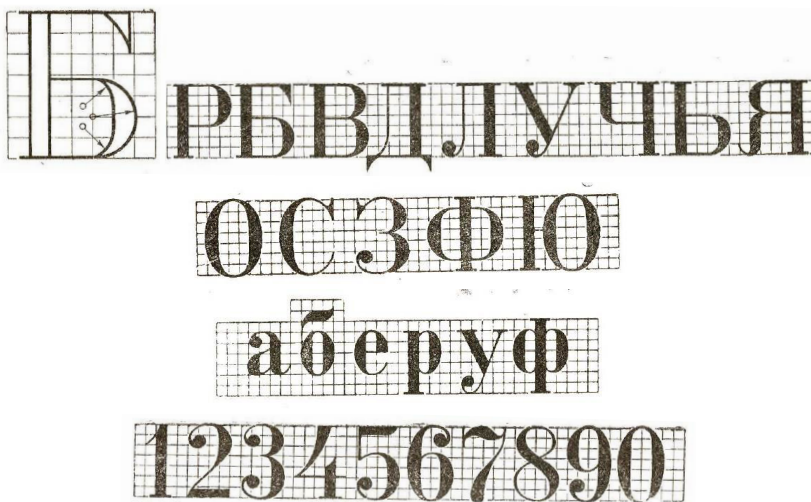
### Задание

1. Ознакомиться с теорией, изложенной в разд. 7.3.
2. Составить проект размещения надписей на карте с использованием выбранных картографических шрифтов для каждого элемента содержания.
3. В соответствии с правилами размещения надписей населённых пунктов определить для них рациональное местоположение и нанести надписи на оригинал карты.
4. Установить конкретные размеры надписей рек разной величины; наметить расположение надписи у истока, устья, у впадения притоков, нанести надписи на оригинал карты.
5. Для надписей площадных объектов (озёр, горных хребтов и др.) определить высоту и ширину шрифта; расстановку букв в зависимости от протяжённости объекта и конфигурации его очертаний; длину всей надписи для каждого объекта и характер её расположения (по прямой или изогнутой линии). Нанести надписи на оригинал карты.
6. Составленный проект надписей всех элементов содержания карты проанализировать – читаемость, рациональность размещения относительно штриховых элементов и учёта других требований (технической эстетики, наглядности). При необходимости внести правки.

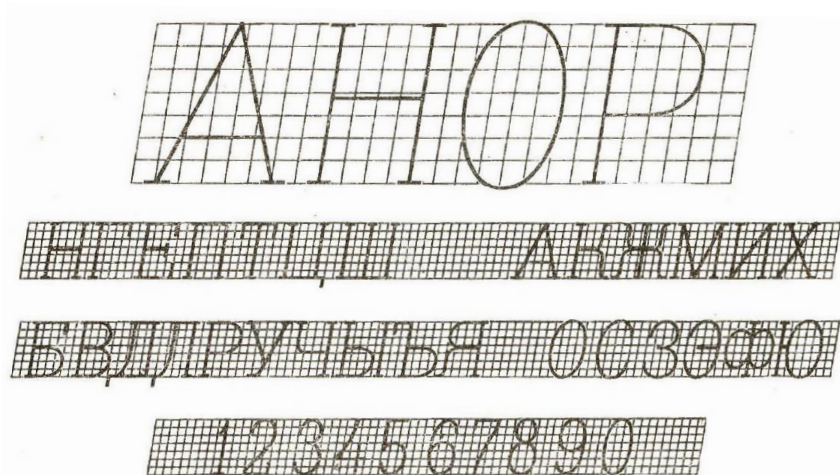
7. Проект размещения надписей на карте в рукописном исполнении сначала выполняется в карандаше, затем поднимается ручками: водные объекты – синим цветом, остальные – чёрным цветом.
8. В нижнем правом углу подписать работу курсивным шрифтом: фамилия и инициалы (с заглавной буквы высотой 6 мм, высота строчных букв 4 мм) в родительном падеже, номер группы.



**Рис. 88. Начертание букв и цифр египетским шрифтом  
(Машенцева и др., 1986)**



**Рис. 89. Начертание букв и цифр шрифтом альдине**  
(Машенцева и др., 1986)



**Рис. 90. Начертание букв и цифр курсивным шрифтом**  
(Машенцева и др., 1986)

## Практическая работа в рукописном виде

## Материалы и инструменты

204

Бланковая картографическая основа России и Пермского края; атлас России, атлас Пермского края; карандаш, линейка, транспортир, гелиевые ручки синего и чёрного цвета.

**Вариант 1. На контурной карте России масштаба 1:20 000 000 подписать:**

**Населённые пункты:**

Москва – шрифт альдине, все буквы заглавные, высота 5 мм;

Архангельск, Пермь, Тула, Уфа, Магас, Барнаул, Иркутск, Якутск, Владивосток, Анадыр – египетский шрифт, все буквы заглавные, высота 4 мм;

Воркута, Магнитогорск, Тобольск, Дальнегорск, Жиганск – египетский шрифт, высота заглавной буквы 4 мм, строчной – 2 мм.

**Реки:** Обь, Иртыш, Тобол; Лена, Вилюй; Енисей, Ангара – курсивным шрифтом, высоту заглавной и строчных букв определить самостоятельно, учитывая порядок рек.

Площадные объекты: Баренцево море, Море Лаптевых, Охотское море, Северный Ледовитый океан – курсивный шрифт, все буквы заглавные, их высоту определить самостоятельно.

П-ов Камчатка, о.Сахалин, п-ов Таймыр, Ладожское озеро, оз.Байкал – курсивный шрифт, с заглавной буквы, высоту букв определить самостоятельно.

Российская Федерация – шрифт альдине, все буквы заглавные, высота букв 5 мм.

**Вариант 2. На контурной карте Пермского края масштаба 1:2 500 000 подписать:**

**Населённые пункты:**

Пермь – египетский шрифт, все буквы заглавные, высота 4 мм.

Березники, Кудымкар, Губаха, Кунгур, Оса, Чайковский – египетский шрифт, высота заглавной буквы 4 мм, строчной 2 мм.

Гайны, Карагай, Куеда, Барда – курсивный шрифт, высота заглавной буквы 3 мм, строчной 2 мм.

**Реки:** Кама, Весляна, Вишера, Иньва, Чусовая – курсивный шрифт, высоту заглавной и строчных букв определить самостоятельно.

## Практическая работа в компьютерном виде

## Материалы и инструменты

Цифровая картографическая основа Пермского края в масштабе 1:2 500 000; геоинформационная система ArcGIS 10 (инструмент «Надписи»).

205

Создание надписей путём автоматической расстановки в ArcGIS невозможно, даже, несмотря на настраиваемые свойства их размещения, поэтому результаты автоматизированного отображения надписей нуждаются в правке и корректировке.

1. Названия населённых пунктов разместить параллельно параллелям (при наличии картографической сетки) или горизонтально (при отсутствии картографической сетки). Для нанесения названий населённых пунктов применить шрифт «Т132» чёрного цвета разной высоты (при ранжировании по количеству жителей); для городов и посёлков городского типа – прямой, для сельских населённых пунктов – с наклоном. Надписи размещаются в непосредственной близости от объекта и подписываются на том берегу, где расположен населённый пункт. Название города Перми подписывается на левом берегу Камы (Воткинского водохранилища), т.е. там, где расположен центр города.

На всех картах обязательно должны быть подписаны названия всех центров муниципальных образований Пермского края, остальные названия населённых пунктов по необходимости, в зависимости от тематического содержания карты.

2. Названия гидрографических объектов. Надписи к объектам, имеющим малую площадь, например, названия озёр, разместить вдоль параллелей или горизонтально, предпочтительно справа и против середины объекта. Надписи к линейным объектам, например, названия рек, разместить параллельно знаку, повторяя рисунок объекта. Надписи протяжённых объектов, таких как названия водохранилищ, разместить вдоль оси. Для названий гидрографических объектов использовать курсивный шрифт «А431» голубого цвета.

На всех картах обязательно должны быть подписаны названия р. Камы и крупных её притоков, Камское и Воткинское водохранилища. Остальные названия рек, озёр и Широковского водохранилища – при необходимости, в зависимости от тематики карты. При наличии на карте подписи оз. Чусовское обязательно показать его проточный характер, т.е. отобразить реки Берёзовку и Вишерку и подписать их названия.

3. Выбор объектов, требующих нанесения надписи на карту, осуществляется согласно составленной программе тематической карты.
4. Пример выполнения работы на рис. 91, 92, 93.



Рис. 91. Размещение надписей рек и объектов орографии на фрагменте физической карты



**Рис. 92. Пример типовой компоновки картографической основы масштаба 1:2 500 000**



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12 ШРИФТОВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ОРИГИНАЛОВ КАРТ

209

### Цель

Освоить правила шрифтового оформления карт – размещения названия карты, надписей различных элементов содержания карты и оформления легенды карты.

### Задание

1. В верхнем левом углу листа разместить название карты. Египетский шрифт, все буквы заглавные, высоту букв определить самостоятельно.
2. Оформление легенды карты: вся легенда оформляется египетским шрифтом, заголовки и подзаголовки – всеми заглавными буквами одинаковой высоты (заголовки и подзаголовки различаются кеглем), расшифровка знака – всеми строчными буквами одинаковой высоты (исключение – имя собственное в легенде пишется с заглавной буквы). Переносы в слове не допускаются. Сокращения используются только общепринятые. Легенда оптимизируется – например, единица измерения выносится в заголовок, а не повторяется у каждого знака.
3. Надписи объектов:
  - названия городов и посёлков городского типа – египетский шрифт; столицы и центры субъектов – все буквы заглавные, прочие – с заглавной буквы; при использовании ранжирования по количеству жителей применить разную высоту букв;
  - названия сельских населённых пунктов – курсивный шрифт; административные центры – все буквы заглавные, прочие – с заглавной буквы; при использовании ранжирования по количеству жителей применить разную высоту букв;
  - названия гидрографических объектов – курсивный

шрифт; названия океанов и морей – все буквы заглавные; названия рек, озёр, заливов, проливов и др. – с заглавной буквы;

- названия орографических объектов – курсивный шрифт; названия крупных горных систем – все буквы заглавные, остальных объектов – с заглавной буквы.

210

### Практическая работа в рукописном виде

Работа выполняется в рукописном варианте при оформлении тематической карты по заданию преподавателя.

#### Материалы и инструменты

Бланковая картографическая основа Пермского края в масштабе 1:2 500 000.

Атлас Пермского края (Пермской области).

Карандаш, линейка, транспортир, гелиевые ручки чёрного и синего цвета.

### Практическая работа в компьютерном виде

Работа выполняется в компьютерном варианте при оформлении тематических (природных, социально-экономических, экологических) карт по индивидуальному заданию преподавателя.

#### Материалы и инструменты

Цифровая картографическая основа Пермского края в масштабе 1:2 500 000.

ПО ArcGIS 10 (инструмент «Надписи»).

Пример оформления работы на рис. 93.

## ГЛАВА 8

### ИСТОЧНИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТЫ

***Источники для создания карт и атласов*** – это разнообразные документы, по которым составляется карта.

Виды источников:

- астрономо-геодезические данные;
- общегеографические и тематические карты;
- кадастровые данные, планы и карты;
- данные дистанционного зондирования Земли;
- данные непосредственных натурных наблюдений и измерений;
- данные гидрометеорологических наблюдений;
- материалы экологического и других видов мониторинга;
- статистические данные;
- результаты лабораторных анализов;
- литературные (текстовые) источники;
- теоретические и эмпирические закономерности;
- цифровые модели.

В зависимости от тематики и назначения создаваемой карты одни источники выступают как основные, а другие – как дополнительные и вспомогательные.

212 Различают источники современные, отражающие нынешнее состояние картографируемого объекта, и старые, показывающие его прошлое состояние. В некоторых случаях важны именно старые источники, например, когда речь идет об исторических картах, палеогеографических реконструкциях или о показе динамики явления.

Источники также подразделяют на первичные, полученные в ходе непосредственных наблюдений и измерений, и вторичные, являющиеся результатом обработки и преобразования первичных материалов. Первичные и вторичные источники различаются по достоверности, точности, уровню обобщения, степени генерализации и другим характеристикам, которые проявятся в результате обработки.

### Астрономо-геодезические данные

К этому виду источников относят результаты астрономических наблюдений, гравиметрических измерений, данные триангуляции и трилатерации, полигонометрии на местности. Они необходимы прежде всего для создания координатной основы карт, т.е. сети пунктов, для которых определены плановое положение и высота относительно уровня моря, а также для вычисления фигуры Земли и расчетов параметров земного эллипсоида.

Сейчас для создания геодезических сетей широко используются **глобальные позиционирующие системы**, их также называют **системами спутникового позиционирования**. Они позволяют определять координаты любой точки на местности автономно, без наземных геодезических измерений и прокладки ходов между пунктами триангуляции.

Астрономо-геодезические данные необходимы для привязки всех топографических и тематических съемок, а пункты геодезической сети – один из главных элементов математической основы карт.

### Картографические источники

К ним относят общегеографические и тематические карты, а также кадастровые данные, планы и карты.

**Общегеографические карты** используют в качестве источников при составлении любых тематических карт. Они служат основой для нанесения тематического содержания. Топографические, обзорно-топографические и обзорные карты создаются по государственным инструкциям в стандартной системе условных знаков с определенными и строго фиксированными требованиями к точности. Вся территория России покрыта топографическими картами масштабов 1: 25 000 и мельче, а вся Земля охвачена международными картами масштабов 1: 1 000 000 (около 1000 листов) и 1: 2 500 000 (262 листа). Значение общегеографических карт не ограничивается использованием их для привязки тематического содержания. Они обеспечивают географическую достоверность картографирования, играя роль каркаса, относительно которого выполняют нанесение и последующую увязку тематического содержания составляемой карты, а также взаимное согласование карт разной тематики (Берлянт, 2001). 213

**Тематические картографические материалы** – основной источник для составления тематических карт. К ним относят результаты полевых тематических съемок (крупномасштабные планы, схемы, абрисы, маршрутные и стационарные съемки и т.п.), собственно тематические карты разного масштаба и назначения, а также разные специальные материалы, например, схемы землепользований, лесоустроительные планы и др. Тематические карты крупных масштабов всегда служат источниками для создания мелкомасштабных карт. Карты одной тематики часто используют при составлении карт смежной тематики, например, при почвенном картографировании привлекают геоморфологические и геоботанические карты, при создании геоморфологических карт – геологические и тектонические карты. Для создания синтетических карт районирования и оценки территории используют серии карт разной тематики. Современное обилие тематических материалов обуславливает необходимость оптимизации их выбора при создании любой карты, а это требует от картографа глубоких географических знаний.

**Кадастровые данные, планы и карты** с документальной точностью отражают размещение, качественные и количественные характеристики природных ресурсов, позволяют дать их экономическую или социально-экономическую оценку, выработать рекомендации по рациональному использованию и охране природных ресурсов. Например, земельный, водный, лесной, городской кадастр и др.

Чтобы определить возможность карты служить источни-

ком для картографирования, необходимо провести анализ и оценку по следующим критериям:

214

- целесообразность избранного масштаба и картографической проекции;
- достоверность карты, ее научная обоснованность и логичность построения легенды;
- полнота и современность содержания;
- геометрическая точность положения объектов в плане и по высоте;
- качество оформления карты;
- качество печати.

Анализ и оценка карт всегда целенаправленны, поэтому критерии оценки приобретают разную значимость в зависимости, например, от назначения карты – как наглядного пособия, как средства исследования, источника картографирования или формирования баз данных.

Для быстрого поиска необходимых карт для картографирования существует картографическая библиография (перечень карт, собранных по территориальному или тематическому принципу, с аннотациями и иногда с оценками и рекомендациями для использования).

### Данные дистанционного зондирования Земли

Материалы дистанционного зондирования получают в результате неконтактной съемки с летательных воздушных и космических аппаратов, судов и подводных лодок, наземных станций. Получаемые документы разнообразны по масштабу, разрешению, геометрическим, спектральным и иным свойствам. Это зависит от вида и высоты съемки, применяемой аппаратуры, а также от природных особенностей местности, атмосферных условий и т.д. Высокая детальность, одновременный охват обширных пространств, возможность получения повторных снимков и изучения труднодоступных территорий – главные качества дистанционных изображений. Их используют для составления и оперативного обновления топографических и тематических карт, а также для создания фотокарт.

**Фотографические снимки.** Аэроснимки получают с самолетов, вертолетов, беспилотных летательных аппаратов, космические снимки – со спутников и космических кораблей, подводные – с подводных лодок и барокамер, а наземные

– с помощью фототеодолитов. Кроме одиночных плановых снимков используют стереопары, монтажи, фотосхемы и фотопланы, панорамные снимки и фотопанорамы и др.

**Телевизионные снимки.** Спутники позволяют получать изображение всей планеты в целом и в режиме реального времени передавать его на наземные пункты приема дистанционной информации. Телевизионные снимки бывают узко- и широкополосными, они охватывают разные зоны спектра, могут иметь разную развертку. По своему разрешению и величине геометрических искажений телевизионные изображения уступают фотоснимкам.

215

**Сканерные снимки.** В ходе съемки с самолета или спутника сканирующее устройство последовательно, полоса за полосой, просматривает местность поперек направления движения носителя. Отраженный сигнал поступает на точечный фотоприемник, и в результате получаются снимки с полосчатой или строчной структурой, строки состоят из небольших элементов – пикселов (элементарная ячейка сканерного изображения). При полете съемка ведется постоянно, поэтому сканирование охватывает широкую непрерывную полосу местности. Отдельные участки полосы называют сценами. Для картографирования обширных территорий используют монтажи сканерных снимков и сканерные «фотопортреты», которые передают облик материков и стран так, как они видны из космоса.

**Радиолокационные снимки** получают со спутников и самолетов, а **гидролокационные снимки** – при подводной съемке дна озер, морей и океанов. Бортовые радиолокаторы бокового обзора, установленные на аэро-, космических и подводных носителях, ведут съемку по правому и левому бортам перпендикулярно к направлению движения носителя. Благодаря боковому обзору на снимках проявляется рельеф местности, отчетливо читаются детали его расчленения, характер шероховатости. При съемке океанов хорошо видно волнение водной поверхности.

Среди новых видов локационных изображений отметим снимки, получаемые в ультрафиолетовом и видимом диапазонах с помощью лазерных локоаторов – лидаров. Техническое совершенствование сканерных и локационных систем, множественность съемочных диапазонов, возможности их широкого комбинирования – все это создает неисчерпаемое разнообразие источников для тематического картографирования.

Особое значение для картографирования имеет **многозональная съемка**, когда одна и та же территория (или акватория) одновременно фотографируется или сканируется в нескольких сравнительно узких зонах спектра. Комбинируя зональные снимки, можно получать так называемые **синтезированные изображения**. Например, подбирая разные сочетания, можно добиться наилучшего изображения водных объектов, геологических отложений определенного минералогического состава, разных пород леса и т.п.

### Данные непосредственных натуральных наблюдений и измерений

**Данные непосредственных натуральных наблюдений и измерений** – важнейший фактический материал для составления карт. Форма представления данных натуральных наблюдений различна. При гидрографических наблюдениях это результаты измерений, которые заносят в журналы и таблицы, при физико-географических исследованиях – описания, фиксируемые в дневниках и отчетах, фотографии и схемы, при геолого-геоморфологических исследованиях – профили, разрезы, данные бурения скважин, описания шурфов и т.п.

Данные непосредственных наблюдений подразделяют:

- на точечные – выполненные в отдельных пунктах (на скважинах, обнажениях, например);
- на маршрутные – вдоль по избранному направлению (по профилю, реке или дороге, например);
- на площадные – охватывающие всю изучаемую территорию (или ключевые участки).

Это могут быть стационарные или экспедиционные исследования. Стационары обычно располагают в характерных местах или в эталонных местах (в национальном парке, например). Наблюдения на стационарах всегда отличаются длительностью, что необходимо для картографирования динамики явлений и процессов. Экспедиционные наблюдения могут включать, например, сплошную геоботаническую (или иную) съемку местности или работу на «ключевых» участках, когда территория очень большая и нет возможности охватить ее целиком. В этом случае «ключевые» участки закладывают либо в наиболее типичных местах обширных однородных территорий (например, степей), либо в месте стыка разнородных территорий, например, в лесной зоне при смене породного состава леса.

**Данные гидрометеорологических наблюдений** – это результаты проводимых на метеорологических, гидрологических и океанологических станциях и постах наблюдений. Это данные регулярных измерений атмосферных процессов, отдельных метеорологических элементов (температуры, осадков, ветра и пр.), гидрологического режима рек, озер и водохранилищ, физико-химических характеристик морских и океанических вод и много других показателей. В нашей стране результаты наблюдений публикуются Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) в виде статистических справочников по климату нашей страны и мира, а также выпускаются ежемесячные сборники по выборочным станциям со сведениями о температуре, влажности и скорости ветра. Но не все данные есть в свободном доступе. При создании карт климатической и гидрологической тематики используют чаще всего обработанные первичные данные, например, рассчитанные средние значения температуры воздуха, количества осадков и т.д. 217

**Материалы экологического и других видов мониторинга.** Мониторинг – это постоянное слежение за каким-либо объектом, явлением или процессом. В зависимости от объекта слежения различают разные виды мониторинговых исследований. Например, при слежении за экологической обстановкой осуществляется экологический мониторинг, а при слежении за демографической ситуацией – демографический и т.д. Оперативное слежение и контроль за состоянием окружающей среды и отдельных ее компонентов по материалам дистанционного зондирования и картам называют аэрокосмическим (или картографо-космическим) мониторингом. Мониторинг предполагает не только наблюдение за процессом или явлением, но также его оценку, прогноз распространения и развития, а кроме того – разработку системы мер по предотвращению опасных последствий или поддержанию благоприятных тенденций. По материалам мониторинга создают карты динамики явлений, оценочные, прогнозные и рекомендательные карты.

## Статистические данные

При создании карт и атласов социально-экономической и экологической тематики основными источниками информации служат массовые данные, содержащие количественные сведения о состоянии и динамике производственных ресурсов и их использовании, развитии промышленности и сельского хозяйства, транспорта, энергетики, финансов и культуры и т.п.

218 Для составления карт населения основным источником являются материалы переписи населения, в ходе которой получают сведения о жителях страны или отдельных территорий. Статистические данные используют как непосредственно для нанесения на карты, так и при различных расчетах, например, имея данные о рождаемости и смертности населения, можно рассчитать показатели естественного прироста. Сбор, хранение и обработку статистических данных в нашей стране осуществляет Федеральная служба государственной статистики. Необходимую и открытую для пользователей информацию можно найти на сайте [www.gks.ru](http://www.gks.ru).

### Результаты лабораторных анализов

Это один из основных источников при создании карт экологической тематики. Так, всю группу карт загрязнения окружающей среды (воздуха, воды, почв, растительности) составляют по результатам лабораторных анализов различных проб. Химический состав горных пород, например, определяют при помощи спектрального анализа. Результаты различных физико-химических лабораторных анализов служат фактическим источником информации при создании тематических карт.

### Текстовые источники

**Текстовые источники** (или литературно-географические) – это разного рода описания, полученные в ходе непосредственных наблюдений или в процессе теоретических исследований. Отчеты экспедиций, монографии, статьи содержат фактический материал, во-первых, необходимый для истолкования других источников, во-вторых, пригодный для картографирования. Например, в Красной книге России или Пермского края содержатся сведения, во-первых, об охраняемых видах растений и животных, во-вторых, о месте их произрастания и обитания – таким образом, из всего перечня произрастающих на территории растений или обитающих животных можно почерпнуть сведения об охраняемых видах и показать на карте их местоположение.

Особым видом источников являются **теоретические и эмпирические закономерности** развития и размещения явлений и процессов. Они позволяют контролировать имеющуюся информацию, а при необходимости распространять картографирование на малоизученные территории. Например,

с помощью математических зависимостей, описывающих закономерности изменения температуры воздуха с высотой (понижается на  $0,6^{\circ}$  на 100 м высоты), строят изотермы в труднодоступных высокогорных районах, слабо обеспеченных фактическими метеонаблюдениями.

219

## Интернет

**Интернет** – всемирная система (глобальная сеть) объединенных компьютерных сетей для хранения, обработки и передачи информации. На основе Интернета работает Всемирная паутина (World Wide Web, WWW) и множество других систем передачи данных. Воспользовавшись Интернетом, можно быстро и не сходя с места получить любую необходимую информацию. В последнее время это самый популярный источник информации для составления тематических карт. Следует помнить, что информация, содержащаяся на различных сайтах, требует проверки и уточнения по другим источникам.

## Географические информационные системы

**Географические информационные системы (ГИС)** – особые аппаратно-программные комплексы, обеспечивающие сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных. Сейчас много внимания уделяется развитию геоинформационных технологий для картографирования, а также созданию ГИС разного ранга и назначения. В единую ГИС-инфраструктуру России постепенно включают базы и банки данных научных институтов и университетов. Различают ГИС по территориальным уровням – глобальные, национальные, региональные, муниципальные и локальные; по проблемной ориентации (тематике), например, – земельные информационные системы (ЗИС), кадастровые (КИС), экологические (ЭГИС) и др.

## ГЛАВА 9

## ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ КАРТЫ

Создание общегеографических и тематических карт осуществляется двумя путями:

- полевое картографирование – проведение съемочно-картографических работ, выполняемых в крупных масштабах;
- камеральное картографирование – лабораторное составление карт по источникам, выполняемое в средних и мелких масштабах.

Полевое топографическое картографирование выполняют государственные топографо-геодезические службы силами производственных предприятий. Топографические съемки во всех масштабах регламентируются стандартными положениями, руководствами и инструкциями. Тематические съемки (геологические, почвенные, геоботанические и др.) ведут министерства, ведомства, научно-производственные и научные организации. Они также выполняются по соответствующим государственным и ведомственным инструкциям. При всех видах полевого картографирования важнейшим этапом является дешифрирование аэро- и космических снимков.

Камеральное картографирование состоит в обработке данных полевых съемок, сводке и обобщении крупномасштабных карт и материалов дешифрирования, синтезе экспериментальных наблюдений и других источников в соответствии с содержанием и назначением создаваемой карты, серии карт и атласов.

221

Рассмотрим подробнее этапы создания карт в камеральных условиях.

### 9.1. Проектирование карты

Первый этап камеральной работы – **проектирование карты**, т.е. разработка ее концепции, составление программы и подготовка всей необходимой документации. Этот этап завершается созданием программы (проекта) карты (табл. 22).

Обычно программа карты включает следующие разделы:

1. **Техническое задание на создание карты.** В нём указывают название (тематику) карты, ее масштаб, картографируемую территорию и назначение (функции карты, ее пользователи) карты. Например, Животный мир Пермского края масштаба 1:2500 000 для высшей школы. Исходя из технического задания, в данном примере речь идет о карте, которая входит в серию вузовских карт научно-справочного типа, ее предполагается использовать в преподавании и изучении краеведческих курсов. Отсюда вытекают требования к проектируемой карте. То, что карта входит в серию, определяет ее проекцию и компоновку (карты должны быть едиными для всей серии); на ней достаточно подробно и на современном уровне изученности должна быть отражена информация о животном мире края; исходя из заданных в техническом задании факторов, должны быть определены принципы генерализации и т.д.

2. **Математическая основа карты:**

- обоснование выбора масштаба;
- обоснование выбора картографической проекции;
- наличие градусной сетки и обоснование ее густоты.

3. **Географическая основа карты** должна включать: обязательные элементы – границы изображаемой территории,

гидрографическую сеть, населенные пункты; дополнительные элементы – внутренние административные границы, отмывку рельефа, дорожно-транспортную сеть.

222 Математическая и географическая основы образуют картографическую основу проектируемой карты.

4. **Содержание карты.** Разработка содержания карты предусматривает, во-первых, формулировку общих принципов картографирования, во-вторых, определение конкретных элементов содержания, в-третьих, выбор способов картографического изображения и оформления каждого элемента содержания карты. Обосновываются принципы используемых классификаций, градации шкал, принятые цвета и оттенки цвета (фоновое оформление), особенности штрихового и шрифтового оформления карты. Этот раздел программы карты сопровождается макетом легенды проектируемой карты и образцами графического оформления.

5. **Принципы генерализации.** Указания по генерализации дают с учетом всех факторов, сформулированных в задании на карту, – масштаб, тематика, назначение и картографируемая территория. Определяют цензы и нормы отбора изображаемых объектов и явлений, различные виды обобщений – контуров, качественных и количественных характеристик и т.д.

6. **Картографические источники и указания по их использованию.** Программа должна содержать конкретный перечень источников и баз цифровой информации, характеристику их надежности и доступности, а также рекомендации относительно последовательности использования. Особое внимание уделяется обработке источников – например, если используется какая-либо методика расчетов, результаты которой и являются объектом картографирования; или происходит корректировка границ выделенных в источнике районов, например, когда источник – схема геоморфологического районирования и необходимо скорректировать (уточнить) на карте границы районов по ЦМР или физической карте.

7. **Географическая характеристика территории.** Этот раздел программы пишется по тематике проектируемой карты, т.к., во-первых, дает обоснование распределения объектов и явлений в пространстве, во-вторых, позволяет обоснованно дифференцировать параметры генерализации по районам и по каждому элементу содержания, в-третьих, обеспечивает обоснование выбора картографической проекции.

8. **Технология изготовления карты.** В этом разделе регламентируются технические приемы составления и издания, используемые технологии и программное обеспечение. Прописываются используемые инструменты и пр.

Программу карты дополняют графическими приложениями: макетом компоновки, фрагментами легенды, примерами генерализации и др. К программе прилагается также плано-экономический расчет затрат на создание карты.

223

Программа карты должна быть понятна не только автору карты, а любому картографу-составителю, т.к. это, по сути, инструкция для создания карты.

Аналогичным образом разрабатывают программы для многолистных карт, серий карт и атласов.

## 9.2. Составление карты

Второй этап – **составление карты** – это комплекс работ по созданию оригинала карты.

Приступая к составлению карты, прежде всего, проводят подготовку источников. Если необходимо, то выполняют масштабирование, изменение проекции (может быть, и системы координат, если источники – старые карты), преобразование классификаций и легенд. Проводят обработку статистической информации и текстовых материалов и прочих источников и определяют, что именно и в какой последовательности будет наноситься на составляемую карту.

Составление тематической карты начинают с создания картографической основы, на которую впоследствии будут наносить тематическое содержание. Можно воспользоваться уже имеющейся бланковой (контурной) картой или провести ее доработку, выполнив генерализацию или детализацию.

Следующее действие – составление легенды карты. В ее основу кладут ту или иную классификацию картографируемых явлений, устанавливают вид и размер знаков, градации и цветовую гамму шкал, выбирают фоновые окраски, вид и кегль шрифтов и т.п. Легенда организует всё содержание карты, формализует состав изображаемых элементов, подчеркивает их иерархию, определяет детальность качественных и количественных характеристик.

Далее приступают к нанесению на основу тематического содержания. Все элементы содержания наносят в принятой системе условных обозначений. Одновременно на карте размещают надписи согласно правилам и требованиям (см. разд. 7.3). В процессе составления карты выполняется генерализация в соответствии с изложенными в программе принципами.

224

Важным процессом при составлении карты является согласование элементов содержания. При компьютерном составлении карты согласуют разные слои картографического изображения. Осуществляются разные виды согласования: взаимная увязка отдельных элементов картографической основы; согласование основы и элементов тематического содержания; согласование однородных элементов содержания (в пределах одного тематического слоя); согласование различных элементов тематического содержания (разных слоев) друг с другом; согласование разных карт в составе серии или атласа. Например, на почвенной карте отображение аллювиальных почв должно быть показано вдоль берегов рек, где они собственно и формируются – согласование тематического слоя «типы почв» со слоем картографической основы «гидрографическая сеть». Если речь идет о согласовании в серии карт, то примером может служить граница между Русской равниной и Уральскими горами. Эта граница должна быть одинаково показана на тектонической карте, на геоморфологической карте, на ландшафтной карте, хотя по сути самого явления это вовсе не линия, а полоса шириной в несколько десятков-сотен километров и могла бы быть показана по-разному.

Последовательность составления карты следующая:

- **авторский эскиз** – первоначальный набросок, отражающий общую идею карты и легенды, выполненный схематично, без соблюдения некоторых картографических правил, с возможными отступлениями от принятых условных знаков;
- **авторский макет** – карта, выполненная на картографической основе и точно передающая содержание, но составленная пока не в строгом соответствии с техническими требованиями графического изображения;
- **авторский оригинал** – рукописная или компьютерная карта, выполненная в полном соответствии с легендой, с необходимой точностью и детальностью;

- **составительский оригинал** – точный и полный по содержанию оригинал карты, составленный с учетом всех правил и требований и с высоким графическим качеством.

Создание карты чаще всего выполняют не только картографы, но и специалисты по теме. Они готовят и представляют исходные материалы, которые затем подвергаются картографической обработке. То есть создание карты – это, как правило, коллективная работа нескольких человек, и отсюда возникает вопрос об **авторстве в картографии** в его содержательном и юридическом аспектах.

225

**Автором** всякой оригинальной карты считается картограф или специалист по теме, творчески разработавший ее содержание. В создании серий карт и атласов обычно участвует авторский коллектив, в который входят картографы и специалисты по теме. Авторские коллективы формирует редактор, он руководит также подготовкой программы, распределяет работы и полностью контролирует процессы составления и корректуры. Поэтому авторство картографического произведения принадлежит не только непосредственно автору, но и картографу-редактору.

Сказанное выше – это классическая схема составления карты, но современные методы и технологии могут вносить в эту схему существенные коррективы.

Так, при использовании ГИС-технологий все рукописные виды работ можно легко заменить компьютерными. В этом случае картограф практически сразу переходит к этапу составления авторского оригинала. Использование аэрокосмических методов создания карты позволяет создавать мелкомасштабные тематические карты, минуя этап крупномасштабного картографирования. С помощью современных технологий можно быстро исправлять и обновлять карты. В оперативном режиме и даже в реальном времени можно составлять карты лесных пожаров, наводнений, возникновения и развития других неблагоприятных процессов и явлений.

### 9.3. Подготовка к изданию и издание карты

226

Подготовка карты к изданию начинается с изготовления **издательских оригиналов**, отвечающих принятым требованиям и технологиям и предназначенных для получения печатных форм. Эти оригиналы готовят способом фоторепродукции. Они должны в точности соответствовать содержанию составительских оригиналов и обладать высоким качеством графического оформления всех штриховых, цветовых, полутоновых элементов и шрифтов. Существуют разные издательские оригиналы.

**Штриховые издательские оригиналы** создают по числу штриховых элементов, печатаемых разными цветами. Их называют расчлененными штриховыми оригиналами и готовят отдельно для каждого элемента. Например, оригинал гидрографической сети – для печати синим цветом, оригинал автодорожной сети – красным цветом и т.д. На совмещенном оригинале воспроизводят все штриховые элементы, имеющиеся на составительском оригинале.

**Оригиналы фоновых окрасок** содержат изображение площадей, которые при издании будут показаны сплошными заливками. Для каждого цвета нужен отдельный оригинал. Например, лес показывают зеленой краской, водную поверхность – синей и т.д.

**Оригиналы надписей** содержат все надписи, помещаемые на карте, причем для надписей разного цвета изготавливают отдельные оригиналы. Например, надписи названий населенных пунктов – черным цветом, а названия гидрографических объектов – синим и т.д.

**Полутоновые оригиналы** передают изображение элементов, имеющих плавные переходы одного и того же цвета. Такие оригиналы создают для воспроизведения отмывки рельефа или послойной окраски.

Все перечисленные издательские оригиналы выполняют черчением на прозрачных основах, гравированием на непрозрачном пластике или путем электронного вывода слоя на фотопленку. Число оригиналов и последовательность их изготовления зависят от красочности карты и технологии печати. Решение проблемы множественности издательских оригиналов состоит в применении фоторепродукционного процесса,

основанного на электронном цветоделении. Цветоделенные растровые печатные пленки высокого качества получают путем сканирования многокрасочного оригинала карты с помощью электронных цветоделителей-цветокорректоров. Такая технология включает три последовательных процесса:

**Фоторепродукция** – преобразование изображения оригинала карты в фотоформы;

**Изготовление печатных форм** на основе фотоформ;

**Печатание** – тиражирование оттисков с печатных форм.

Для тиражирования карты изготавливают **печатные формы**. При этом рисунок с оригинала переносят на поверхность металлической, резиновой, пластмассовой пластины или цилиндра. На печатных формах имеются печатающие элементы, на которые наносится краска и дающие оттиск на бумаге, и пробельные (непечатающие) элементы. Существуют разные способы печати:

**Глубокая печать** – картографический рисунок углубляют (врезают) в печатную форму, затем его заполняют краской нужного цвета. Этот способ обеспечивает самое высокое полиграфическое качество карты;

**Высокая печать** – рисунок на печатной форме делают выпуклым (рельефным) и на него накатывают краску, а пробельные участки вытравливают;

**Плоская печать** – печатающие и пробельные элементы находятся на печатной форме на одном уровне, но в результате химической обработки краска наносится только на печатающие элементы, а пробельные ее не принимают. Такой способ печати используют для простых текстовых карт.

В процессе издания карты печатают **штриховую пробу**, а затем **красочную пробу**. По совмещенным оттискам проверяют совпадение всех элементов содержания карты, напечатанных разными красками, качество и точность воспроизведения штриховых элементов, подбор фоновых окрасок, градации шкал, правильность надписей и т.д. Пробы нужны для корректуры карты и исправления ошибок в процессе ее издания. При тиражировании карты вначале делают контрольные оттиски, по ним проверяют режим работы печатного станка, равномерность подачи и совмещение красок, а затем печатают весь тираж.

Это традиционные методы подготовки карт к изданию и собственно издание карты. Современные геоинформацион-

ные методы значительно упрощают содержание этого этапа создания карты. И карта на печать выводится с помощью принтера, если необходим небольшой тираж. Следует помнить, что от качества принтера и бумаги зависит качество печатаемой карты.

228

ТАБЛИЦА 22. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И СТАДИИ СОЗДАНИЯ КАРТЫ (САЛИЩЕВ, 1987)

<b>Этап создания карты</b>	<b>Подразделение работ на стадии</b>	<b>Результаты работ на каждом этапе</b>
Проектирование	Определение требований к карте и составление предварительной программы; сбор, анализ и оценка источников; изучение картографируемых явлений, составление программы карты	Программа (проект) карты
Составление	Подготовка и обработка источников; изготовление оригинала карты (построение картографической основы, перенос содержания с источников; его генерализация и оформление)	Оригинал карты
Подготовка к изданию	Изготовление издательского оригинала (или оригиналов); вспомогательные процессы по обслуживанию полиграфических процессов; изготовление штриховых и красочных проб	Издательские оригиналы и вспомогательные макеты
Издание	Изготовление печатных форм и получение проб; печатание (тиражирование) карты	Печатные оттиски карты

#### 9.4. Практическое задание по теме «Этапы создания карты»

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13 СОЗДАНИЕ АВТОРСКОГО ОРИГИНАЛА ТЕМАТИЧЕСКОЙ КАРТЫ

229

#### Цель

Применить полученные знания при создании оригинала карты – поэтапно пройдя весь процесс при изготовлении тематической карты.

#### Задание

Построить карту учебного назначения на заданную тему по предложенному тексту (варианту). Работа выполняется в компьютерном виде.

#### Материалы и инструменты

- Типовая картографическая основа Пермского края;
- карты и атласы Пермского края (области);
- учебник «География Пермского края (области)»;
- ПО ArcGIS 10.

При выполнении задания:

1. внимательно прочитать текст содержания карты;
2. написать программу карты (см. разд. 9.1);
3. разработать макет легенды (табл. 23);
4. составить оригинал карты согласно разработанной программе, показав содержание текста с помощью

выбранных способов картографического изображения и изобразительных средств, используя необходимые источники информации;

230

5. оформить карту согласно правилам компоновки, штрихового, фоновому и шрифтового оформления.

Все тематические карты строятся на типовой картографической основе Пермского края в масштабе 1: 2 500 000 с помощью ПО ArcGIS 10 и выводятся на печать. Результат работы – компьютерная карта заданной тематики, сдается вместе с программой карты и макетом легенды.

### ***Вариант 1. Карта животного мира***

Животный мир Уральского Прикамья богат и разнообразен. На территории региона учтено 339 видов позвоночных животных, из них: рыб – 37 видов, земноводных – 9 видов, пресмыкающихся – 6 видов, птиц – 225 видов и 62 вида млекопитающих.

Выделяется 4 фаунистических района обитания животных, в общих чертах соответствующих физико-географическому районированию региона: Урал с предгорьями, средняя тайга, южная тайга, подтаежная зона с Кунгурской лесостепью.

Животный мир лесов равнины и предгорий: глухарь, рябчик, филин, бурый медведь, рысь, лось, куница, норка, белка, ящерица, уж, гадюка.

Животный мир лесостепи и безлесных пространств: жаворонок, мышь, хомяк, заяц, лисица.

Животный мир горного Урала: бурый медведь, волк, соболь.

Животный мир поселений человека: крыса, мышь, голубь, воробей.

Охраняемые виды животных в заповедниках (Вишерском и Басеги): орлан-белохвост, черный аист, серый журавль.

**Вариант 2. Карта народов**

Преобладающий по численности населения народ Пермского края – русские. Они составляют более 2,6 млн. человек. Удельный вес русских – 84%. К числу других наиболее многочисленных национальностей относятся татары – 5%, коми-пермяки – 4%, башкиры – 1,6%, украинцы – 1,5%, удмурты – 1%, белорусы – 0,6% и немцы – 0,5%. Только в 6 районах края преобладает не русское население: в Бардымском районе – башкиры, в 5 районах Коми-Пермяцкого округа – коми-пермяки. 231

Коми-пермяки составляют подавляющее большинство в своем округе, хотя в Гайнском и Юрлинском районах это уже не так. За пределами КПО коми-пермяки проживают в соседних районах: Усольском, Соликамском, Сивинском, Карагайском, Ильинском – и тяготеют к центру края (Пермский район) и ряду промышленных центров: городам Краснокамску, Березникам и Чусовому.

Татары и башкиры живут преимущественно на юге края – на территории Бардымского, Куединского, Октябрьского, Уинского, Чайковского и Чернушинского районов. Много татар обитает вдоль Сибирского тракта у подхода к Перми (Пермский, Кунгурский, Суксунский районы), а также в горнозаводской части Прикамья – в районе городов Чусовой, Кизел, Гремячинск, Губаха, Лысьва.

Украинцы проживают в основном в городских поселениях бывшего Кизеловского угольного бассейна – в городах Кизел, Губаха, Гремячинск, Александровск.

Белорусы заселяют таежные районы – Красновишерский, Гайнский, Чердынский.

Удмурты проживают в соседствующих с Удмуртской Республикой районах: Куединском, Чайковском, Чернушинском, Большесосновском, Верецагинском.

**Вариант 3. Карта энергетики**

232 Важная особенность электроэнергетики в Прикамье – сочетание ГРЭС, ТЭЦ и ГЭС, это придает ей комплексный характер. Основную часть электроэнергии вырабатывают тепловые электростанции; крупнейшие из них: Пермская ГРЭС (в Добрянке) мощностью 4,8 млн кВт и Яйвинская ГРЭС мощностью 660 тыс. кВт. Важную роль играют и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Тепловые станции (ГРЭС и ТЭЦ) дают свыше 80% всей электроэнергии. Остальное количество производят ГЭС, самые крупные из них – Воткинская ГЭС (в Чайковском) мощностью 1 млн кВт и Камская ГЭС (в Перми) – 504 тыс. кВт.

Наибольшая концентрация станций наблюдается в Перми (ТЭЦ и ГЭС), Добрянке (Пермская ГРЭС), Березниках (ГРЭС, ТЭЦ), Соликамске, Александровске и Чайковском (ТЭЦ). Все значительные электростанции Прикамья соединены друг с другом высоковольтными линиями электропередач. Главный узел этих линий образует г. Пермь. Современное производство электроэнергии составляет 32 млрд. кВт/час в год, в будущем эта цифра увеличится примерно на 540 тыс. кВт за счет проектируемой Адищевской ТЭЦ (южнее Перми). Хорошая обеспеченность электроэнергией позволила создать в Перми, Краснокамске, Березниках и Соликамске машиностроительные заводы, а в Березниках и Соликамске еще и предприятия цветной металлургии и химической промышленности.

Около 40% производимой в Пермском крае электроэнергии экспортируется в соседние регионы: Башкортостан, Удмуртскую Республику и Свердловскую область.

**Вариант 4. Экологическая карта**

Прикамье – один из наиболее развитых регионов России, в котором, к сожалению, складывается весьма неблагоприятная экологическая обстановка.

233


Добыча полезных ископаемых: Соликамск – калийная соль, нефть; Березники – калийная и поваренная соли, газ; Майкор, Добрянка, Полазна, Краснокамск, Оса – нефть вызывает значительные нарушения земель в регионе. Так, например, оседает земная поверхность над отработанными рудниками в Березниковско-Соликамском районе (20–40 см/год), что вызывает подтопление и техногенные землетрясения. Добыча нефти, как правило, сопровождается ее утечкой, вследствие чего происходит загрязнение почвы и воды.

Промышленность является мощным источником загрязнения окружающей среды. По количеству вредных веществ, поступающих в атмосферу, выделяются Пермь, Березники и Соликамск. По индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) на 1-м месте Соликамск (ИЗА = 14,46), на 2-м месте Пермь (ИЗА = 12,7), на 3-м Березники (ИЗА = 8,6). Основной сброс загрязняющих веществ в воду сосредоточен в двух крупных промышленных узлах: Березниковско-Соликамском и Пермско-Краснокамском. Отсюда в р. Каму поступает 90% всех солей, 75% органических соединений, 86% азотных соединений, 68% нефтепродуктов, 88% фенолов, 100% анилина, нитробензола и сернистых соединений.

При сельскохозяйственном использовании территории происходит мощное нарушение почвенного покрова – пашня практически повсеместно подвержена эрозии.

ТАБЛИЦА 23. РАЗРАБОТКА МАКЕТА ЛЕГЕНДЫ КАРТЫ

234

Явление, отображаемое на карте	Способ картографического изображения	Изобразительное средство	Условный знак
Количество видов животных, всего – 339 видов:	Способ картодиаграммы	Круговая структурная диаграмма	В 1 см радиуса – 100 видов
рыб – 37 видов			
земноводных – 9			
пресмыкающихся – 6			
птиц – 225			
млекопитающих – 62			

## ГЛАВА 10

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АТЛАСЫ

10.1. Понятие «географический атлас» и  
классификация атласов

**Географическим атласом** называют систематическое собрание карт, выполненное по единой программе как целостное произведение и изданное в виде книги или комплекта листов.

Атлас представляет собой комплекс карт, т. е. систему взаимоувязанных и взаимодополняющих друг друга карт. Характерные черты атласа: полнота и целостность содержания; взаимосвязь, взаимодополняемость и сравнимость карт. Внутреннее единство атласов обеспечивается общей структурой, целесообразным выбором проекций, использованием небольшого числа кратных и соизмеримых масштабов, общностью методов изображения и показателей, одними установками генерализации, единообразием условных обозначений, шрифтов, расцветок. Классификация атласов соответствует классификации географических карт (по территории, содер-

жанию, назначению, формату).

236

**По территории** выделяют: атласы мира, атласы отдельных континентов или их частей, атласы отдельных государств (России, Франции, США и др.), атласы отдельных областей, провинций, районов и т. п. (Атлас Иркутской области, Атлас Нижней Саксонии и т. д.), атласы городов.

**По содержанию** выделяют:

1. атласы общегеографических карт, если в них собраны лишь физико-географические и политико-административные карты либо их количество в атласе является преобладающим (например, Атлас мира: Западная Европа или общегеографический атлас России), а также это могут быть атласы, в содержании которых есть только топографические карты (например, серия региональных атласов);
2. атласы, содержащие преимущественно тематические карты:
  - среди них в зависимости от специального рассмотрения темы выделяют атласы **узкоотраслевые**, содержащие однотипные карты (например, Атлас железных дорог);
  - **комплексные отраслевые**, включающие различные, но взаимодополняющие карты какого-либо одного явления (например, Климатический атлас России);
  - **общие комплексные**, содержащие ряд карт природных и социально-экономических явлений (например, Большой атлас мира).

**По назначению** атласы подразделяют на:

1. справочные или научно-популярные, предназначенные как для специалистов, так и для широкого круга читателей;
2. учебные, используемые в качестве наглядных пособий в школе, средних специальных и высших учебных заведениях и др.;
3. специальные, предназначенные для узкого круга специалистов.

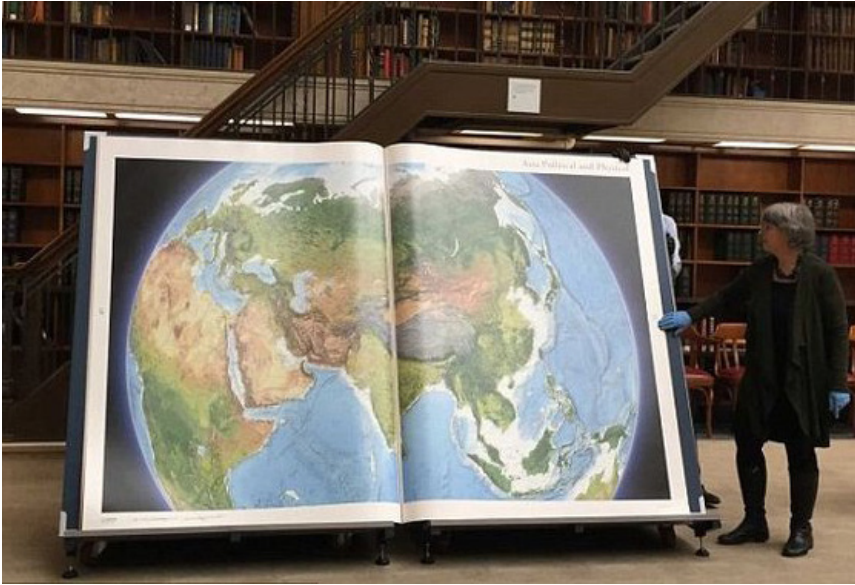
**По формату и характеру использования** различают большие (настольные), средние (книжного формата) и малые (карманные) и миниатюрные атласы. Полезная площадь карт в больших атласах превышает 15 м<sup>2</sup>, в средних составляет от 6 до 14 м<sup>2</sup>, в малых не превышает 5 м<sup>2</sup>, в миниатюрных – до 1 м<sup>2</sup>.

Гигантский атлас Earth Platinum весом 150 кг экспонируется в государственной библиотеке Нового Южного Уэльса в Сиднее. Его высота 1,8 м, а длина в открытом виде 2,7 м (рис. 94). Атлас на 128 страницах издан в 2012 г., напечатан в Италии, переплетен в Гонконге. Он попал в книгу рекордов Гиннеса, забрав звание самого большого атласа мира у 237 изданного в 1660 г. Атласа Кленке.

Формат страницы Атласа Кленке – 1,75 × 1,9 м (5 футов 9 дюймов × 6 футов 3 дюйма), толщина – 11 см (4 дюйма). Он включает 41 карту, гравированную по меди, причём карты предназначались для развешивания на стене, но были сфальцованы в атлас.

Атлас передает информацию в систематизированном, формализованном и единообразном виде. Атлас – это целостное произведение. Территориальные, содержательные и функциональные характеристики находятся в нем в тесной взаимосвязи (Сваткова, 2002).

Главный показатель целостности атласа – полнота его содержания и внутреннее единство. Атлас полон, если в нем получили достаточное освещение тема и ее аспекты, объекты картографирования и их части в соответствии с назначением и тематикой атласа. Атлас обладает внутренним единством, если карты в нем взаимодополняют друг друга, согласованы и представлены в удобном для сопоставления и совместного изучения виде.



**Рис. 94. Атлас Earth Platinum – самый большой атлас в мире**

## 10.2. Условия, создающие целостность атласов

### **Математическая основа атласа**

Общие правила выбора математической основы атласа:

- В атласе должно быть использовано минимальное число картографических проекций, но это зависит от содержания атласа и карт различного территориального охвата в нем. Если это атлас одной территории (например, России или Пермского края), то для всех карт в атласе должна быть использована только одна картографическая проекция. Если же это комплексный атлас мира, в котором содержатся карты мира (все они строятся в одной проекции), карты материков (желательно в одной проекции), карты регионов и стран, понятно, что для всех этих карт выбирается определенная картографическая проекция. Выбор проекции определяется особенностями картографируемой территории и характером использования карт (допустимые искажения).

- В атласе должны быть приведены названия использованных проекций.
- Атлас должен содержать минимальное количество масштабов. Масштабный ряд определяется размером картографируемой территории (мир, материк, регион и т.д.) и значимостью карты в данном разделе (основная, дополнительная, карта-врезка).
- Желательно использовать кратные масштабы, что облегчает сопоставление карт.
- Предпочтение отдается масштабам простого вида.
- Карты атласа должны иметь одну градусную сетку. Сетка сгущается по мере укрупнения масштаба карт. Желательно четное число градусов.

**Географическая основа атласа** – это набор видимых элементов местности, показываемых на всех картах атласа. Географическая основа составляет костяк каждой карты, позволяющий ориентироваться в изображении в целом и локализовать ее тематическое содержание. Чтобы не затенять тематического содержания карт, используют такие оформительские приемы, которые отводят географическую основу на второй план без ухудшения ее читаемости. Существуют следующие правила:

- Для атласа в целом подбирается оптимальный набор элементов местности, сохраняющийся на всех картах атласа.
- В обязательное содержание географических основ карт атласа входят – границы, гидрографическая сеть и населенные пункты. Дополнительно это могут быть рельеф, дорожно-транспортная сеть и характерные особенности местности.
- Для гидрографической сети устанавливаются цензы отбора в соответствии с масштабом карт. При этом учитывается соподчиненность строения гидрографической сети (например, на картах мира – основные реки и притоки первого порядка, главные озера; на картах материков – реки показывают с подробностью до третьего-четвертого порядка и основные озера и т.д.).
- Большинство гидрографических объектов подписываются.
- Соблюдается согласованный отбор рек и озер для карт всего масштабного ряда: объекты, показанные на картах более мелкого масштаба, обязательно сохраняются на картах более крупного масштаба.

- Отбор населенных пунктов проводится с подробностью, определяемой назначением и содержанием атласа. Обязательное условие – разработка единой шкалы населенных пунктов;
- Все населенные пункты подписываются.
- Дорожно-транспортная сеть отбирается таким образом, чтобы были связаны между собой основные населенные пункты.
- Если рельеф выбирается в качестве элемента географической основы, то встает вопрос о способе его изображения, чаще всего используется способ отмывки.
- При включении в географическую основу ландшафтных характеристик местности (заболоченность, пески и др.), на картах атласа должна быть сохранена степень выраженности явления на картографируемой территории в целом и отдельных ее частей.

**Структура атласа** как картографического произведения четко определена:

- Атлас брошюруется в виде книги (реже – комплекта листов в папке).
- Особенность книжного издания – в размещении карт на двух страницах атласа (развороте) или одной странице (обороте); тетрадного – на листе без сгиба или с клапаном.
- Атлас должен иметь обложку, на которой размещено его название.
- Название повторяется на титульном листе, на нем также указывают авторов (организации), создавших атлас, год и место издания.
- Несколько первых страниц отводится для общей характеристики произведения: предисловие, таблица условных знаков, общих для карт атласа.
- В начале или в конце атласа размещается оглавление.
- Деление атласа на разделы проводится по территориальному принципу в общегеографических атласах или по содержательному принципу в тематических атласах. Разделы могут открываться титульными листами с названием раздела (шмуцтитул).

Главные структурные вопросы для любого атласа заключаются в последовательности размещения разделов карт и карт в каждом разделе; в отработке типовых компоновок для разворотов или оборотов листов; в выделении основных

и дополнительных карт и необходимости использования карт-врезок. Изображение картографируемой территории должно осуществляться по принципу от общего к частному: сначала в атлас помещают обзорные карты всей территории в мелком масштабе, затем карты больших частей территории в более крупном масштабе и, наконец, карты наиболее важных районов в еще более крупном масштабе. Наличие и размещение дополнительной информации (текста и иллюстраций) определяется обычно назначением атласа. Так, в атласах учебного назначения практически все карты сопровождаются дополнительным материалом. 241

**Подробность атласов** зависит от их назначения. Выделяются два момента: подробность самого атласа, т.е. полнота изображения явлений в соответствии с тематикой атласа; детальность изображения явлений на картах атласа. Подробность атласа в целом определяется списком карт. В общегеографических атласах подробность достигается определенным соотношением карт разного территориального уровня и соблюдением оправданного представительства частей картографируемой территории в атласе. Список карт тематических атласов определяется их назначением и содержанием. В узкоотраслевых соблюдается полный территориальный охват; в комплексно-отраслевых отражаются все стороны картографируемого явления; в общих комплексных атласах должно быть обоснованное соотношение карт природы, населения, хозяйства и инфраструктуры. Общая подробность атласа может определяться количеством страниц и числом карт.

**Детальность изображения на картах атласов.** При разработке степени детальности изображения на картах важно учесть не только назначение и содержание атласа, но и характерную детальность различных природных и социально-экономических контуров для отнесения количественных статистических данных к определенной сетке подсчета показателей. Детальность карты определяется особенностями генерализации. Разработка согласованных приемов генерализации для серий карт различного содержания и для конкретных карт – ключевой момент при создании атласов. Внутренняя законченность изображения явления проявляется в том, насколько особенности распространения данного явления (с его качественными и количественными характеристиками) находят объяснение на других картах атласа.

**Типы карт по уровню сложности** – аналитические, синтетические и комплексные – органически вписываются в структуру тематических атласов.

- Обычно атласы или их разделы открываются сериями аналитических карт, а завершаются картами синтетического типа (картами районирования, например).
- Для сопоставимого отражения разные явления требуют разного количества аналитических карт. Наибольшее их количество, например, требуется для отражения климата и отдельных сторон социально-экономических явлений, а наименьшее – для почв и растительности. Этим объясняется неравномерность разделов атласа по количеству карт.
- Научно-справочные атласы могут иметь серию синтетических карт, включая оценочные и прогнозные.
- Комплексные карты могут быть как простыми, так и сложными по содержанию. В атласах такие карты суммируют предыдущую информацию, выделяя главные, наиболее значимые для каждой территории черты.

**Условные обозначения и легенды карт** раскрывают смысл характеристик и показателей и отражают подход к оценкам каждого явления. Общие правила:

- В общегеографических атласах используется унифицированная система условных обозначений, принятая для топографических карт. В зависимости от назначения атласов могут меняться размеры условных знаков: для научно-справочных атласов уменьшаются, для атласов широкого профиля – укрупняются.
- В общегеографических атласах условные знаки komponуются на одном листе, который размещается обычно в вводном разделе. На самих картах атласа условные знаки не повторяются. Исключение делается для гипсометрической шкалы, если для конкретной территории вводятся дополнительные градации и выделены свои ступени высот.
- В тематических атласах легенды сопровождают каждую карту. В соответствии с типовыми компоновками предусмотрено место размещения легенды.
- Для легенд карт атласа важны: их полнота и порядок размещения информации; единый вид условных знаков для повторяющихся на ряде карт одинаковых явлений; использование единых или легко сопоставимых показателей и шкал; принципы группировки условных знаков и т.д.
- Текстовые пояснения в легендах должны быть краткими и предельно ясными, согласованными по смыслу для карт взаимосвязанных явлений.

- Желательно единообразное графическое построение легенд (столбчатое, сетчатое).
- Желательно использование традиционных классификаций для соответствующих отраслевых видов картографирования явлений.

**Современность атласов** включает дату издания. При оценке современности атласа кроме даты его издания учитывают также современность источников информации, использованных при его подготовке. Атласы устаревают, когда их содержание перестает соответствовать местности. Поскольку разные элементы изменяются с разной скоростью, можно говорить о частичном старении. Тематические атласы устаревают по мере накопления новых знаний о предмете картографирования и в связи с разработкой новых подходов к оценке взаимосвязанных явлений, установлением новых причинно-следственных связей. Оценка современности атласа должна проводиться с учетом его содержания.

243

- Атласы природных явлений устаревают медленнее, чем социально-экономические, а быстрее всего устаревают экологические атласы. Для социально-экономических и экологических характеристик часто устанавливается «базовая дата», к которой приурочены количественные данные.
- Содержание аналитических карт устаревают быстрее содержания синтетических.
- Атласы, утратившие значение современных источников знаний, приобретают историческое и культурное значение. Они используются при изучении динамики явлений.

**Оформление атласа** определяет его внешний вид и отражает внутреннее единство. Единые оформительские приемы прослеживаются:

- в оформлении титульных листов разделов;
- в оформлении градусных сеток;
- в оформлении полей карт;
- в выборе размерности условных знаков и их цвета;
- в подборе шрифтов для подписей различных элементов;
- в однотипном оформлении страниц.

Поскольку атлас оформляется как целостное произведение, необходимо учитывать и целый ряд технологических особенностей. Например, размер типографских листов и компьютерные возможности; односторонняя или двусторон-

няя печать; способ сшивки листов в атлас; качество бумаги и переплета.

244 Атласы в известной мере представляют собой художественное произведение, поэтому их внешний вид имеет большое значение. Современные возможности издания атласов позволяют, например, атласы, созданные в бумажном виде издать в компьютерном и, наоборот, подготовленные в компьютерном варианте атласы издать в бумажном виде.

Перспективным направлением атласного картографирования является создание интернет-атласов. Они полностью создаются на удаленном сервере и передаются пользователю в интерактивном режиме (Сваткова, 2002).

### 10.3. Практическое задание по теме «Географические атласы»

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14 АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ АТЛАСОВ

245

### Цель

Научить проведению анализа структуры и содержания атласа и составлению развернутых аннотаций по произведению.

### Задание

Ознакомиться со структурой и содержанием атласов различных видов и составить аннотации на четыре атласа (различных по территориальному охвату, по содержанию, по назначению и формату). Выбрать один из вариантов задания (табл. 24).

ТАБЛИЦА 24. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ

№ варианта	Название атласов
1	Географический атлас мира; Экологический атлас России; Атлас железных дорог СССР; Пермская область. Региональный атлас
2	Малый атлас мира; Национальный атлас почв; Пермская область. География. История; Географический атлас офицера
3	Экономическая и социальная география мира, 10 класс; Атласы мира. Африка; Экологический атлас бассейна озера Байкал; Географический атлас Австралии и Океании, Антарктиды
4	География России 8-9 кл.; Атлас Пермского края; атлас автомобильных дорог Казахстан и Средняя Азия; Атласы мира Северная и Южная Америка

246

№ варианта	Название атласов
5	Малый атлас России; География материков и океанов 7 кл.; Атлас Алтайского края т.1; Атлас опасных гидрометеорологических явлений
6	Экологический атлас Пермского края; Атлас Ленинграда; Атласы мира. Зарубежная Европа; Географический атлас СССР

Практическая работа выполняется в аудитории или в читальном зале, где можно выбрать другие атласы по заданному принципу.

#### Указания к выполнению задания

1. Просмотреть атлас с целью получения общего представления о нем и его структуре.
2. Детально ознакомиться с каждым разделом атласа.
3. Составить аннотацию атласа по следующему плану:
  - полное название атласа;
  - кем, где, когда составлен и издан атлас;
  - классификация атласа (по территории, содержанию, назначению и формату);
  - структура атласа (количество разделов, их название, последовательность размещения карт, наличие общих условных знаков, наличие указателя географических названий, наличие дополнительной к картам информации – статистических данных, диаграмм, рисунков и пр.);
  - объем атласа в страницах.

## Пример составления аннотации атласа

- Кавказ. Атлас автомобильных дорог.
- Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР. Москва, 1987. Составлен коллективом авторов под общей редакцией К.В. Свирской. 247
- Классификация:
  - по территории – это атлас региона;
  - по содержанию – это тематический узкоотраслевой атлас;
  - по назначению – специальный атлас;
  - по формату – карманный, миниатюрный атлас.
- В структуре атласа разделы не выделены. В начале приводится содержание атласа, принятые сокращения и таблица условных обозначений. Последовательность размещения карт: сначала карты всего Кавказа, а затем карты субъектов региона, включая карты столиц республик. Карты в атласе сопровождаются фотографиями, сведениями о наличии и размещении АЗС, таблицей расстояний между крупными городами. В конце атласа приводятся знаки дорожного движения.
- Объем – 64 с.

## ГЛАВА 11

## МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТ

**Использование карт** – раздел картографии, в котором изучаются проблемы применения картографических произведений в различных сферах научной, практической, культурно-просветительской, учебной деятельности, разрабатываются приемы и способы работы с картами, оцениваются надежность и эффективность получаемых результатов.

Картографические рисунки использовались с древнейших времен для ориентирования, указания соседних поселений, дорог, мест охоты, выпаса скота и т.п. В Древнем Египте и античной Греции уже применялись способы измерения по картам площадей и расстояний. В Средние века карты использовались для мореплавания, путешествий и ведения военных действий.

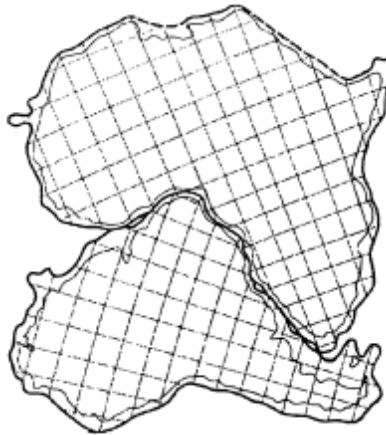
По картам были открыты многие глобальные закономерности, выявлены связи одних явлений с другими и даже предсказаны ещё не открытые объекты.

Использование карт способствовало открытию фундаментального закона географической зональности. В 1817 г. А.Гумбольдт, используя способ изолиний, составил первую

карту «изотермических линий» Северного полушария. Анализируя карту и сопоставляя ее с другими климатическими данными и физико-географическими материалами, он обнаружил глобальные климатические закономерности, установил различия тепловых условий на западных и восточных окраинах материков, в глубине континентов и вблизи океанических побережий, а главное – открыл климатические зоны. 249

Впоследствии В.В.Докучаев, занимаясь почвенным картографированием, обнаружил, что «изогумусовые полосы» полностью соответствуют климатическим и растительным подзонам южных степей. Тем самым он подошел к идее всеобщей географической зональности.

Обнаруженное по картам А.Вегенером поразительное сходство очертаний восточного побережья Южной Америки и западного побережья Африки дало импульс идее дрейфа континентов и теории глобальной тектоники плит (рис. 95).



**Рис. 95. Совмещение очертаний материков Африки и Южной Америки по изобате 200 м (Берлянт, 2001)**

В России использование карт началось с картометрии – вычисления огромной площади государства Российского. Измерения проводились многократно академиками Петербургской академии наук В.Л. Крафтом в 1787 г. и Ф.И. Шубертом в 1795 г. Заметный вклад в картометрию внес русский военный картограф И.А. Стрельбицкий, опубликовавший в 1874 г. капитальный труд «Исчисление поверхности Российской империи в общем ее составе».

Выдающийся картограф, географ, геодезист А.А.Тилло, создатель гипсометрических карт Европейской России, сличив составленные им карты с геологической картой А.П. Карпинского, обнаружил закономерную связь рельефа с геологическим строением и распределением ледниковых отложений и тем самым заложил основы морфоструктурного анализа в геоморфологии. В других трудах А.А. Тилло разработал по картам методы анализа вековых изменений магнитных полей, глобальных орографических, гипсометрических и геологических закономерностей. Картометрические исследования А.А. Тилло были продолжены многими отечественными исследователями.

Теория использования карт, начиная с 1955 г., разрабатывалась К.А.Салищевым, впервые обосновавшим включение в процесс научного познания промежуточного звена – географической карты как модели изучаемых явлений. Использованию карт как средству познания посвящены специальные разработки многих видных отечественных и зарубежных картографов и географов. Использование карт всегда развивалось и продолжает развиваться на стыке картографии с другими науками о Земле и обществе.

### 11.1. Картографический метод исследования

**Картографический метод исследования** – это метод использования карт для познания изображенных на них явлений. Этот метод составляет главное содержание раздела об использовании карт.

Познание понимается в широком смысле слова и подразумевает изучение по картам структуры, взаимосвязей, динамики и эволюции явлений во времени и пространстве, прогноз их развития, получение всевозможных качественных и количественных характеристик и т.п.

Картографический метод служит средством для принятия практических решений, связанных с планированием и освоением территорий, размещением населения, охраной окружающей среды и многими хозяйственными проблемами.

Использование карт теснейшим образом связано с их составлением (рис. 96).

В системе «создание – использование карт» проявляется два тесно сопряженных между собой метода:

- картографирование – или картографический метод отображения, цель которого состоит в переходе от реальной действительности к карте (модели);
- картографический метод исследования, использующий готовые карты (модели) для познания действительности.

251

Эти методы перекрываются и имеют обратные связи. Так, условия использования карт определяют требования к условиям их создания. В ходе исследования получают новые производные карты, которые вновь поступают в исследование. Например, гипсометрическая карта преобразуется в карту углов наклона, а она, в свою очередь, в карту смыва с поверхности и т.д.

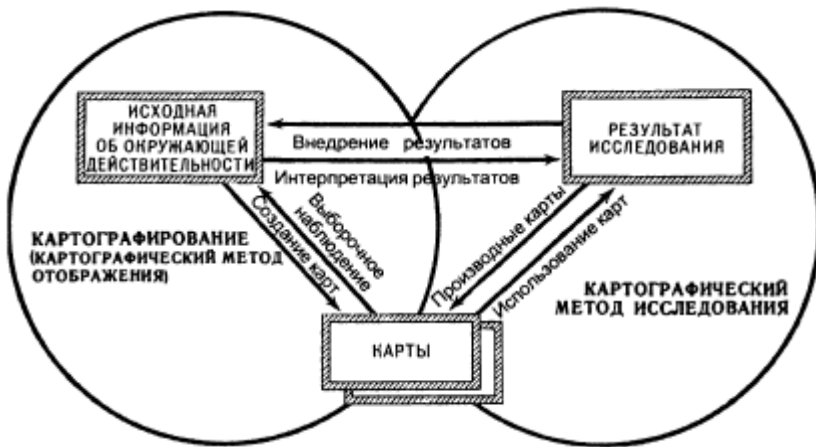


Рис. 96. Система «создание – использование карт» (Берлянт, 2001)

## 11.2. Система приемов анализа карт

Широкое использование картографического метода исследования в разных отраслях знания привело к возникновению множества приемов анализа карт, в разработке которых участвуют картографы, географы геологи, математики, экономисты и др.

**Описания по картам** – традиционный прием анализа карт, цель которого выявить изучаемые явления, особенности их размещения и взаимосвязи. Научное описание, выполняемое по карте, должно быть логичным, упорядоченным и последовательным. Оно отличается отбором и систематизацией фактов, введением элементов сравнения и аналогий. В описание часто вводят количественные показатели и оценки, включают таблицы и графики. В заключении формулируются выводы и рекомендации.

Описания могут быть общими комплексными (например, описание природных условий) или поэлементными (например, описание рельефа). Описания, основанные на визуальном анализе карт, хороши тем, что позволяют составить образное и целостное представление об изучаемом объекте и сделать выводы синтетического характера.

**Графические приемы** включают построение по картам всевозможных профилей, разрезов, графиков, диаграмм, блок-диаграмм и иных двух- и трехмерных графических моделей.

Для анализа серий карт разной тематики удобны **комплексные профили**, на которых совмещаются, например, гипсометрический профиль, геологический разрез, почвенно-растительный покров, графики гидро-климатических показателей. Подобные построения нужны для наглядного представления связей между явлениями и районирования территории по комплексу показателей.

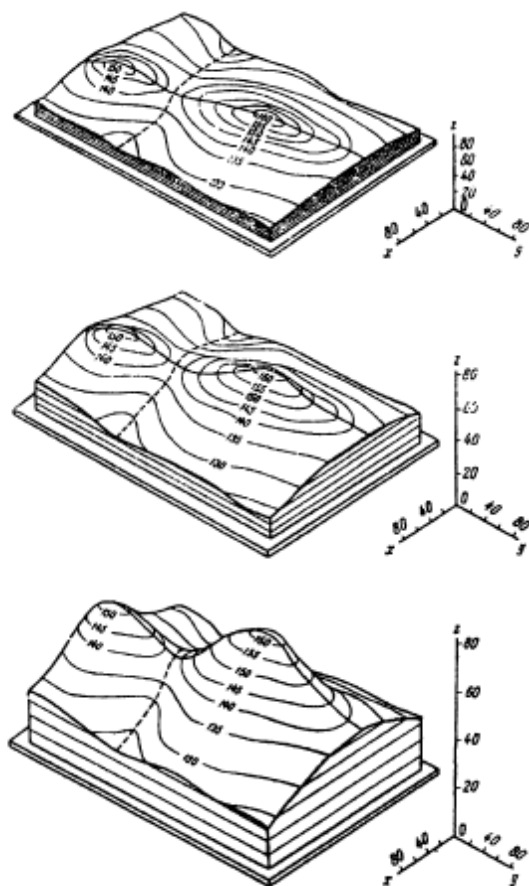
В географических исследованиях часто используют **диаграммы-розы**, наглядно передающие преобладающую ориентировку линейных объектов, например, тектонических разломов, речных долин, транспортных путей и др.

Связи между явлениями, показанными на картах разной тематики, можно наглядно отразить и проанализировать на **блок-диаграммах**. Для их построения применяют разные виды проектирования. Аксонометрические блок-диаграммы проектируют с помощью параллельных лучей как бы из центра проектирования, расположенного в бесконечности. При этом деформируются угловые соотношения, но горизонтальный масштаб блок-диаграммы по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$  остается постоянным, что удобно для измерений. Другой тип – перспективные блок-диаграммы. В этом случае лучи исходят из одной или двух точек, что дает более выразительное изображение. Меняя положение центров проектирования, можно поворачивать блок-диаграммы. Однако это неудобно для измерений,

т.к. масштаб меняется по всем осям в соответствии с законами перспективы.

Масштабы по разным осям могут быть неодинаковыми, например, для наглядного изображения рельефа вертикальный масштаб преувеличивают в два-три раза относительно горизонтального масштаба. Рельеф становится более выпуклым, все неровности хорошо видны, но при этом возникают поля невидимости (рис. 97).

253



**Рис. 97. Блок-диаграммы с разными вертикальными масштабами. Растяжение по высоте приводит к полям невидимости (Берлянт, 2001)**

К графическим приемам относятся также **действия с поверхностями**, показанными на разных картах: графическое сложение или вычитание одной поверхности из другой, умножение на число и др. Этим пользуются при балансовых расчетах, например, для оценки объема снесенного эрозией и переотложенного материала, определения суммарного количества осадков за несколько месяцев и т.п.

**Графоаналитические приемы** – картометрия и морфометрия – предназначены для измерения и исчисления по картам показателей размеров, формы и структуры объектов. Эти приемы использования карт наиболее подробно разработаны в картографическом методе исследования.

Методы картометрии позволяют измерять следующие показатели:

- географические и прямоугольные координаты;
- длины прямых и извилистых линий, расстояния;
- площади;
- объём;
- вертикальные и горизонтальные углы и угловые величины.

В рамках картометрии исследуется точность измерений по картам.

В отличие от картометрии, морфометрия – это расчёт показателей формы и структуры объектов. Число их велико, до нескольких сотен, и не поддается обзору. Наиболее используемые следующие группы показателей и коэффициентов:

- очертания (форма) объектов;
- кривизна линий и поверхностей;
- горизонтальное расчленение поверхностей;
- вертикальное расчленение поверхностей;
- уклоны и градиенты поверхностей;
- плотность, концентрация объектов;
- густота, равномерность сетей;
- сложность, раздробленность, однородность/неоднородность контуров.

**Математико-картографическое моделирование.** Формализованное картографическое изображение хорошо приспособлено для математического анализа. Практически все разделы математики применимы для обработки и анализа картографического изображения. Проблема лишь в том, чтобы точно подобрать математическую модель и дать надежное

содержательное истолкование результатам моделирования. В картографический анализ прочно вошли некоторые разделы численного анализа, многомерной статистики, теории вероятностей и теории информации.

**Аппроксимации** используют для аналитического описания поверхностей (полей), изображенных на картах и выполнения с ними различных действий: суммирования, вычитания, интегрирования и дифференцирования, для подсчёта объёмов тел, ограниченных этими поверхностями, и решения многих других задач. Одно из направлений использования аппроксимаций – разложение поверхностей на составляющие, что позволяет выделять и анализировать нормальные и аномальные факторы развития и пространственного размещения явлений.

255

**Приёмы математической статистики** предназначены для изучения по картам пространственных и временных статистических совокупностей и образуемых ими статистических поверхностей. Статистический анализ картографического изображения преследует три цели:

- изучение характеристик и функций распределения явления;
- изучение формы и тесноты связей между явлениями;
- оценка степени влияния отдельных факторов на изучаемое явление и выделение ведущих факторов.

**Приёмы теории информации** используют для оценки степени однородности и взаимного соответствия изучаемых по карте явлений. Речь идет об основной функции теории информации – энтропии. В картографическом анализе эта функция оказалась довольно удобной для оценки степени однородности/неоднородности (разнообразия) картографического изображения. Кроме того, информационные функции используют для оценки степени взаимного соответствия (совпадения) контуров на разных картах. В этом случае они выполняют роль своеобразных показателей взаимосвязи явлений наподобие коэффициентов корреляции.

### 11.3. Способы работы с картами

256

Исследования по картам выполняют для определения размещения и пространственно-временной структуры явлений и процессов, их взаимных соотношений и связей, выявления тенденций развития и динамики, для получения количественных характеристик и оценок, проведения районирования и классификаций, прогноза изменений во времени и пространстве. Способы работы с картами следующие.

#### ***Анализ отдельной карты:***

- изучение картографического изображения без его преобразования, т.е. анализ карты в том виде, в каком она есть;
- преобразование картографического изображения с целью приведения его в более удобный вид для какого-либо исследования;
- разложение картографического изображения на составляющие – особый вид преобразования, применяемый для выделения нормальной и аномальной (фонной и остаточной) компонент развития и размещения явлений и процессов.

#### ***Анализ серий карт:***

- сравнение карт разной тематики с целью установления взаимосвязей и зависимостей между явлениями;
- сопоставление разновременных карт для изучения динамики и эволюции явлений и процессов, составления прогнозов их развития во времени;
- изучение карт-аналогов для обнаружения общих закономерностей распространения явлений и процессов на разных территориях.

Исследования по картам включает несколько этапов:

1. постановка задачи – формулирование цели, выделение задач, определение требований к точности;
2. подготовка к исследованию – выбор картографических источников, методов, технических средств, алгоритмов и т.д.;

3. собственно исследование – получение предварительных и окончательных результатов, их оценка, создание новых карт;
4. интерпретация результатов – содержательный анализ, формулировка выводов и рекомендаций, оценка их надежности.

257

На всех этапах должен быть содержательный географический анализ получаемых результатов, соотнесение их с реальной ситуацией и при необходимости корректировка процедуры исследования.

По картам можно изучать структуру явлений и процессов, взаимосвязи и зависимости явлений, динамику явлений и процессов, делать картографические прогнозы и многое другое, при этом используют различные приёмы исследования и технические приемы.

#### 11.4. Надежность исследований по картам

Надежность картографического метода – это его способность обеспечивать верное решение поставленной задачи. Чем ближе к истине полученный результат, тем надежнее исследование. Оценка надежности – сложная и часто неопределенная задача, поскольку погрешность результата зависит от ряда причин, из которых одни выявляют, пользуясь методами теории ошибок, картометрии и математической статистики, а другие не имеют точных определений и судить о них можно лишь субъективно.

В оценке надежности картографического метода нет универсальных критериев, но можно указать основные источники ошибок:

- **концептуальные** – неточность, неполнота и другие недостатки исходных концепций, неверная интерпретация результатов;
- **коммуникационные** – ошибки исполнителей, непонимание или неправильное восприятие идей, нечеткость формулировок задания, выводов;
- **географические** – неопределенность или условность пространственных границ и временных пределов изучаемых по картам объектов;

- **картографические** – неточность карт, по которым проводится исследование, их неполнота или устаревание;
- **технические** – погрешности измерений, несовершенство инструментов и оборудования, алгоритмов и программ, незащищенность баз данных (Берлянт, 2001).

Неточности и ошибки неизбежны, и важно помнить, что они появляются на всех этапах исследования – при постановке задачи, подготовительных работах, в процессе проведения исследования и на заключительном этапе интерпретации результатов.

По точности получаемых результатов все исследования по картам делят на три группы.

**Точные исследования** – измерения и вычисления выполняют с максимально возможной точностью. При этом стараются учесть и исключить все ошибки, проводят неоднократные измерения и независимые вычисления. При точных исследованиях погрешности измерения длин и площадей по картам не должны превышать 1%, а углов – 1°.

**Исследования средней точности**, когда по условиям работы принимается, что погрешность результата не должна превышать определенного допустимого предела. Погрешности определения длин и площадей при измерениях средней точности доходят до 3 – 5%, а углов – до 3°. Часто такой уровень точности оказывается вполне приемлемым в географических исследованиях.

**Приближенные исследования**, выполняемые с невысокой точностью, обычно нужны для предварительных оценок и прикидок. Ошибки измерения длин и площадей при этом могут составлять 6–10%, а углов – до 8°. Приближенные исследования позволяют правильно спланировать дальнейшие более точные исследования.

11.5. Практические задания по теме  
«Методы использования карт»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15  
ОПИСАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ТЕРРИТОРИЙ ПО СЕРИИ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ

259

Цель

Научиться выполнять комплексное описание территории по серии тематических карт и выявлять черты сходства и различия, т.е. проводить сравнительно-описательный анализ.

Материалы и инструменты

Географические атласы.

Задание

1. Выбрать две территории (один из вариантов) для проведения сравнительно-описательного анализа.
2. Подобрать серию тематических карт из предлагаемых атласов.
3. Заполнить табл. 25.

Указания к выполнению задания

Найти на картах территории, которые необходимо описать, дав комплексную характеристику природных и социально-экономических условий. Выбрать из атласа/атласов карты нужной тематики. Последовательно дать описание заданных территорий по всем компонентам природы, населения и экономики, используя только карты в атласах. Это не просто перечень видимых элементов содержания карты, а логичный рассказ о том, что и где находится. Выполнив описание территорий по картам, необходимо выявить черты сходства и различия. Если сходств или различий по данному компоненту не наблюдается, то так и написать в нужном поле таблицы, что сходств/различий нет.

ТАБЛИЦА 25. СРАВНИТЕЛЬНО-ОПИСАТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИЙ

260

Природные и социально-экономические условия, название используемого атласа и карты (№ стр. в атласе)	Территория 1 (назвать)	Территория 2 (назвать)	Сходства	Различия
Природные условия				
Геология				
Рельеф				
Климат				
Воды				
Почвы				
Растительность				
Животный мир				
Природные зоны				
Социально-экономические условия				
Население				
Промышленность				
Сельское хозяйство				
Транспорт				
Социальная инфраструктура				

## Варианты заданий

1. Северная Америка и Южная Америка
2. Африка и Австралия
3. Урал и Кавказ
4. Западная Сибирь и Восточная Сибирь
5. Мурманская область и Приморский край
6. Пермский край и Свердловская область
7. Крым и Камчатка
8. США и Канада
9. Индия и Бразилия
10. Великобритания и Япония

## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ (ФРАГМЕНТ ЗАПОЛНЕНИЯ ТАБЛИЦЫ)

## СРАВНИТЕЛЬНО-ОПИСАТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИЙ

Природные и социально-экономические условия, название используемого атласа и карты (№ стр. в атласе)	Калининградская область	Сахалинская область	Сходства	Различия
<p style="text-align: center;">Природные условия (атлас География России, 8 кл.)</p> <p>Геология</p> <p>Карты: геологическое строение, с. 14–15; тектоническое строение, с. 16–17; сейсмические зоны, с. 17; минеральные ресурсы, с. 18–19</p>	<p>Расположена на древней Восточно-Европейской платформе.</p> <p>Северная часть области сложена породами меловой системы мезозойской группы, а южная часть – породами палеогеновой системы кайнозойской группы.</p> <p>Минеральные ресурсы – месторождения нефти.</p>	<p>Расположена в области кайнозойской складчатости.</p> <p>Северная и южная части области сложены породами неогеновой системы кайнозойской группы, центральная часть – породами палеогеновой системы кайнозойской группы, западная и восточная части – породами меловой системы мезозойской группы.</p> <p>Минеральные ресурсы – месторождения нефти, каменного и бурого угля.</p>	<p>В тектоническом строении территорий сходств нет.</p> <p>В геологическом строении наблюдаются сходства в возрасте пород, слагающих обе области.</p> <p>В обеих областях есть месторождения нефти.</p>	<p>Обе территории расположены в разных тектонических структурах.</p> <p>В Калининградской области нет пород неогеновой системы.</p> <p>В Сахалинской области есть месторождения каменного и бурого угля, а в Калининградской области нет.</p>

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16 ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРОФИЛЯ

263

### Цель

Научиться применять графические приемы использования карт для выявления причинно-следственных связей природных явлений.

### Материалы и инструменты

Атласы и тематические карты Пермского края, линейка, карандаш, цветные карандаши и ручки (для рукописной работы), ПО ArcGIS (для компьютерной работы).

### Задание

1. Построить гипсометрический профиль по заданному направлению.
2. Построить геологический разрез по этому же направлению.
3. Отобразить на профиле почвенно-растительный покров.
4. Построить графики гидроклиматических показателей: температура воздуха в январе и в июле; годовое количество осадков, годовой сток.
5. Показать границы ландшафтных зон, подзон, ландшафтов.
6. Совместить всю информацию на комплексном профиле по заданному направлению.

Варианты направлений для построения комплексного профиля:

264

1. Чайковский – Лысьва
2. Гайны – Очёр
3. Добрянка – Красновишерск
4. Карагай – Октябрьский
5. Ильинский – Чернушка
6. Кудымкар – Гремячинск

#### Указания к выполнению задания

- Выбрать вариант заданного направления.
- Для решения поставленных задач подобрать серию общегеографических и тематических карт из атласов Пермского края.
- Для построения гипсометрического профиля выбрать вертикальный и горизонтальный масштабы.
- Используя физическую карту Пермского края (в рукописном варианте работы) или ЦМР (в компьютерном варианте работы), построить гипсометрический профиль по абсолютным высотам местности (м).
- Используя серию геологических карт Пермского края, построить геологический разрез.
- Используя почвенную карту Пермского края, показать почвенный покров. Для этого под линией гипсометрического профиля отложить 2 мм вниз и продублировать рисунок гипсометрического профиля, затем цветом показать почвы.
- Используя карту растительности, показать растительный покров. Для этого каждому типу растительности задать площадной наглядный знак и «посадить» его над почвенным покровом.
- Используя серию климатических карт, построить графики температуры воздуха в январе (линией синего цвета) и в июле (линией красного цвета) в градусах С, годового количества осадков (линией зеленого цвета) (мм).

- Используя карту годового стока, построить график годового стока (мм) (линией чёрного цвета).
- Все графики строятся над линией гипсометрического профиля по своей шкале.
- Используя карты физико-географического районирования и ландшафтные карты, показать границы зон, подзон, районов, областей, ландшафтов (для каждого подразделения выбрать линию границы – чёрным цветом разной толщины).

265

Примеры построения комплексных профилей можно увидеть, например, в Атласе Алтайского края Т. 1. Москва; Барнаул, 1978.

## ГЛАВА 12

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

При изучении дисциплины «Картография» предусмотрена самостоятельная работа, на которую выделяется 110 часов (44 час. во втором триместре и 66 час. в третьем триместре).

Тема **«Цель и задачи курса. Понятие о географической карте»** (4 час. самостоятельной работы). Самостоятельная работа по данной теме предполагает внимательное прочтение конспекта лекции и главы в рекомендованных учебниках, изучение понятий «картография» и «географическая карта».

Тема **«История развития картографии»** (10 час. самостоятельной работы) отводится на самостоятельную подготовку студентов и контролируется контрольным мероприятием (20 баллов) в виде решения теста. Тренировочный тест содержится в прил. 5.

Вопросы для самостоятельного изучения данной темы:

- Картография в античное время.
- Картография в Средние века
- Картография в Новое время.
- Развитие российской картографии.
- Современное состояние науки и перспективы её развития.

Список литературы для самостоятельной подготовки по данной теме:

- Салищев К.А. Картоведение. М., 1976. С. 320 – 422
- Берлянт А.М. Картография. М., 2001. С. 161 – 165
- Браун Л.А. История географических карт. М., 2006. 478 с. 267
- Рыбаков Б.А. Русские карты Московии. М., 1974. 111 с.

При изучении темы «**Классификация карт**» (4 час. самостоятельной работы) рекомендовано самостоятельно выбрать различные географические карты и провести их классификацию по видам и типам, по всем классификационным признакам.

Тема «**Математическая основа карт**» (20 час. самостоятельной работы) предполагает внимательное изучение теоретических вопросов математической картографии по рекомендованным учебникам и конспектам лекций, изучение основных понятий и окончание выполнения практических заданий, а также подготовку к контрольному мероприятию – решению теста по всей теме (40 баллов). Тренировочный тест содержится в прил. 3.

Тема «**Картографическая генерализация**» (6 час. самостоятельной работы) также предполагает внимательное изучение теоретических вопросов картографической генерализации по рекомендованным учебникам и конспектам лекций, изучение основных понятий и окончание выполнения практических заданий, а также подготовку к контрольному мероприятию по данной теме (40 баллов).

При изучении темы «**Язык карты: картографические знаки и способы картографического изображения**» (10 час. самостоятельной работы) рекомендовано внимательное изучение учебной литературы и повторение по конспектам лекций, окончание выполнения практических заданий, а также подготовку к контрольному мероприятию (20 баллов).

Тема «**Надписи на географической карте**» (8 час. самостоятельной работы) предполагает повторение теоретического материала по конспектам и учебной литературе, а также выполнение домашнего задания по практическим работам.

Тема «**Источники для создания карт и атласов**» (8 час. самостоятельной работы) – изучение учебной литературы и подготовка к изучению следующей темы, предполагающей написание программы карты и составление карты, где необходимо выбрать источники информации и провести их обработку.

Тема «**Этапы создания карты**» (10 час. самостоятельной работы) предполагает изучение теоретических вопросов по учебной литературе и конспектам лекций, окончание выполнения практических заданий, по результату которых выставляются баллы контрольного мероприятия (20 баллов).

268 Студент получает практическое задание – создать карту определенной тематики. Во время выполнения этого задания составляется предварительная программа карты и создаётся макет карты, т.к. работа трудоёмкая, окончание выполнения задания – домашняя работа.

Тема «**Географические атласы**» (10 час. самостоятельной работы) контролируется контрольным мероприятием (20 баллов) и предполагает изучение теоретических вопросов атласной картографии по учебной литературе и конспектам лекций, окончание выполнения практического задания.

Тема «**Методы использования карт**» (10 час. самостоятельной работы) – внимательное изучение различных видов использования географических карт и картографического метода исследования. Подготовка к выполнению практического задания и к итоговому контролю.

**Итоговое контрольное мероприятие** (10 час. самостоятельной работы) по всему курсу «Картография» проводится в виде тестирования. В итоговом тесте содержится 40 равнозначных вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в один балл. Тренировочный тест см. в прил. 6. Самостоятельная работа – повторение всего пройденного материала и подготовка к сдаче экзамена.

Рекомендации по решению тренировочных тестов (прил. 3, 4, 5):

- Подготовиться по теме (прочитать необходимые главы учебников и дополнительной литературы, лекции).
- Внимательно прочитать вопросы в тесте.
- Решить тест без использования вспомогательных источников (учебников, лекций и пр.).
- Проверить правильность решения теста с помощью вспомогательных источников (учебников, конспекта текста лекций и пр.).

Примерный перечень экзаменационных  
вопросов по всему курсу

1. Понятие «картография». Объект, предмет и задачи картографии.
2. Картография в античное время.
3. Картография в Средние века
4. Картография в Новое время.
5. Развитие российской картографии.
6. Современное состояние науки и перспективы её развития.
7. Понятие о географической карте. Свойства и элементы карты.
8. Классификация карт по видам.
9. Классификация карт по типам.
10. Понятие о картографической генерализации.
11. Факторы генерализации.
12. Виды (стороны) генерализации.
13. Показатели генерализации.
14. Форма Земли. Изображение Земли на глобусе. Основные свойства глобуса.
15. Понятие о референц-эллипсоиде.
16. Элементы математической основы карты.
17. Понятие о картографической проекции.
18. Классификация проекций.
19. Искажения на карте. Эллипс искажений. Оценка размеров искажений на карте.
20. Виды проекций по характеру искажений.

21. Цилиндрические проекции (на касательном и секущем цилиндре).
22. Проекция Г. Меркатора. Понятие о локсодромии и ортодромии.
23. Конические проекции (на касательном и секущем конусе).
24. Азимутальные проекции (простые).
25. Азимутальные проекции (перспективные).
26. Условные проекции.
27. Выбор проекции при создании карты.
28. Математическая основа карты: масштаб (понятие и его виды).
29. Математическая основа карты: геодезическая основа.
30. Математическая основа карты: координатные сетки.
31. Математическая основа карты: рамки, ориентировка, компоновка.
32. Язык карты – картографические знаки. Их виды и применение.
33. Способ значков. Виды шкал значков.
34. Способ линейных знаков.
35. Способ изолиний.
36. Способ знаков движения.
37. Способ качественного фона.
38. Способ количественного фона.
39. Способ ареалов.
40. Точечный способ.

41. Способ локализованных диаграмм.
42. Способ картодиаграммы.
43. Способ картограммы.
44. Способы картографического изображения природных явлений на картах.
45. Способы картографического изображения социальных явлений на картах.
46. Способы картографического изображения экономических явлений на картах.
47. Способы картографического изображения рельефа на различных картах.
48. Надписи на географической карте (функции, формы передачи, размещение).
49. Понятие о географическом атласе. Классификация атласов.
50. Источники для создания географических карт и атласов.
51. Этапы создания карты.
52. Методы использования географических карт.

Список рекомендуемой литературы для  
подготовки к экзамену

272

***Основная***

1. Берлянт А.М. Картография. М.: Кн. дом Университет, 2010. 328 с.
2. Серапинас Б.Б. Математическая картография. М.: ACADEMIA, 2005. 336 с.

***Дополнительная***

1. Берлянт А.М. Картоведение. М.: Аспект-Пресс, 2003. 478 с.
2. Берлянт А.М. Картография. М.: Аспект-Пресс, 2001. 336 с.
3. Берлянт А.М. Карта. Краткий толковый словарь. М.: Научный мир, 2003. 168 с.
4. Берлянт А.М., Сваткова Т.Г. Практикум по картографии и картографическому черчению: учебно-метод. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1991. 125 с.
5. Бугаевский Л.М. Математическая картография: учебник для вузов. М., 1998. 400 с.
6. Верещака Т.В., Ковалева О.В. Изображение рельефа на картах. Теория и методы (оформительский аспект). М.: Научный мир, 2016. 184 с.
7. Лютый А.А. Язык карты: сущность, система, функции. 2-е изд. М.: ГЕОС, 2002. 327 с..
8. Салищев К.А. Картоведение. 3-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1987. 240 с.

9. Салищев К.А. Картография. 3-е изд. М.: Высшая школа, 1982. 272 с.
10. Сваткова Т.Г. Атласная картография. М.: Аспект-Пресс, 2002. 204 с.
11. Южанинов В.С. Картография с основами топографии. М.: Высшая школа, 2001. 302 с.

## Список использованных источников

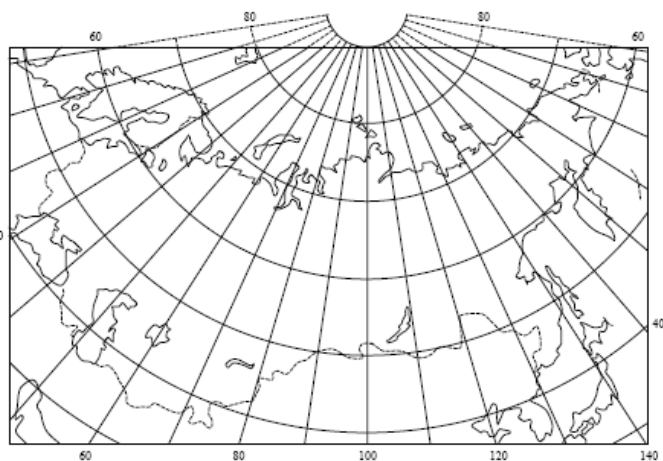
- 274
1. Бажукова Н.В. Картография. Надписи на географической карте и шрифтовое оформление карт: учеб.-метод. пособие. Пермь, 2017. 62 с.
  2. Берлянт А.М. Картография. М.: Аспект-Пресс, 2001. 336 с.
  3. Берлянт А.М. Картография (Учебник). М.: Кн. дом Университет, 2010. 328 с.
  4. Верещака Т.В., Ковалева О.В. Изображение рельефа на картах. Теория и методы (оформительский аспект). М.: Научный мир, 2016. 184 с.
  5. Востокова А.В., Кошель С.М., Ушакова Л.А. Оформление карт. Компьютерный дизайн (Учебник). М.: Аспект пресс, 2002. 288 с.
  6. Машенцева Л.Д., Осауленко Л.Е., Первухин Г.А. Картографическое черчение и оформление карт. Киев: Изд-во Вища школа, 1986. 176 с.
  7. Мозжерин В.В. Практикум по картографии. Математическая основа карт. Казань: Изд-во Казанского университета, 2006. 142 с.
  8. Мозжерин В.В., Кажокина В.А. Практикум по картографии. Часть 2. Картографические условные знаки и способы картографического изображения. Казань: Изд-во Казанского университета, 2012. 128 с.
  9. Наставления по составлению и подготовке к изданию топографической карты масштаба 1:1 000 000. М., 1987.
  10. Салищев К.А. Картоведение. М.: Изд-во МГУ, 1976. 438 с.
  11. Салищев К.А. Проектирование и составление карт. М.: Изд-во МГУ, 1987. 240 с.
  12. Сваткова Т.Г. Атласная картография. М.: Аспект-Пресс, 2002. 204 с.
  13. Серапинас Б.Б. Математическая картография. М.: ACADEMIA, 2005. 336 с.



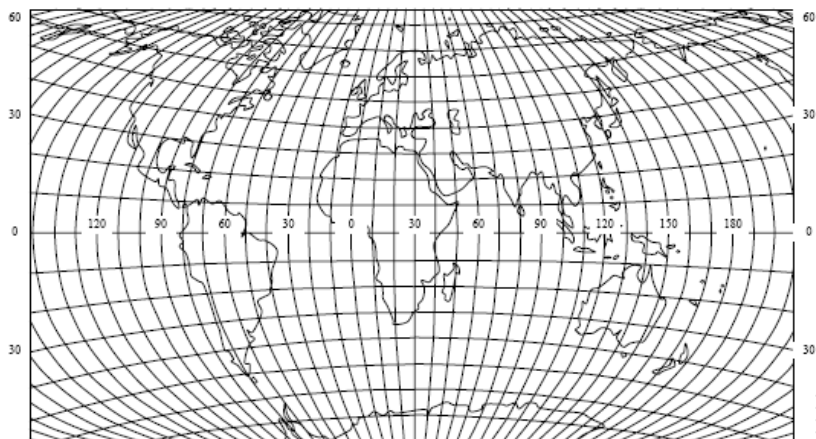
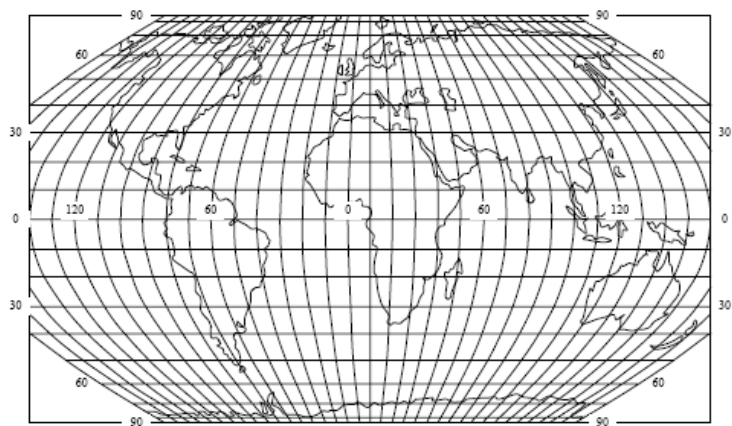
# Приложение 1.

## Карты для определения картографической проекции

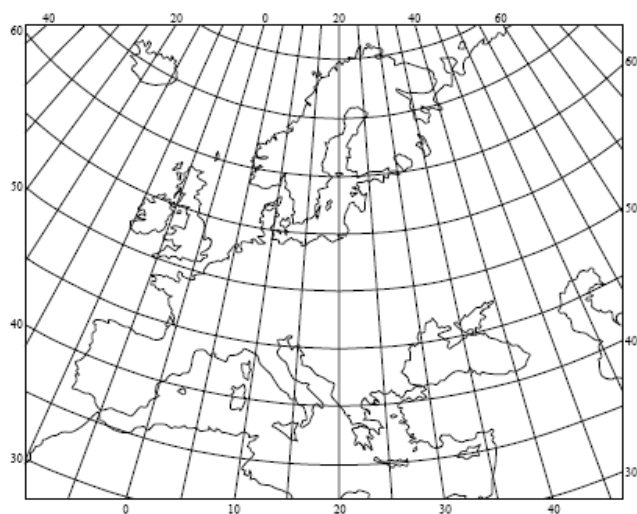
Карта 1. СССР



Карта 2.  
Карта мира

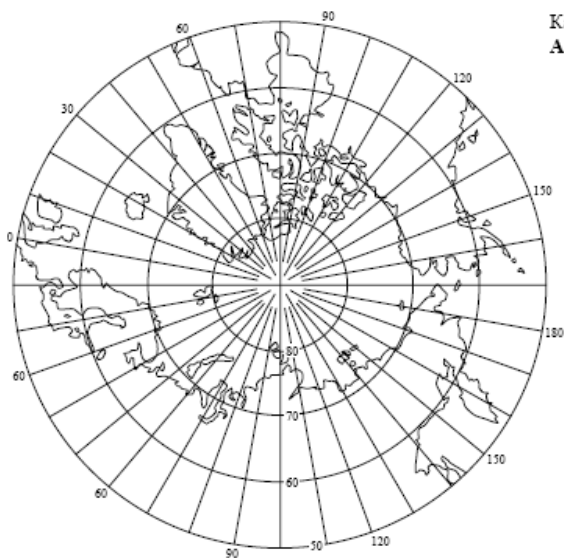


Карта 3.  
Карта мира

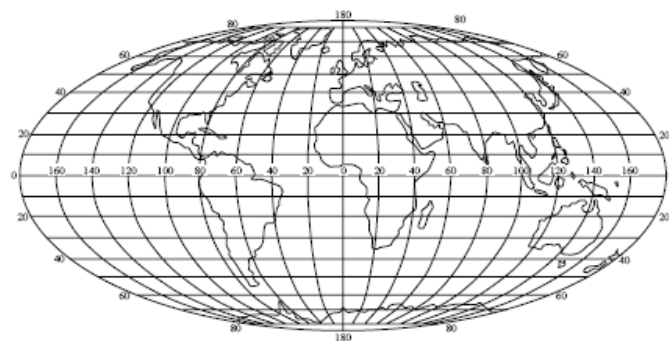


Карта 4. Европа

77

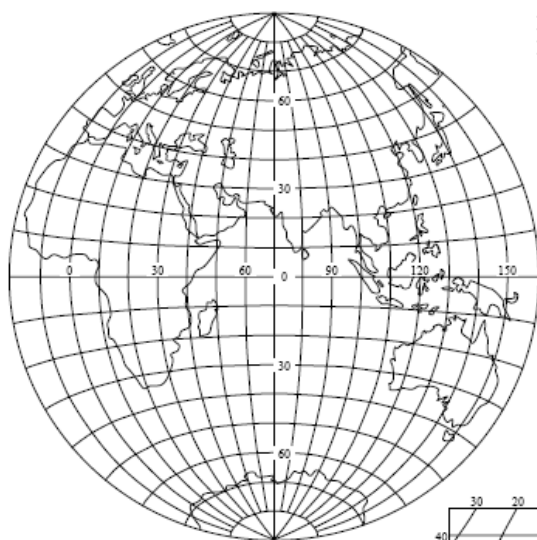


Карта 5.  
Арктика



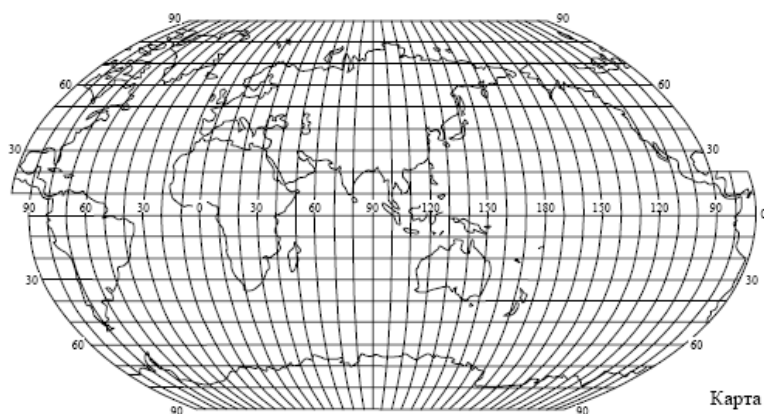
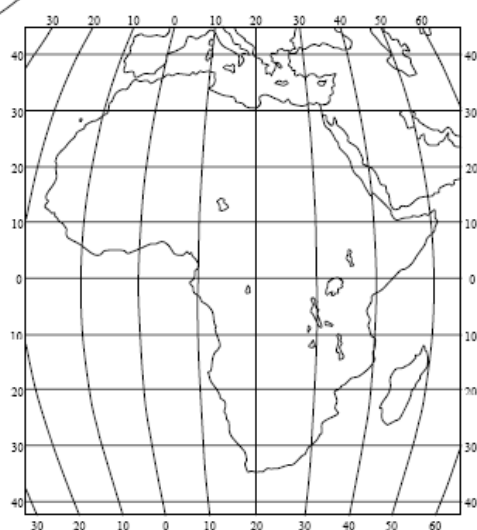
Карта 6.  
Карта мира

Карта 7.  
Восточное полушарие



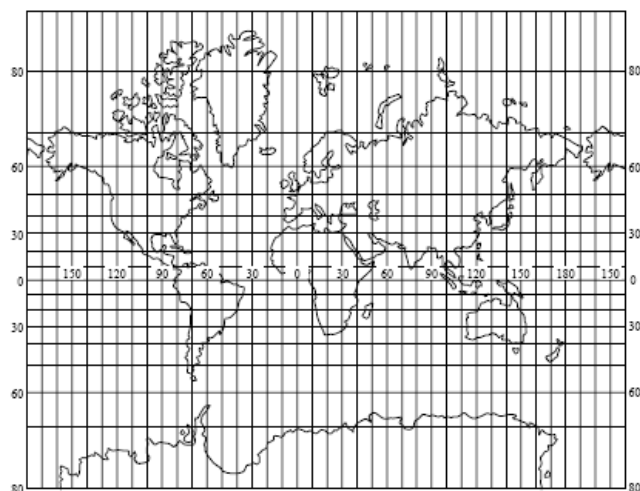
278

Карта 8.  
Африка



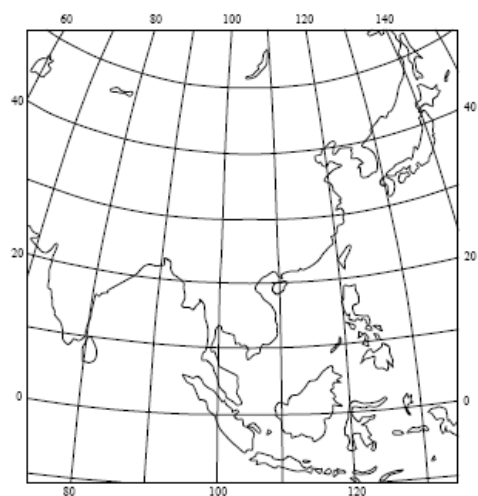
Карта 9. Мировой океан

Карта 10. Карта мира

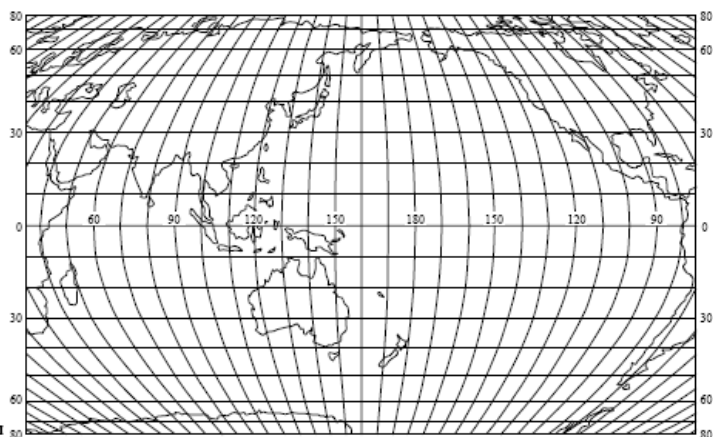


279

Карта 11.  
Юго-восточная Азия

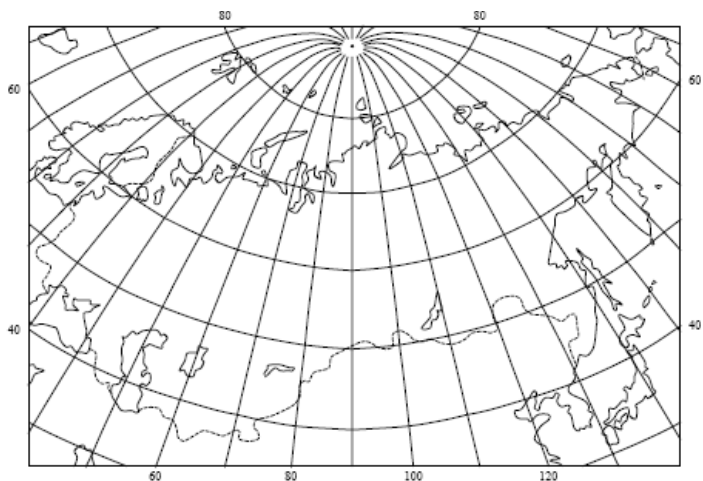


Карта 12.  
Тихий и  
Индийский океаны

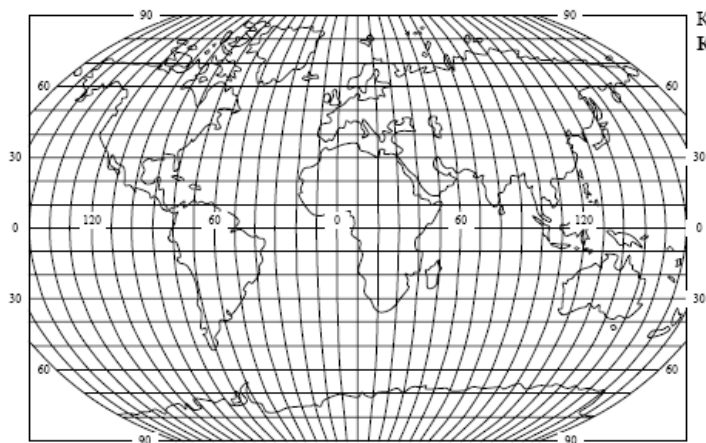


# КАРТОГРАФИЯ

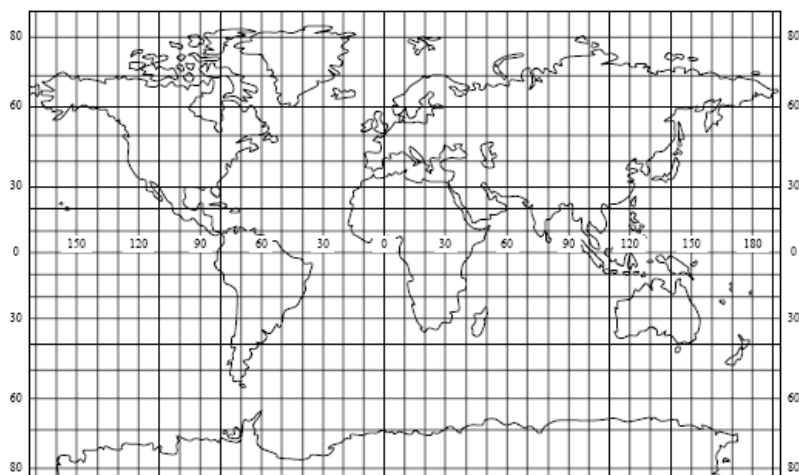
Карта 13.  
СССР



2

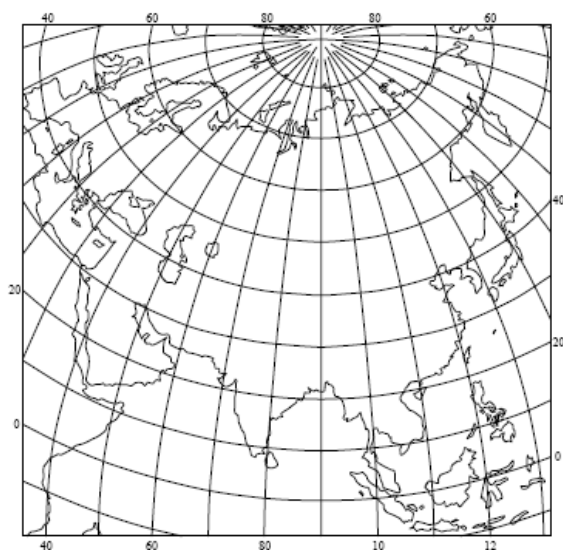


Карта 14.  
Карта мира

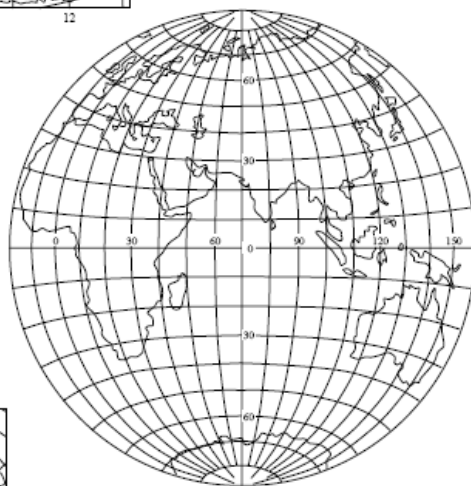


Карта 15.  
Карта мира

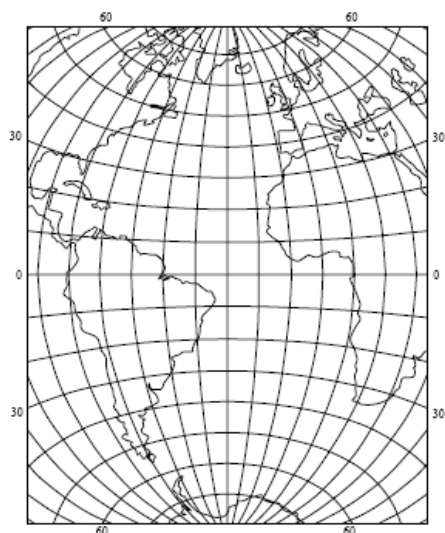
ПРИЛОЖЕНИЯ



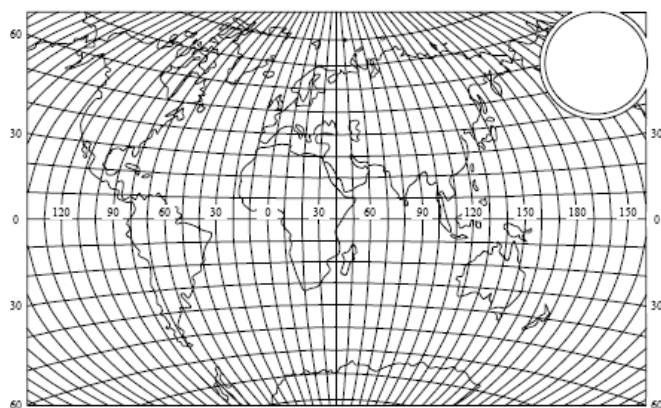
Карта 16.  
Евразия



Карта 17.  
Восточное полушарие

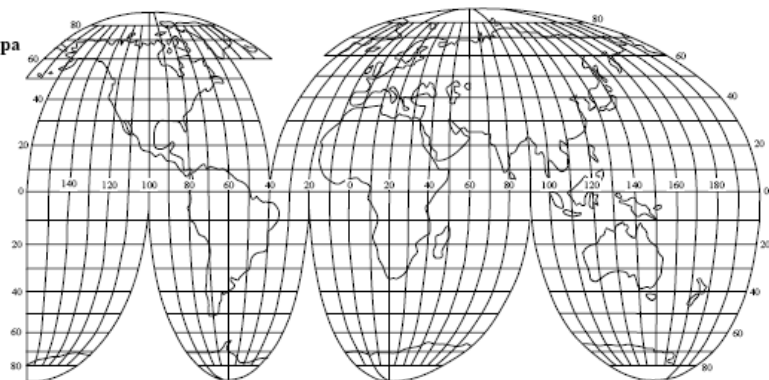


Карта 18.  
Атлантический океан

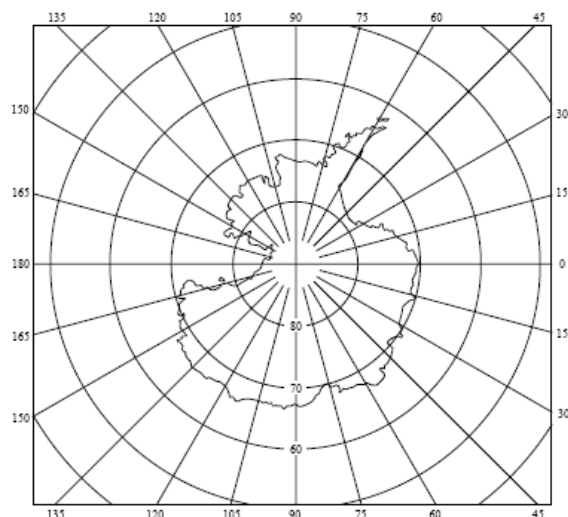


Карта 19.  
Карта мира

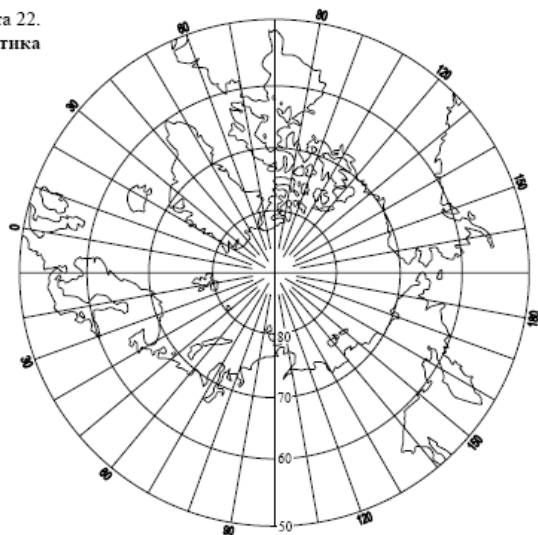
Карта 20.  
Карта мира



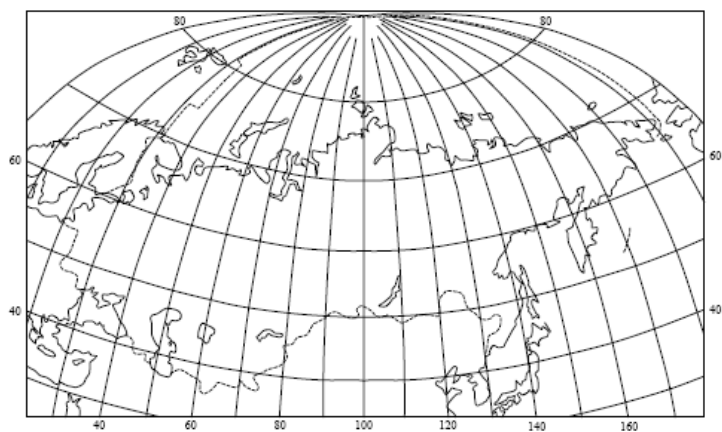
Карта 21.  
Антарктида



Карта 22.  
Арктика



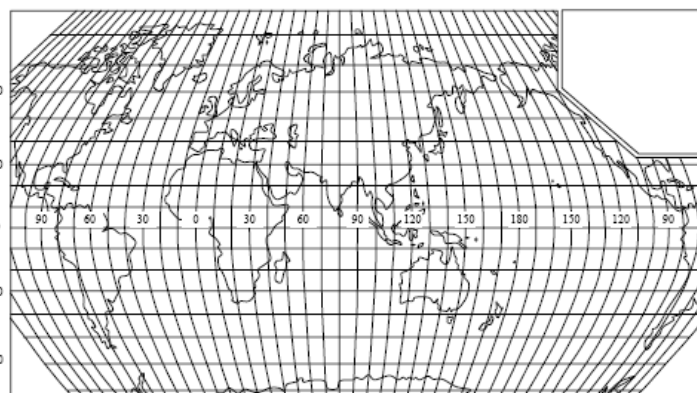
283



Карта 23.  
СССР

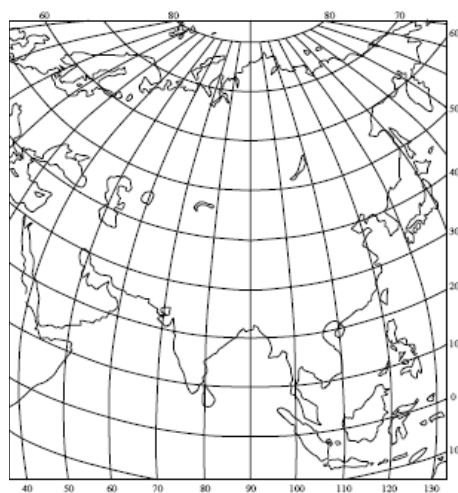


Карта 24.  
Карта мира

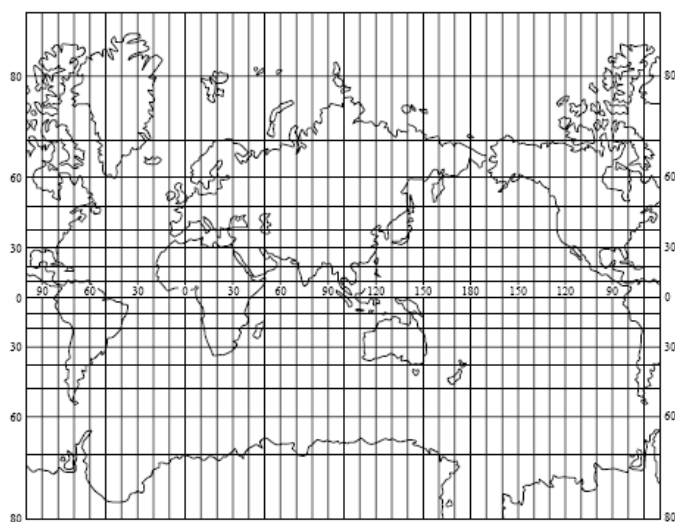


Карта 25.  
Карта мира

Карта 26.  
Восточное полушарие

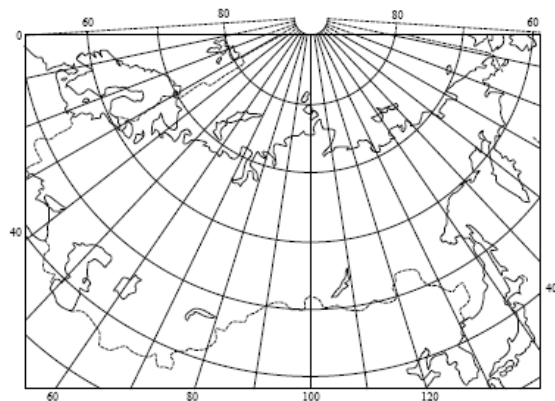


Карта 27. Азия



Карта 28.  
Мировой океан

285



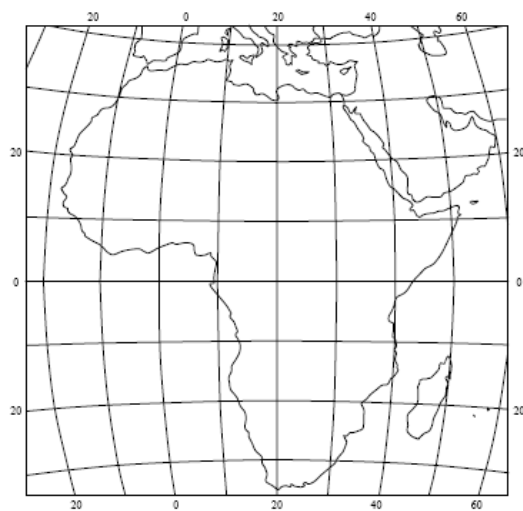
Карта 29.  
СССР



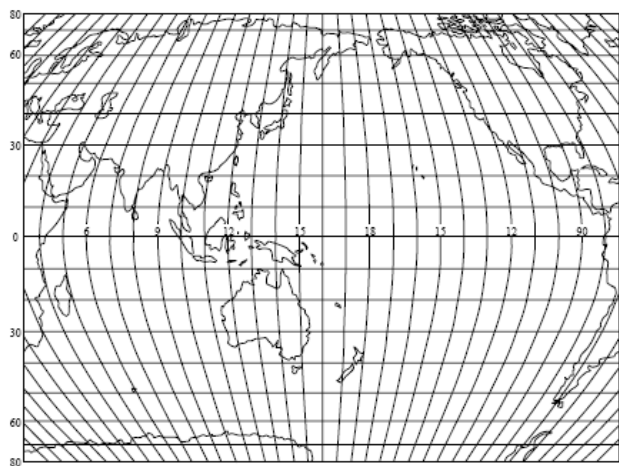
Карта 30.  
Восточное полушарие

# КАРТОГРАФИЯ

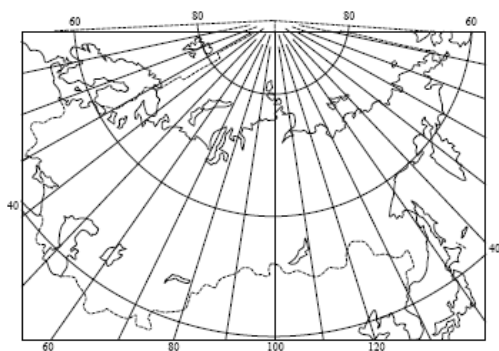
Карта 31.  
Африка

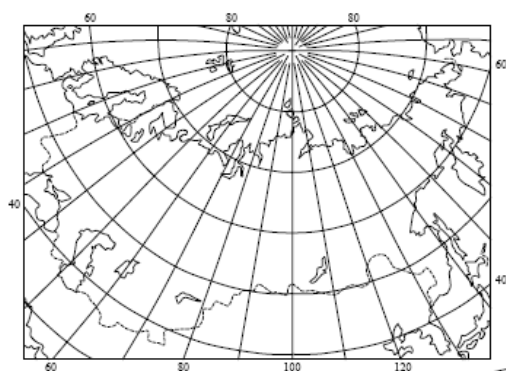


Карта 32.  
Тихий и Индий-  
ский океаны



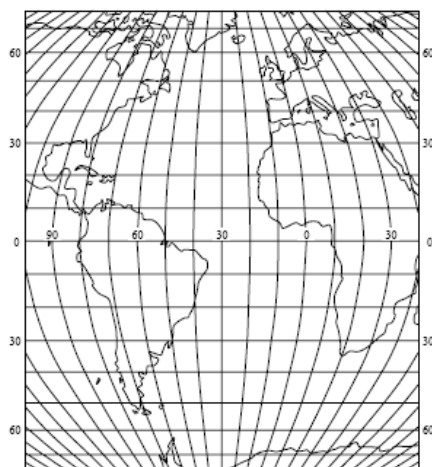
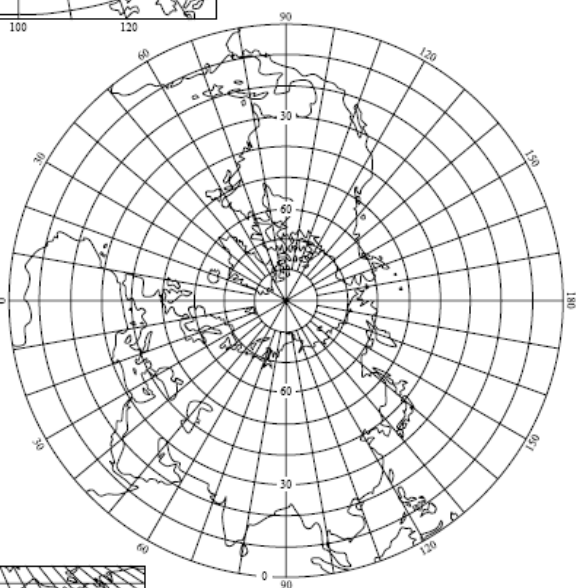
Карта 33. СССР





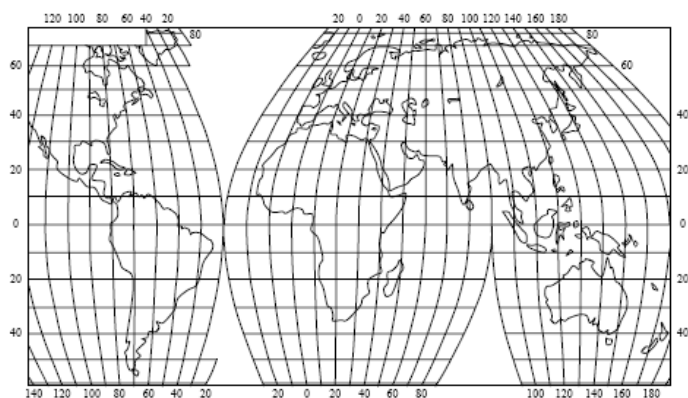
Карта 34. СССР

Карта 35.  
Северное полушарие

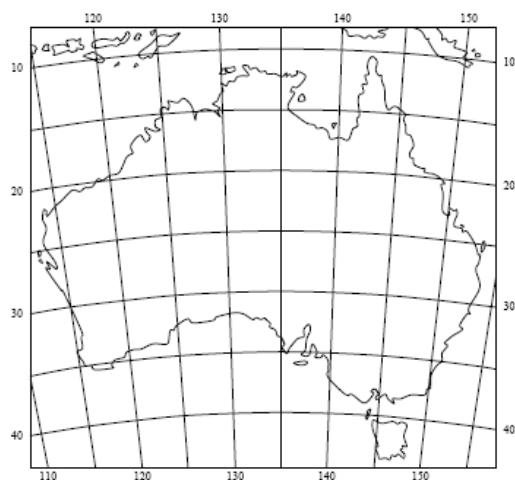


Карта 36.  
Атлантический океан

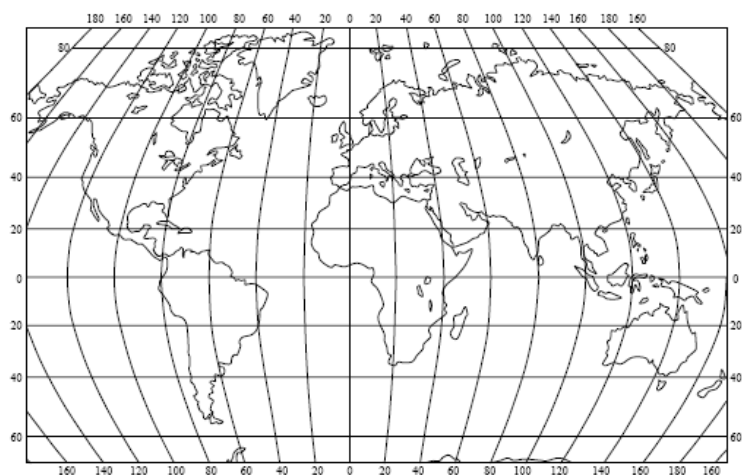
Карта 37.  
Карта мира



Карта 38.  
Австралия



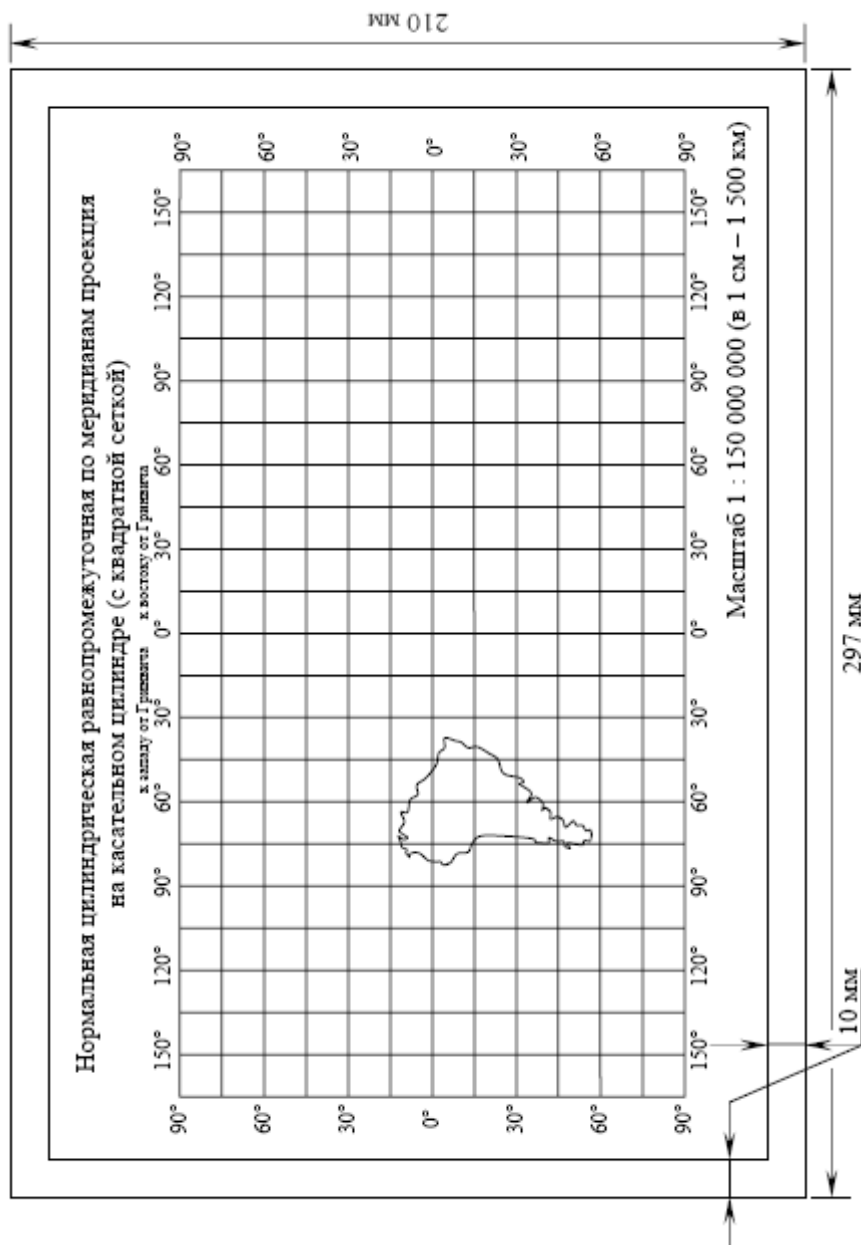
Карта 39. Карта мира



# Приложение 2.

Макет картографической сетки  
нормальных цилиндрических проекций  
с указанием необходимых размеров в  
оформлении рамки (уменьшено в два раза)

289



Приложение 3.  
Альбом картографических шрифтов

290

ЕГИПЕТСКИЙ ШРИФТ

А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С Т У

Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ъ Э Ю Я

а б в г д е ж з и к л м н о п р с т у ф х ц

ч ш щ ъ ы ъ э ю я

Березники Чернушка Сельч Панино

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

АЛЬДИНЕ

АБВГДЕЖЗИКЛМНОПРСТУФХЦЧШ  
ЩЪЫЬЭЮЯ

абвгдежзиклмнопрстуфхцчщъыьэюя

МОСКВА ЛЕНИНГРАД Ташкент

МОСКВА ГОРЬКИЙ Бугульма

1234567890 1234567890

## КУРСИВНЫЙ ШРИФТ

А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц

Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и к л м н о п р с т у ф х ц ч ш щ

ъ ы ь э ю я

ПРОЛИВ Чусовая Опарино Мулянки Острова

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

## Приложение 4. Тренировочный тест по теме «Математическая основа карт»

**Впервые применил гномоническую проекцию для карты звездного неба**

293

Апполоний Пергский; Эратосфен Киренский;  
Фалес Милетский; Гиппарх; Клавдий Птолемей.

**Кто разработал способ построения конической проекции?**

Апполоний Пергский; Эратосфен Киренский;  
Фалес Милетский; Гиппарх; Клавдий Птолемей.

**Применил равноугольную цилиндрическую проекцию**

Генрих Мореплаватель; Паоло Тосканелли; Герард Меркатор;  
И.Г. Ламберт; К.Ф. Гаусс.

**Кем впервые была предложена стереографическая азимутальная проекция?**

Гиппархом; Аристотелем; Птолемеем;  
Меркатором; Бонном.

**Кто изложил в законченном виде общую теорию искажений?**

М.В. Ломоносов; Л. Эйлер; Н.А. Тиссо;  
В.В. Каврайский; И.Г. Ламберт.

**Что означает временной масштаб 1: 86 000**

- 1 секунда демонстрации соответствует 1 секунде;
- 1 секунда демонстрации соответствует 1 часу;
- 1 секунда демонстрации соответствует 1 суткам;
- 1 секунда демонстрации соответствует 1 году;
- 1 секунда демонстрации соответствует 1 веку.

**Нормальная система координат – это**

система полярных сферических координат,  
полюс которой совмещён с географическим полюсом;

система полярных сферических координат,  
полюс которой расположен на экваторе;

система полярных сферических координат, полюс которой  
расположен между географическим полюсом и экватором;

система полярных сферических координат, полюс которой  
расположен между северным и южным полюсом.

**Где располагается условный полюс при косой системе полярных сферических координат?**

- на экваторе;      на географическом полюсе;
- между экватором и географическим полюсом;
- 80°с.ш. 0° д.;      66°с.ш. 180°з.д.

294

**Чему равно зенитное расстояние при условной широте 40°?**

- 0;      20;      40;      50;      60.

**Эквивалентная проекция – это**

- проекция без искажения площадей;
- проекция без искажения углов и форм;
- проекция с минимальными искажениями площадей, углов и форм;
- проекция с максимальными искажениями площадей, углов и форм;
- проекция без искажения длин линий.

**Что такое индикатриса Тиссо?**

- линия локсодромии на карте; линия ортодромии на карте;
- эллипс искажений;      величина искажения угла;
- величина искажения площади.

**В какой проекции в нормальной ориентировке параллели имеют переменную кривизну?**

- азимутальной; конической; псевдоконической;
- поликонической; псевдоцилиндрической.

**Искажение площади  $p = 2.5$  означает, что**

- площадь в этой точке на карте не искажена;
- площадь в этой точке на карте немного приуменьшена;
- площадь в этой точке на карте немного преувеличена;
- площадь в этой точке на карте значительно приуменьшена;
- площадь в этой точке на карте значительно преувеличена.

Определите по виду картографической сетки проекцию по характеру искажений



- равноугольная;
- равновеликая;
- равнопромежуточная по параллели;
- равнопромежуточная по меридиану;
- другая произвольная.

295

Определите по виду картографической сетки проекцию



- цилиндрическая;
- коническая;
- поликоническая;
- азимутальная;
- псевдоконическая.

Определите по виду картографической сетки проекцию



- псевдоцилиндрическая;
- коническая;
- поликоническая;
- псевдоазимутальная;
- псевдоконическая.

Определите по виду картографической сетки проекцию



- псевдоконическая;
- коническая;
- псевдоцилиндрическая;
- поликоническая;
- цилиндрическая.

Определите по виду картографической сетки проекцию



- псевдоцилиндрическая;
- поликоническая;
- экваториальная азимутальная;
- горизонтальная азимутальная;
- псевдоазимутальная.

**В какой проекции следует строить карту Тихого океана?**

296

- равновеликой горизонтальной азимутальной;
- равноугольной нормальной конической;
- равноугольной псевдоазимутальной;
- равноугольной нормальной цилиндрической;
- произвольной псевдоцилиндрической.

**Карты мира обычно строят**

- в псевдоконической проекции;
- в псевдоцилиндрической проекции;
- в псевдоазимутальной проекции;
- в конической проекции;
- в поперечно-цилиндрической проекции.

**В какой проекции следует строить карту мира?**

- Меркатора; Муреvска;
- Урмаева; Красовского; Вихеля

**Проекция Гинзбурга – это:**

- псевдоцилиндрическая; псевдоконическая;
- псевдоазимутальная; нормальная цилиндрическая;
- поперечная коническая.

**Произвольная псевдоцилиндрическая проекция предложена в 1963 г.**

- Мольвейде; Робинсоном; Голом;
- Райзом; Спилгаузом.

**Какая проекция передает сферичность полушарий?**

- косая ортографическая азимутальная; полицилиндрическая;
- псевдоконическая; полиазимутальная;
- нормальная стереографическая азимутальная.

**Карты полушарий принято строить в ... проекции**

- экваториальной азимутальной; нормальной азимутальной;
- нормальной конической; псевдоцилиндрической;
- поликонической.

## В какой проекции следует строить карту Австралии?

- равнопромежуточной косо́й конической;
- равноугольной нормальной цилиндрической;
- равновеликой косо́й азимутальной;
- равновеликой псевдоконической;
- равноугольной поперечной цилиндрической.

297

## Какую проекцию следует выбрать для карты Африки?

- равновеликую нормальную коническую;
- равновеликую поперечную цилиндрическую;
- равновеликую поперечную азимутальную;
- равноугольную нормальную цилиндрическую;
- равнопромежуточную псевдоцилиндрическую.

## Карты Европы принято строить в ... проекции

- Псевдоазимутальной;                      псевдоцилиндрической;
- псевдоконической;                      поликонической;                      полиазимутальной.

## Какую проекцию следует выбрать для карты России при изображении с наименьшими искажениями?

- нормальную на секущем цилиндре;
- косую на секущем цилиндре;      косую на секущем конусе;
- поперечную псевдоконическую;      поперечную цилиндрическую.

## По виду картографической сетки определите проекцию карты России



- нормальная цилиндрическая;
- нормальная коническая;
- нормальная азимутальная;
- нормальная псевдоконическая;
- нормальная псевдоцилиндрическая.

Как называют перспективную проекцию, в которой центр проектирования расположен на противоположном конце диаметра Земли?

гномоническая; ортографическая; внешняя;  
стереографическая.

298

Что означает наличие двух стандартных параллелей?

на карте показаны только две параллели;  
проекция карты построена на секущей поверхности;  
линии нулевых искажений  $0^\circ$  широты и  $180^\circ$ з.д.;  
картографическая сетка строится через два градуса;  
эти две параллели на карте показывают пунктиром.

Дайте определение: цилиндрическая проекция –это .....

.....  
.....  
.....

Дайте определение: поликоническая проекция –это .....

.....  
.....  
.....

Что такое альмукантарат?

.....  
.....  
.....

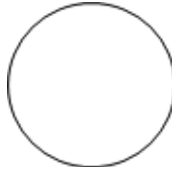
Что такое зенитное расстояние?

.....  
.....  
.....

Какие факторы влияют на выбор картографической проекции?

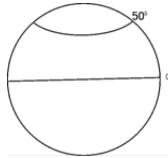
.....  
.....  
.....

Покажите построение линий меридианов в полярной азимутальной проекции с густотой сетки  $20^0$

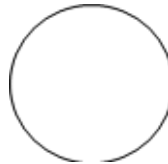


299

Покажите графический способ нахождения радиуса дуги параллели в нормальной конической проекции



Покажите графически построение линий параллелей в нормальной гномонической цилиндрической проекции



**Приложение 5.**  
**Тренировочный тест по теме**  
**«История развития картографии»**

300

**Кто был создателем первого изображения Земли?**

- 1) Аристофан,    2) Аристогор,    3) Анаксимандр,  
4) Геродот,        5) Эратосфен.

**Предположение о шарообразности Земли впервые выдвинул:**

- 1) Гиппарх,    2) Парменид,    3) Птолемей,    4) Страбон,    5) Геродот.

**Где строились «карты дорог»?**

- 1) в Древней Греции,    2) в Вавилоне,    3) в Древнем Риме,  
4) в Древнем Китае,    5) в Древнем Египте.

**Прямоугольную карту мира на 70 листах построил:**

- 1) Ширакаци,    2) Ибн Хаукаль,    3) аль-Хорезми,  
4) аль-Истахри,    5) аль-Идриси.

**Кто уделил вопросам сбора и использования источников для составления географических карт много внимания в «Руководстве по географии»?**

- 1) Эратосфен,    2) Аристотель,    3) Птолемей,  
4) Геродот,        5) Страбон.

**Кого называли «отцом Китайской картографии» – он составил карту Китая и текст к ней о правилах изготовления карт?**

- 1) Цзя Тан,    2) Пей Сю,    3) Шу Цен,  
4) Цзяо Ли,    5) Ли Пен.

**Найдите ошибку в характеристике портоланов:**

- самый старый портолан назывался Пизанская карта;  
родиной портоланов была Италия;  
береговая линия показывалась детально, с преувеличением объектов;  
маленькие острова, бухты и утёсы не вычерчивались;  
внутренняя часть суши обычно не изображалась.

**Время расцвета и использования портоланов:**

- 1) 4 – 6 вв.,    2) 11 – 13 вв.,    3) 14 – 16 вв.,  
4) 17 – 18 вв.,    5) 19 – 20 вв.

**Схематические рисунчатые «карты», распространенные в доколумбовое время, достоверно передававшие взаимное расположение объектов, называются...**

- 1) таблицы,            2) портоланы,    3) пиктограммы,
- 4) чертежи,            5) рукописи.

301

**Каково основное назначение и содержание монастырских карт?**

- 1) показывать расположение монастырей;
- 2) отображать дороги к храмам;
- 3) иллюстрировать богословские сочинения;
- 4) изображать территории монастырей;
- 5) служить путеводителем для монахов.

**Первый русский географический атлас состоял из:**

- 1) 12 карт,            2) 23 карт,    3) 38 карт,
- 4) 49 карт,            5) 56 карт.

**Кто был автором карты Московии?**

- 1) Иван Ляцкой,    2) Антоний Вид,            3) Семён Ремезов,
- 4) Павел Иовий,    5) Сигизмунд Герберштейн.

**Кто в отечественной картографии ввёл термин «экономические ландкарты»?**

- 1) С.У.Ремезов,    2) М.В.Ломоносов,            3) В.В.Докучаев,
- 4) Н.Н.Баранский,            5) К.А.Салищев.

**Кто впервые показал Средиземное море в правильных очертаниях?**

- 1) Г. Делиль,            2) Ж. Пикар,    3) Ц. Кассини,
- 4) Ж. д. Анвиль,    5) В. Снеллиус.

**Кто выдвинул гипотезу, по которой Земля является не шаром, а эллипсоидом вращения?**

- 1) Э.Галлей,            2) И.Ньютон,    3) В.Снеллиус,
- 4) Ц.Кассини,            5) Г.Делиль.

**Как называлась организация, которая занималась русской военной картографией?**

- 1) Академия наук, 2) Математико-навигационная школа,
- 3) Депо карт,            4) Коллегиум,    5) Географический департамент.

Что наиболее подробно и детально изображалось на картах С.У.Ремезовым и служило основой карт при отсутствии картографических сеток?

- 302      1) населённые пункты,      2) гидрографическая сеть,  
3) дорожная сеть,      4) рельеф,      5) почвы.

Кто разработал принцип нахождения равноугольных проекций?

- 1) А. Гумбольд,      2) В.В.Докучаев,      3) П.Л. Чебышев,  
4) М.В.Ломоносов,      5) В.П. Семёнов-Тян-Шанский.

Кто рассчитал параметры референц-эллипсоида, используемого при построении карт России?

- 1) В.В.Каврайский,      2) Ф.Н.Красовский,  
3) И.К.Кириллов,      4) А.А.Тилло,      5) Н.А.Урмаев.

Современный способ изображения рельефа перспективными значками разработал:

- 1) К.А.Салищев,      2) А.М.Берлянт,      3) Э. Райс,  
4) А.Робинсон,      5) Н.А.Тиссо.

## Приложение 6. Тренировочный итоговый тест

303

### 1. Создание первого Атласа принадлежит...

- 1) Аристотелю,    2) Птолемию,    3) Геродоту,  
4) Эратосфену,    5) Страбону.

### 2. Как называлась карта на Руси?

- 1) картина,            2) роспись,            3) свиток,  
4) чертеж,            5) гравюра.

### 3. Кто разработал метод изображения рельефа штрихами вдоль линий наибольшей крутизны скатов?

- 1) Г. Делиль,            2) Ж. д. Анвиль,            3) Ц. Кассини,  
4) Э. Галлей,            5) И.-Г. Леман.

### 4. Дайте определение: географическая карта – это...

### 5. Назовите свойства географической карты.

### 6. Укажите ошибку в признаках классификации карт по видам:

- 1) по тематике,    2) по широте темы,    3) по языку,  
4) по назначению,    5) по масштабу.

### 7. Одна из названных карт не относится к категории «по назначению», назовите ее:

- 1) навигационная карта,    2) геологическая карта,  
3) краеведческая карта,    4) туристическая карта,  
5) тактическая карта.

### 8. Перечисленные карты относятся к категории «по степени объективности», кроме одной, укажите ее:

- 1) документальные,            2) прогнозные,  
3) гипотетические,            4) аналитические,    5) тенденциозные.

### 9. Масштаб определяет название карты, найдите правильный ответ:

- 1) крупномасштабная карта – 1: 250 000;  
2) среднемасштабная карта – 1: 650 000;  
3) мелкомасштабная карта – 1: 850 000;

4) крупномасштабная карта – 1: 2500 000;

5) среднемасштабная карта – 1: 65 000 000.

**10. Карта промышленности относится к...**

304

1) общегеографическим картам, 3) краеведческим картам, 5) проектным картам.

2) тематическим картам, 4) стратегическим картам,

**11. Найдите ошибку в классификации по видам у климатической карты мира масштаба 1: 120 000 000:**

1) это общегеографическая карта, 3) это мировая карта, 5) это обзорная карта.

2) это тематическая карта, 4) это мелкомасштабная карта,

**12. Продолжите фразу: «Чем больше норма представительства, тем...»**

1) больше ценз, 3) меньше степень генерализации,

2) больше степень генерализации, 4) меньше ценз, 5) меньше масштаб.

**13. Определите ответ, в котором первая карта по цензу и норме более генерализована, чем вторая:**

1) первая карта – ценз = 150 км, норма = 5; вторая карта - ценз = 260 км, норма = 6;

2) первая карта – ценз = 260 км, норма = 5; вторая карта - ценз = 150 км, норма = 6;

3) первая карта – ценз = 450 км, норма = 15; вторая карта - ценз = 260 км, норма = 6;

4) первая карта – ценз = 150 км, норма = 8; вторая карта - ценз = 260 км, норма = 6;

5) первая карта – ценз = 550 км, норма = 10; вторая карта - ценз = 260 км, норма = 6.

**14. Один из факторов генерализации назван неправильно, укажите его:**

1) масштаб, 3) содержание, 5) отбор картографируемых объектов.

2) назначение, 4) особенности картографируемой действительности,

15. Элементом математической основы карты является...

- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| 1) эллипсоид вращения,        | 3) эллипс искажения, |
| 5) земная ось.                |                      |
| 2) картографическая проекция, | 4) картографическая  |
| генерализация,                |                      |

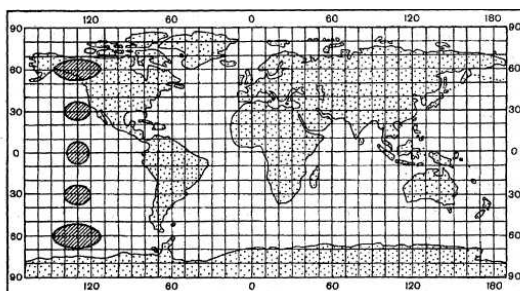
305

16. Найдите ошибку в перечне свойств, характерных для изображения Земли на глобусе:

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1) равномасштабность, | 3) сохранение углов,     |
| 2) равноплощадьность, | 4) отсутствие искажений, |
|                       | 5) применение проекции.  |

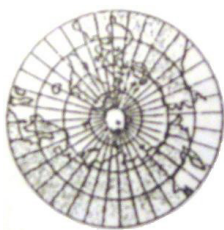
17. Дайте определение: картографическая проекция это...

18. В какой проекции эллипс искажения выглядит так, как показан на рисунке?



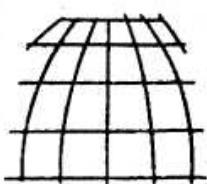
- 1) в равноугольной,
- 2) в равновеликой,
- 3) в равнопромежуточной,
- 4) в произвольной.

19. Сетка какой проекции показана на рисунке?



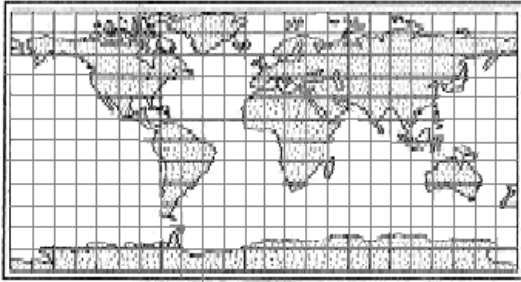
- 1) нормальной конической;
- 2) поперечной конической;
- 3) нормальной цилиндрической;
- 4) экваториальной (поперечной) азимутальной;
- 5) полярной (нормальной) азимутальной.

20. Сетка какой проекции показана на рисунке?



- 1) нормальной конической;
- 2) псевдоконической;
- 3) нормальной цилиндрической;
- 4) псевдоцилиндрической;
- 5) полярной (нормальной) азимутальной.

21. Определив по виду сетки (показанной на рисунке) проекцию, скажите, что будет местом нулевых искажений?



- 1) экватор;
- 2) параллель касания;
- 3) меридиан касания;
- 4) точка полюса;
- 5) точка на экваторе.

22. Определите проекцию по ее краткому описанию: ось вспомогательной поверхности совпадает с малой осью земного эллипсоида; меридианы представляют собой равноотстоящие друг от друга параллельные прямые линии; параллели – прямые, перпендикулярные меридианам; линия нулевых искажений – экватор.

- 1) нормальная цилиндрическая,    2) нормальная коническая,
- 4) поперечная коническая,    3) поперечная цилиндрическая,
- 5) косая цилиндрическая.

23. В какой из перспективных азимутальных проекций точка зрения удалена в бесконечность?

- 1) в центральной,    2) в ортографической,
- 3) во внешней,    4) в ортогональной,    5) в стереографической.

24. Какую проекцию Вы выбрали бы для построения карты восточного полушария?

- 1) нормальную коническую,
- 2) псевдоазимутальную,
- 3) поликоническую,
- 4) экваториальную (поперечную) азимутальную,
- 5) полярную (нормальную) азимутальную.

25. Какую проекцию Вы выбрали бы для построения карты Северного Ледовитого океана?

- 1) нормальную коническую,    2) псевдоазимутальную,
- 3) поликоническую,    4) горизонтальную (косую) азимутальную,
- 5) полярную (нормальную) азимутальную.

## 26. Назовите свойство проекции Герарда Меркатора:

- 1) это нормальная коническая проекция;
- 2) линия нулевых искажений – параллель 60° с.ш.;
- 3) это равноугольная проекция;
- 4) это условная проекция;
- 5) в ней линии параллелей и меридианов – кривые линии.

307

## 27. Как называется масштаб карты в месте нулевых искажений?

- 1) крупный,
- 2) мелкий,
- 3) частный,
- 4) главный,
- 5) линейный

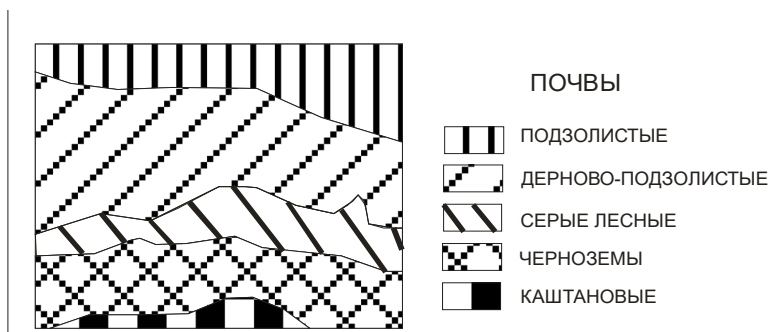
## 28. По формуле « $p = m \times n \times \cos \varepsilon$ » Вы сможете рассчитать искажение...

- 1) длин линий на карте,
- 2) углов,
- 3) масштаба,
- 4) форм,
- 5) площадей.

## 29. Что является компоновкой карты?

- 1) картографическая сетка,
- 2) размещение элементов карты,
- 3) масштаб,
- 4) формат листа карты,
- 5) ориентировка карты.

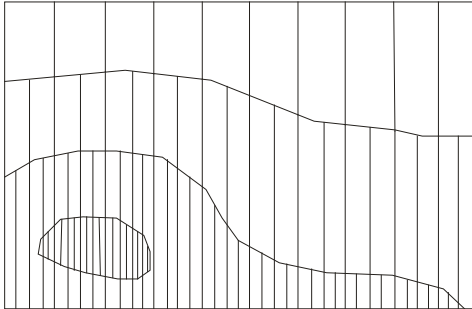
## 30. Определите способ картографического изображения, показанный на рисунке:



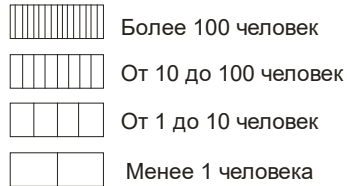
- 1) количественный фон,
- 2) значков,
- 3) качественный фон,
- 4) ареалов,
- 5) картограммы.

31. Определите способ картографического изображения, показанный на рисунке:

308



ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ  
НА 1 КВ. КМ



- 1) изолиний, 2) знаков движения, 3) количественный фон,  
4) точечный, 5) картограмм.

32. Назовите способ картографического изображения, применяемый для изображения массовых рассредоточенных явлений, требующих количественной характеристики:

- 1) изолиний, 3) количественного фона,  
2) знаков движения, 4) точечный, 5) картограммы.

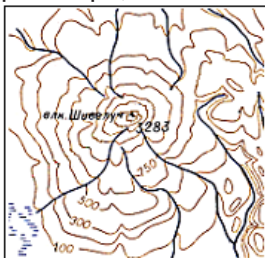
33. При построении карты годового количества осадков целесообразнее использовать способ...

- 1) значков, 3) изолиний, 5) знаков движения.  
2) картодиаграммы, 4) качественного фона,

34. Назовите способ, который используется для изображения рельефа на мелкомасштабной физической карте:

- 1) теневых штрихов, 3) затемненных горизонталей,  
2) горизонталей, 4) гипсометрической окраски, 5) отмывки.

35. Назовите способы картографического изображения рельефа, показанные на рисунке:



- горизонталей, гипсометрической окраски;  
горизонталей, высотных отметок;  
горизонталей, штрихов, высотных отметок;  
горизонталей, отмывки;  
гипсометрической окраски, высотных  
отметок.

**36. Определите форму передачи надписи, если на карте Суоми подписана как Финляндия:**

- 1) местная официальная,      3) фонетическая,
- 2) традиционная,      4) транслитерация,      5) переводная.

**37. Источниками для создания карт и атласов служат все названные, кроме...**

- 1) кадастровых данных,      3) данных наблюдений,
- 2) статистических данных,      4) данных расчетов искажений,
- 5) цифровых моделей.

**38. На пути к созданию карты картограф перепутал свои действия, назовите два ответа, которые необходимо поменять местами:**

- 1) проектирование карты;
- 2) программа карты;
- 3) составление авторского оригинала;
- 4) составление авторского эскиза;
- 5) подготовка к изданию карты.

**39. Что изготавливают при тиражировании карты?**

- 1) авторские макеты;
- 2) оригиналы фоновых окрасок;
- 3) печатные формы;
- 4) полутоновые оригиналы;
- 5) составительские оригиналы.

**40. Выберите неверное утверждение:**

- 1) географические атласы по назначению подразделяют на справочные, учебные и специальные;
- 2) главными показателями целостности атласа являются полнота содержания и внутреннее единство;
- 3) в атласе должно быть использовано минимальное количество проекций;
- 4) географическая основа карт атласа должна обязательно содержать речную сеть и рельеф;
- 5) атлас брошюруется в виде книги.

### ***Учебное издание***

Составитель:  
доцент Бажукова  
Наталья Валерьевна

### ***Картография***

Учебное пособие

Редактор Л.А.Богданова  
Компьютерная верстка  
А.Н.Ташкинова

Подписано в печать 12.05.2020.

Формат 60х84/16.

Усл. печ. л. 18,02.

Тираж 100 экз. Заказ №432.

Типография ООО «Инсайт»

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