

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В. В. ПАРОМОВ

КАРТОГРАФИЯ С ОСНОВАМИ ТОПОГРАФИИ

ЧАСТЬ 2. КАРТОГРАФИЯ

Учебно-методическое пособие

Томск 2010

УДК 528.91
ББК 26.17 я73
П 18

Печатается по решению
учебно-методического совета
Томского государственного
педагогического университета

П 18 Паромов, В. В. Картография с основами топографии. Часть 2. Картография :
учебно-методическое пособие / В. В. Паромов. – Томск : Изд-во ГОУ ВПО «Томский государственный педагогический университет», 2010. – 132 с. [14]: ил.

ISBN 978-5-89428-483-5

Содержание учебно-методического пособия в целом соответствует учебным программам изучения картографии в ТГПУ по специальностям 012500 «География» и 032500.00 «География с дополнительной специальностью». Теория картографии излагается с учетом базового образования учителей географии. Теоретическая часть пособия дополнена методическими указаниями по выполнению практических заданий. В конце пособия приводятся приложения, которые содержат необходимые справочные сведения и вспомогательный материал. Критерием отбора помещаемого в пособии материала явились требования Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и созданной на ее основе рабочей программы курса для студентов географических факультетов педагогических университетов.

Для студентов, преподавателей вузов и учителей географии.

ББК 26.17 я 73

Рецензент:

д-р геогр. наук, профессор *О. Г. Савичев*.

Научный редактор:

канд. г.-м. наук, зав. каф. географии ТГПУ *Е. Е. Пугачёва*.

ISBN 978-5-89428-483-5

Технический редактор: Г. В. Белозёрова. Ответственный за выпуск: Л. В. Домбраускайте.
Печать: трафаретная. Бумага: офсетная. Сдано в печать: 20.08.2010 г. Формат: 60×84/8
Усл. печ. л.: 7,67. Уч. изд. л.: 6,23. Тираж: 500 экз. Заказ: 916/у

Издательство Томского государственного педагогического университета, 634061, г. Томск, ул. Киевская, 60
Отпечатано в типографии Издательства ТГПУ, г. Томск, ул. Герцена, 49. Тел. (3822) 52-12-93
e-mail: tipograf@tspu.edu.ru

© В. В. Паромов, 2010
© Издательство ТГПУ, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Рабочая программа дисциплины «Картография»	5
Глава 1. Географическая карта и глобус	13
1.1. Наука картография и ее связь с другими науками	13
1.2. Географическая карта, ее свойства и элементы	15
1.3. Классификация географических карт	17
1.4. Другие картографические произведения	19
1.5. Географический глобус	21
1.6. Лабораторные работы	22
Глава 2. Математическая основа мелкомасштабных карт	24
2.1. Масштаб карты и картографические искажения	24
2.2. Картографические проекции	28
2.3. Выбор картографических проекций	36
2.4. Лабораторные работы	43
Глава 3. Картографические способы изображения. Надписи на карте	48
3.1. Условные знаки	48
3.2. Изображение рельефа	56
3.3. Надписи	59
3.4. Лабораторные работы	62
Глава 4. Картографическая генерализация	65
4.1. Факторы генерализации	65
4.2. Виды генерализации	67
4.3. Геометрическая точность и географическая достоверность картографической генерализации	71
4.4. Лабораторные работы	72
Глава 5. Общегеографические и тематические мелкомасштабные карты. Атласы	74
5.1. Общегеографические карты	74
5.2. Тематические карты	78
5.3. Географические атласы	85
5.4. Географические информационные системы	87
5.5. Школьные карты и атласы	91
Глава 6. История географической карты	96
6.1. Картография Древнего мира	96
6.2. Картография в эпоху Средневековья	101
6.3. Картография западной Европы в XV–XVIII вв.	110
6.4. Картография России	114
Литература	125
Приложение 1. Длины дуг параллелей и меридианов на земном эллипсоиде	126
Приложение 2. Экономические показатели. Таблицы исходных данных для лабораторной работы 3.1	128
Приложение 3. Экономико-социальные показатели.	
Таблицы исходных данных для лабораторной работы 3.2	129
Приложение 4. Площади полей, заключенных между параллелями и меридианами	131

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость формирования у будущих учителей географии знания карты, законов ее построения и основных свойств послужила основой для изложения теории картографии, как с позиций картографической науки, так и с учетом базисного образования специалистов географов.

Задача пособия – дать основы картографических знаний, сформировать у студентов понимание необходимости этих знаний в своей будущей профессиональной деятельности, а также использование карты в образовательном процессе в школе. Пособие дает четкое представление о том, как от реальной поверхности Земли перейти к ее модели – карте; какие виды карт существуют; какими свойствами обладают географические карты; какую эволюцию претерпела географическая карта; что представляет собой карта как источник информации. Теоретическая часть пособия дополнена описанием практических заданий, соответствующих разделам курса «Картография». Цель подобного совмещения – студент должен освоить главные положения теории и сформировать навыки и умение работы с географическими картами и атласами. Каждое задание сопровождается подробными методическими указаниями по его выполнению, а наиболее сложные вопросы рассматриваются на примерах однотипных с заданием.

Основным отличием предлагаемого учебного пособия от учебников, используемых в педагогических вузах в настоящее время, является стремление автора к максимальной доходчивости излагаемого материала для студента-географа педагогического вуза, но при сохранении основных научных положений картографии и топографии. Автор не стремится обучить студента науке картографии, а лишь сформировать у него понимание географической карты и приемам работы с ней как с одним из главных учебных пособий географического образования. Именно поэтому в пособие не включены сложные вопросы теории картографии, а изложение теоретического материала дается намеренно кратко в форме конспектов-статей по основным положениям разделов курса.

Основное содержание пособия – особенности, свойства, возможности использования мелкомасштабных географических карт в процессе преподавания географии в вузе и средней школе. Изучение мелкомасштабных карт начинается с их математической основы. Главная цель этой главы – дать понимание основных принципов перехода от сферической поверхности Земли к плоскости – карте. Во второй и последующих главах пособия излагаются основы картографической генерализации и содержания мелкомасштабных карт, отличия тематических карт от общегеографических карт. Подробно описываются особенности школьных карт и атласов. В последней главе кратко изложена история географической карты.

Пособие написано на основе многолетнего опыта преподавания автором картографии в Томском государственном педагогическом университете. Автор благодарит всех преподавателей кафедры географии ТГПУ, принявших участие в обсуждении рукописи пособия.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «КАРТОГРАФИЯ»

1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Картография» составная часть географического образования при подготовке специалистов- географов. **Задачей курса**, наравне с остальными дисциплинами, является формирование географического мышления. Мерой такого мышления является географическая карта. Для результативной работы с картой географ должен знать законы построения карты, основные способы ее создания, владеть методикой картографической генерализации, уметь читать и «снимать» необходимую информацию с карт, выявлять по ним географические различия регионов. Таким образом, **целью дисциплины «Картография»** является выработка умения работы с картой.

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Студент после прослушивания курса должен знать картографические способы изображения явлений на разных типах карт, классификацию карт и атласов. Правильно использовать топографические, мелкомасштабные общегеографические и тематические карты. Освоить приемы анализа картографического материала. Разбираться в картографических проекциях, видам искажений, присущим различным проекциям и характеру их распределения в пределах картографируемой территории.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр II
Общая трудоемкость дисциплины	140	70
Аудиторные занятия	88	34
Лекции	36	18
Лабораторные работы (ЛР)	52	16
Самостоятельная работа	52	36
Вид итогового контроля		Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ЛР	Самостоятельная работа
1.	Математическая основа карт. Классификация картографических проекций	5	8	10
2.	Картографическая генерализация. Классификация географических карт.	4	4	10
3.	Использование мелкомасштабных карт	5	4	8
4.	Основные сведения из истории географической карты	4	-	8

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Математическая основа карт и классификация картографических проекций

Географический глобус как модель земного шара. Градусная сетка глобуса. Задачи, решаемые с помощью глобуса. Ортодромия и локсадромия, их значение и определение по глобусу. Неизбежность искажений при переходе от поверхности шара (эллипсоида) к плоскости (карте). Виды искажений; изменение величины искажений в пределах карты. Понятие о частном масштабе. Эллипсы искажений и главные направления. Линии и точки нулевых искажений. Изоколы. Определение искажений длин по длинам дуг меридианов и параллелей.

Картографическая проекция. Сущность картографической проекции: картографическая сетка. Общий принцип построения картографической сетки по координатам узловых точек, вычисленных при помощи уравнений данной проекции. Классификация картографических проекций: а) по виду нормальных сеток; б) по характеру искажений. Графические переменные.

Азимутальные проекции. Общие свойства. Их виды в зависимости от положения картиныной плоскости. Применение азимутальных проекций для учебных карт полушарий и материков, Земли как планеты, других планет.

Цилиндрические проекции. Общие свойства. Основные их виды (квадратная, прямоугольная, Меркатора, Урмаева, косая цилиндрическая Соловьева) и применение нормальных цилиндрических проекций. Поперечные цилиндрические проекции.

Конические проекции. Общие свойства и виды. Характеристика свойств проекций, применяемых для карт России (Каврайского и Красовского). Проекции на касательном и секущем конусах.

Поликонические проекции. Свойства простой поликонической проекции. Применение для мировых карт. Псевдоконические и псевдоцилиндрические проекции. Основные свойства и применение для мировых карт. Условные проекции. Аналитический характер их построения.

Факторы, влияющие на выбор картографической проекции (назначение карты, форма и географическое положение картографируемой территории).

2. Картографическая генерализация и классификация географических карт

Элементы содержания и объекты картирования. Сущность картографической генерализации. Основные факторы, определяющие характер и степень генерализации; виды и методы генерализации (отбор и обобщение количественных и качественных характеристик). Необходимость учета генерализованности картографического изображения при использовании карт. Компоновка карты.

Виды надписей на географических картах. Графические особенности надписей (шрифты, размеры, цвет) как условные обозначения. Размещение надписей. Понятие о топонимических работах. Сотрудничество в области нормализации географических названий. Представление о транскрипции географических названий на картах.

Классификация карт по охвату территории, масштабу, содержанию, назначению, способу использования.

Общегеографические карты. Сущность общегеографических карт и элементы их содержания. Изображение водных объектов. Характеристика океанов и морей, в частности рельефа дна и типов берегов. Характеристика озер, рек и отображений речной сети. Изображение многолетних снегов и льдов. Особенности изображения рельефа суши. Способы изображения рельефа. Гипсометрический способ. Шкала высот. Факторы, влияющие на выбор шкал высот. Пластические способы: отмывка, фоторельеф и др. Перспективное изображение рельефа. Изображение почвенно-растительного покрова. Изображение населенных пунктов. Отображение заселенности территории и характера расселения. Изображение путей сообщения и политico-административного деления.

Тематические карты. Сущность тематических карт. Географическая основа тематических карт и их специальное содержание. Свойства географических явлений, отображаемых на тематических картах. Способы картографирования, применяемые для отображения явлений на тематических картах: значков, качественного фона, ареалов, точечный, изолиний, локализованных диаграмм, линейных знаков, знаков движения, картодиаграммы, картограммы и др. Сравнительная характеристика способов отображения явлений на тематических картах: изменение способов картографирования с уменьшением масштаба карты. Составление карт с использованием различных способов картографирования. Классификация тематических карт по широте темы. По степени обобщения картографируемого явления, по содержанию. Главнейшие виды тематических карт.

Серии карт. Географические атласы. Серии карт, их виды и особенности. Основные серии карт, изданные в нашей стране. Сущность географических атласов и их особенности. Классификация атласов по назначению, охвату территории, содержанию, структуре и другим признакам. Основные географические атласы. Географический глобус как модель земного шара.

3. Использование мелкомасштабных карт

Картографический метод исследования как раздел картографии. Многообразие задач, решаемых на основе топографических, общегеографических и тематических карт. Информационные свойства карт. Система приемов анализа карт: визуальный, картометрический, графический, математико-статистический. Описания по картам. Районирование территории по различным критериям. Преобразования картографического изображения.

Анализ серий карт и атласов различной тематики. Комплексные характеристики различных территорий, составленные по сериям карт и картам атласа.

Основные географические задачи, решаемые с помощью этих приемов: выяснение особенностей размещения и взаимосвязей явлений, их динамики, прогнозирование развития явлений. Комплексное изучение регионов на основе карт различного содержания.

Надежность исследования по картам. Источники ошибок. Картографическая и техническая точность. Автоматизация процесса использования карт. Картографические геоинформационные системы.

Школьные карты, атласы и другие картографические произведения.

4. Основные этапы истории географической карты

Зависимость эволюции карты от развития общественного строя, общественных потребностей, науки и техники. Краткие сведения о картах первобытных народов и картах античного времени. Особенности средневековых карт. Развитие картографии в связи с Великими географическими открытиями XV–XVI вв. Работы Меркатора. «Большой чертеж». Работы С. У. Ремезова. Краткие сведения о работах в XVIII–XIX вв.

5. Лабораторный практикум

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1.	Математическая основа карт. Классификация картографических проекций	1. Построение линии ортодромии на глобусе и карте.	2
		2. Нахождение величин искажений длин, углов, площадей и фигур	4
		3. Построение картографической сетки карты континента в нормальной цилиндрической проекции	2
2.	Картографическая генерализация. Классификация географических карт.	4. Определение степени генерализации	4
3.	Использование мелкомасштабных карт	5. Построение картодиаграммы и картограммы экономического показателя	4

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Колосова, Н. Н. Картография с основами топографии: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Колосова, Е. А. Чурилова, Н. А. Кузьмина. – М. : Дрофа, 2006. – 272 с.
2. Чурилова, Е. А. Картография с основами топографии: практикум : учебн. пособие для вузов / Е. А. Чурилова, Н. Н. Колосова. – М. : Дрофа, 2004. – 124 с.
3. Картоведение: учебник для вузов / А. М. Берлянт, А. В. Востокова, В. И. Кравцова и др.; Под ред. А. М. Берлянта. – М. : Аспект Пресс, 2003. – 476 с.

Дополнительная литература:

1. Картография с основами топографии: учебн. пособие для педагогических вузов / Г. Ю. Грюнберг, Н. А. Лапкина, Н. В. Малахов и др.; Под ред. Г. Ю. Грюнberга. – М. : Просвещение, 1991. – 368 с.
2. Салищев, К. А. Картография: учебник для вузов / К. А. Салищев. – М. : Высш. шк., 1982. – 272 с.

6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

Серия настенных карт для вузов масштаба 1:4000000 – 1:15000000. Атласы мира и России.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Картографические приборы и инструменты: курвиметры, планиметры, геодезические линейки и транспортиры.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Методические рекомендации для преподавателя.

Изучение курса «Картография с основами топографии» предусматривает использование различных форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на ее высший уровень. Пакет заданий для самостоятельной работы выдается в начале каждого семестра, определяются предельные сроки их выполнения и сдачи. Задания для самостоятельной работы составляются на основе содержания обязательной части дисциплины.

Лекционный курс по дисциплине построен с целью формирования у студентов-географов тематической ориентированной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекций отвечает следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Лабораторные работы курса проводятся по узловым и наиболее важным темам, разделам учебной программы. Они построены как на материале одной лекции, так и на содержании нескольких лекций.

При выполнении лабораторных работ предусмотрено при необходимости проведение консультаций для студентов. Студентам даются рекомендации о последовательном изучении литературы (учебники, учебные пособия, конспекты лекций, справочники, информационные сборники, статистические данные и др.) для выполнения заданий лабораторной работы. При подготовке к занятию возможно использование набора наглядных пособий и специального оборудования.

Используемые критерии оценки ответов:

- 1) полнота и конкретность ответа;
- 2) последовательность и логика изложения;

-
- 3) связь теоретических положений с практикой;
 - 4) обоснованность и доказательность излагаемых положений;
 - 5) наличие качественных и количественных показателей; наличие иллюстраций к ответам, с выполненными на лабораторных занятиях рисунками, таблицами и схемами;
 - 6) уровень культуры речи.

В конце занятиядается оценка всей лабораторной работы студентов, где обращается особое внимание на следующие аспекты:

- 1) качество подготовки;
- 2) результаты выполненной работы;
- 3) степень усвоения знаний;
- 4) активность;
- 5) положительные стороны в работе студента;
- 6) недостатки в работе студентов и пути их устранения.

Все выявленные положительные и отрицательные оценки доводятся до сведения студентов.

Методические указания студентам.

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных материалов, освещение главнейших проблем картографии. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются уточняющие и поясняющие пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращение слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса «Картография» особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется повторять все рисунки, сделанные преподавателем на доске, или в наглядном пособии, вывшенном преподавателем в аудитории. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Необходимо активно работать с конспектом лекции и после окончания аудиторного занятия рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при выполнении лабораторных работ, при подготовке к зачету и экзамену, контрольным тестам, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторный практикум. Лабораторные работы по «Картографии» имеют цель сформировать у студентов навыки и умение работы с географическими картами и атласами, глобусом, дать представление об основах составления топографических и тематических карт. *Прохождение всего цикла лабораторных работ является обязательным условием допуска студента к зачету.* В случае пропуска занятий по уважительной причине пропущенное занятие подлежит отработке.

В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет комплекс практических заданий, позволяющих закрепить лекционный материал по изучаемой теме, получить основные навыки выполнения картографических расчетно-графических работ, работы с топографическими и мелкомасштабными общегеографическими и тематическими картами. В ходе выполнения заданий студент учится делать анализ и сопоставление полученных данных, работать с табличным и графическим материалом.

Для прохождения лабораторного занятия студент должен иметь «Рабочую тетрадь по картографии», простой карандаш, ластик, линейку, ручку. Пользование цветными карандашами возможно, но не обязательно. Специальное оборудование, позволяющее выполнить комплекс некоторых работ (калькулятор, курвиметр, циркуль-измеритель, специальные карты, атласы и справочники) выдается для пользования на каждом занятии преподавателем или лаборантом кафедры.

Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний.

8.1. Примерные контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Географический глобус. Ортодромия и локсадромия.
2. Что такое проекция, генерализация и картографические символы?
3. Расскажите о видах искажений на мелкомасштабной географической карте.
4. Какие проекции по типу искажений вы знаете?
5. Какие проекции по виду картографических сеток вы знаете?
6. Дайте краткую характеристику используемых проекций для карт мира и России.
7. В чем сущность картографической генерализации?
8. Составьте каталог типов надписей на географической карте (атласе).
9. В чем состоит картографический метод исследования?
10. В чем состоят особенности картографии в XVIII – XIX веках?

8.2. Примерная тематика рефератов, курсовых и квалификационных (дипломных) работ

1. Картографические искажения: их виды и способы определения.
2. Картографические проекции.
3. Картографическая генерализация.
4. Тематические карты.
5. Школьные карты и атласы.
6. Визуальный и картометрический приемы анализа географической карты.
7. Средневековые карты.
8. Нормализация географических названий в России.

-
-
- 9. Проекции карт России: сравнение, особенности, основные достоинства и недостатки.
 - 10. Атласы и серии карт России и стран Евросоюза.

8.3. Примерный перечень вопросов к зачету

- 1. Картографическая проекция: ее сущность и принцип построения.
- 2. Виды искажений на мелкомасштабных географических картах.
- 3. Классификация проекций по типу искажений.
- 4. Нахождение величины искажений в точке на мелкомасштабной географической карте.
- 5. Классификация проекций по виду картографической сетки.
- 6. Проекции карт мира.
- 7. Проекции для карт континентов и океанов.
- 8. Проекции для карт России и СНГ.
- 9. Азимутальные проекции: свойства и применение.
- 10. Цилиндрические проекции: свойства и применение.
- 11. Конические проекции: свойства и применение.
- 12. Картографическая генерализация. Факторы, определяющие степень генерализации.
- 13. Способ значков и линейных знаков.
- 14. Способ изолиний, цветовые гипсометрические шкалы.
- 15. Способ качественного и количественного фона.
- 16. Способ локализованных диаграмм. Картограммы и картодиаграммы.
- 17. Точечный способ. Способ ареалов и знаков движения.
- 18. Надписи на географических картах: их виды, отбор, размещение и шрифты.
- 19. Формы передачи на картах иноязычных названий.
- 20. Обзорные мелкомасштабные географические и школьные карты.
- 21. Тематические карты: их сущность и способы картографирования.
- 22. История развития географической карты.

ГЛАВА 1. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА И ГЛОБУС

1.1. Наука картография и ее связь с другими науками

Традиционно *картографией* называют науку о картах как особом способе отображения и познания действительности и об их создании и использовании. Картография издавна существует и развивается в тесном единстве с физической и экономической географией и считается одной из географических наук. Однако, картографические методы широко применяются и в других отраслях знаний – геологии, океанологии, планетологии, экологии, в демографии и социологии, истории и археологии, словом, во всех науках о Земле и планетах и в близких к ним социально-экономических отраслях знаний. Картография предоставляет этим наукам общий язык, особое средство моделирования, способ передачи пространственной и временной информации.

В настоящее время картография не только наука, но и область техники. Важная сфера ее интересов связана с развитием и совершенствованием технологий создания и использования картографических произведений. В последнее время особое внимание уделяется разработке компьютерных и геоинформационных технологий, что требует решения сложных технических проблем. Кроме того, картография еще и отрасль производства, выпускающего конкретную картографическую продукцию: карты, атласы, глобусы и др. Таким образом, картография одновременно существует и развивается как бы в трех измерениях:

- средство познания мира путем изучения карт;
- техника и технология создания и использования карт;
- производство картографической продукции.

Научная картография представляет собой разветвленную систему научных и технических дисциплин. Среди них теория и история картографии, математическая картография (теория картографических проекций), проектирование, составление и оформление карт, издание карт. Особый раздел – это использование карт, то есть изучение методов применения картографических произведений в науке и практике, в образовательной деятельности. Одно из новых направлений связано с исследованием языка карт, систем картографических знаков и правил их использования. Правила передачи на картах географических названий изучает особая дисциплина – картографическая топонимика.

В современной картографии сложилось множество тематических отраслей: общегеографическое, геологическое, почвенное, экономическое, экологическое и другие. Эти отрасли сформировались на стыке картографии и конкретных наук – географии, геологии, почвоведения, экономики, экологии и др. Кроме того, достаточно четко выделяются отрасли, различающиеся по назначению и практической ориентации, а именно: учебное, научное, туристское, навигационное (морское, аэронавигационное), инженерное картографирование.

В самом близком родстве с картографией находятся география и другие науки о Земле и планетах. Сегодня их невозможно представить в отрыве от картографии, которая служит им одним из главных методов познания и средств систематизации знания. Социально-экономические науки (экономика, социология, демография, история, археология, этнография и многие родственные им дисциплины) тесно связаны с картографией и пользуются картографическим методом для пространственного отображения своих исследований (рис. 1).



Рис. 1. Связь картографии с другими науками

Логико-философские науки (теория моделирования, формальная логика, системный анализ) активно контактируют с картографией при разработке ее теории, знаковых систем, методов моделирования. При изучении законов зрительного восприятия карт привлекаются методы психологии.

Астрономия и геодезические науки (геодезия, топография, гравиметрия, спутниковая геодезия) предоставляют картографии данные о форме и размерах Земли и планет, их физических полях, являются базой для составления карт. Основой для крупномасштабных географических карт всегда служат топографические съемки местности.

Математика и картография объединены прочными историческими связями. В недалеком прошлом картографию даже называли «математической географией». Сегодня математические дисциплины активно используются при разработке картографических проекций, математико-картографическом моделировании, создании алгоритмов картографирования и использования карт.

Техника, автоматика, информатика и электроника являются технической базой для составления, издания и использования карт. Связи с техникой проявляются в совершенствовании и создании нового картографического оборудования, приборов, автоматических систем. В последние годы особую значимость приобрели контакты с кибернетикой и информатикой. Благодаря этому картография обогатилась многими достижениями современной научно-технической революции.

Дистанционное зондирование – это комплекс дисциплин, включающих аэрокосмическую и подводную съемки и обработку изображений. Данные съемок используют для составления, уточнения и обновления карт, а карты, в свою очередь, необходимы для привязки и дешифрирования материалов дистанционного зондирования.

Давние и прочные контакты существуют между картографией и изобразительным искусством. В древние времена вычерчивание и гравирование карт было сродни искусству, так что даже графика и цвет на картах отражают влияние разных художественных стилей. Многие старинные карты и по сей день считаются произведениями искусства и служат объектами коллекционирования наряду со старинными картинами и гравюрами. Дань картографии отдали крупнейшие живописцы Средневековья – Строцци, Рембрандт, Вермер Делфтский, Дюрер.

В наши дни на оформлении карт сказываются тенденции современного дизайна и машинной графики. От картографических произведений теперь требуются не только эстетические качества, но ясность, четкость, наглядность и лаконичность передачи содержания. Поэтому так существенны укрепляющиеся связи картографии с технической графикой и художественным дизайном. Использование в картографии принципов дизайна облегчает восприятие карт, способствует развитию хорошего вкуса и, в конечном счете, повышает эффективность использования карт в науке, практике и образовании.

1.2. Географическая карта, ее свойства и элементы

Карта – это уменьшенное, математически определенное, генерализованное изображение поверхности Земли, другого небесного тела или космического пространства, на котором все объекты показаны в принятой системе условных знаков.

Термин «карта» появился в Средние века и происходит от латинского слова *charta* (лист, бумага), которое, в свою очередь, имеет корни в греческом языке («хартес» – бумага из папируса). В России карта сначала называлась «чертежом», и лишь в эпоху Петра I появился термин «ландкарта», а потом «карта».

Карта – это модель действительности. Она показывает размещение, свойства, связи природных, хозяйственных и других объектов. Источниками для ее создания служат результаты полевых съемок, другие карты, аэро- и космические снимки, статистические и литературные данные.

Одновременно карта является средством передачи информации между людьми, иногда говорят – каналом информации. С ее помощью составитель передает некие сообщения читателю, причем использует для этого условные обозначения. Карту, таким образом, можно рассматривать как особый текст, написанный на языке картографических условных знаков.

В самом определении карты отражены основные ее свойства:

- математический закон построения, то есть использование масштаба и специальных картографических проекций, которые обеспечивают переход от сферической поверхности Земли к ее изображению на плоскости;

-
- знаковость изображения, то есть применение особого условного языка картографических символов;
 - генерализованность карты, то есть отбор и обобщение изображаемых объектов.

Как модель реального мира карта обладает очень полезными свойствами, удобными для географов и других людей, повседневно пользующихся картами. Прежде всего, это *геометрическое подобие* размеров и форм картографического изображения и самого объекта. Другое важное свойство – это *содержательное соответствие* карты, то есть научно достоверная передача изображенных на ней объектов и явлений окружающего мира. Карта обладает *метричностью*. По ней можно проводить измерения и определять количественные (картометрические) показатели, благодаря чему карта становится основой для построения математических моделей географических объектов. Важнейшие свойства карты – ее *наглядность*, то есть удобство зрительного восприятия изображения, и *обзорность* – способность представить единому взгляду сколь угодно обширное пространство (вплоть до всей планеты).

Наконец, карту как модель действительности отличает *высокая информативность*. На единице площади карты размещается большое число знаков, количественных характеристик, названий. Например, научно-справочные карты содержат сотни условных обозначений и надписей на 1 дм². Знаки сочетаются, перекрываются (на цветовой фон можно наложить значки, штриховки, изолинии), в результате чего плотность информации на карте является очень высокой. Доказано, что карта намного информативнее и компактнее географического описания. Различают информацию, непосредственно воспринимаемую читателем при чтении карты, и скрытую, которую можно получить, выполнив по карте определенные измерения, преобразования, логические умозаключения. Эта информация отражает неявные отношения и связи между объектами, показанными на карте.

Элементы карты – это ее составные части, включающие как само картографическое изображение, так и его зарамочное оформление (рис. 2).

Основной элемент – это *картографическое изображение*, то есть содержание карты. Так, содержанием общегеографических карт являются населенные пункты, социальные, хозяйствственные и культурные объекты, пути сообщения и линии связи, рельеф, гидрография, растительность и почвы, административные границы. На тематических картах различают тематическое содержание (например, геологическое строение территории или растительный покров) и географическую основу, то есть общегеографическую часть, которая служит для нанесения и привязки тематического содержания, для ориентировки по карте.

Важный элемент карты – *легенда* – система использованных на карте условных обозначений и текстовых подписей к ним. Легенда всегда содержит разъяснение, истолкование знаков. Для топографических карт существуют специальные таблицы условных знаков, на тематических картах легенду размещают на самом листе карты.

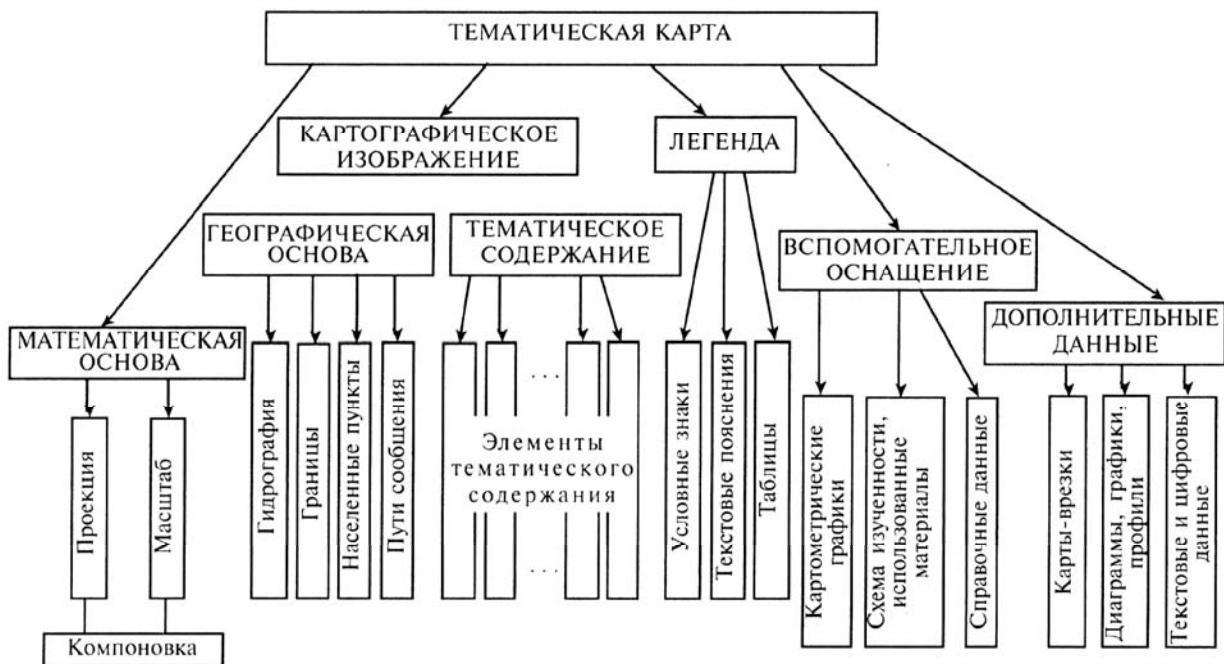


Рис. 2. Элементы географической карты

Картографическое изображение строится на *математической основе*, которая дается в виде координатной сетки, масштаба и геодезической основы (на тематических картах геодезическую основу не показывают). С математической основой тесно связана компоновка карты, то есть взаимное размещение изображаемой территории, названия карты, легенды, дополнительных карт и других данных в пределах рамки.

Вспомогательное оснащение карты облегчает чтение и использование карты. Это всевозможные графики, схемы изученности территории, разнообразные справочные сведения. К дополнительным данным относятся карты-врезки, фотографии, диаграммы, графики, профили, текстовые и цифровые данные, тематически связанные с содержанием карты, дополняющие и поясняющие его.

Дополнительное содержание представлено на карте сведениями, которые не обязательны для карты. Без них можно обойтись при пользовании картой, вместе с тем они обогащают, уточняют, дополняют ее содержание, помогают лучше понять или усвоить тему карты. Примерами дополнительного содержания карт могут быть разнообразные графики (например, динамики численности населения), диаграммы (структуры промышленности, сельскохозяйственных угодий и др.)» дополнительные карты, аэрофотоснимки, рисунки (элементов ландшафта или отдельных объектов местности и др.), списки и сведения, относящиеся к теме карты.

1.3. Классификация географических карт

Для удобства хранения, нахождения и пользования карты классифицируют по различным признакам: по предмету изображения, охвату территории, масштабу, содержанию и целевому назначению.

По предмету изображения различают карты *географические*, отображающие Землю с происходящими на ней природными и общественными явлениями, и *астрономические*, предметом изображения которых служит небесная сфера в целом, ее части или отдельные планеты (кроме Земли).

Географические карты, в зависимости от масштаба, охвата территории, содержания и назначения, подразделяются на ряд основных видов.

Классификация карт *по масштабу* определяется влиянием масштаба на точность, возможный охват территории, особенностями использования. Выделяют три основные группы: крупномасштабные, среднемасштабные и мелкомасштабные карты. Они различаются по полноте и подробности содержания, а также по методам создания.

Крупномасштабные карты (масштаб от 1:10 000 до 1:100 000) передают подробное изображение местности. Они служат для детального изучения местности, ориентирования на ней и выполнения всякого рода измерений и расчетов, требующих значительной точности.

Среднемасштабные карты (масштаб от 1:200 000 до 1:1 000 000) по математической основе близки к крупномасштабным картам. Однако, обладая основными свойствами последних, уступают им в точности и подробности изображения местности. Их используют для общего изучения значительных по площади территорий и связанных с этим приближенных измерений и расчетов.

Мелкомасштабные карты (масштаб мельче 1:1 000 000) дают значительное уменьшение изображения земной поверхности, поэтому их применяют для общего изучения обширных территорий или отдельных явлений, их характера, динамики и взаимосвязей.

В отдельную группу картографических произведений относят *топографические планы* (масштаб крупнее 1:5 000). Они отличаются от карт не только масштабом, но и точностью, подробностью изображения, методами создания и использования.

По охвату территории различают карты мира, материков, океанов, частей материков или отдельных государств, административных областей и районов, городов.

По содержанию карты подразделяют на два больших вида: общегеографические и тематические (или карты отдельных явлений). *Общегеографические карты* отображают земную поверхность с обязательным и совместным показом всех составляющих ее элементов – гидрографии, дорожной сети, населенных пунктов, границ, рельефа, растительности с одинаковой степенью подробности, не отдавая предпочтения ни одному из элементов. Наиболее характерным примером общегеографической карты является топографическая карта.

Тематические карты отображают более узкий круг явлений, раскрывают конкретную тему, вынесенную в заголовок карты, например: распространение сельскохозяйственных культур, осадки, природные зоны и т. п. Тематические карты подразделяются на карты природных явлений и карты общественных явлений (социально-экономические).

К картам природных явлений относятся карты физические; геологические (карты четвертичных отложений, тектонические, полезных ископаемых и др.); климатические (карты давления воздуха, распределения температур, снежного покрова, осадков и т. п.); гидрографические (карты рек, морей, озер, океанов); почвенные; фенологические; фаунистические; карты экологического состояния природной среды и охраны природы; ландшафтные карты.

Карты общественных явлений подразделяют на следующие группы: политические и политико-административные; карты населения; экономические; карты элементов инфраструктуры (здравоохранения, культуры, науки, религии, торговли и др.); карты исторических событий (военных действий, становления государств, раздела территорий и др.).

Если на тематической карте показывается одно изучаемое явление, например распределение осадков по временам года или промышленные предприятия, то такая карта называется *аналитической*. Если на карте отображается комплекс явлений, например климат или полная экономическая характеристика региона, то ее называют *комплексной*.

Назначение карты определяет круг ее читателей и пользователей. В этой классификационной группе выделяются специальные карты, предназначенные для определенного круга потребителей (учебные: школьные и для вузов, туристские, навигационные) или решения определенного круга задач (научно-справочные, военно-стратегические и т. п.). Назначение карты регламентирует объем информации на карте, степень ее подробности и сложности.

Между всеми классификационными группами существует взаимосвязь, поскольку карта каждой группы может обладать всеми признаками, присущими другой группе. Например, медико-географическая карта может рассматриваться как карта природных явлений, если на ней показаны условия возникновения той или иной болезни, а также как карта социально-экономическая. Кроме того, каждый из видов может подразделяться на множество мелких групп.

Как отдельные виды картографических моделей рассматриваются атласы, глобусы, рельефные и электронные карты. Каждый из этих видов обладает своими особенностями и может применяться для решения определенного круга задач.

1.4. Другие картографические произведения

Планы – чертежи местности, выполненные в условных знаках и крупном масштабе (1:5000 и крупнее). Планы составляют либо в ходе непосредственных инструментальных, глазомерных или комбинированных съемок на местности, либо в результате дешифрирования аэрофотоснимков. Планы охватывают небольшие территории, несколько км², и потому строятся без учета кривизны поверхности Земли. Их используют для ориентирования, инженерного проектирования, проведения сельскохозяйственных работ (например, планы землепользования), для ведения боевых действий и т. п.

Глобусы – шарообразные модели Земли, других планет или небесной сферы с нанесенным на них картографическим изображением. Глобусы имеют масштаб, сетку меридианов и параллелей, изображение дано в принятой системе условных обозначений. При этом на глобусах отсутствуют искажения, присущие картам, сохраняется постоянство масштаба, полное подобие контуров и направлений. Иногда изготавливают разъемные глобусы, чтобы показать внутреннее строение планеты.

Атласы – систематические собрания карт, выполненные по единой программе как целостные произведения. В атласе карты увязаны между собой, взаимно согласованы и дополняют друг друга, они специально предназначены для сопоставления и совместного анализа. Атласы издают в виде книг или альбомов в переплете или отдельными листами, помещенными в общую папку или коробку. Кроме карт, атласы содержат пояснительные тексты, справочные материалы, графики, фотографии.

Рельефные карты – карты, дающие объемное трехмерное изображение местности. Для большей наглядности и выразительности вертикальный масштаб таких карт всегда преувеличен по сравнению с горизонтальным в 2–5 раз для горных территорий и в 5–10 раз для равнинных. Содержание таких карт показывают обычными условными знаками. Прежде рельефные карты изготавливали из дерева, гипса, картона, папье-маше, теперь их обычно формируют из пластика в термовакуумных установках.

Блок-диаграммы – трехмерные плоские картографические рисунки, совмещающие изображение какой-либо поверхности с продольными и поперечными вертикальными разрезами. Геологические блок-диаграммы отражают устройство земной поверхности одновременно с разрезами земной коры, почвенные дают представление о соотношении рельефа местности и почвенного профиля, океанологические показывают распределение водных масс, фронтов, течений, солености и т. п.

Анаграфические карты (анаглифы) – карты, отпечатанные двумя взаимно дополняющими цветами (например, сине-зеленым и красным) с параллактическим смещением, так что оба изображения образуют стереопару. При рассматривании таких карт через специальные очки – светофильтры с красным и сине-зеленым стеклами каждый глаз видит лишь «свое» изображение, и в результате они воспринимаются как единое черно-белое объемное (стереоскопическое) целое.

Электронные карты – карты, составленные с помощью компьютерной техники с использованием программных и технических средств в принятых проекциях и системах условных знаков, с соблюдением картографической точности и правил оформления. Иногда изображения на дисплее называют экранными картами, а карты, выведенные с экрана с помощью печатающих устройств – копиями электронных карт. Наряду с электронными картами существуют и электронные атласы – компьютерные аналоги обычных атласов.

1.5. Географический глобус

Моделью, наиболее близкой к фигуре Земли, является глобус. Глобусы отличаются от карт тем, что для их математического построения используются другие математические законы, отличные от картографических проекций. Так же как и для карты, при составлении глобуса используются условные знаки и законы обобщения объектов и явлений. Как и карты, они различаются по тематике (общегеографические и тематические – политические, геологические и др.), масштабу и назначению (учебные, справочные и др.).

Географические карты учитывают особенности фигуры Земли. Она представляет собой *геоид* – неправильную фигуру, которая не может быть описана единым алгоритмом. Наиболее близкая геометрическая фигура к геоиду – эллипсоид вращения. Но при построении глобуса условно принимают Землю за шар, так как разница в величинах осей земного эллипса – слишком мала – всего около 43 км. При очень мелком масштабе модели этой величиной можно пренебречь. Чаще всего используют глобусы масштабов 1 : 80 000 000 – 1 : 30 000 000. Разница в длине осей эллипса в этих масштабах будет составлять от 0,5 до 1,5 мм. Сохранить и воспроизвести такую разницу в осях при создании глобуса практически невозможно, поэтому глобус – шар.

Если принять глобус за шар, то его оси будут равными во всех направлениях, а меридианы и параллели будут представлять собой окружности, так как линия пересечения поверхности шара плоскостью в любом направлении – окружность. Если плоскость сечения проходит через центр Земли, то образуется большой круг. Большинами кругами являются все линии меридианов и экватор. Радиусы всех меридианов равны между собой. Если секущая шар плоскость не проходит через центр Земли, то линии пересечения ее с плоскостью образуют малые круги. Все параллели, кроме экватора, – малые круги, центры которых лежат на оси вращения Земли. Радиусы их уменьшаются от экватора к полюсам.

Масштаб глобуса в любой его точке одинаков, поэтому промежутки между параллелями на всех меридианах и между меридианами на одной параллели равны (последние уменьшаются от экватора к полюсу). Постоянство масштаба глобуса говорит об отсутствии ошибок в длинах линий в любом направлении, т. е. измеренное на глобусе расстояние – истинное.

Углы между меридианами и параллелями – прямые в любой точке глобуса, т. е. соответствуют углам между ними на поверхности Земли. Следовательно, на глобусе отсутствуют ошибки в изображении углов между направлениями.

Отсутствие ошибок в длинах линий и углах позволяет строить на поверхности глобуса любую фигуру, подобную такой же фигуре на поверхности Земли. Таким образом, можно говорить, что на глобусе передаются без искажений формы объектов – морей, материков, стран, болот, контуры лесов и др.

При отсутствии искажений в углах и длинах линий в любой точке глобуса не исказяются и величины площадей. Они будут пропорциональны соответствующим площадям на поверхности Земли.

Применение глобуса особенно выигрышно в тех случаях, когда необходимо увидеть всю Землю, а не отдельные ее части. Обзорность глобуса позволяет изучать всю совокупность материков и океанов, их взаимное расположение, соотношение в размерах и протяженности, удаленность от полюсов, экватора и друг от друга. Используя глобус, можно представить форму и размеры материков и океанов, измерить кратчайшее расстояние между пунктами, протяженность хребтов, рек, границ и т. п.; легко определить географические координаты точек земной поверхности.

Основной пользователь глобусов – школа. Глобус дает школьникам, особенно младших классов, наглядное представление о Земле, формах и относительных размерах материков и океанов.

Используют глобусы и в других отраслях деятельности, например в навигации – водной, воздушной или космической. По глобусу можно планировать маршруты полета самолета из одного пункта Земли в другой. Для этого нужно приложить нитку к началу и концу маршрута на глобусе и натянуть ее. Нитка лежит ровно по дуге большого круга – это будет кратчайшее расстояние между пунктами, которое называется *ортодромией*. Если по пересечениям с линиями географической сетки перенести ортодромию на карту, то почти во всех случаях получим большую по длине кривую линию.

Наряду с глобусами Земли изготавливают глобусы Луны и планет, а также глобусы небесной сферы, изображающие небесную сферу с наиболее яркими звездами на сетке экваториальных координат.

1.6. Лабораторные работы

Работа 1.1: Построение линии ортодромии на глобусе и карте.

Линия, соединяющая две точки на земной поверхности по кратчайшему расстоянию – дуге большого круга, называется ортодромией. На глобусе эта линия является дугой, на карте ее форма различна; она зависит от картографической проекции и местоположения линии на карте.

Задание. Построить и измерить линию ортодромии – расстояние между двумя точками на глобусе, перенести ее на контурную карту полушарий, измерить ее длину на карте и вычислить ошибку ее длины на карте.

Выполнение задания. Найти точки на глобусе, указанные в табл. 1, определить их географические координаты – широту φ и долготу λ в градусах. Полоску бумаги приложить к заданным точкам на глобусе и отметить их расположение на бумаге. Измерить расстояние между точками в миллиметрах, а затем перевести измеренные миллиметры в километры, используя масштаб глобуса.

Таблица 1

Варианты заданий

№ варианта	Наименование точек на глобусе
1	г. Кейптаун – мыс Южный (о. Тасмания)
2	Мыс Доброй Надежды – г. Дакар
3	г. Мельбурн – г. Токио
4	г. Хабаровск – г. Сидней
5	г. Санкт-Петербург – г. Дакар
6	Мыс Горн – устье р. Амазонки
7	г. Нью-Йорк – г. Лима
8	г. Париж – г. Пекин
9	Мыс Челюскин – г. Лондон
10	г. Дели – г. Веллингтон
11	г. Буэнос-Айрес – г. Сиэтл
12	г. Пекин – г. Канберра
13	г. Мадрид – г. Сингапур
14	г. Москва – г. Пекин
15	г. Каир – г. Сидней
16	г. Лиссабон – г. Сеул

На контурную карту полушарий по координатам нанести заданные исходные точки. Далее, нанести на карту точки пересечения полоски бумаги с параллелями и меридианами глобуса, вычислив их широты и долготы, и, после этого, соединить все эти точки плавной кривой. Измерить способом шагов длину полученной линии на карте в миллиметрах и по масштабу контурной карты перевести измеренные миллиметры в километры.

Вычислить ошибку δ (в %) длины линии ортодромии на карте, приняв за истинное значение длину ортодромии на глобусе по формуле:

$$\delta = \pm \frac{l_k - l_e}{l_e} \times 100, \quad (1)$$

где l_k – длина линии ортодромии, измеренная по карте, км; l_e – длина ортодромии на глобусе, км.

Результаты измерений и вычислений оформляются в рабочую таблицу по следующей форме:

Наименование (номер) точки	Географические координаты		Расстояние между точками, км	
	долгота	широта	на глобусе	на карте
Москва				
1				
2				
...				
Пекин				
Ошибка длины линии:				$\delta =$

ГЛАВА 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА МЕЛКОМАСШТАБНЫХ КАРТ

В группу мелкомасштабных карт входят:

- *общегеографические* карты, отображающие с одинаковой степенью подробности основные элементы местности;
- *тематические* карты, содержание которых посвящено какой-либо теме, например климату, растительности, рельефу (гипсометрические карты), населению, экономике и др.

Группа мелкомасштабных карт отличается от топографических и обзорных топографических величиной масштаба, а также нестандартностью и разнообразием содержания.

В отличие от топографических карт, для мелкомасштабных карт используют не только общепринятые стандартные условные знаки, но и специально разработанные знаки – диаграммы, линии, стрелки и другие способы отображения информации.

Стандартный масштабный ряд не характерен для мелкомасштабных карт. Для одной и той же территории могут использоваться различные масштабы, регламентированные, главным образом, назначением карт.

Применение разнообразных масштабов вызвано необходимостью отображения на одной карте больших территорий (мир, материки, океаны, страны) или отдельных явлений, распространенных на большой площади (климат, природные зоны, морские течения и т. п.), а также возможностью обзора и изучения именно всей территории, а не отдельных ее частей, как на топографической карте.

2.1. Масштаб карты и картографические искажения

Масштабом карты называют степень уменьшения объектов на карте относительно их размеров на земной поверхности. Строго говоря, масштаб постоянен только на планах небольших участков местности. На картах же он меняется от точки к точке и даже в одной точке по разным направлениям, что связано с переходом от сферической поверхности планеты к плоскому изображению.

Если глобус Земли разрезать на любое количество долей каждая из них будет представлять часть сферы (пусть и бесконечно малую). Чтобы такую часть превратить в плоскость, придется смириться с возникновением целого ряда ошибок. Одним из обязательных условий перехода от реальной местности к карте является сохранение непрерывного изображения поверхности Земли. Следовательно, чтобы часть сферы показать на плоскости, нужно либо растянуть ее по краям (полюсам) не разрывая, либо сжать в центре (на экваторе), либо и то и другое одновременно. Растянуть – значит увеличить отрезок на карте, естественно, его величина на местности останется неизменной (увеличить числитель дроби, не меняя ее знаменателя), т. е. увеличить масштаб. Сжать – значит, уменьшить масштаб. Эти операции в разных точках карты и по разным направлениям будут

иметь неодинаковое значение. Таким образом, мы получаем в каждой точке карты свой масштаб. Он называется *частным масштабом карты*. Перенести на плоскость любую фигуру, полностью соответствующую фигуре на сфере, нельзя именно из-за разности в величинах частных масштабов в разных частях карты.

Величина масштаба, подписанная на карте, показывает общую степень уменьшения модели и называется *главным масштабом карты*. Его величина постоянна только для определенных линий (например, меридианов на карте России в проекции В. В. Красовского) или точек (например, точки пересечения центрального меридiana и экватора на карте Африки в проекции Ламберта), в других точках карты масштабы будут иметь другие значения (значения частных масштабов). В общем случае, чем мельче главный масштаб карты и чем обширнее картографируемая территория, тем сильнее сказываются различия между главным и частным масштабом. Таким образом, определение частного масштаба мелкомасштабной карты следующее. *Частный масштаб мелкомасштабной карты* есть отношение бесконечно малого отрезка на карте к соответствующему ему отрезку на земной поверхности – точнее, к горизонтальной проекции этого же отрезка на уровенную поверхность.

На мелкомасштабной карте обязательно подписывается численный масштаб (например, 1 : 4 000 000). Остальные виды масштабов – именованный и линейный – могут быть не показаны.

Невозможность показать на карте участок земной поверхности без разрывов, растяжений или сжатий приводит к неравномерности одинаковых участков, расположенных в разных частях карты. Будут изменяться длины линий, площади, углы и конфигурация территории.

Картографические искажения – это нарушения подобия отображенного на карте участка земной поверхности вследствие непостоянства масштабов и изменения углов между направлениями.

Искажения зависят от способа перехода от сферической поверхности к плоскости. Величины искажений разнообразны и направлены в разные стороны, однако распределением их можно управлять с помощью *картографической проекции*. При любом способе передачи изображения на карте будут возникать искажения. *Без искажений карт не бывает*.

Можно изыскать возможность уменьшить величины искажений или исключить их в определенной точке, на линии или системе линий, называемых *точками или линиями нулевых искажений*. По мере удаления от них в любом направлении искажения будут возрастать. Искажения могут привести к увеличению или уменьшению площади или изменению формы территории, длины линии, угла, т. е. в разных направлениях от точки нулевых искажений знак их может изменяться.

Искажения длин, площадей и углов рассматриваются отдельно. Для вычисления первых двух главный (общий) масштаб карты принимается за постоянное число – единицу; тогда отклонение частного масштаба длин или площадей от единицы будет давать их относительное искажение.

Искажение длин линий (μ) определяется отношением частного масштаба в точке к главному масштабу карты:

$$\mu = \frac{\text{частный масштаб}}{\text{главный масштаб}}.$$

Если частный масштаб крупнее главного, то значение дроби будет больше единицы, т. е. искажения приведут к увеличению длины линии на карте по сравнению с этой же линией на земной поверхности. Разницу между величиной дроби и единицей можно выразить в процентах. Например, значение $\mu = 1,2$ показывает, что линия увеличена на 0,2 длины, т. е. на 20 %. При равенстве числителя и знаменателя в результате деления получим единицу. Значит, в данной точке частный масштаб равен главному – искажение длины отсутствует.

Искажение угла (ω) – углы между направлениями на карте искажены относительно тех же углов на местности. Для определения величины искажения углов необходимо сравнить угол в точке между меридианами и параллелями на карте (θ) и тот же угол на земной поверхности, всегда равный 90° :

$$\varepsilon = \theta - 90^\circ \quad (2)$$

Искажения в длинах линий и величин углов приводят к искажениям контура территории. Круг на поверхности Земли может изобразиться кругом на карте только в точках или на линиях нулевых искажений. В общем случае на карте он изображается эллипсом.

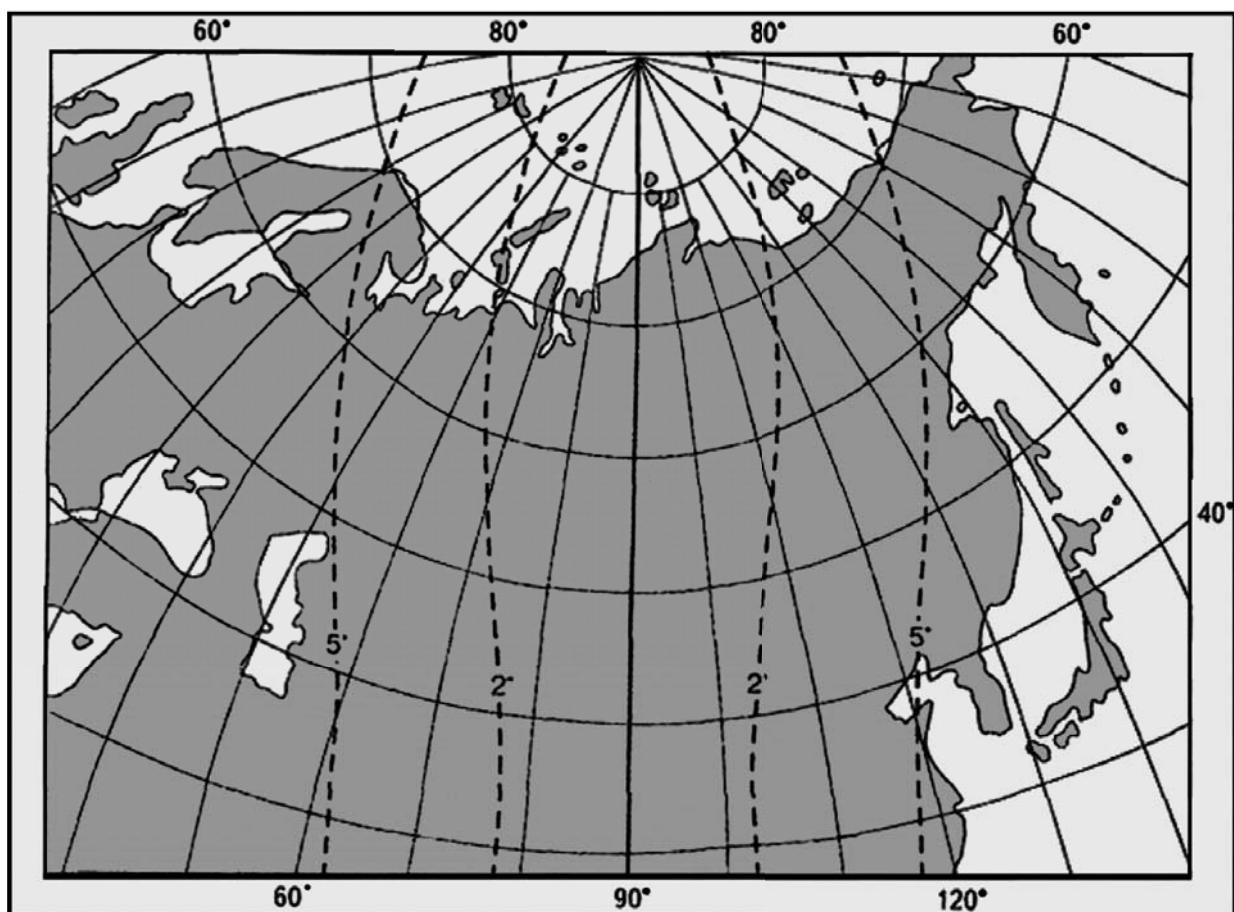
Величина *искажения площади* выражается разностью между площадями бесконечно малого эллипса на карте и соответствующего ему круга на поверхности Земли. Частный масштаб площади в данной точке (p) вычисляется через частные масштабы длин m и n и искажение углов ω :

$$p = m \times n \times \cos \varepsilon \quad (3)$$

Если в точке карты отсутствуют искажения в длинах линий, т. е. $m = n = 1$ и угол между меридианами и параллелями равен 90° ($\varepsilon = 0^\circ$, $\cos 0^\circ = 1$), то масштаб площади $p = 1$. Следовательно, в данной точке масштаб площади равен главному масштабу карты.

Проекций, совершенно лишенных искажений длин линий, не существует. Вместе с тем разработаны проекции, свободные от искажения углов и площадей. При искажении длин линий по разным направлениям и величин углов между ними искажаются формы территорий, но могут сохраняться их площади. Величины искажений можно определить примерно на глаз по величине и форме трапеций географической сетки в одном широтном поясе.

Для изучения характера распределения искажений в разных точках карты вычисляют частные масштабы длин линий и искажений площадей и величин углов. Точки с одинаковыми значениями соединяют линиями, которые называются *изоколами* – линиями равных искажений. Изучают раздельно изоколы масштабов длин, изоколы масштабов площадей и искажений углов. Вид изокол зависит от картографической проекции, в которой составлялась карта (рис. 3).



a)



б)

Рис. 3. Изоколы углов на картах псевдоцилиндрической (а) и поликонической (б) проекций

2.2. Картографические проекции

При создании карты любой территории выполняются две операции:

- a) проектирование участка земной поверхности со всеми неровностями рельефа на сферическую поверхность земного эллипсоида, размеры которого установлены путем геодезических и астрономических измерений;
- б) проектирование поверхности эллипсоида на плоскость под определенными условиями сохранения подобия форм, длин или площадей.

Математически строго определенный закон перехода от сферической поверхности к плоскости называется *картографической проекцией*.

Все точки картографируемого участка сферы – Земли должны иметь аналоги на плоскости – карте. Положение точек на сфере описывается сферическими координатами – *долготой* и *широтой*. Каждой точке земной поверхности соответствует одна определенная пара географических координат. Система географических координат имеет начало в точке пересечения экватора с нулевым (Гринвичским) меридианом.

Для построения точки на плоскости воспользоваться непосредственно географическими координатами нельзя. Нужна система «плоских» координат. Меридианы и параллели на Земле – ортогональные линии, следовательно, и система «плоских» координат должна быть ортогональной, т. е. прямоугольной. Положение точки на плоскости описывается двумя прямоугольными координатами: абсциссой X и ординатой Y .

Картографическая проекция устанавливает определенную, рассчитанную под необходимые условия зависимость между двумя системами координат – сферической и прямоугольной.

Первый этап создания карты – построение географической сетки. Для этого необходимо построить прямоугольную сетку, выбрав начало ее в любой точке будущей карты. В топографии в каждой шестиградусной зоне существует свое начало прямоугольных координат, лежащее на пересечении экватора и осевого меридиана зоны. В мелкомасштабной картографии выбор начала координат зависит от различных условий: положения картографируемой территории на земном шаре, ее размеров, необходимости показа соседних территорий и др.

Географические и прямоугольные координаты связаны между собой. Проекция устанавливает однозначное соответствие между географическими координатами любой точки (широтой φ и долготой λ) и ее прямоугольными координатами (X и Y) на карте. Уравнение проекций в общей форме выглядит предельно просто:

$$X = f_1(\varphi, \lambda); \quad Y = f_2(\lambda, \varphi).$$

Конкретные виды функций f_1 и f_2 , отражающие связь между точками на земном эллипсоиде и этими же точками на плоскости карты, часто выражены довольно сложными математическими зависимостями. Их число бесконечно, и, следовательно, разнообразие картографических проекций практически неограничено. Компьютерные технологии

позволяют рассчитывать любые проекции с заранее заданными свойствами, так что можно сказать, что создание новых проекций сегодня стало «делом техники», в лучшем смысле этого слова.

На втором этапе создания карты по вычисленным прямоугольным координатам и построенную в масштабе карты прямоугольную сетку наносятся узловые точки. Они соединяются плавными кривыми линиями меридианов и параллелей. Вычисляются величины искажений длин, площадей и углов, строятся изоколы, по которым изучается распределение искажений.

Обязательные условия при разработке проекций:

- a) однозначность соответствия одной точке на земной поверхности с координатами φ и λ только одной точке на карте с координатами X и Y ;
- б) непрерывность картографического изображения – на карте не может быть разрывов и повторений (перехлестов).

Для упрощения расчетов картографических проекций поверхность эллипсоида сначала проецируется на шар, а затем поверхность шара изображается в той или иной проекции. Изображение шара на плоскости может быть весьма разнообразным, и картографических проекций может быть получено очень много, особенно с использованием компьютерных технологий.

В основу классификации картографических проекций положены два признака: характер искажений и вид картографической сетки.

Классификация картографических проекций по характеру искажений.

Искажения длин, углов и площадей проявляются не в одинаковой мере на картах, построенных в разных картографических проекциях. При разработке конкретной проекции имеется возможность получать карты с различными соотношениями видов искажений. Можно уменьшить искажения в длинах линий, уменьшить или полностью исключить искажения углов или площадей. Однако нужно иметь в виду, что искажения тесно связаны между собой. При уменьшении искажений площадей увеличиваются искажения углов, и, наоборот, при уменьшении искажения углов возрастают искажения площадей.

По характеру искажений картографические проекции делятся на *равноугольные*, *равновеликие* и *произвольные*.

При разработке *равноугольных проекций* ставится условие сохранения подобия бесконечно малых фигур. Достигается это равенством в каждой точке углов между направлениями на шаре и карте. Искажение углов $\omega = 0^\circ = \text{const}$. При этом масштаб длин в любой точке остается одинаковым по всем направлениям, но меняется от точки к точке: $m_1 = n_1$ и $m_2 = n_2$, но $m_1 \neq m_2$ и $n_1 \neq n_2$. Эллипс искажений в равноугольной проекции – окружность. Формы бесконечно малых фигур не искажаются, т. е. бесконечно малый круг на земной поверхности отобразится кругом на карте.

Равновеликие проекции не искажают площади картографируемой территории. Масштаб площади везде постоянен и равен главному масштабу: $p = 1 = \text{const}$. При сохранении

размеров территории равновеликие проекции за счет искажения углов сильно изменяют конфигурацию территории. В общем случае, любой круг на земной поверхности на карте изобразится эллипсом. Но эллипсы искажений в любой точке на карте в равновеликой проекции имеют одинаковую площадь при разной форме.

Произвольные проекции не сохраняют ни равенство углов, ни пропорциональность площадей. Круги, взятые на шаре, в этой проекции в разных местах карты будут эллипсами разной формы и разных размеров. Углы, длины и площади искажаются в зависимости от принятых условий. По величинам искажений произвольные проекции находятся между равноугольными и равновеликими. Из группы произвольных выделяют так называемые *равнопромежуточные проекции*, в которых масштаб длин по одному из главных направлений постоянен и, в частности, равен единице, но изменяется по другим направлениям, т. е. $m = 1$ или $n = 1$ (рис. 4).



Рис. 4. Распределение искажений в картографических проекциях

В зависимости от типа картографической проекции по характеру искажений картографические сетки проекций принимают разнообразный вид (рис. 5).

В *равнопромежуточной проекции* расстояния между параллелями везде одинаковы. На земном эллипсоиде длина дуги меридiana в 1° изменяется от 110,6 км на экваторе до 111,7 км у полюса. Для карты мелкого масштаба эти изменения несущественны, поэтому можно сказать, что практически масштаб по меридианам сохраняется на всей карте ($m = 1$). Расстояния между меридианами тоже одинаковы и на экваторе, и на полюсе (здесь полюс – прямая линия), в то время как в действительности длина дуги параллели в 1° уменьшается от 111,3 км до 0 км, т. е. масштабы по параллелям возрастают от экватора к полюсу. Непостоянство масштабов отражается на форме эллипсов искажений: на экваторе, который в этой проекции является линией нулевых искажений, эллипс искажений – окружность, а к полюсам изменяется его форма и площадь (рис. 5а).

В *равновеликой проекции* расстояния между меридианами являются постоянными, а по параллелям уменьшаются по направлению к полюсам. Эллипс искажений меняет форму, но сохраняет площадь.

В *равноугольной проекции* при равенстве промежутков между меридианами резко возрастают расстояния между параллелями к полюсам. Эллипс искажений везде является кругом, но площадь его существенно больше у полюсов (рис. 5в).

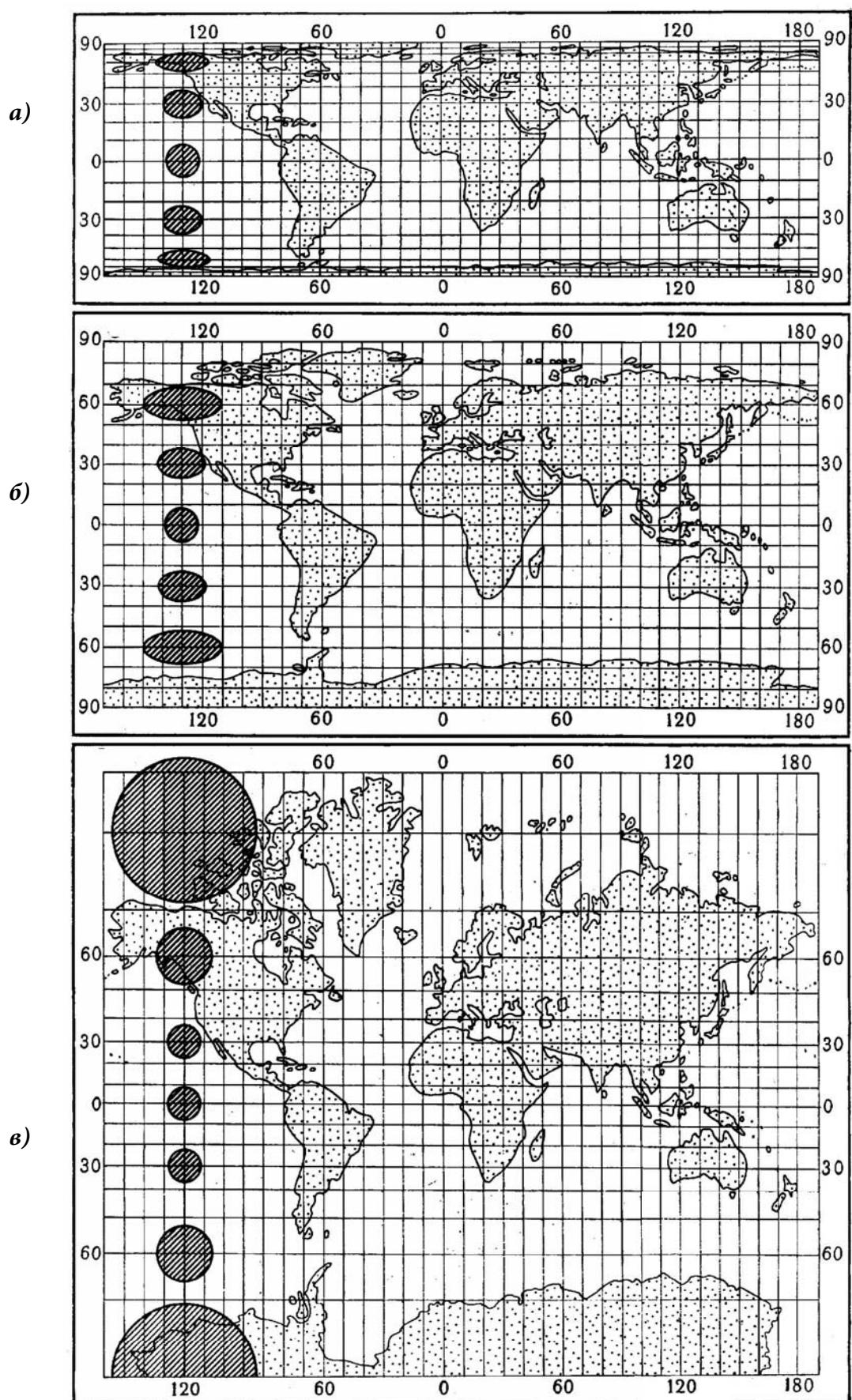


Рис. 5. Картографическая сетка в цилиндрических проекциях: а) равновеликой; б) равнопромежуточной; в) равноугольной (Меркатора)

Классификация картографических проекций по виду сетки меридианов и параллелей.

В зависимости от способа перехода от сферической поверхности шара к плоскости получают картографическую сетку различного вида. Чтобы уменьшить величины искажений, изображение земной поверхности не переносят непосредственно на плоскость, а выбирают некую *вспомогательную геометрическую поверхность*, на которую и проецируют сферу. После проектирования изображения на цилиндр или конус их поверхность разрезается по образующей линии и разворачивается в плоскость. Применяется также проектирование на плоскость.

Проекции называются *цилиндрическими, коническими и азимутальными* в зависимости от вида вспомогательной поверхности (рис. 6, 7, 8). Вспомогательная поверхность может касаться поверхности шара или пересекать ее. Линия или точка соприкосновения вспомогательной поверхности с шаром является линией или точкой нулевых искажений, на которой сохраняется главный масштаб.

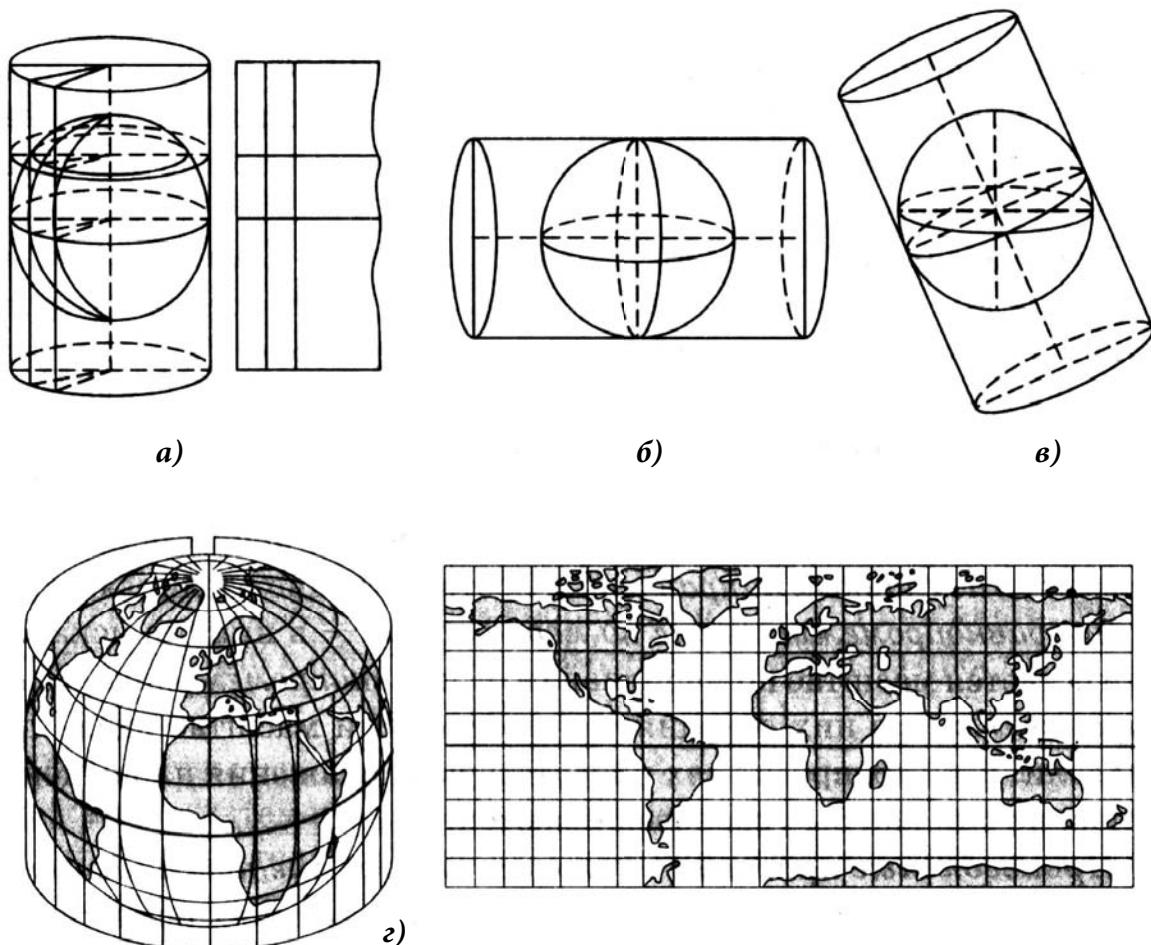


Рис. 6. Цилиндрическая проекция.

Схема построения: а) прямое; б) поперечное; в) косое расположение цилиндра;
г) нормальная цилиндрическая проекция для карты мира

При проектировании вспомогательная поверхность может размещаться по-разному по отношению к оси вращения Земли или плоскости экватора, и соответственно, *цилиндрические, конические и азимутальные* проекции могут быть *нормальными, косыми и поперечными*.

В *нормальных проекциях* ось цилиндра или конуса совпадает с осью вращения Земли, а плоскость в азимутальной проекции ей перпендикулярна.

Поперечные проекции предполагают размещение оси цилиндра или конуса в плоскости экватора (поперек оси вращения Земли); в азимутальной проекции вспомогательная плоскость перпендикулярна плоскости экватора.

В *косых проекциях* вспомогательная поверхность размещается под некоторым углом к оси вращения Земли и экватору. В азимутальных проекциях вспомогательная плоскость перпендикулярна отвесной линии в точке касания. В конических и цилиндрических проекциях ось конуса либо цилиндра совпадает с нормалью к поверхности земного эллипсоида в точке, расположенной между полярной осью и плоскостью экватора.

Цилиндрические проекции. Вспомогательной поверхностью служит боковая поверхность цилиндра, касательного или секущего шар. Проектирование с шара (земного эллипсоида) ведется на поверхность цилиндра, а затем его боковая поверхность разворачивается в плоскость (рис. 6). Если ось цилиндра совпадает с осью вращения Земли, то проекция называется *нормальной (прямой) цилиндрической* (рис. 6а). Если же ось цилиндра расположена в плоскости экватора, такая проекция называется *поперечной цилиндрической* (рис. 6б). В тех случаях, когда ось цилиндра расположена под углом к плоскости экватора, получают *косую цилиндрическую проекцию* (рис. 6в).

В нормальных цилиндрических проекциях меридианы образованы пересечением меридианной плоскости с поверхностью цилиндра (для цилиндра – это образующая прямая линия). Параллели образованы пересечением цилиндра плоскостями, параллельными экватору. При разворачивании цилиндра параллели и меридианы превращаются в прямые взаимно перпендикулярные линии.

Для нормальных цилиндрических проекций линия нулевых искажений – линия экватора. При секущем положении цилиндра имеем две линии нулевых искажений – это линии сечения. В поперечных цилиндрических проекциях прямыми будут экватор и меридиан, по которому цилиндр касается Земли. Остальные меридианы и параллели кривые линии. При этом линия нулевых искажений совпадает с линией касания цилиндра одним из меридианов, как правило, центральным для территории картографирования. В косых цилиндрических проекциях прямым остается лишь меридиан, перпендикулярный линии касания цилиндра и Земли. Это также центральный меридиан картографируемой территории. Линией нулевых искажений при этом будет касательная цилиндра с Землей. Во всех цилиндрических проекциях линия нулевых искажений – прямая, перпендикулярная центральному меридиану или совпадающая с ним.

Конические проекции. Для получения общего понятия о конических проекциях можно представить себе, что географическая сетка шара изображается сначала на боковой поверхности конуса, касательного или секущего, который затем разворачивается в плоскость (рис. 7). Как и в предыдущем случае, различают *нормальную (прямую) коническую проекцию*, когда ось конуса совпадает с осью вращения Земли, *поперечную коническую* (ось конуса лежит в плоскости экватора) и *косую коническую* (ось конуса наклонена к плоскости экватора).

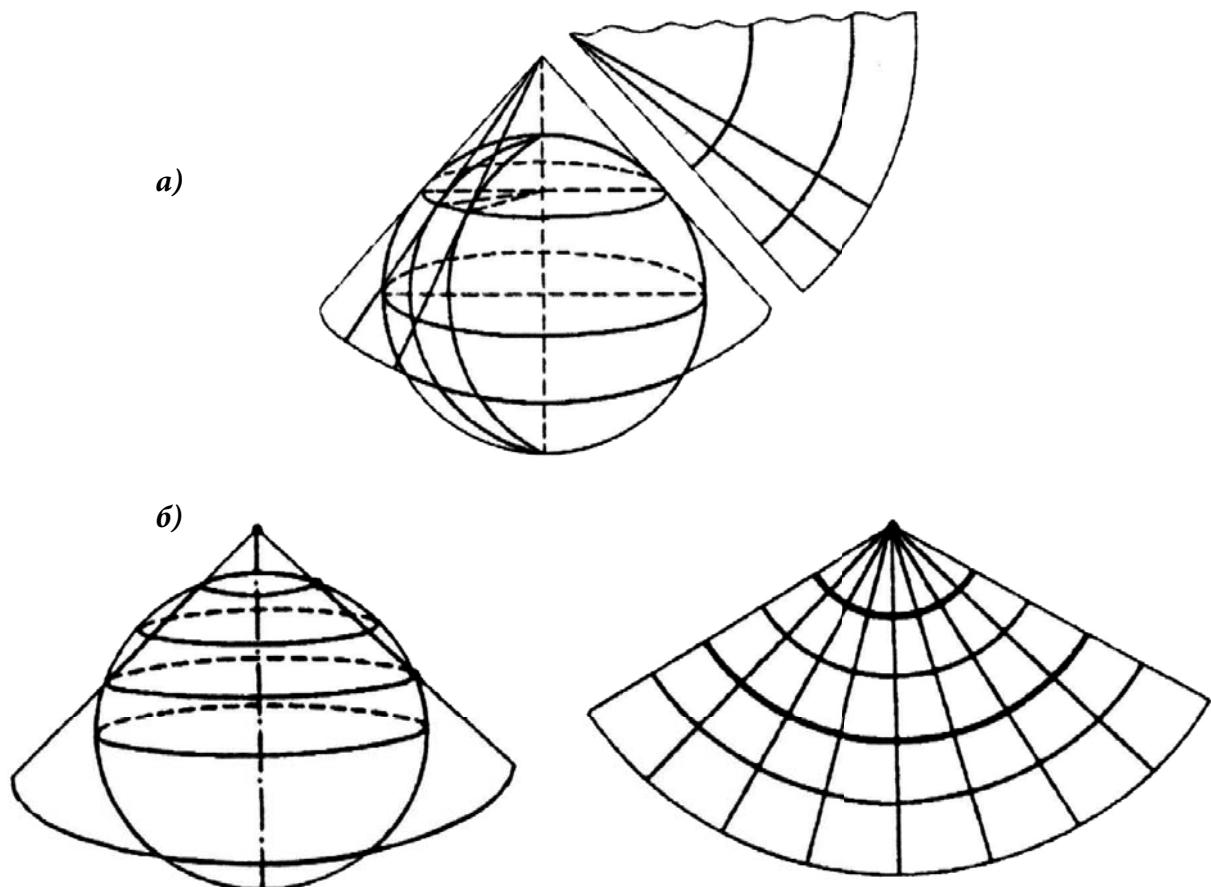


Рис. 7. Нормальная коническая проекция:
а) проекция на касательный конус и развертка; б) проекция на секущий конус и развертка

В учебных целях чаще всего используют только *нормальные конические проекции*. Ось конуса, совпадающая с осью вращения Земли, перпендикулярна плоскости экватора. Меридианы пересекают поверхность конуса по его образующей, поэтому на плоскости меридианы – прямые линии, сходящиеся в вершине конуса. Параллели, получающиеся в результате пересечения поверхности шара и конуса плоскостями, перпендикулярными их осям, при разворачивании конуса окажутся окружностями. На рис. 7а, показана сетка меридианов и параллелей в нормальной конической проекции.

Конус касается шара по параллели, которая и будет линией нулевых искажений. Если конус секущий, получается две параллели сечения и соответственно две линии нуле-

вых искажений (рис. 7б). Во всех нормальных конических проекциях линия нулевых искажений, это окружность с центром в точке схода меридианов.

При создании карт больших территорий, например, карты мира, применяют *поликоническую* проекцию (рис. 3б). Для уменьшения величин искажений в этой проекции используется несколько конусов, касающихся поверхности шара по разным параллелям. Вершины всех конусов размещаются на оси вращения Земли, но в разных точках. Географическая сетка получит вид, отличный от сетки нормальной конической проекции. Параллели останутся окружностями, но эксцентрическими, меридианы после соединения на каждой полосе преобразуются в кривые линии. При этом, искажения на всех параллелях касания отсутствуют.

Азимутальные проекции. Часть земной поверхности можно спроектировать непосредственно на плоскость. Такие проекции относятся к группе азимутальных. Поверхность земного шара (эллипсоида) переносится на касательную или секущую плоскость (рис. 8). Если плоскость перпендикулярна к оси вращения Земли, то получается *полярная (нормальная) азимутальная проекция*. Если плоскость перпендикулярна к плоскости экватора, то получается *экваториальная (поперечная) азимутальная проекция*. Она всегда используется для карт полушарий. А если проектирование выполнено на вспомогательную плоскость, расположенную под любым углом к плоскости экватора, то получается *косая азимутальная проекция*.

В нормальных азимутальных проекциях (рис. 8а) плоскость перпендикулярна земной оси и касается Земли в точке полюса. Меридианы плоскости пересекают плоскость проектирования по прямым линиям, сходящимся в полюсе. Параллели изображаются окружностями с центром в точке полюса.

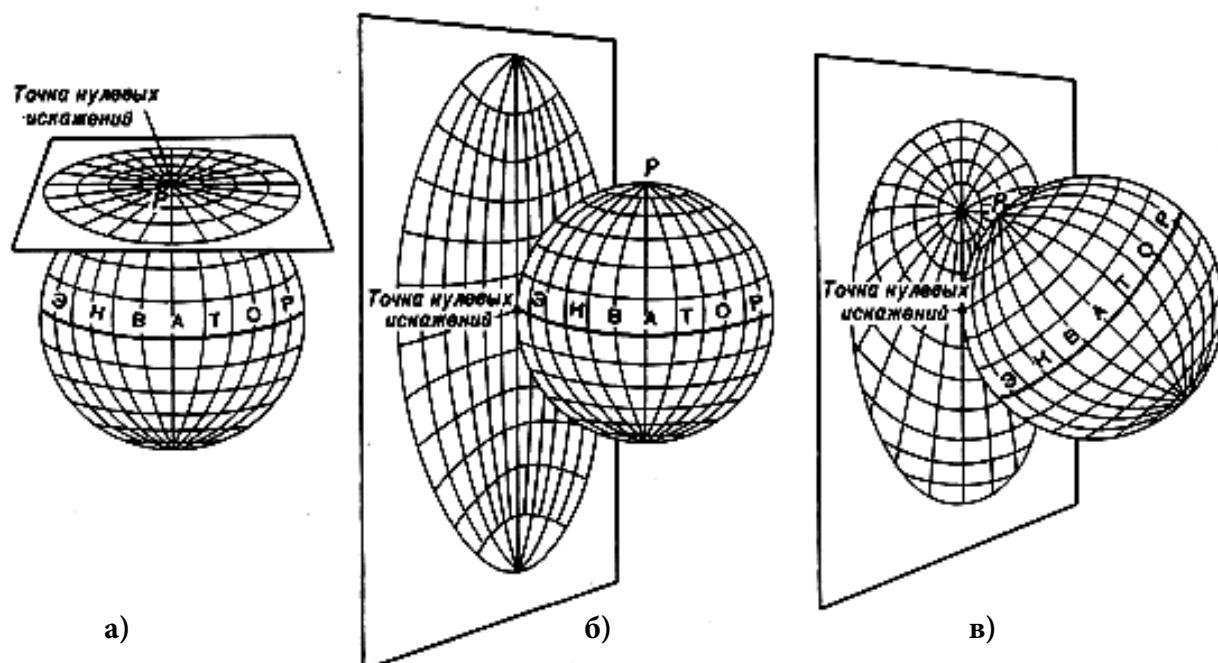


Рис. 8. Образование нормальной (а), поперечной (б) и косой (в) сеток азимутальной проекции

В поперечных азимутальных проекциях (рис. 8б) картографическая сетка получается при условии размещения плоскости проектирования перпендикулярно плоскости экватора, который изображается на карте прямой линией, центральный меридиан также будет прямым, а остальные меридианы и параллели кривые. Точка нулевых искажений лежит на пересечении экватора с центральным меридианом.

В косых азимутальных проекциях (рис. 8в) точка касания плоскости и шара размещается между полюсом и экватором. Единственной прямой линией в картографической сетке этой проекции является центральный меридиан, а остальные линии сетки, включая экватор – кривые.

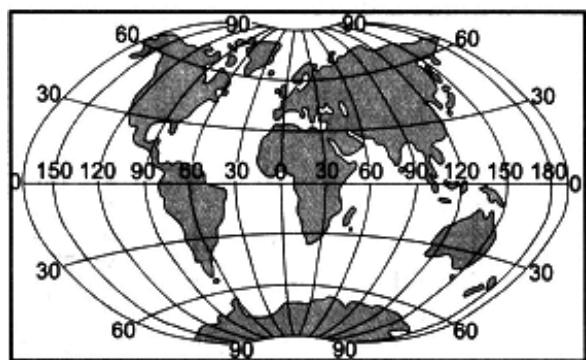
Во всех рассмотренных азимутальных проекциях точкой нулевых искажений является точка касания плоскости и поверхности шара. Обычно она размещается в центре картографируемой территории. С удалением от этой точки все искажения возрастают равномерно, поэтому в азимутальных проекциях изоколы – это окружности с центром в точке касания. В точке нулевых искажений азимуты всех направлений передаются также без искажений.

Кроме основных групп картографических проекций используется большая группа т.н. *условных проекций*, в которых вид получаемых картографических сеток разрабатывается без использования определенной вспомогательной поверхности. Условные проекции получают аналитическим путем на основе решения систем уравнений под специальные условия распределения искажений. Чаще всего такие проекции применяются для больших территорий, например, Евразии. По характеру искажений они представляют собой произвольные проекции. Разработана также целая группа проекций, полученных при комбинировании и модифицировании основных, описанных выше видов проекций. Это произвольные по характеру искажений псевдоцилиндрические, псевдоконические и псевдоазимутальные проекции (рис. 9).

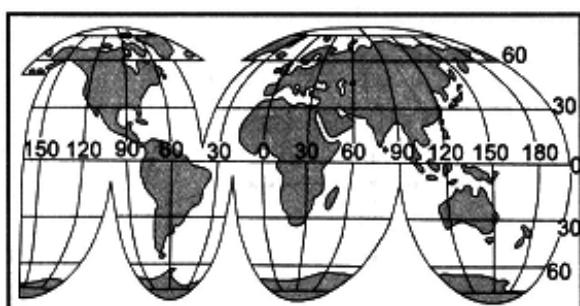
2.3. Выбор картографических проекций

Выбор класса и вида картографической проекции для мелкомасштабной географической карты обусловлен несколькими взаимосвязанными условиями:

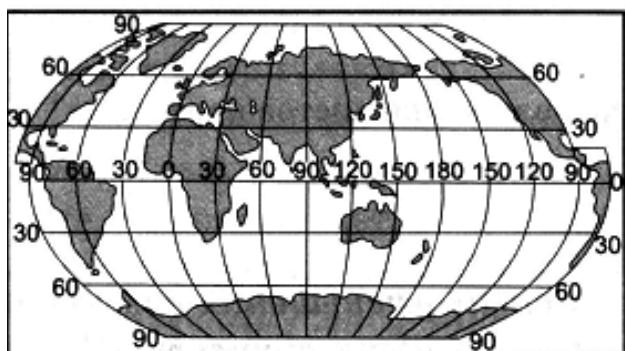
- содержанием, назначением и способом использования карты;
- характером искажений, их величиной и распределением в пределах картографируемой территории;
- величиной территории, ее конфигурацией и географическим положением на земном шаре;
- форматом и компоновкой карты, ее масштабом;
- видом картографической сетки и необходимостью изображения полюсов и т. д.



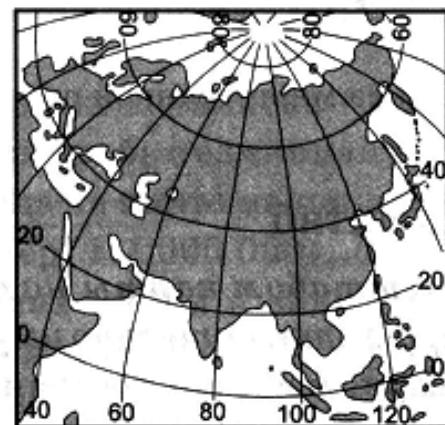
а)



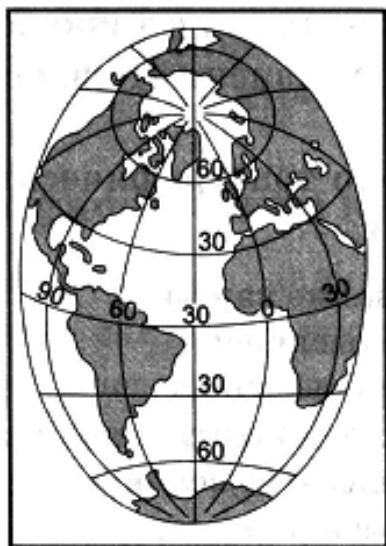
б)



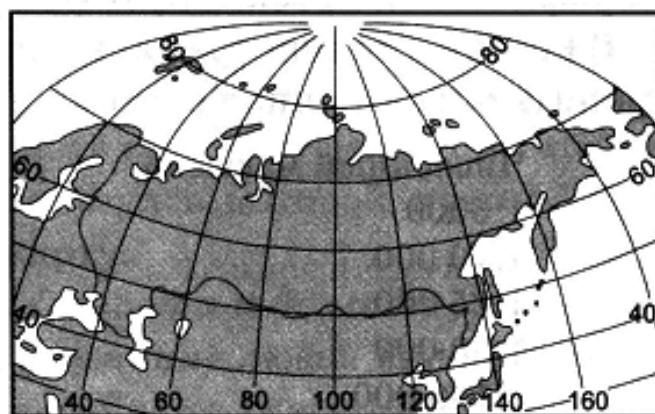
в)



г)



д)



е)

Рис. 9. Некоторые условные картографические проекции: а) поликоническая; б) с разрывами; в) псевдоцилиндрическая; г) условная косая азимутальная; д) условная овальная; е) косая перспективно-цилиндрическая

Содержанием, назначением и способом использования карты обусловлен выбор равноугольной, равновеликой или произвольной по характеру искажений проекции. Равновеликие проекции используют для составления климатических, геофизических, почвенных, геологических, зоогеографических, экономических, административных карт. Равноугольные проекции применяют для составления навигационных (морских и полетных) карт. Равнопромежуточные проекции применяют при издании общегеографических, гипсометрических, геоморфологических, политических карт.

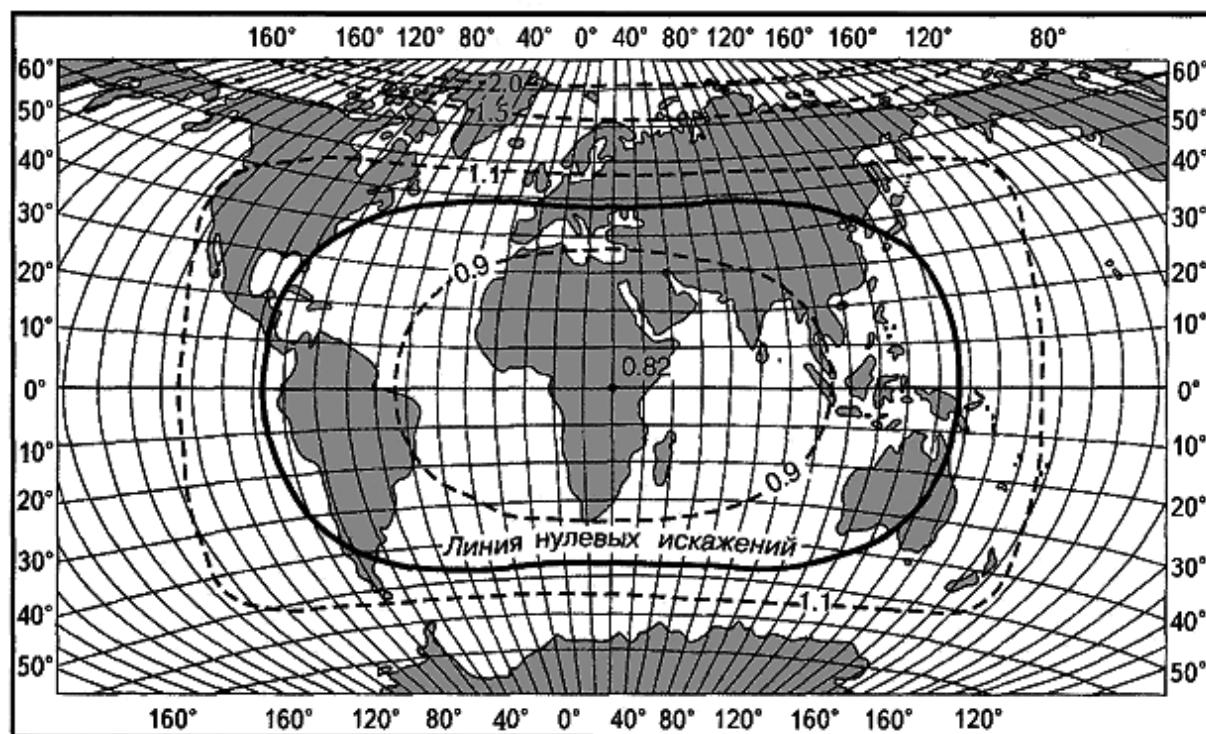
Величины искажений напрямую зависят от размеров картографируемой территории, поэтому в картографии используют разные проекции для карт разных по охвату территорий.

Для карт мира, издаваемых в России, используются в основном два варианта произвольных по характеру искажений поликонических проекций с разными параллелями касания, на которых сохраняется главный масштаб. Обе проекции разработаны в Центральном научно-исследовательском институте геодезии, аэрофотосъемки и картографии (ЦНИИГАиК). Это поликоническая проекция ЦНИИГАиК 1950 г. и поликоническая проекция ЦНИИГАиК, вариант БСЭ (Большая Советская энциклопедия). Отличаются проекции разным видом сетки и разным расположением параллелей с нулевыми искажениями. В проекции ЦНИИГАиК 1950 г., это параллели 48° северной и южной широты, в другой – 45° также северной и южной широты. И в том и в другом случае линия нулевых искажений площадей имеет вид замкнутой кривой, замыкающейся вокруг центральной точки карты (рис. 10). Внутри этой кривой, на пересечении центрального меридiana и экватора, масштаб площади мельче главного ($p = 0,82$), а от нулевой изоколы к краям карты он увеличивается. Максимальные значения искажений площади, углов и фигур достигаются на краях карты, в приполярных областях. Соответственно, сильно искажены: южная часть Южной Америки, Чукотка, Аляска, Гренландия, Северная Америка. Площади могут быть увеличены в 1,5–2 раза. В целом, можно отметить, что вариант БСЭ лучше передает очертания материков и островов, но хуже площади.

Карта поясного времени для территории мира, в современных школьных атласах, составляется в равноугольной цилиндрической проекции, разработанной голландским картографом Герардом Меркатором (1512–1594 гг.). В этой проекции вплоть до XX века создавались общегеографические карты мира. В проекции поставлено важное условие $m = n$, т. е. условие равенства частных масштабов по меридианам и параллелям. Для выполнения данного условия Меркатор искусственно увеличил отрезки меридианов с увеличением широты, т. е. раздвинул параллели. Линия нулевых искажений – экватор. С удалением от экватора к полюсам искажения длин и площадей быстро нарастают. На параллели 80° искажения возрастают в 30 раз. Так, Гренландия, в проекции Меркатора, больше своей действительной площади в 14 раз.

Карты Западного и Восточного полушарий для школьных настенных карт и в атласах составляются в поперечной азимутальной равновеликой проекции, разработанной

в XVIII в. немецким ученым Иоганном Генрихом Ламбертом (1728–1777 гг.). Рамка карты имеет форму окружности. В центре каждой карты на пересечении центрального меридиана и экватора размещается точка нулевых искажений, от нее по радиусам величины искажений увеличиваются к краям карты. На краях карты искажения выражаются следующими величинами: $n = 1,4$; $m = 0,7$; $\omega = 34^\circ$. Частный масштаб площади в каждой точке карты равен главному масштабу.



*Рис. 10. Карта мира в поликонической проекции ЦНИИГАиК вариант 1950 г.
с изоколами искажений площадей*

Карты материков Южная и Северная Америка, Австралия и Европа составляются в косой азимутальной равновеликой проекции Ламберта. В центре этих территорий искажения длин линий и величин углов равны нулю, а к краям карты равномерно возрастают и достигают таких же значений, как и на картах полушарий. Площади материков передаются пропорционально их площадям на земной поверхности, т. е. частный масштаб площади в любой точке равен главному масштабу карты. Карты Африки в школьных атласах даются в поперечной азимутальной равновеликой проекции Ламберта. Распределение искажений на карте аналогично описанным выше картам полушарий.

Удобство использования азимутальных проекций для карт полушарий и отдельных материков объясняется распределением искажений, равномерно и незначительно увеличивающимися по окружностям от центра территорий к их краям. Свойство равновеликости проекций позволяет зрительно сравнить между собой площади материков, что немаловажно при изучении географии мира.

Карты Арктики и Антарктиды составляются в нормальной азимутальной равнопромежуточной по меридианам проекции, разработанной французским философом – мистиком Гийомом Постелем (1510–1581 гг.). Ценным свойством проекции является сохранение при центральной точке азимутов направлений, а также расстояний от точки полюса до любой другой. В связи с этим частные масштабы по меридианам выбраны равными главному масштабу карты ($m = 1$). Меридианы изображаются на карте прямыми линиями, параллели – окружности с центром в полюсе. Рамка карты окружность (рис. 11). Исказения от нуля в точке полюса равномерно увеличиваются к краям карты до следующих значений: $n = 1,6$; $p = 1,6$; $\omega = 25^\circ$.

Карты Евразии – материка, простирающегося более чем на 180° по долготе и почти на 90° по широте, чаще всего строятся в условной проекции ЦНИИГАиК. Основные ее особенности – это неравномерная кривизна меридианов и неравенство частных масштабов на одной параллели к западу и востоку от центрального меридиана. Последнее обстоятельство объясняется разной информационной нагрузкой западной и восточной частей материка. В европейской части материка находится больше городов, дорог, границ, надписей на карте, чем в азиатской части. Поэтому масштаб на западе карты выбирается более крупным, чем на востоке. Изокола нулевых искажений площади имеет форму кривой, размещающейся вокруг южной части континента. К краям карты искажения площадей достигают 30 %, а углов 50° . На рис. 12 представлена картографическая сетка и распределение искажений на карте Евразии в условной проекции.

Для карт *России*, чаще всего используемых в общеобразовательных школах, применяются разные по свойствам картографические проекции.

На начальном этапе обучения географии в школе используются карты, составленные либо в условной проекции ЦНИИГАиК (произвольной по характеру искажений) (рис. 13), либо в косой перспективно-цилиндрической проекции М. Д. Соловьева. Карты в этих проекциях различаются характером и величинами искажений, но решают общие задачи: во-первых, показывают северный географический полюс точкой, где сходятся все

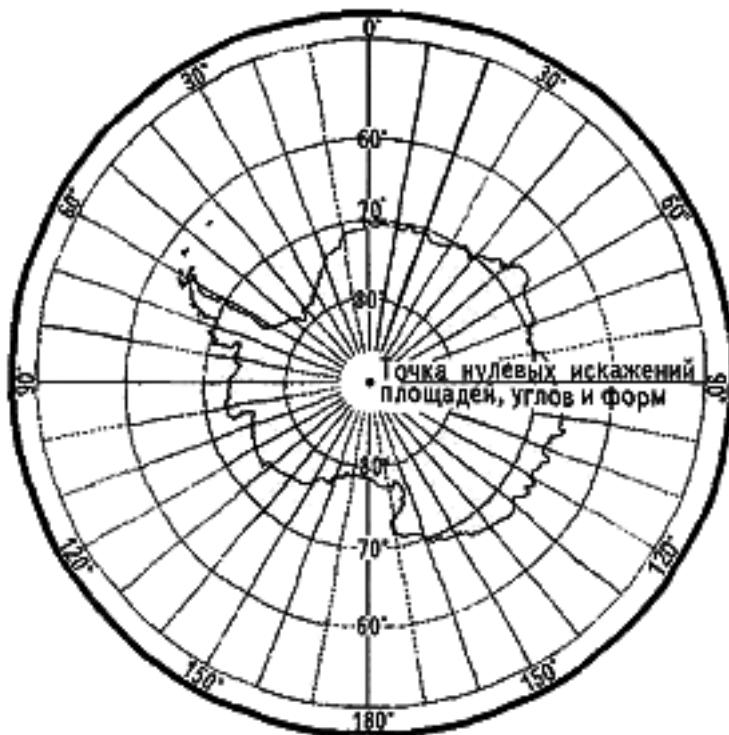


Рис. 11. Нормальная азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля

меридианы; во-вторых, передают очертания территории России наиболее приближенными к действительности. При этом большие величины искажений в длинах линий и величин углов здесь не принимались в расчет, так как при этом создается требуемая визуальная картина – создается впечатление шарообразности Земли, понятная младшим школьникам.

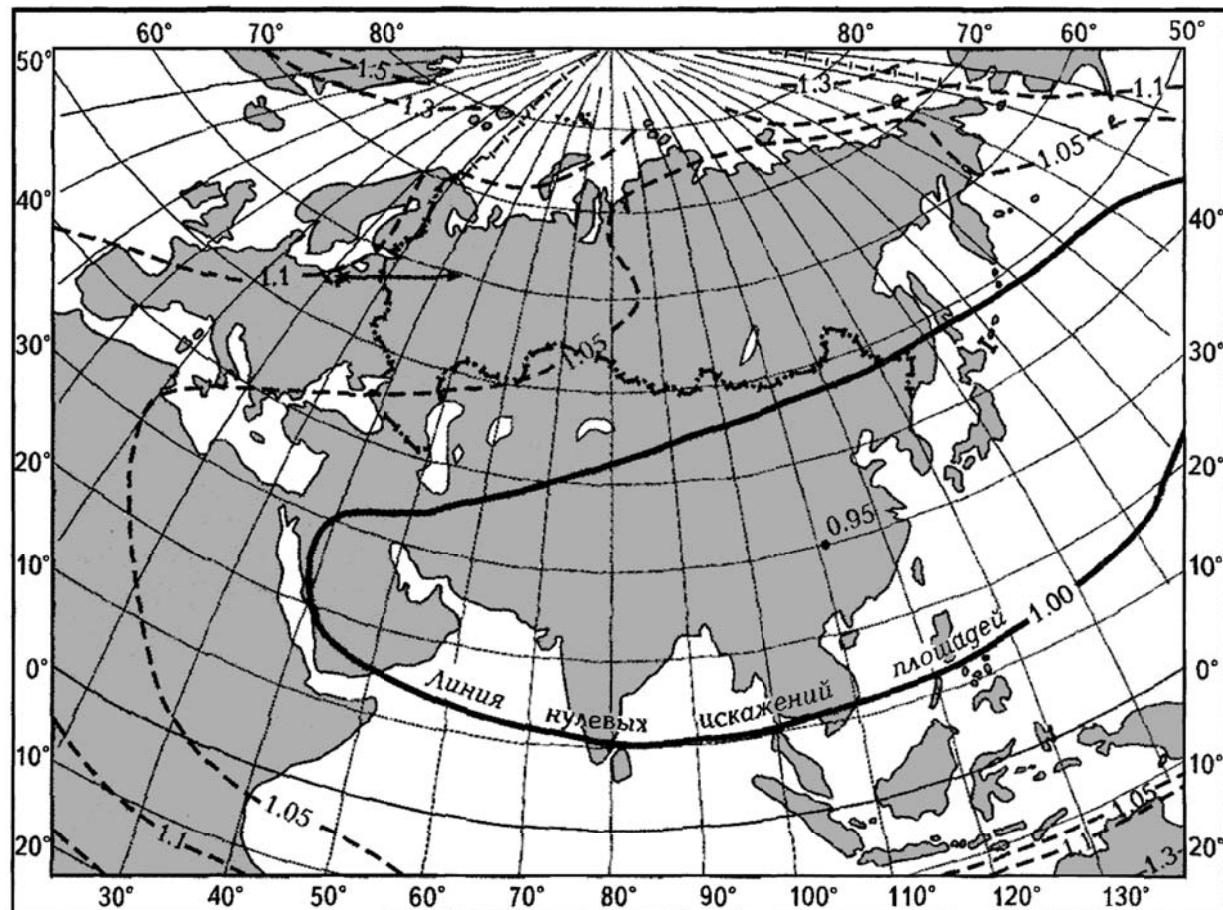


Рис. 12. Условная проекция ЦНИИГАиК для карты Евразии с изоколами масштабов площадей

В старших классах используются карты другого вида. Для них применяются нормальные конические равнопромежуточные проекции, разработанные в 30–40-х гг. XX века В. В. Каврайским и Ф. Н. Красовским. Обе проекции сохраняют главный масштаб по всем меридианам и на двух параллелях сечения шара поверхностью конуса. Параллели сечения в каждой проекции свои: в первой проекции – это 47° и 62° с. ш., во второй – 49° и 69° с. ш. (рис. 14). В полосе между этими широтами практически не искажаются площади ($p = 0,99$), т. е. основная территория страны попадает в участок карты, где искажения либо отсутствуют, либо выражаются крайне малыми величинами. Картографическая сетка обеих проекций практически одинакова: меридианы – это прямые линии, а параллели – окружности, проведенные из точки схождения меридианов, но проекция Красовского, в отличие от проекции Каврайского, отличается большей кривизной параллелей и большими углами между меридианами.

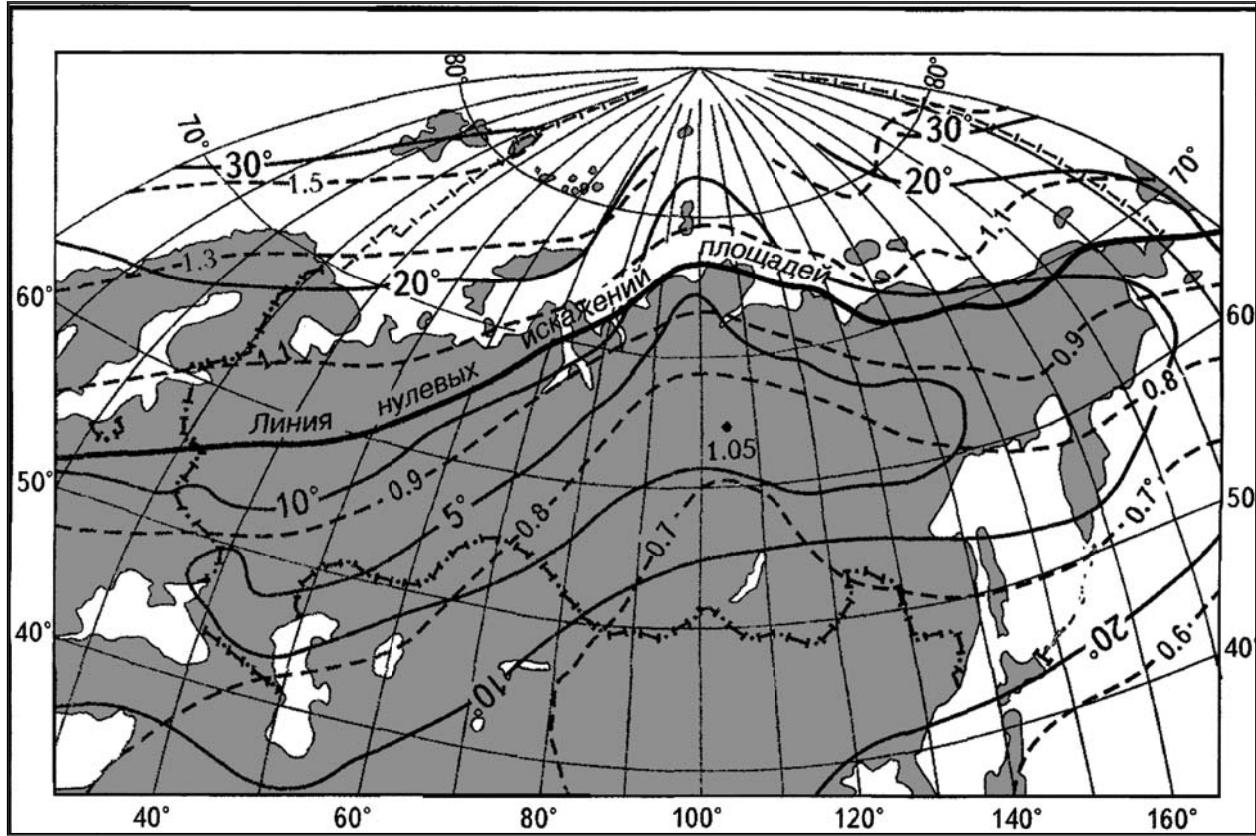


Рис. 13. Условная проекция ЦНИИГАиК для карты России с изоколами углов (сплошные линии) и масштабов площадей (штриховые линии)

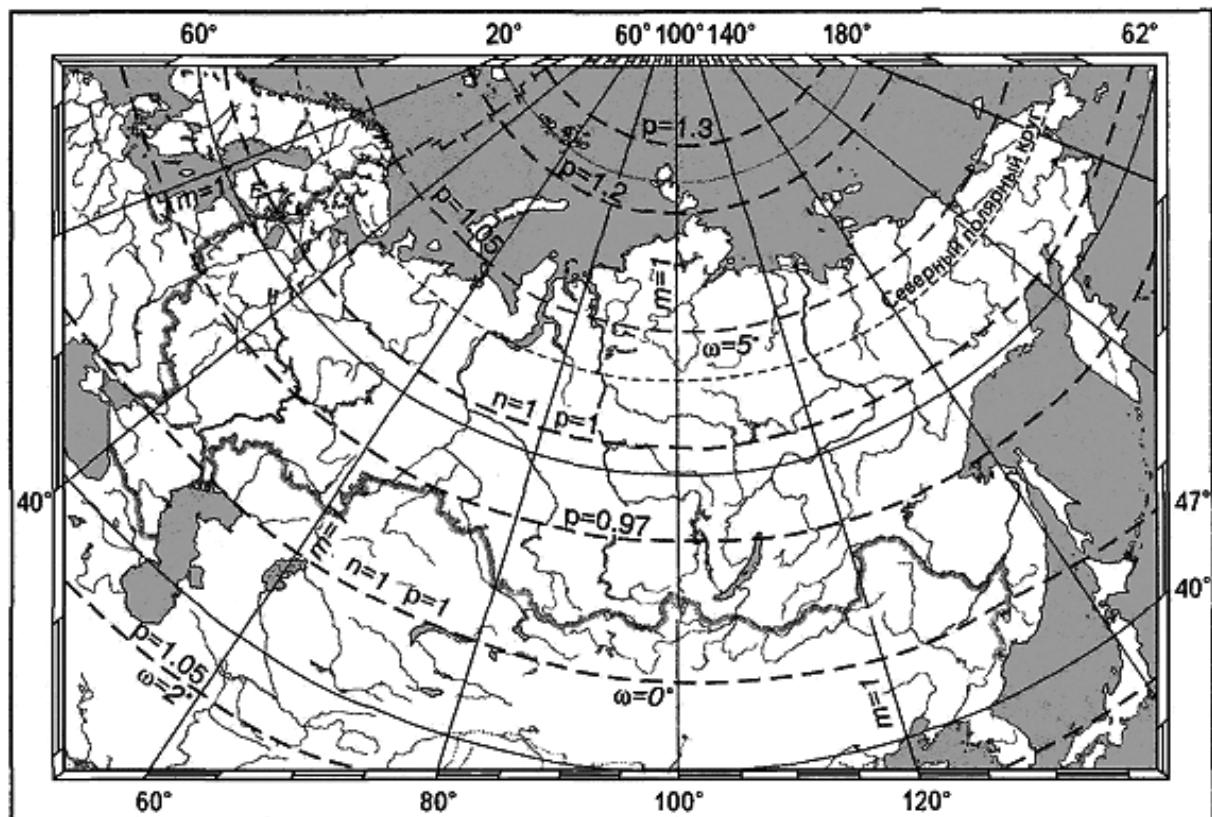


Рис. 14. Нормальная коническая равнопромежуточная проекция Каврайского с изоколами углов, масштабов длин и площадей

Территории отдельных стран или частей материков чаще всего показываются на картах в конических проекциях (по характеру искажений либо равнопромежуточных, либо равноугольных).

2.4. Лабораторные работы

Работа 2.1. Нахождение величин искажений длин, углов, площадей и форм в точке мелкомасштабной карты.

Искажения на картах возникают в связи с невозможностью безошибочного перехода от поверхности сферы (шара, эллипсоида) к плоскости. Любая карта несет в себе искажения длин, углов, площадей и форм. Вид и размер искажений зависят от выбранной картографической проекции, местоположения и величины картографируемого объекта.

Искажения длин линий проявляются в том, что расстояния, одинаковые на уровенной поверхности Земли, изображаются на карте отрезками разной длины. Величина искажений тем больше, чем сильнее частный масштаб отличается от главного масштаба (см. § 2.1).

Искажение углов состоит в том, что на карте углы между выбранными направлениями не равны углам между теми же направлениями на поверхности земного эллипсоида.

Искажения площадей проявляются в том, что площадь какого-либо контура на карте отличается от его действительной площади на поверхности земного эллипсоида.

Искажение форм состоит в том, что фигуры на карте деформированы и не подобны фигурам на местности, что прямо связано с искажениями угла.

В картографии для оценки различных искажений в данной точке карты применяют условную фигуру – *эллипс искажений*. Доказано, что любая бесконечно малая окружность на поверхности земного эллипсоида при переносе ее на карту всегда изображается бесконечно малым эллипсом. Размеры, а также степень вытянутости такого эллипса наглядно отражают различные виды искажений в данной точке карты. Большая ось эллипса искажений (a) характеризует направление наибольшего растяжения масштаба длин в данной точке, а малая ось (b) – направление наибольшего сжатия масштаба длин (рис. 15). Если главные оси эллипса ориентированы по меридиану и параллели ($\theta = 90^\circ$ на карте), то $a = m$ и $b = n$, либо $a = n$ и $b = m$ (m – частный масштаб длин по меридиану, n – частный масштаб длин по параллели). Но направления осей эллипса могут и не совпадать с направлениями меридиана и параллели.

Величины искажений можно получить путем сравнения результатов измерения длин дуг меридианов и параллелей и углов между ними на картах, а также соответствующими линейными и угловыми измерениями на земном эллипсоиде.

Задание. Вычислить частные масштабы длин по параллели и меридиану – величины n и m . Размер искажения длин линий выражаются через нахождение величин a и b . А также найти величину искажения углов ω , масштаба площади p и форм объектов k .

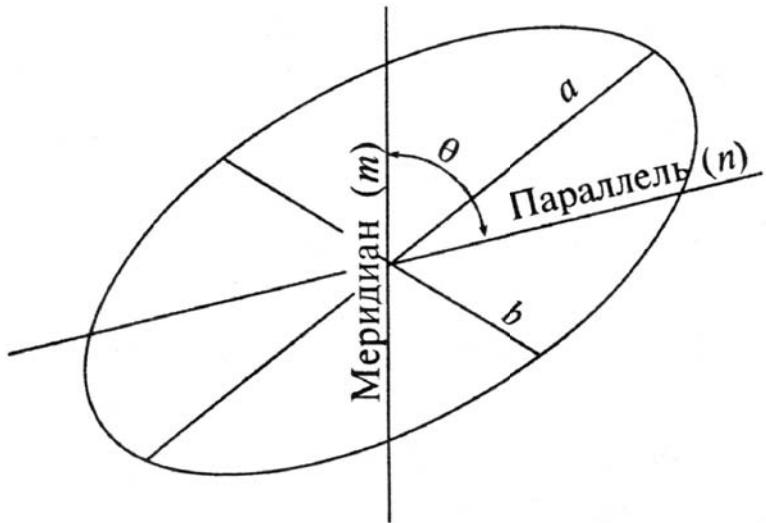


Рис. 15. Эллипс искажений: *a* – направление наибольшего растяжения масштаба; *b* – направление наибольшего сжатия масштаба; *m* – масштаб длин по меридиану; *n* – масштаб длин по параллели

Выполнение задания. Найти точки на карте мира, указанные в таблице 2. Определить величину дуги меридиана L_φ в градусах между смежными данной точке параллелями на карте и измерить ее длину l_m в миллиметрах. Используя таблицу длин дуг параллелей и меридианов (приложение 1) найдем суммарную действительную длину дуги меридиана L_m в километрах, ориентируясь на широты смежных параллелей. Для нахождения суммарной длины дуги меридиана L_m (в км) сложим все длины дуг в 1° .

Вычислить частный масштаб по меридиану в долях главного масштаба, помня, что в 1 км – 1 000 000 мм:

$$m = \frac{\text{длина дуги меридиана на карте (мм)} \cdot \text{главный масштаб карты}}{\text{длина той же дуги на земном эллипсоиде (мм)}}, \text{ т. е.}$$

$$m = \frac{l_m \times M}{L_m \times 1000000} \quad (4)$$

Далее найдем величину дуги параллели L_λ в градусах между смежными данной точке меридианами на карте и измерим ее длину l_n в миллиметрах. Используя таблицу длин дуг параллелей и меридианов (приложение 1) найдем суммарную действительную длину дуги параллели L_n в километрах, ориентируясь на широту данной точки и умножив длину дуги в 1° на размер дуги параллели в градусах.

Вычислим частный масштаб по параллели в долях главного масштаба:

$$n = \frac{\text{длина дуги параллели на карте (мм)} \cdot \text{главный масштаб карты}}{\text{длина той же дуги на земном эллипсоиде (мм)}}, \text{ т. е.}$$

$$n = \frac{l_n \times M}{L_n \times 1000000} \quad (5)$$

Варианты заданий

№ варианта	Географические координаты точки	
	Широта, ϕ	Долгота, λ
1	60° ю.ш.	170° в.д.
2	50° ю.ш.	170° в.д.
3	40° ю.ш.	170° в.д.
4	30° ю.ш.	170° в.д.
5	20° ю.ш.	170° в.д.
6	60° ю.ш.	80° з.д.
7	50° ю.ш.	80° з.д.
8	40° ю.ш.	80° з.д.
9	30° ю.ш.	80° з.д.
10	20° ю.ш.	80° з.д.
11	60° с.ш.	100° в.д.
12	50° с.ш.	100° в.д.
13	40° с.ш.	100° в.д.
14	30° с.ш.	100° в.д.
15	20° с.ш.	100° в.д.
16	60° с.ш.	40° з.д.
17	50° с.ш.	40° з.д.
18	40° с.ш.	40° з.д.
19	30° с.ш.	40° з.д.
20	20° с.ш.	40° з.д.

Измерим транспортиром угол θ в данной точке между меридианом и параллелью. Найдем величину ϵ отклонения угла на карте и того же самого угла на поверхности земного эллипсоида (формула 2).

Определим величину искажения площади p по формуле (3).

Нахождение значения искажения угла ω строится по следующей расчетной схеме:

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{a - b}{a + b} \quad (6)$$

$$a - b = \sqrt{m^2 + n^2 - 2p} \quad (7)$$

$$a + b = \sqrt{m^2 + n^2 + 2p} \quad (8)$$

$$\omega = 2 \times \arcsin \left(\frac{a - b}{a + b} \right) \quad (9)$$

Показатель искажения форм k находится по формуле:

$$k = \frac{a}{b}, \quad (10)$$

где $a = \sqrt{m^2 + n^2 - 2p} + b \quad (11)$

$$b = \frac{\sqrt{m^2 + n^2 + 2p} - \sqrt{m^2 + n^2 - 2p}}{2} \quad (12)$$

Результаты расчетов записать в рабочую таблицу по форме:

Вариант № ...	Частный масштаб по меридиану		Частный масштаб по параллели		Искажения площади		Искажения углов		Искажения форм	
Координаты: широта $\phi = \dots$ долгота $\lambda = \dots$	L_φ (град)	...	L_λ (град)	...	θ	...	$a-b$...	a	...
	l_m (мм)	...	l_n (мм)	...	ε	...	$a+b$...	b	...
Главный масштаб карты: 1 :	L_m (км)	...	L_n (км)	...			$\sin \omega/2$...		
	m	...	n	...	p	...	ω	...	k	...

Сделать вывод о величине искажений в процентах для данной точки карты.

Работа 2.2. Построение географической сетки меридианов и параллелей карты континента в нормальной произвольной цилиндрической проекции.

Исходным материалом для создания новой карты служат карты континентов (Африки и Южной Америки) в Географическом атласе для учителей средней школы. Главный масштаб этих карт 1:30 000 000.

Нормальная произвольная цилиндрическая проекция предполагает следующий вид сетки: меридианы и параллели – прямые взаимно перпендикулярные линии. Промежутки между меридианами и параллелями равны.

Задание. Рассчитать для заданной территории в заданном масштабе (табл. 3) размеры географической сетки меридианов и параллелей в нормальной произвольной цилиндрической проекции. На листе чертежной бумаги построить географическую сетку и вычислить частные масштабы длин по меридиану и параллели в точках на краях полученной карты.

Выполнение задания. 1. Используя приложение 1 данного пособия найти длины дуг меридианов и параллелей в 5° на широте центральной точки материка. Перевести длины в заданный масштаб, выражив их в миллиметрах.

2. Построить сетку меридианов и параллелей через 5° по схеме:

- в центре листа чистой бумаги провести горизонтальную линию (средняя параллель строящейся сетки);
- на прямой отметить среднюю точку и к западу и востоку от нее циркулем-измерителем отложить 5-градусные отрезки параллелей, вычисленные в п. 1;
- через точки деления провести перпендикулярные линии (меридианы строящейся сетки);
- на крайних меридианах отложить вычисленные в п. 1 меридианые части;
- через полученные точки провести параллели строящейся сетки;
- подписать долготы и широты через 10° .

Варианты заданий

№ варианта	Заданный масштаб карты	№ варианта	Заданный масштаб карты
Африка			
1	1 : 37 500 000	6	1 : 45 000 000
2	1 : 40 000 000	7	1 : 47 500 000
3	1 : 41 500 000	8	1 : 48 000 000
4	1 : 43 000 000	9	1 : 39 000 000
5	1 : 44 500 000	10	1 : 38 500 000
Южная Америка			
11	1 : 37 500 000	16	1 : 45 000 000
12	1 : 40 000 000	17	1 : 47 500 000
13	1 : 41 500 000	18	1 : 48 000 000
14	1 : 43 000 000	19	1 : 39 000 000
15	1 : 44 500 000	20	1 : 38 500 000

Вычерчивание проводить с точностью 0,2 мм (толщина карандашной линии 0,1 мм). Проверить сетку с помощью циркуля-измерителя: диагонали всех полученных прямоугольников должны быть равны между собой.

После приемки сетки преподавателем вычислить частные масштабы длин на краях карты.

ГЛАВА 3. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ. НАДПИСИ НА КАРТЕ

Использование условных знаков – это основное свойство, отличающее карту от многих других графических моделей земной поверхности. Знаки на карте являются зрительно воспринимаемыми элементами изображения, условно представляющие процессы и явления природы и общества, их местоположение, качественные и количественные характеристики, структуру, динамику и т. п.

Кроме условных знаков, на картах присутствуют многочисленные надписи, которые составляют важный элемент содержания карты, поясняют изображенные объекты, указывают их качественные и количественные характеристики, служат для получения справочных сведений.

3.1. Условные знаки

Картографические условные знаки – это язык карты, графические символы, с помощью которых обозначают виды объектов, их местоположение, форму, размеры, качественные и количественные характеристики.

Условные знаки на картах, исторически, развивались из перспективных рисунков различных объектов местности: гор, рек, лесов, дорог, населенных пунктов. Постепенно рисунки утрачивали внешнее сходство с изображаемыми объектами и приобретали все большую условность и абстрактность.

Условные знаки позволяют сильно уменьшать изображение, передавать внутренние характеристики объектов, их структуру, взаимоотношения, пропорциональность, различия, соподчиненность. С помощью условных знаков можно показывать не только реальные, но и абстрактные объекты (индекс континентальности климата и т. п.), изображать то, что человек не видит и даже не воспринимает органами чувств (палеорельеф древних материков, гравитационные и магнитные поля). Наконец, знаки дают возможность передавать динамику географических явлений и процессов (изменение стока в речных бассейнах по месяцам, колебания климатических характеристик и т. д.).

Условные знаки мелкомасштабных карт, в отличие от топографических знаков, не являются стандартными. Однако существуют рамки, ограничивающие использование тех или иных знаков для отдельных групп объектов и явлений. Каждой группе объектов соответствует определенная группа условных знаков.

Стандартных, специально разработанных таблиц условных знаков для мелкомасштабных карт не существует. Каждая карта должна снабжаться своей таблицей условных обозначений – легендой, помещаемой в непосредственной близости от содержания карты.

Условные знаки карт подчиняются основным положениям науки о знаковых системах – семиотики. При разработке знаков учитываются также технические возможности их воспроизведения при издании карты. В частности, рисунок знака, имеющий много

мелких деталей, при печати может потерять часть из них, т. е. превратиться в другой условный знак с другим смыслом, что недопустимо. Выделяют *три основные группы условных знаков: внemасштабные, линейные и площадные* (рис. 16).



Рис. 16. Примеры внemасштабных, линейных и площадных условных знаков, используемых при составлении географических карт

Внemасштабные, или *точечные* условные знаки применяются для изображения объектов, локализованных в пунктах, например: нефтяные вышки или города на мелкомасштабных картах. Эти знаки всегда внemасштабны, их размеры на карте значительно пре-восходят истинные размеры объектов на местности.

Линейные условные знаки используются для изображения линейных объектов: рек, дорог, границ, тектонических разломов и т. п. Они масштабны по длине, но внemасштабны по ширине.

Площадные условные знаки применяются для изображения объектов, сохраняющих на карте свои размеры и очертания, например: лесные массивы, озера, почвенные ареалы и др. Такие знаки обычно состоят из контура и его заполнения, они всегда масштабны, по ним можно точно определить площадь объектов.

С развитием электронных технологий появились *динамические условные знаки*. Это движущиеся, изменяющиеся знаки, используемые в компьютерных картографических анимациях. Они также могут быть точечными, линейными или площадными (фоновыми).

Все картографические условные знаки также делят на группы (знаковые системы) по принципу различия в подходе для показа на карте объектов и явлений разной пространственной локализации. Такие знаковые системы называют способами картографического изображения. Наиболее широко и разнообразно знаковые системы представлены на тематических картах – это *значки*, *линейные знаки*, *изолинии*, *качественный и количественный фон*, *локализованные диаграммы*, *ареалы*, *точечный способ*, *знаки движения*, *картодиаграммы* и *картограммы*.

Значки применяются для показа объектов, локализованных в пунктах и обычно не выражающихся в масштабе карты (рис. 17а). Значками обозначают населенные пункты, месторождения полезных ископаемых, промышленные предприятия, отдельные сооружения, ориентиры на местности и т. п. Различают три вида значков: *геометрические* (кружки, квадраты, звездочки, ромбы и др.), *буквенные* (буквы русского или латинского алфавитов) и *наглядные* (пиктограммы), напоминающие изображаемый объект. Например, рисунок якоря обозначает порт, туристская палатка – кемпинг и т. п. (рис. 17б). Размеры значков обычно передают количественные характеристики объектов, а их форма, цвет, внутренняя структура – качественные различия.



Рис. 17. Значки геометрические:
а) пример их размещения на карте; б) различные виды значков

Линейные знаки используются для изображения линейных объектов, например: берег, тектонические разломы, дороги, атмосферные фронты, границы природных зон (рис. 18). Характер рисунка и цвет линейных знаков передают качественные и количественные характеристики объектов: тип береговой линии, геологический возраст разломов, теплые и холодные фронты и т. п. С помощью линейных знаков можно отразить и динамику объекта, например, нанести положение береговых линий моря в разные эпохи, передав тем самым скорость затопления суши.

Изолинии – это линии, соединяющие точки с одинаковыми значениями картографируемого показателя. Изолинии применяются для передачи на картах непрерывных,

сплошных, постепенно изменяющихся явлений, образующих физические поля (рис. 19). Это, например, поле рельефа местности, поля магнитной напряженности, давления, температур воздуха и т. д. Они изображаются соответственно изогипсами, изогонами, изобарами, изотермами и пр. (семейство различных изолиний весьма обширно и насчитывает десятки названий). Это очень удобный, гибкий и информативный способ изображения природных явлений, позволяющий выполнять по карте всевозможные измерения.

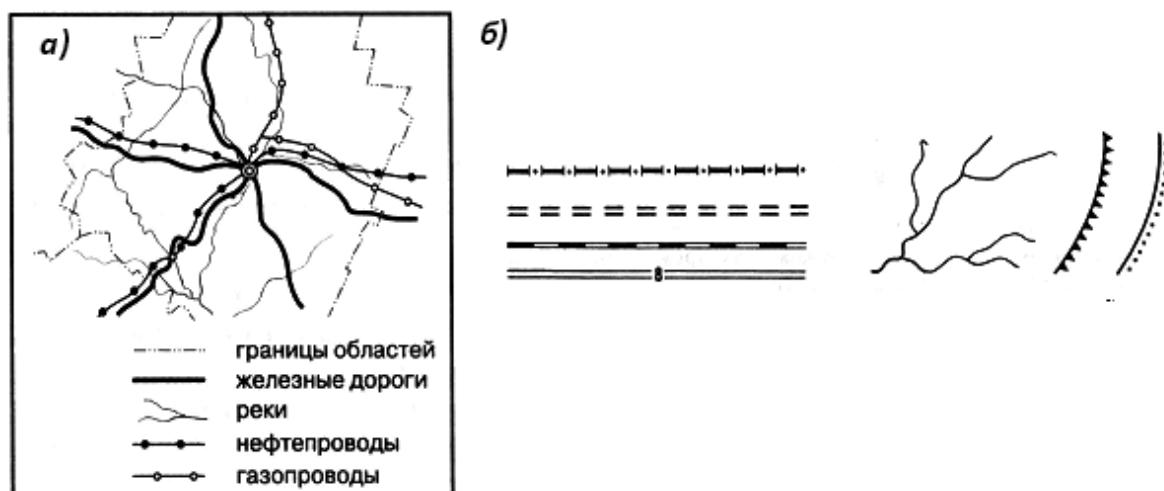


Рис. 18. Линейные знаки: а) пример их изображения на карте; б) различные виды линейных знаков

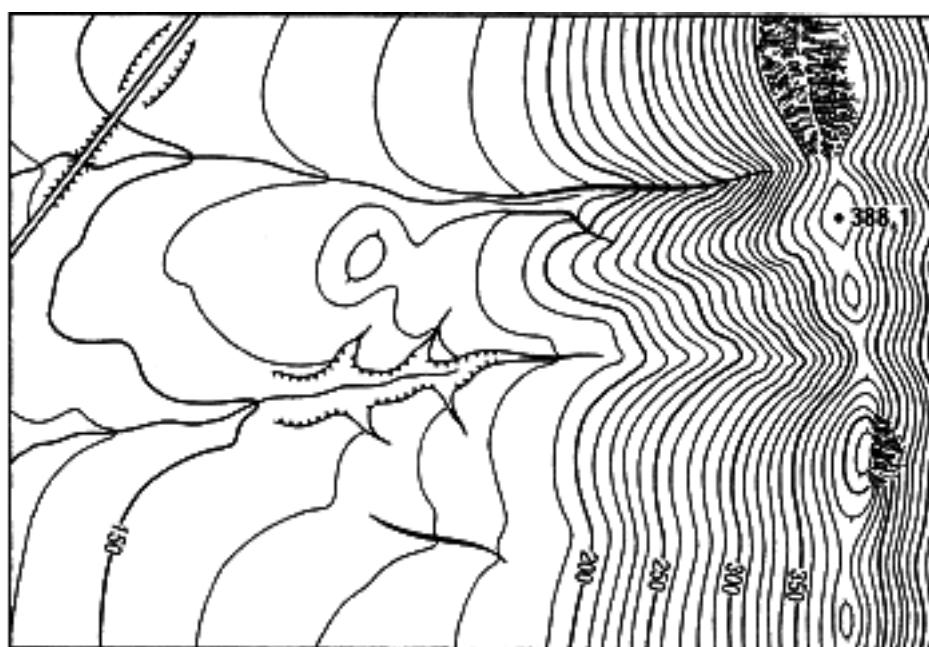


Рис. 19. Изолинии рельефа местности

Для проведения изолиний сначала наносят на карту значения показателя в точках наблюдений, а затем с помощью метода интерполяции проводят линии равных значений. При этом заранее выбирают интервал сечения (разность отметок двух соседних изолиний). Расстояние между изолиниями на карте называется заложением изолиний и характеризует

градиент поля (уклон поверхности). Для повышения наглядности промежутки между изолиниями иногда закрашивают так, чтобы интенсивность окраски отражала нарастание или убывание показателя.

Псевдоизолинии применяются для показа на карте явлений, не обладающих непрерывностью, сплошностью и плавностью, то есть не являющихся на самом деле полями. Например: псевдоизолинии плотности населения (размещение населения не образует сплошного поля). Псевдоизолинии всегда строят по каким-либо расчетным статистическим показателям плотности, либо интенсивности. На вид они ничем не отличаются от изолиний и их часто дополняют послойной краской. Однако есть принципиальное различие: псевдоизолинии отражают не реальные, а искусственные, расчетные, абстрактные поля.

Качественный фон является основным способом отображения качественных различий для явлений непрерывного распространения (рис. 20). Способ самым тесным образом связан с районированием территории, ее делением по какому-либо признаку (например, выделение районов сельскохозяйственной специализации, типов почвенного или растительного покрова). В качестве дополнительных графических средств используют цвет (цветовой фон) или штриховку (штриховой фон). Иногда на картах одновременно применяют оба эти средства. Так, на почвенной карте генетические типы почв обозначают цветовым фоном, а механический состав – штриховым, наложенным поверх цвета. Для удобства идентификации подразделений качественного фона их сопровождают индексами.

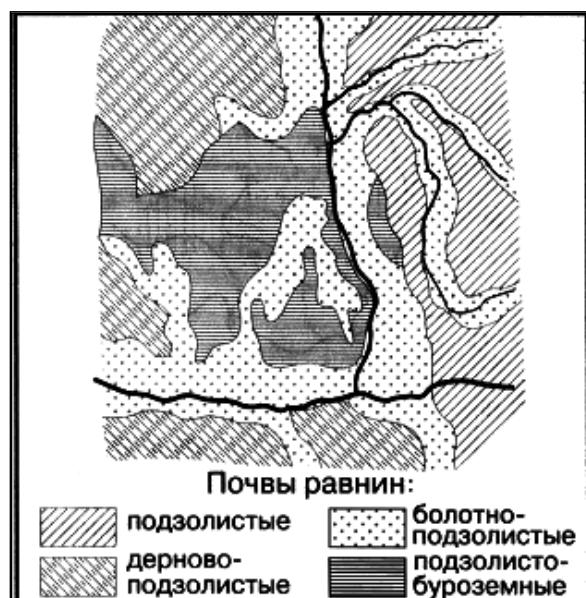


Рис. 20. Качественный фон



Рис. 21. Количественный фон

Количественный фон применяется для передачи количественных различий для явлений сплошного распространения в пределах выделенных районов (рис. 21). Подобно качественному фону, этот способ всегда связан с районированием, но по количественному признаку. Интенсивность окраски или штриховки возрастает или убывает соответ-

ственno изменению признака. Примерами использования количественного фона могут служить карты запасов гидроресурсов в речных бассейнах, карты районирования территории по степени расчленения рельефа и т. п.

Локализованные диаграммы характеризуют явления с помощью графиков и диаграмм, помещаемых в пунктах измерения этих явлений. Примерами могут служить розы ветров, графики изменения среднемесячных температур и осадков, локализованные по метеостанциям, диаграммы загрязнения речных вод, приуроченные к гидрологическим постам, и т. п. (рис. 22). На карте всегда отмечены пункты, в которых производились измерения и затем, на их основе, строились графики и диаграммы. Используемые при этом графические средства весьма разнообразны – это розы-диаграммы, кривые и гистограммы (ход температур по месяцам), структурные диаграммы и др.

Точечный способ применяется для показа явлений массового, но не сплошного распространения. Каждая из точек имеет определенный «вес», т. е. обозначает некоторое количество единиц данного явления (рис. 23). Чаще всего точечным способом показывают размещение сельского населения (например, вес одной точки составляет 1000 жителей), распространение посевных площадей (1 точка – 200 гектар посевов), концентрацию животноводства (1 точка – 500 голов крупного рогатого скота) и т. п.



Рис. 22. Примеры локализованных диаграмм

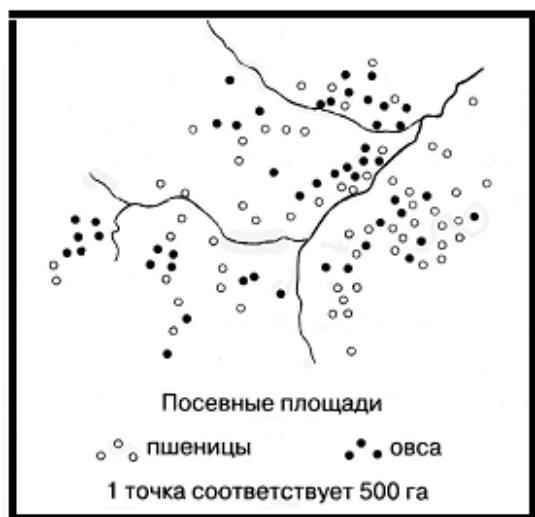


Рис. 23. Точечный способ

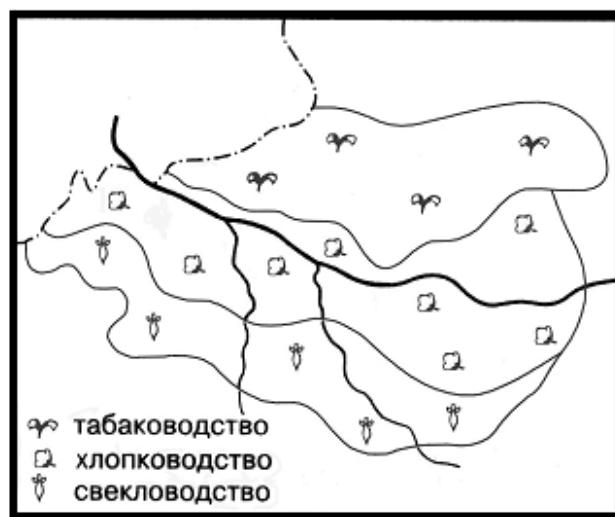


Рис. 24. Ареалы

Ареалы – это способ выделения на карте областей распространения какого-либо сплошного или рассредоточенного явления (например, распространение различных животных, растений, населения) (рис. 24). Различают *абсолютные* и *относительные ареалы*.

Абсолютными называют ареалы, за пределами которых данное явление совсем не встречается (например, нефтегазоносный бассейн, границы которого точно установлены), а *относительными* – районы наибольшего сосредоточения того или иного явления (например, ареал промысла морских животных). Графические средства изображения ареалов весьма разнообразны – это могут быть границы, фоновая окраска и штриховка, значки, надписи, индексы.

Знаки *движения* используются для показа пространственных перемещений каких-либо природных, социальных, экономических явлений (рис. 25). Например, пути движения циклонов, перелета птиц, передачи электроэнергии, миграции населения, распространения болезней. С помощью знаков движения можно отразить не только пути, но направление и скорость перемещения, а также связи между объектами. Знаки движения подразделяются на два вида: *векторы движения* – стрелки разного цвета, формы и толщины (например, векторы теплых или холодных течений) и *полосы движения* – ленты разной ширины и структуры (например, структура железнодорожных перевозок или миграций населения). Ширина полос дается в соответствии с принятой шкалой: чем шире полоса, тем больше мощность потока.

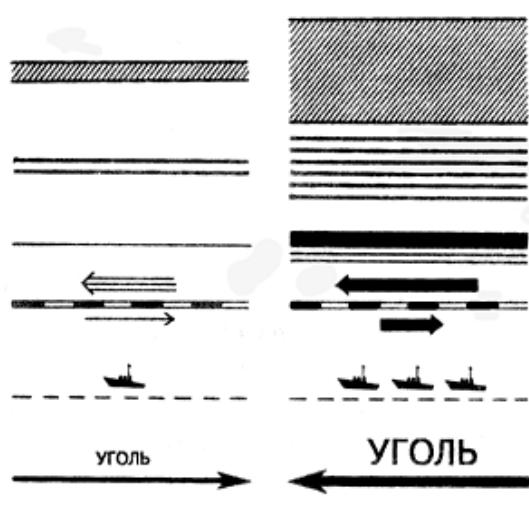


Рис. 25. Различные знаки движения

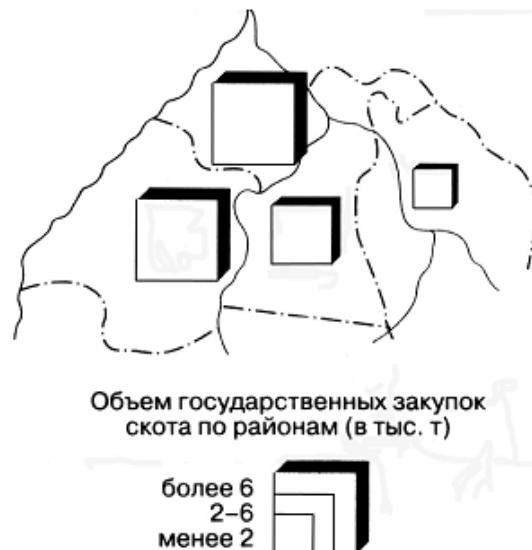


Рис. 26. Пример картодиаграммы

Картодиаграммы позволяют изображать с помощью диаграммных знаков абсолютные статистические показатели по административно-территориальным единицам (рис. 26). Картодиаграммы применяются для показа таких явлений, как валовой сбор сельскохозяйственной продукции, объем промышленного производства, потребление электроэнергии в целом по районам, областям, провинциям и т. п. Графическими средствами служат лю-

бые столбчатые, площадные, объемные диаграммные знаки, позволяющие легко и предельно наглядно сравнивать между собой районы и области. В одной административной единице можно показать несколько диаграмм для разных явлений.

Картограммы используются для показа относительных статистических данных по единицам административно – территориального деления (рис. 27). Это всегда расчетные показатели. Например, число детских учреждений на тысячу жителей, энерговооруженность сельского хозяйства в расчете на 100 га обрабатываемых земель, процент лесопокрытой площади в районе и т. п. Картограмма, как правило, имеет шкалу, в которой интенсивность цвета или плотность штриховки меняются в соответствии с нарастанием или убыванием значения картографируемого показателя.

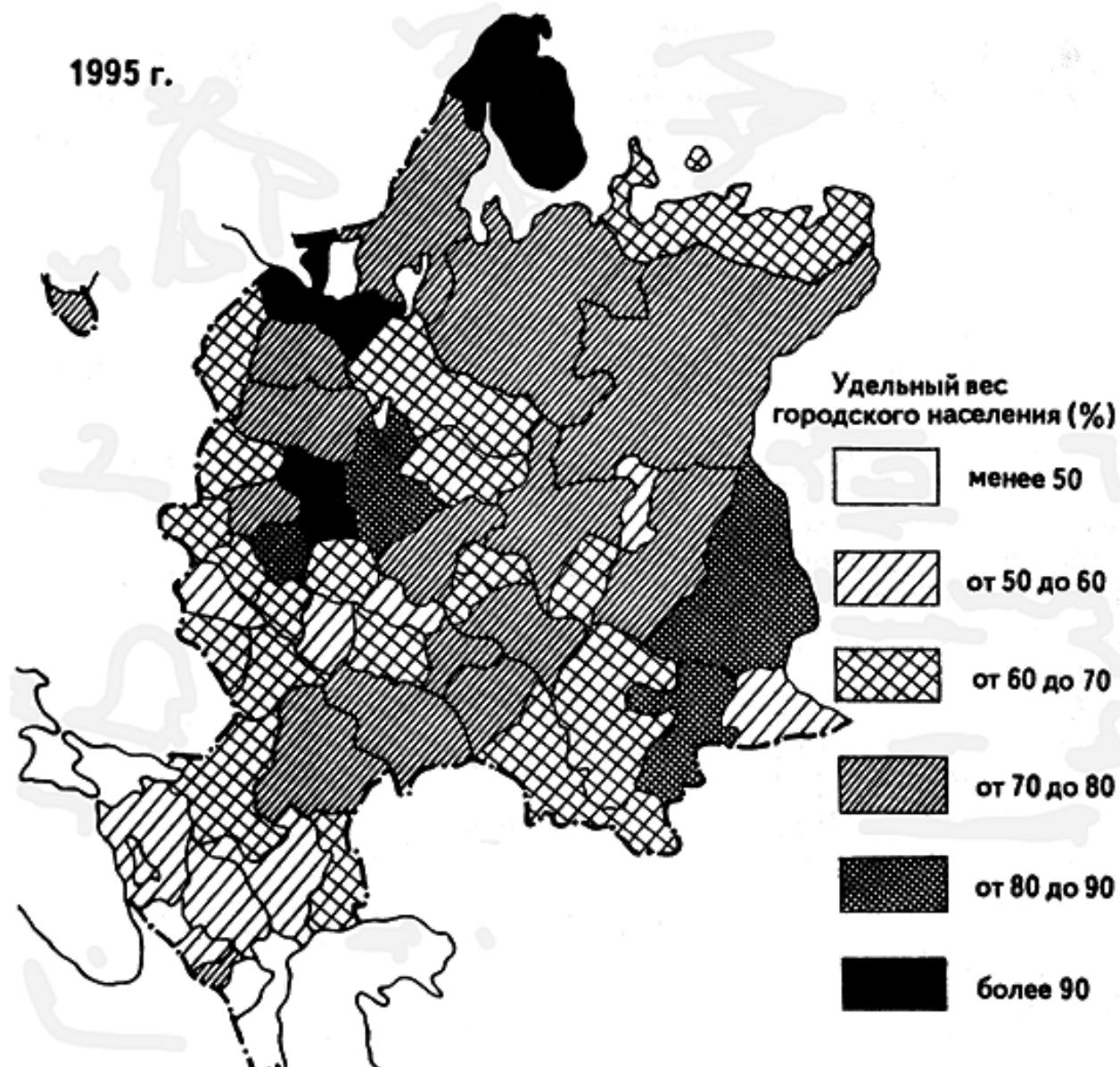


Рис. 27. Картограмма

Динамические знаки используются в компьютерных картографических анимациях.

Они представляют собой движущиеся знаки, способные менять форму и размер, окраску и насыщенность цвета, внутреннюю структуру и даже само свое положение на карте. Проектирование динамических картографических обозначений в настоящее время является новой быстро развивающейся областью компьютерного дизайна.

Среди наиболее часто применяемых динамических знаков можно отметить следующие: перемещение знака по полю карты (например, перемещение линий атмосферных фронтов); движение стрелок; постепенное изменение цвета; пульсация, вибрация цвета при показе (например, распространение ареалов инфекций или эпидемий); мигание знака, привлекающее внимание к какому-либо важному объекту на карте (например, источник радиационного загрязнения окружающей среды).

3.2. Изображение рельефа

Рельеф земной поверхности образует сплошное, непрерывное и в целом плавно изменяющееся поле высот. Для его показа обычно применяются изолинии и значки. Существуют специфические требования, которым подчиняется изображение рельефа. Это, во-первых, метричность, то есть возможность измерения по карте абсолютных высот и превышений, углов наклона, расчленения и др., и, во-вторых, пластичность, то есть наглядная плавная передача неровностей рельефа, формирующая у читателя карты зрительный образ местности.

На разных этапах развития картографии на первый план выходили задачи создания пластически наглядного или метрически точного изображения рельефа. На старых картах рельеф изображался схематическим перспективным рисунком в виде отдельных возвышенностей, хребтов, гор (рис. 28). Данный способ картического изображения рельефа не требует знания абсолютных или относительных высот точек местности или крутизны склонов. Достаточно было передать лишь общее положение водоразделов, направление гряд и хребтов. Позднее, в XIX веке, рельеф стали изображать штрихами крутизны, достоверно передающие уклоны и расчленение рельефа (рис. 29).

На современных топографических, общегеографических, физических, гипсометрических картах основным способом изображения стали *горизонтали – изолинии равных высот* (рис. 19). Одним из важных достоинств этого способа изображения рельефа является высокая метричность изображения. В любом месте карты по горизонталям можно определить абсолютную и относительную высоту, форму и крутизну склонов, рассчитать показатели вертикального и горизонтального расчленения рельефа. Благодаря горизонтальным карты рельефа стали ценным источником информации при математическом моделировании, в частности при создании цифровых моделей рельефа.

Для придания рельефу в горизонталях большей читаемости и выразительности применяют цветовые шкалы послойной окраски, называемые шкалами гипсометрической окраски. Они могут быть одноцветными с меняющимся оттенком (светлее и темнее), либо

многоцветными. Существует несколько принципов построения цветовых рядов таких шкал.

Затемняющие шкалы, т. е. «чем выше, тем темнее». Здесь насыщенность послойной окраски возрастает с высотой от бледно-зеленого до темно-зеленого цвета для низменностей и от желто-коричневого до темно-коричневого цвета для горных районов. *Осветляющие шкалы* – «чем выше, тем светлее». Здесь происходит переход от серых и темно-оливковых тонов низменностей к светло-желтым высокогорьям и почти белым вершинам. Эти шкалы очень выразительны, горы кажутся освещенными солнцем, что придает рельефу пластику. Неудобство применения таких шкал состоит в том, что затемнены низменности, где обычно сосредоточена основная нагрузка карты (населенные пункты, дороги, реки и др.). При использовании *шкалы возрастающей насыщенности и теплоты тона* применяется определенная последовательность цвета: серо-зеленый, зеленый, желтый, желто-оранжевый, оранжевый, красный. В этом случае горы выглядят ярко, а низменности как бы удалены и цвет их слегка приглушен. *Батиметрические шкалы* используются для передачи особенностей рельефа дна морей и океанов. Используются разнообразные оттенки светло-голубого цвета на мелководье, которые сменяются серо-голубыми, а затем сине-фиолетовыми и темно-синими цветами центральных глубоководных частей морей и океанов.

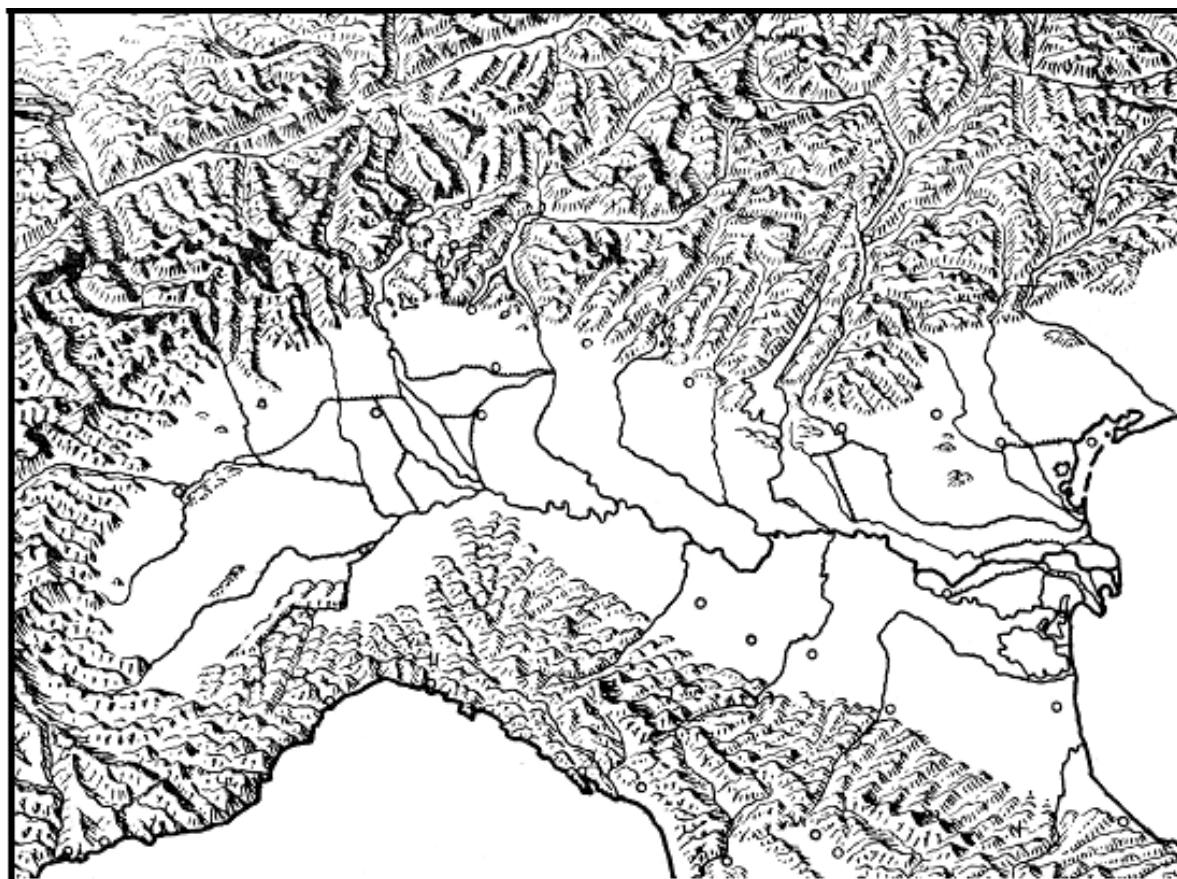


Рис. 28. Перспективное изображение рельефа Северной Италии



Рис. 29. Фрагмент топографической карты Крыма, выполненного в штрихах крутизны

Одноцветные шкалы обычно содержат 5–6, а многоцветные шкалы до 16-ти ступеней послойной окраски.

Для показа элементов и форм рельефа, не выражающихся горизонталями, используют значки. Обычно они передают нарушения плавности поверхности: обрывы, скалистые гребни, глубокие ущелья, обрывистые стенки оврагов, узкие промоины и другие формы естественного рельефа. В этих случаях применяют знаки коричневого цвета, которые хорошо сочетаются с горизонталями. Если же необходимо показать искусственные формы рельефа, например уступы карьеров, канавы, насыпи и т. п., то применяют значки черного цвета.

Особо важные (командные) или характерные высоты – высоты горных вершин, холмов, перевалов, обрывов и уступов, насыпей и курганов, показывают с помощью высотных отметок. На картах морей это отметки глубин. Они облегчают чтение карты и понимание изображенного рельефа.

Наибольшую выразительность изображению придают способы теневой пластики, когда рельеф как бы покрывается тенями. Это отмывка, то есть создание полутонового изображения при заданном освещении местности. Обычно свет падает как бы из левого верхнего угла карты (северо-западное освещение) или сверху (отвесное освещение). Отмывку часто сочетают с горизонталями.

3.3. Надписи

На карте, кроме условных знаков присутствуют многочисленные надписи, которые составляют важный элемент содержания, поясняют изображенные объекты, указывают их качественные и количественные характеристики, служат для получения справочных сведений. Надписи обогащают карту, но могут одновременно ухудшить ее читаемость. Поэтому установление оптимального количества надписей и правильное их размещение составляют важную задачу при создании любого картографического произведения.

Выделяются три группы надписей на географических картах – топонимы, термины и пояснительные надписи (рис. 30).



Рис. 30. Группы надписей на географических картах

Топонимы – собственные географические наименования объектов картографирования. Они включают оронимы – названия элементов рельефа, гидронимы – названия водных объектов, этнонимы – названия этносов, зоонимы – названия объектов животного мира и т. п.

Термины – группа понятий, относящихся к объектам картографирования. Это могут быть географические, геологические, океанологические, социально-экономические и любые другие термины (например, «провинция», «область», «залив», «низменность», «антеклиза», «экономический район» и др.).

Пояснительные надписи включают:

- качественные характеристики («ель», «сосна», «горькое», «соленое», «каменный» и пр.);
- количественные характеристики (указание ширины шоссе, абсолютные и относительные высоты и глубины, скорость течения в реке и др.);
- хронологические надписи (даты событий, географических открытий, наступление каких-либо природных явлений и т. п.);
- пояснения к знакам движения («путь Магеллана», «дрейф ледокола «Седов» и пр.);
- оцифровка меридианов и параллелей и пояснения к линиям картографической сетки («Северный полярный круг», «к востоку от Гринвича» и пр.).

Первичное установление названий происходит во время полевых съемок. Наставления по проведению топографических работ предусматривают выписку наименований из официальных документов, выявление ранее присвоенных наименований по старым картографическим и литературным документам, опрос местных жителей, присвоение новых наименований вновь открытym объектам. Необходима тщательная проверка наименований с тем, чтобы устранить возможные орфографические ошибки, вкраившиеся в официальные документы, проанализировать различные названия одного и того же объекта, употребляемые местными жителями, особенно в малообжитых районах.

Выбор географических наименований необходим в тех случаях, когда есть несколько названий одного и того же объекта на разных языках, принятых в качестве официальных государственных. Такова ситуация в Бельгии, где многие наименования существуют во французской и фламандской формах (например, Антверпен и Анверс, Брюгге и Брюж). А также в Швейцарии, где параллельно используются названия на немецком, французском и итальянском языках.

В России можно встретить параллельное употребление таких наименований, как Татария и Татарстан, Башкирия и Башкортостан, Якутия и Республика Саха, река Белая и Акитиль и т. п. Еще большие сложности возникают в тех случаях, когда один и тот же географический объект принадлежит разным государствам. Например, река Дунай в Германии и Австрии называется Донау, в Венгрии – Дуна, в Румынии – Дунэра, в Болгарии и Югославии – Дунав. Спорная территория, которая по-английски именуется Фолклендскими островами, в Аргентине носит название Мальвинских островов. В этом случае написание названия на карте становится проблемой политической. Японское море на корейских картах называется Восточным и даже Восточно – Корейским.

На российских картах иногда приводят одновременно два названия, например, для рек на границе Германии и Польши. Одер и Нейсе на немецком языке и Одра и Ниса на польском. Река Западная Двина в Латвии называется Даугавой.

Немало сложностей и неопределенностей возникает при передаче иностранных названий. Существует несколько форм передачи на картах иноязычных названий – местная официальная форма, фонетическая форма, транслитерация, традиционная и переводная форма.

Местная официальная форма – написание географического наименования на государственном языке страны, где расположен данный объект. Примерами могут служить Sverige (Швеция) или България (Болгария). Эта форма сохраняет подлинное официальное написание, однако не раскрывает звучания топонима. Например, французы или англичане, пользующиеся латинским алфавитом, могут не знать, что название Швеции звучит «Сверье», а русские читатели затрудняются в произношении болгарского «ъ».

Фонетическая форма воспроизводит звучание (произношение) наименования, передаваемое буквами алфавита другого языка. Например, английское Atlantic Highlands в русской транскрипции выглядит как Атлантик-Хайлендс, а венгерское Miskolc, как Мишкольц. Эту форму часто называют *условно-фонетической*, поскольку звуки иностранного языка не всегда точно можно передать буквами другого алфавита. Особые сложности возникают, например, при воспроизведении на русских картах произношения китайских, японских, арабских топонимов. Даже в европейских языках некоторые сочетания букв по-разному звучат в зависимости от положения в начале или в середине топонима. К примеру, немецкое *st* в начале слова звучит как *шт*, а в остальных случаях как *ст*. В некоторых случаях к фонетической форме добавляют русский термин, хотя он и входит в сам топоним, например хребет Копет-даг, фьорд Согне-фьорд, озеро Солт-Лейк и город Солт-Лейк-Сити.

Транслитерация – побуквенный переход от одного алфавита к другому без учета действительного произношения наименования. К этой форме прибегают нечасто, в тех случаях, когда истинное звучание топонима неизвестно. Такие ситуации возникают, например, при передаче эскимосских названий в Гренландии по их написанию на датских картах илиaborигенных названий в Австралии по английским картам.

Традиционная форма – написание иностранного географического наименования в форме, отличающейся от оригинала, но давно укоренившейся в разговорном и литературном языке данной страны. Русская топонимика изобилует такого рода примерами. На картах традиционно пишется Финляндия, а не Суоми; Греция, а не Эллас; Грузия, а не Сакартвело; Шпицберген, а не Свальбар. Французская столица Пари в русском языке стала Парижем, итальянский город Наполи – Неаполем, а английская река Темс стала Темзой.

Переводная форма – передача названия с одного языка на другой по смыслу. В основном это касается объектов, для которых установилась международная традиция, например Берег Слоновой Кости (по-французски – *Côte d'Ivoire*), мыс Доброй Надежды (по-английски – *Cape of Good Hope*), Скалистые горы (по-английски – *Rocky Mountains*), острова Зеленого мыса (по-португальски – *Arquipelago de Cabo Verde*), Огненная Земля (по-испански – *Tierra del Fuego*), Черное 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, Большой, Малый, Русский, Татарский. Примеры многочисленны: Новый Южный Уэльс, Северная Каролина, Большой Хинган, Малые Антильские острова, Русский Ошняк, Татарский Ошняк и т. п.

Специальные национальные и международные топонимические комиссии предпринимают немало усилий для нормализации географических наименований, разрабатывают инструкции по передаче иноязычных названий, в особенности с языков, имеющих неевропейские системы письменности (иероглифы, арабская вязь), вводят правила написания на картах новых географических названий.

В России нормализация производится в соответствии с правилами и традициями русского языка и других языков народов Российской Федерации. В словарях, справочниках и каталогах, на картах и в атласах должны публиковаться только нормализованные наименования географических объектов. Нормализация географических наименований является задачей специализированного подразделения ЦНИИГАиК, где разрабатываются инструкции по нормализации наименований, публикуются руководства, нормативные словари, списки переименований.

При составлении карты важно, чтобы каждая надпись была четко привязана к обозначаемому объекту. Это влияет на читаемость карты и точность передачи информации. Размещение надписей зависит, прежде всего, от характера локализации самих объектов:

- *объекты, локализованные в пунктах* (населенные пункты и др.), подписываются рядом с правой стороны так, чтобы надписи располагались либо вдоль параллелей, либо горизонтально, т. е. параллельно северной и южной рамкам карты. При большой густоте надписей допускается их размещение слева или сверху от пункта или даже с плавным изгибом (локальное размещение) (рис. 31а);
- *возле линейных объектов* (рек, путей сообщения, маршрутов судов и т. п.) знаки всегда размещаются вдоль линии, плавно повторяя ее изгибы;
- *на площадных объектах* надпись, как правило, располагают вдоль длинной оси контура так, чтобы она протягивалась по всей площади. Если объект имеет изогнутые очертания, то соответственно изгибается и надпись. Лишь некоторые мелкие площадные объекты, например малые озера, в пределах которых надпись не умещается, подписывают рядом.

Во всех случаях необходимо, чтобы надписи размещались компактно, не пересекали друг друга, не «наползали» на другие штриховые элементы, хорошо читались на цветовом фоне, не располагались «вниз головой». Рисунок, цвет надписи и размер шрифта должны подчеркивать значимость или величину объекта. Например, крупным прямым шрифтом подписывают столицу государства, более мелким – столицы республик и областей, курсивом – районные центры. При этом следуют определенным традициям: подписи водных объектов дают голубым цветом, формы рельефа – коричневым, населенные пункты – черным.

3.4. Лабораторные работы

Карта передает информацию о местности с помощью условных обозначений, к которым относятся значки, цвет, линии, подписи. Эти условные обозначения могут подразде-

ляться по рисунку, размеру, цветовому тону, насыщенности. Для отображения информации на тематических картах используются следующие способы:

- 1) значковый – для показа объектов, сосредоточенных в точке;
- 2) линейных знаков – для отображения рек, дорог, берегов и т. п.;
- 3) качественного фона – для явлений, имеющих только качественные характеристики, площадное повсеместное распространение, относительно четкие границы;
- 4) ареалов – для площадных явлений, имеющих качественные характеристики, распространенных в каких-либо регионах, но не повсеместно;
- 5) картограммы – для отображения относительных количественных показателей явлений в пределах границ территориального деления;
- 6) картодиаграммы – для показа абсолютных суммарных количественных характеристик явлений в пределах границ территориального деления;
- 7) изолиний – для явлений, имеющих повсеместное, закономерное распространение и количественные показатели;
- 8) локализованных диаграмм – для передачи абсолютного размера или динамики явления, наблюдаемого в точке, но распространенного по площади;
- 9) знаков движения – для показа явлений по пути их перемещения и отображения качественного и количественного состава явления;
- 10) точечный – для показа явлений, имеющих количественную характеристику, размещющихся по площади, но не повсеместно.

Работа 3.1. Построение картодиаграмм динамики экономического показателя стран мира.

Задание. Способом картодиаграммы (используя столбчатые диаграммы) показать на контурной карте мира динамику добычи природного газа, либо производства золота или картофеля по странам мира.

Выполнение задания. Выписать из приложения 2 вариант данных для практической работы. Выбрать масштаб столбиков диаграммы. Для этого: а) исходя из площади стран на контурной карте, подобрать оптимальные размеры столбиков по ширине и высоте. Ширина столбиков должна быть одинаковой, а высота разной – в зависимости от величины экономического показателя. Рекомендуемая ширина столбиков от 5 до 10 мм, предельная высота столбика – не более 10 см; б) найти вертикальный масштаб столбика, разделив максимальное значение в ряду данных на выбранную предельную высоту столбика. Масштаб должен легко читаться, т. е. в 10 мм высоты столбика должно быть четное значение заданного экономического показателя.

Вычертить столбики на карте, разместив их в границах территории перпендикулярно южной стороне рамки карты. Столбики с очень маленькими значениями можно несколько увеличить. Столбики с большими значениями могут выходить за границы страны.

Над столбиками подписать значение экономического показателя в абсолютных единицах, например, 430 млрд. м³. Раскрасить столбики разными цветами или нанести разную штриховку. В легенде дать условные знаки столбиков (цвет или шриховка – за какой год показатели) и подписать их масштаб, например: в 10 мм высоты – 50 млрд м³.

Работа 3.2. Построение картограмм.

Задание. Способом картограммы показать на контурной географической карте распределение относительного экономического показателя по странам Европы, либо регионам России.

Методические указания.

1. Выписать данные заданного относительного показателя по возрастанию величин (приложение 3).
2. Построить столбчатую диаграмму распределения относительного показателя по возрастанию значений. На вертикальной оси откладываем относительные показатели в выбранном вертикальном масштабе, а на горизонтальной оси размещаем столбцы, имеющие одинаковую ширину, в количестве, равном количеству заданных стран, либо регионов России.
3. По построенному графику выделяем четыре – пять равных ступеней относительного показателя. Например: ступени плотности населения: 1 – менее 20; 2 – от 20 до 40; 3 – от 40 до 60, 4 – более 60. Каждой ступени присвоить свой номер и оттенок одного цвета – от светлого, соответствующего минимальному показателю, до темного. Цвет можно заменить штриховкой: от редкой, до частой, вычерченной в одном направлении.
4. Оформить карту способом картограммы: а) закрасить районы в соответствии с их ступенями; б) в легенде дать цветовую шкалу по всем ступеням (она должна полностью соответствовать по цвету и насыщенности карте); в) подписать государства (административные регионы России) и их столицы; г) подписать название карты, масштаб, фамилию автора.

ГЛАВА 4. КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ

Генерализация – это неотъемлемое свойство всех карт, даже самых крупномасштабных. Уже при проведении съемки на местности топограф интуитивно ведет генерализацию, решая, какие детали рельефа, растительности или дорожной сети следует нанести на съемочный планшет, а какие слишком незначительны или «не укладываются» в данный масштаб. Далее при камеральном составлении карт среднего, а потом и мелкого масштабов приходится постоянно сжимать изображение, отказываясь от деталей и подробностей. В масштабе 1 : 100 000 1 км² местности занимает всего 1 см² площади карты, и на нем можно показать только основные населенные пункты, главную дорогу, реку. В масштабе 1 : 1 000 000 площадь в 1 км² сжимается до 1 мм², и на ней, возможно, сохранится всего один населенный пункт, а в еще более мелком масштабе (1 : 10 000 000) не останется места и для него.

Картографическая генерализация (от латинского корня *generalis* – общий, главный) – это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов в соответствии с назначением, масштабом, содержанием карты и особенностями картографируемой территории.

Процесс генерализации во многом противоречив. Во-первых, некоторые элементы изображения, которые не могут быть показаны на карте по условиям масштаба, должны быть отражены на ней в силу своей значимости. Во-вторых, в ходе генерализации происходит не только исключение деталей изображения и потеря информации, но и появление на генерализованной карте новой информации. По мере обобщения на карте исчезают частности и отчетливее проступают наиболее существенные черты картографируемого объекта, обнаруживаются ведущие закономерности, главные связи, выделяются географические системы более крупного ранга. Поэтому процесс генерализации трудно поддается автоматизации. Качество генерализации во многом зависит от понимания картографом содержания географических (геологических, социально-экономических и т. п.) объектов и явлений, его умения выявить наиболее типичные их особенности.

4.1. Факторы генерализации

Факторами генерализации являются масштаб и назначение карты, ее тематика и тип, особенности и изученность картографируемого объекта, способы графического оформления карты. Факторы определяют подходы к генерализации, ее условия и характер.

Назначение карты. На карте показывают лишь те объекты, которые соответствуют ее назначению. Изображение других объектов, не отвечающих назначению карты, не только мешает ее восприятию, но и затрудняет работу с ней. Если, например, административная географическая карта должна использоваться для демонстрации в школе на доске в классе, то на ней сохраняют лишь самые важные элементы содержания: крупные города, границы и т. п. Их дают крупными знаками, со значительным обобщением, без излишней детализации. Если же административная карта предназначена для справочных

целей, то она должна содержать максимум возможной для данного масштаба информации об административном делении, населенных пунктах, путях сообщения и т. п. (рис. 31 а, б).

Масштаб карты. При переходе от более крупного изображения к более мелкому сокращается площадь карты. Показать в мелком масштабе все детали и подробности невозможно, поэтому производят их отбор, обобщение, исключение. Одновременно с уменьшением масштаба увеличивается пространственный охват, что также сказывается на генерализации. Объекты, важные для крупномасштабных карт (например, местные ориентиры), теряют свое значение на картах мелкого масштаба и, следовательно, подлежат исключению.

Тематика и тип карты определяют, какие элементы следует показывать на карте с наибольшей подробностью, а какие можно обобщить или даже совсем снять. Так, на геологических или почвенных картах важно детально изобразить речную сеть, поскольку она тесно связана с тематикой карт, зато можно сильно генерализовать дороги и населенные пункты, оставив лишь некоторые из них для общей ориентировки, а административные границы можно вовсе исключить. Но на картах экономической тематики, напротив, необходимо подробно показать населенные пункты, пути сообщения и административное деление, а речную сеть можно изобразить генерализованно, сохранив лишь реки, важные для судоходства.

Особенности картографируемого объекта (или территории). Влияние этого фактора заключается в необходимости передать на карте самые примечательные для данной территории объекты. Например, в степных или полупустынных районах очень важно показать все мелкие озера, иногда даже с преувеличением, если они не «помещаются» в масштабе (это особенно важно для засушливых территорий). А вот в тундре, где встречаются тысячи озер, многие из них можно исключить при генерализации, в этом случае важно правильно отразить лишь общий характер озерности территории.

Изученность объекта. При достаточной изученности объекта изображение может быть максимально подробным (для данного масштаба и назначения карты), а при нехватке фактического материала оно неизбежно становится обобщенным, схематичным. Фактор изученности тесно связан с качеством и полнотой источников, используемых для составления карты.

Оформление карты. Многоцветные карты позволяют нанести больше знаков, чем карты одноцветные. При хорошем качестве печати и правильном подборе фоновых окрасок, значков и штриховок на одной карте можно совместить до шести взаимно перекрывающихся слоев без ущерба для понимания картографического изображения. На одноцветной карте это сделать трудно, а иногда и невозможно, следовательно, необходимо генерализовать содержание.

4.2. Виды генерализации

Сложные процессы картографической генерализации реализуются на картах в разных видах и формах. Они проявляются в обобщении пространственных (геометрических) и содержательных характеристик, качественных и количественных показателей, в отборе и даже исключении изображаемых объектов.

Обобщение качественных характеристик происходит за счет сокращения качественных градаций, что всегда связано с укрупнением классификаций и с переходом от простых понятий к более сложным. Например, на обзорных картах вместо показа в лесах преобладающих древесных пород (как это принято на топографических картах) дают собирательный знак леса, вместо выделения болот разной проходимости – один знак заболоченной местности и т. д.

Обобщение количественных характеристик проявляется в укрупнении шкал, в переходе от непрерывных шкал к более обобщенным ступенчатым, от равномерных к неравномерным. Например, при генерализации топографических карт увеличивают высоту сечения рельефа и укрупняют группировку населенных пунктов по числу жителей.

Переход от простых понятий к более сложным связан с введением обобщенных понятий и собирательных обозначений. Например, при переходе от крупномасштабной карты города к мелкомасштабной вначале изображение отдельных зданий заменяется изображением кварталов, потом дается лишь общий контур города, а далее – пунсон (рис. 32). На мелкомасштабной карте населенный пункт полностью теряет свои индивидуальные черты, пунсон характеризует лишь численность населения и административное значение города.

Отбор (исключение) объектов означает ограничение содержания карты лишь объектами, необходимыми с точки зрения ее назначения, масштаба и тематики, и снятие других, менее значимых объектов. При отборе пользуются двумя количественными показателями: цензами и нормами. Ценз – это ограничительный параметр. Например, вводятся цензы: сохранить на карте леса, имеющие площадь более 10 км^2 , или оставить только районные административные центры. Норма отбора регулирует нагрузку карты. Например, вводится норма: показать в тундре не более 80–100 озер на 1 дм^2 карты, а остальные исключить.

Обобщение очертаний приводит к снятию мелких деталей изображения, отказу от небольших изгибов контуров и т. п. Эта геометрическая сторона генерализации проявляется в спрямлении извилин рек и береговых линий, исключении изгибов горизонталей, упрощении границ и т. д.

Объединение контуров связано с их группировкой и слиянием. Контуры на карте объединяются, во-первых, в результате обобщения качественных и количественных подразделений в легенде и, во-вторых, вследствие слияния (соединения) нескольких мелких контуров в один крупный. Так, отдельные небольшие ареалы месторождений какого-либо полезного ископаемого в ходе генерализации могут быть объединены в единый ареал, мелкие выделы леса присоединены к крупному контуру и т. п.



Рис. 31а. Картографическая генерализация: влияние назначения карты.
Справочная общегеографическая карта (см. цв. вкладку)

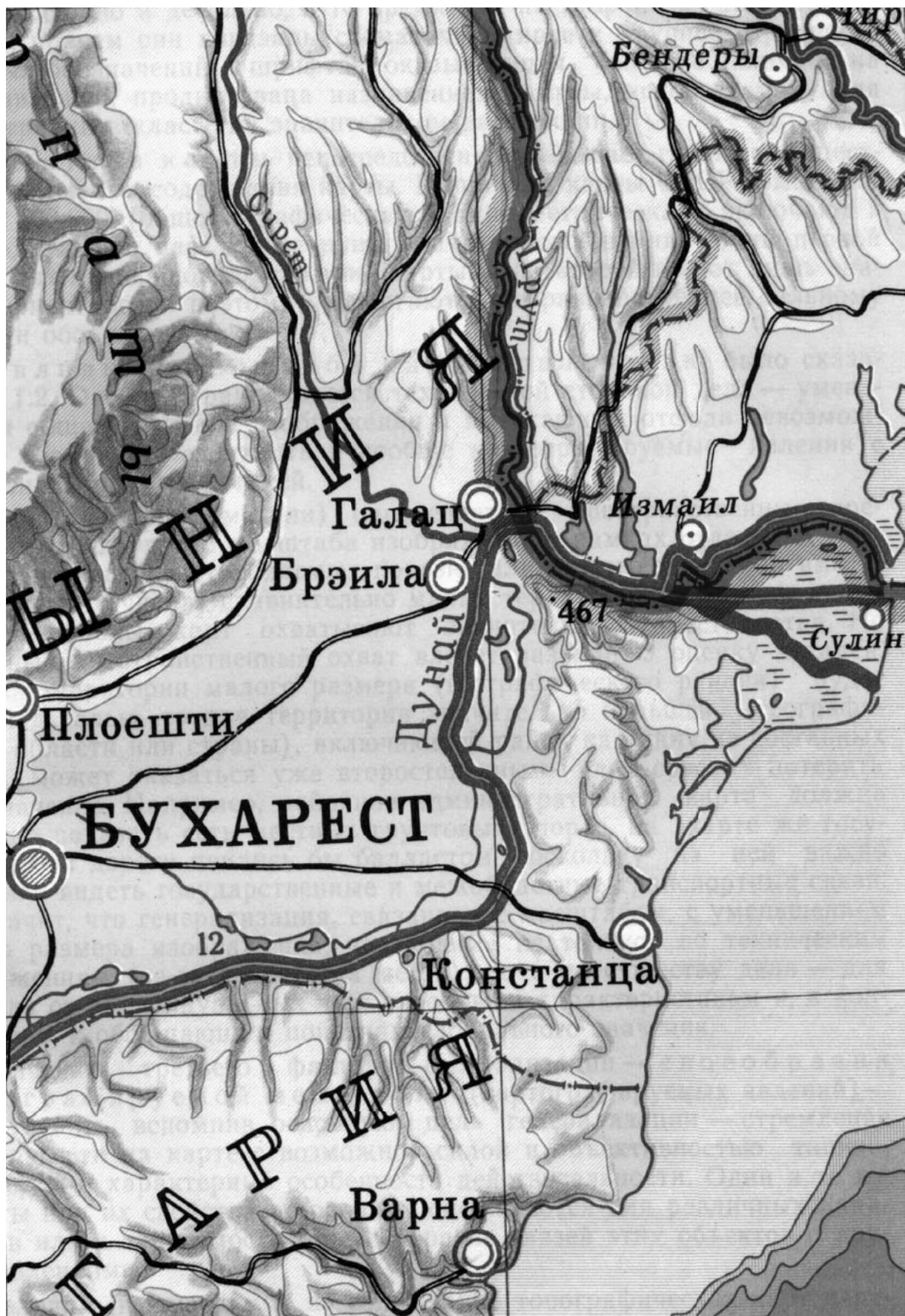


Рис. 31б. Картографическая генерализация: влияние назначения карты.
Учебная стенная карта (см. цв. вкладку)

Смещение элементов изображения связано обычно с обобщением очертаний и объединением контуров, при которых неизбежны небольшие сдвиги объектов относительно их истинного положения. Например, спрямление береговой линии и исключение мелких заливчиков приводит к тому, что некоторые прибрежные поселки оказываются как бы «отодвинутыми» от берега. В этом случае необходимо их сместить и «придвинуть» к морю.

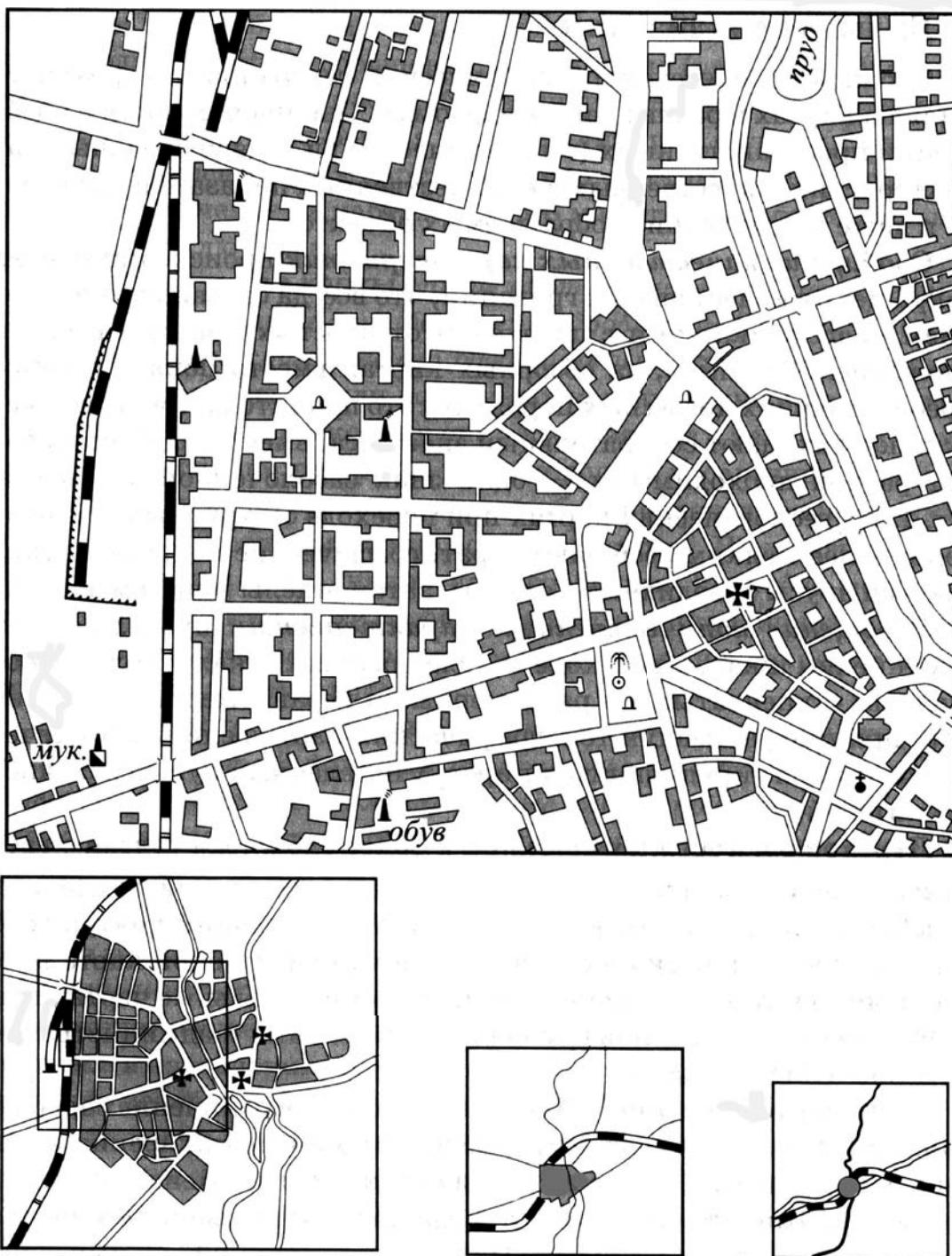


Рис. 32. Изображение города на картах разных масштабов: показан последовательный переход от показа отдельных зданий на топографической карте к обобщенному значку (пунсону) на мелкомасштабной карте

Утрирование, или показ объектов с преувеличением проявляется в том, что на генерализованной карте оставляют некоторые особо важные объекты, которые из-за малых размеров следовало бы исключить, и при этом их даже несколько преувеличивают (утягивают). Примерами могут служить небольшие, но характерные излучины рек, мелкие озера в засушливых степях и т. д.

Рассмотренные виды генерализации проявляются на картах не порознь, а совместно, они тесно переплетены и трудно отделимы один от другого. Генерализация содержательных аспектов карты (качественных и количественных) обычно влечет за собой изменение пространственных геометрических характеристик и наоборот. Обобщение одних элементов влечет изменение других, и все это тесно взаимосвязано.

4.3. Геометрическая точность и географическая достоверность картографической генерализации

Геометрическая точность карты – это степень соответствия положения объектов на карте их действительному расположению на местности. Нарушение геометрической точности ведет к смещению, сдвигу объектов, и координаты их будут получены по карте с ошибкой.

Географическая верность карты означает, что на карте географически правильно переданы взаимные соотношения объектов, их характерные особенности и соподчиненность.

Одно из основных противоречий процесса картографической генерализации состоит в том, что стремление сохранить географическую верность изображения часто ведет к нарушению геометрической точности. В ходе генерализации происходят смещения контуров и линий, исключение или объединение некоторых объектов, утрирование характерных деталей. Все это не может не сказаться на геометрической точности картографического изображения. Известно, например, что знак автострады на карте имеет ширину около 0,6 мм, что в масштабе 1 : 1 000 000 составляет 600 м, таким образом, геометрическая точность нарушается, примерно, в 100 раз. Ширина железной дороги, идущей параллельно автостраде, тоже резко преувеличивается, и, таким образом, населенный пункт, расположенный на этих магистралях, оказывается сдвинут на много сотен метров в сторону. Получается, что геометрическая точность резко нарушена, а географическая верность сохранена.

При генерализации рельефа на картах средних и мелких масштабов с редким сечением горизонталей допускается сдвиг отдельных горизонталей вверх или вниз по склону. Такие приемы рисовки правдоподобно передают морфологию рельефа, но существенно нарушают геометрическую точность. На мелкомасштабных гипсометрических картах хорошо видны типы рельефа, особенно четко проявляются макроформы земной поверхности, но эти карты мало пригодны для вычисления морфометрических показателей, например углов наклона местности.

В целом можно отметить, что при картографической генерализации геометрическая точность всегда нарушается ради сохранения географической верности, так как географическая

верность имеет приоритетное значение. При этом следует помнить, что мелкомасштабные географические карты носят обзорный характер и не предназначены для точных измерений или для снятия точных координат.

4.4. Лабораторные работы

Картографическая генерализация – отбор главных, существенных, характерных для данной территории явлений и объектов и обобщение их качественных и количественных характеристик. Невозможность отобразить все объекты и явления ввиду значительного уменьшения карты по сравнению с местностью приводит к необходимости выбора только более важных объектов и отбрасывания остальных. Степень генерализации зависит от масштаба карты, ее назначения, особенностей картографируемой территории.

Работа 4.1. Определение степени генерализации.

Задание. Используя общегеографические карты разного масштаба, но на одну территорию, помещенные в географический атлас России или СССР, определить степень генерализации путем сравнения коэффициентов густоты речной сети.

Выполнение задания. Густоту речной сети на данной территории можно вычислить делением суммарной длины рек на площадь. Однако можно обойтись без трудоемкого измерения длин рек. Поскольку искажения в разных частях карты различны, ошибки также будут разными по величине, а возможно, и по знаку. Кроме того, будут присутствовать ошибки самих измерений для определения коэффициента густоты K_2 , поэтому применяют вероятностные картометрические способы. Они особенно эффективны при сравнении территорий по картам одного масштаба и одного назначения.

Коэффициент густоты K_2 можно вычислить двумя способами. Один из них заключается в подсчете числа рек на определенной территории (например, в бассейне реки или на трапеции, образованной линиями географической сетки), другой – с использованием палетки.

Способ 1. На выделенном участке определяем суммарную длину всех рек ΣL , используя курвиметр или циркуль-измеритель. Определяем площадь участка P . Если участок представляет собой трапецию, ограниченную линиями сетки, то ее площадь легко найти из таблицы площадей полей, заключенных между меридианами и параллелями (приложение 4).

Коэффициент густоты речной сети вычисляется по формуле:

$$K_2 = \frac{\sum L_{рек}}{P} \quad (13)$$

Способ 2. Для вычисления K_2 используется палетка в виде сетки квадратов. Частота сетки зависит от характера речной сети (чем больше мелких рек, тем чаще должна быть сетка), от масштаба карты (чем мельче масштаб, тем чаще сетка). В общем случае, чем крупнее сетка, тем ниже точность измерений. Оптимальной считается палетка со сторонами квадратов 5 мм. Палетка вычерчивается на любом прозрачном материале (пластике

или кальке). Для увеличения точности измерений палетку накладывают дважды: параллельно рамке карты и под углом 45°. При этом подсчитывают число пересечений рек с линиями палетки сначала по горизонтальным, а затем по вертикальным линиям. Находят среднее число из двух положений палетки. При этом способе коэффициент густоты речной сети вычисляют по формуле:

$$K_g = \frac{\frac{1}{4} \pi \times d \times n}{P}, \quad (14)$$

где d – размер стороны квадратной палетки, км; P – площадь участка, км²; n – среднее число пересечений с линиями палетки из двух ее положений.

Результаты измерений и вычислений оформляются в виде таблицы по следующей форме:

Название карты	Главный масштаб карты	
	Карта 1 (масштаб)	Карта 2 (масштаб)
Способ 1		
Общая длина рек, км		
Площадь, км ²		
Коэффициент густоты речной сети K_g		
Способ 2		
Число пересечений		
Сторона палетки, км		
Площадь, км ²		
Коэффициент густоты речной сети K_g		
Вывод:	Соотношение масштабов: Соотношение K_g : Сформулировать изменение степени генерализации с изменением масштаба карты	

ГЛАВА 5. ОБЩЕГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕЛКОМАСШТАБНЫЕ КАРТЫ. АТЛАСЫ

В картографии выделяют три большие группы карт: общегеографические; тематические; специальные. *Общегеографические карты* с равной степенью подробности отображают все элементы местности и имеют универсальное применение при изучении территории, ориентировании на ней, решении научных, практических, военных и других задач. *Тематические карты* – это наиболее обширная и разнообразная категория карт, содержание которых определяется той или иной конкретной темой. *Карты природных явлений* охватывают все компоненты природной среды и их комбинации. Тематика карт *общественных явлений* тоже отличается большим разнообразием: население, экономика и хозяйство, наука, образование и культура, сфера обслуживания и здравоохранение, общественные движения, религия и политика, археология и история развития общества и многое другое. Эта группа карт постоянно расширяется за счет появления новых тем, характеризующих общество со всеми прогрессивными и негативными аспектами его развития. *Специальные карты* предназначены для решения определенных технических задач или для определенного круга пользователей.

5.1. Общегеографические карты

Общегеографические карты передают внешний облик суши и акваторий. Содержание карт составляют видимые элементы территории: береговая линия, гидрографическая сеть, рельеф, растительность и грунты, населенные пункты, пути сообщения и линии связи, объекты социального и хозяйственного назначения, четкие ориентиры природного или антропогенного происхождения.

Эти элементы присутствуют на картах всего масштабного ряда: от крупномасштабных карт до мелкомасштабных обзорных. Однако детальность изображения различна и подчинена следующим правилам:

- 1) состав элементов местности и целесообразная подробность их изображения определяются масштабом;
- 2) изображению всех характерных элементов местности уделяется одинаковое внимание независимо от их величины и назначения;
- 3) при составлении общегеографических карт принимают во внимание требования большого круга потребителей.

Главные различия общегеографических карт разных масштабов определяются степенью генерализации. То, что важно для отражения облика отдельного участка, может оказаться несущественным для большого региона, страны и т. д.

Многоцелевое назначение общегеографических карт – одно из главных условий их создания. Карты используют для справочных целей, составления географических описаний, изучения природы и хозяйственного освоения территории, военных задач, измерений

и получения количественных характеристик и т. д. Научные, хозяйственныe, учебно-просветительские и иные интересы потребителей переплетены между собой и совокупно учитываются на общегеографических картах. Но это не исключает преимущественного использования карт разных масштабов в конкретных целях. Многоплановость содержания общегеографических карт и их конкретное использование не противоречат друг другу.

Резкой грани между общегеографическими и тематическими картами нет. Существуют карты, где уделяется повышенное внимание тем или иным элементам местности. На гидрографических картах это речная и озерная сеть, на гипсометрических и батиметрических – рельеф суши и дна водоемов, на справочных картах – населенные пункты и пути сообщения и т. д. Естественно, подробность изображения одного элемента ведет к ущемленному изображению остальных.

Общегеографические карты составляют основной картографический фонд каждой страны и Земли в целом. Следует особо выделить две группы карт: генеральные карты и международные карты.

Генеральная карта – это наиболее крупномасштабная карта государства, отражающая изученность его территории. Для России генеральной является карта масштаба 1 : 25 000, а, например, для Великобритании генеральным служит масштаб 1 : 2 500, для США – 1 : 250 000, а для большинства стран Азии – 1 : 500 000. *Международные общегеографические карты* – это сводные карты, объединяющие топографические карты многих стран. Так, на рубеже XIX и XX вв. начала создаваться Международная карта масштаба 1 : 1 000 000. В настоящее время она покрывает все материки. Во второй половине XX в. была создана Международная карта Мира масштаба 1 : 2 500 000, покрывающая всю Землю в целом (материки и океаны). Это единое картографическое произведение, созданное на основе коллективно разработанных редакционных документов и изданное по единой технологии. Основное назначение карты – служить географической основой для серии тематических карт, отражающих природные ресурсы Земли. На протяжении всего XX в. периодически переиздавались сводные гидрографические карты океанов масштабов 1:10 000 000 и 1:35 000 000.

Общегеографические карты мелкого масштаба обеспечивают обзор обширных пространств материков и океанов, стран и морей, позволяют видеть объекты большой протяженности и площади: горные системы, плоскогорья и равнины, водосборные бассейны крупных рек, морей, океанов и т. д. Мелкомасштабное общегеографическое картографирование ориентировано на решение следующих задач: 1) общегеографическое изучение местности; 2) углубленное изучение местности для установления основных природных или социально-экономических закономерностей; 3) использование в качестве географической основы для тематических карт и атласов; 4) ориентирование в пространстве с выделением общегеографических элементов высших рангов и значимости.

Основной классификационный признак общегеографических карт – их назначение (рис. 33).

Каждая из мелкомасштабных общегеографических карт создается как особое произведение, некоторые из них многократно переиздаются. Карты различны по математической основе, но набор элементов содержания стандартен: береговая линия, гидрографическая сеть, рельеф, населенные пункты, пути сообщения. Растильность обычно исключается, так как фоновые окраски используют при изображении рельефа. Жестких стандартов для изображения элементов содержания нет, в каждом конкретном случае они разрабатываются и формулируются в соответствующих редакционных документах.

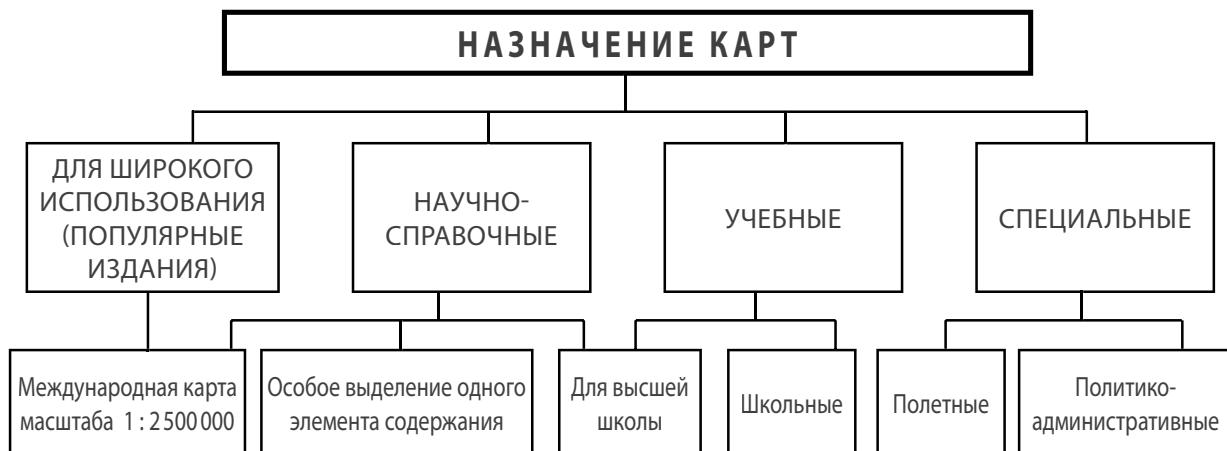


Рис. 33. Классификация мелкомасштабных общегеографических карт

Для карт мира, материков, океанов и морей и крупных регионов масштабный ряд не установлен. Многое зависит от назначения карты (например, для справочной настенной карты России в целом удобен масштаб 1:2 500 000, в серии карт для высшей школы принят масштаб 1:4 000 000, в серии школьных карт с учетом размеров классов – 1 : 5 000 000). Для удобства хранения и использования мелкомасштабные общегеографические карты часто делят на листы (в этом смысле употребляют термин «многолистная» карта).

При создании мелкомасштабных общегеографических карт особое внимание уделяют их оформлению и эстетическим качествам. Применяют художественные рамки, стараются выбрать гармоничные фоновые окраски. Удачно оформленные карты выглядят как картины.

Среди мелкомасштабных карт выделяется переходная группа от общегеографических карт к тематическим. На них с максимальной полнотой отражается один из элементов общегеографического содержания, а остальные отводятся на второй план и даже исключаются. Таковы, например, гипсометрические карты с подробным изображением рельефа, или созданная в 1947 г. *Справочная карта СССР масштаба 1 : 2 500 000*. На ней присутствуют все общегеографические элементы, но рельеф передан отмывкой, а растильность – заливкой и цветной штриховкой. Уникальность карты состоит в максимально полном отражении населенных пунктов. В наиболее обжитых местах их количество достигает до 400 н.п./дм². Для сохранения читаемости карты, подписи названий населенных пунктов были даны двумя планами: главные – черным цветом, остальные голубым.

Учебная картография широко использует мелкомасштабные общегеографические карты. *Общегеографические школьные карты* сопровождают весь процесс обучения. В начальных классах, это карты полуширий и карты Российской Федерации, затем – карты материков, стран, регионов и их частей.

Школьные общегеографические карты отличает ряд особенностей:

- набор карт и их содержание строго соответствуют школьным программам и учебникам;
- для карт разработана специальная математическая основа (проекции подчеркивают шарообразность Земли; масштабы удобны для использования в классе и т. п.);
- карты имеют дополнительную нагрузку (например, основные полезные ископаемые, маршруты путешествий и мореплаваний и др.);
- оформление карт выполнено ярко и красочно, с выделением основного и второстепенного содержания.

В 50–60-х гг. XX в. в СССР был создан комплект карт для высшей школы. Комплект включает карты мира, материков, океанов, физико-географических регионов, морей, страны и ее частей. Всего было издано 40 наименований карт. При составлении серии был суммирован практический опыт создания школьных демонстрационных, гипсометрических и обзорно – справочных карт. Для решения трудных задач сочетания высокой информативности и демонстрационной наглядности карт были разработаны оригинальные приемы дву-планового изображения отдельных элементов. Для рек это выражалось в совмещении рисунка извилистого русла с широкими условными линиями долин, для населенных пунктов введен «планировочный» рисунок крупных городов, для передачи рельефа использованы цветные шкалы, совмещающие гипсометрическую окраску и отмывку, применен принцип «чем выше, тем светлее» и т. п., впервые дано батиметическое изображение дна всех океанов.

Мелкомасштабные *общегеографические карты специального назначения* выделяют в особую группу. Математическая основа, нормы генерализации и оформление таких карт разрабатываются особо. Карты насыщены элементами специального содержания. Это, например, полетные аэро- и космические навигационные карты. Среди полетных карт различают маршрутные и бортовые. Компоновка первых соответствует маршруту следования и нередко они имеют вид длинной и достаточно узкой полосы. Бортовые карты покрывают пространство вне маршрута и имеют стандартную нарезку. В зависимости от высоты полета масштабы карт различны: от 1 : 1 000 000 до 1 : 8 000 000.

Основное назначение полетных карт – оперативное визуальное или инструментальное ориентирование. Они снабжены системой изокол и данными магнитного склонения. Подобные карты отличает яркое красочное оформление, подчеркивающее объекты для ориентирования и районы, опасные для полета. Крупные реки и озера (цепочки озер) показывают на них фиолетовым цветом, высокогорья выделяют послойной окраской; четкие контуры крупных городов дают нередко красным цветом и т. д.

Международная карта мира масштаба 1 : 1 000 000 дублировалась изданием аэронавигационного варианта. В 1992 г. в США данную карту подготовили в цифровом виде (*Digital Chart of the World*). Это самая крупномасштабная полетная карта мира, получившая широкое коммерческое распространение.

К общегеографическим картам специального назначения условно относят *политико-административные карты*, главным содержанием которых является деление мира на страны и показ их административного устройства.

5.2. Тематические карты

Тематическое картографирование в целом не имеет единых государственных требований. Карты разной тематики создают многие организации и учреждения научно-исследовательского и научно-технического профиля. Обычно тематику, классификацию и легенду, способы картографирования разрабатывают в академических институтах и университетах, а составляют и издают карты на производственных предприятиях.

Для тематического картографирования любого направления требуются соответствующие теоретические разработки, концепции, которые применительно к картам реализуются в виде классификаций и легенд. Как правило, такая работа выполняется для средних масштабов; затем детализируется или обобщается при переходе к крупным и мелким масштабам.

Отдельные направления тематического картографирования развиты неравномерно. Наиболее развито *геологическое картографирование*. На территорию России составляют государственные геологические карты масштабов 1:200 000 и 1:1 000 000, регулярно издаются обзорные геологические карты. Кроме собственно-геологических, созданы карты тектонические, четвертичных отложений, гидрогеологические и др. Издаются каталоги геологических карт, установлена единая система карт.

Успешно развивается *почвенное картографирование*. На территорию России создана карта масштаба 1:1 000 000, большинство областей обеспечены картами более крупных масштабов.

Геоморфологическое картографирование, а также создание карт распространения растительности и ландшафтов отстают, прежде всего потому, что не опираются на общепризнанные классификации и стандартные требования.

Климатическое и гидрографическое картографирование имеет два уровня. Первый – ведомственный, где создают наборы карт фактологического типа достаточно крупных масштабов (они обычно не издаются); второй уровень – государственный, реализуемый системой учреждений Росгидромета (Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды), который составляет и издает мелкомасштабные сводные тематические карты.

Социально-экономическое картографирование в основном базируется на статистических данных. Оно изначально мелкомасштабно и не носит общегосударственного харак-

тера. На территорию России в целом и крупные экономические районы изданы карты обзорных масштабов.

Большой вклад в тематическое картографирование вносят многие отраслевые научно-исследовательские институты, а также институты Российской академии наук (географии, геологии, почвоведения, ботанический и др.) и их местные филиалы, государственные университеты, ведомственные научные подразделения (Институт леса; Центр комплексных территориальных проблем и т. д.).

Карты природных явлений. Разнообразие карт природы определяется, в основном, многочисленностью их сюжетов, а также множеством картографических подходов к их составлению (построение легенды, широкий выбор способов изображения, графических средств и т. п.).

В результате карты одной тематики, но составленные разными авторами, могут сильно различаться. Определенная унификация достигнута лишь в отношении геологических карт, составляемых на основе международной литолого-стратиграфической классификации. Для остальных тематических направлений нет единства даже в отечественном картографировании. Например, при создании карт растительности отсутствие единого подхода проявляется в том, что в основу кладут или флористическую или геоботаническую оценку, могут показывать современную или восстановленную растительность. При создании геоморфологических карт в одних случаях используют генетический принцип показа форм рельефа, в других – морфологический, в-третьих – морфоструктурный. Карты климата и поверхностных вод часто строятся по авторским классификациям. Само понятие «ландшафт» имеет различные научные определения, и поэтому можно встретить ландшафтные карты с весьма различающимися легендами.

Геологические карты. Вся территория России покрыта Государственной геологической картой масштаба 1 : 1000000, содержание которой постоянно обновляется, и к 2015 г. намечается издание обновленной серии геологических карт. Около 20 % территории страны имеет карту масштаба 1 : 200 000. На региональном уровне изданы карты масштаба 1 : 500 000. Все районы добычи и поиска полезных ископаемых обеспечены крупномасштабными материалами геологической съемки. На геологических картах показывается распространение осадочных, вулканических, интрузивных, метаморфических и других образований, расчлененных по возрасту и составу в соответствии с принятой генетической литолого-стратиграфической классификацией. Кроме собственно геологических, создаются карты четвертичных отложений, геоморфологические, тектонические и неотектонические, гидрогеологические и геохимические, сейсмические и другие.

Карты рельефа включают два основных вида – гипсометрические и геоморфологические. Роль сводной геоморфологической карты выполняет карта масштаба 1 : 1 000 000, входящая в комплект геологических карт. Геоморфологические карты более мелких масштабов издаются достаточно регулярно, но сильно отличаются по подходам. Сформировались три направления геоморфологического картографирования: генетическое (Геоморфологическая

карта СССР масштаба 1 : 5 000 000, 1960 г., ВСЕГЕИ), морфогенетическое (Геоморфологическая карта СССР масштаба 1 : 4 000 000, 1960 г., ИГАН – МГУ) и морфоструктурное (Геоморфологическая карта СССР масштаба 1 : 25 000 000, 1987 г., ИГАН – МГУ).

Карты климата и поверхностных вод в основном создают в системе Росгидромета. Основанием для их составления служат систематические наблюдения на гидрометеорологических станциях и постах. Крупно- и среднемасштабные карты самого разного содержания имеют фактологический характер и составляют рукописные фонды территориальных управлений. На таких картах нанесены данные точечных наблюдений температуры воздуха, осадков, испарения, расходов воды, ледового режима и других гидроклиматических показателей. Издания региональных карт единичны, в основном они встречаются в комплексных атласах. Создание обзорных карт климата и поверхностных вод обычно несет отпечаток авторских научных концепций и методологий. Еще более индивидуальный характер имеют карты районирования гидрометеорологических характеристик. При их создании используют разные классификации, например: генетические (по Б. П. Алисову), ландшафтно-генетические (по Л. С. Бергу или по В. В. Докучаеву) и др. Карты режима поверхностных вод составляют на основе классификаций М. И. Львовича, Н. С. Кузина, К. П. Воскресенского и др., весьма различающихся между собой.

Карты почв крупных масштабов охватывают территории сельскохозяйственных предприятий, районы мелиоративных работ. Карты предназначены для землеустройства и проведения мероприятий по защите почв от водной и ветровой эрозии и т. д. Они издаются ограниченными тиражами или остаются в рукописном виде. Среднемасштабные почвенные карты создают на региональном уровне (административный район, область или крупный регион) малым тиражом. Такие карты покрывают более 50 % территории страны и служат для организации сельскохозяйственного производства. Всю территорию России покрывает почвенная карта масштаба 1 : 1 000 000, составленная в соответствии с государственным стандартом. Содержание отечественных почвенных карт унифицировано. Для всего масштабного ряда принято показывать генетические типы (подтипы, виды) почв согласно генетической классификации, предложенной В. В. Докучаевым. Наличие общепринятой классификации позволяет рассматривать почвенное картографирование как сложившуюся систему.

Группа карт растительности отличается большим разнообразием содержания. Карты отражают флористический состав, структуру, географические закономерности распространения, а также пространственно-временную динамику растительного покрова, его типологические подразделения (ассоциации, группы ассоциаций, формации), а также взаимодействие с окружающей средой и экологическое состояние. Наиболее четко сформировались два методических направления при составлении карт растительности – геоботаническое и флористическое. В первом случае основной упор делается на взаимосвязь со средой, состояние динамических тенденций развития типов растительности, различия рангов; во втором – на закономерности распределения отдельных видов растительного

мира. Однако, несмотря на множество методических разработок, общепринятые классификации еще не разработаны. Различают карты современной и восстановленной растительности, специализированные ресурсные, районирования растительного покрова и др. Карты крупного масштаба создают в прикладных и научных целях. Среднемасштабные карты растительности готовят на отдельные области или природные регионы, но издания их единичны. Мелкомасштабные карты (меньше 1 : 1 000 000) издают достаточно регулярно на отдельные регионы и всю страну в целом. Примерами могут служить карта «Растительность Западной Сибири» масштаба 1 : 1 500 000 (1976 г.) и Карта растительности СССР масштаба 1 : 4 000 000 (1990 г.).

Карты животного мира – молодая отрасль тематического картографирования. Основными направлениями являются общие зоогеографические карты и карты ареалов распространения отдельных видов животных. Изданые крупные картографические произведения единичны, например Зоогеографическая карта СССР масштаба 1 : 4 000 000 (1951 г.). Карты подорбного содержания включаются в основном в комплексные атласы.

Ландшафтные и физико-географические карты весьма различны, как в прикладном, так и в научном отношениях. Обзорные карты носят ярко выраженный авторский характер. Из значительных произведений можно отметить Ландшафтную карту СССР (1 : 2 500 000, ВСЕГЕИ, 1985 г.), Ландшафтную карту СССР (1 : 4 000 000, МГУ – ГУГК, 1989 г.); карту «Физико-географическое районирование СССР» (1 : 8 000 000, МГУ – ГУГК, 1968 г.).

Карты общественных явлений. Карты населения. Основные географические характеристики населения – его численность и размещение по территории. Кроме того, картографируют и многие другие особенности населения – демографические, этнографические, социальные, экономические и экологические условия его жизнедеятельности, взаимодействие с окружающей средой. Картографирование ведут на основе переписей, в ходе которых проводят сплошные статистические наблюдения по полу, возрасту населения, группам, занятиям и другим признакам. Однако единая общепринятая система картографирования населения отсутствует, карты составляют в разных масштабах, их содержание и способы изображения не стандартизированы. Более других отработаны принципы составления карт населения в региональных атласах научно-справочного типа, создаваемых научными географическими учреждениями Академии наук, университетами и педагогическими институтами.

Обычно картографирование выполняют для административных образований (краев, областей, провинций, штатов), исторических и природных регионов (например, Кавказ), городских агломераций и сельскохозяйственных регионов. Обобщающие карты населения охватывают страну в целом и обычно отражают результаты крупных переписей.

Основными типами карт населения являются *карты размещения населения и расселения*, характеризующие численность жителей по населенным пунктам (людность поселений) и особенности ее изменения, плотность населения, производственно-функциональные типы населенных пунктов, историю заселения территории, планировочные формы, районирование по типам расселения.

Демографические карты характеризуют состав населения по полу и возрасту, тенденции изменения состава, семейное положение и размеры семей, естественное движение (рождаемость, смертность), миграции (сезонные, ежедневные или маятниковые поездки жителей городов и пригородных зон), эмиграционные потоки. Синтез этих характеристик дают карты демографического районирования по отдельным показателям или их совокупности.

Этнографические карты отражают закономерности размещения этносов, элементы их традиционной материальной и духовной культуры (языки, диалекты, религии, верования и религиозные обряды, характер ведения хозяйства, ремесла, особенности жилищ, одежды, питания и др.), а также межэтнические отношения и особенности взаимодействия с окружающей средой.

Особую группу образуют *карты социально-экономической характеристики населения*. На них представляют распределение населения по общественным (социальным) группам, уровень образования, численность населения в трудоспособном возрасте, процент трудоспособного населения и долю занятых в общественном производстве от общей численности жителей, уровень безработицы в целом, среди мужского и женского населения, распределение занятости по отраслям промышленности и сельского хозяйства, по категориям труда.

К картам населения близко примыкают *карты условий жизни населения*, показывающие природные, социально-экономические факторы, определяющие размещение населения, условия его обитания, труда, быта и отдыха, а также их воздействие на экологическую и медико-географическую обстановку.

Удовлетворение материальных и культурных потребностей отражают *карты обслуживания населения*. На них передаются территориальная организация и структура отраслей хозяйства, производящих услуги населению. Содержание карт составляет показ учреждений торговли, общественного питания, медицинского, бытового и коммунального обслуживания, связи и других отраслей непроизводственной сферы.

Экономико-географические карты. Экономико-географическое картографирование отображает состояние и уровень развития хозяйства страны, совокупность отраслей материального производства и непроизводственной сферы. Хозяйство любой страны отличается сложной отраслевой и территориальной организацией, множественностью внешних и внутренних связей.

Промышленность, сельское и лесное хозяйство, транспорт, строительство включают сотни отраслей, связанных с десятками источников сырья и энергии, трудовыми ресурсами. Картографирование касается отдельных отраслей, территориальных промышленных и сельскохозяйственных комплексов. Полнота картографической характеристики хозяйства различается в зависимости от назначения, типа карт и пространственного охвата. Экономические карты предназначаются для административных органов планирования и управления, для общеобразовательных целей, и при этом они могут быть отраслевыми (аналитическими) или общеэкономическими (комплексными и синтетическими), охваты-

вать отдельные хозяйствственные и административные районы, страны, группы стран, весь мир. Источниками для картографирования служат, прежде всего, учетно-статистические сведения, общегеографические и тематические карты, данные отчетности предприятий, материалы переписи населения.

Создание карт ведут многие административно-хозяйственные организации, научные и научно-производственные учреждения, учебные институты, однако, единая система и какая-либо стандартизация методов, подходов, используемых показателей отсутствует. Чаще всего содержание и оформление экономических карт определяется опытом и традициями картографирования того или иного региона, производственной отрасли, наличием статистического материала, назначением карты. Наибольшее развитие и научное обоснование получило мелкомасштабное составление серий карт хозяйства в национальных и региональных комплексных атласах.

Карты промышленности отражают географическое размещение предприятий промышленного производства, факторы и условия его развития, взаимодействие с окружающей средой. На подобных картах показывают отдельные отрасли производства (отраслевые карты), комплексные характеристики промышленности (общепромышленные карты), промышленное районирование или историю развития промышленности (этапы индустриализации). Выделяют карты промышленных пунктов, узлов и районов, прогноза развития промышленности, мер по охране окружающей среды от промышленного загрязнения и др.

К основным отраслевым картам промышленности относят карты электроэнергетики (показывают размещение и виды электростанций, электрические сети и их инфраструктуру), карты тяжелой промышленности (топливной, черной металлургии, цветной металлургии, химической, нефтехимической, машиностроения и металлообработки), пищевой и легкой промышленности.

Карты строительства характеризуют его специализацию, инфраструктуру, продукцию, материально-техническую базу, строительные материалы и т. п. Тематика таких карт многообразна и охватывает отрасли капитального строительства (с показом капитальных вложений по назначению, отраслям и ведомственной принадлежности), размещение строительно-монтажных предприятий, материально-технической базы строительства, производительности труда по отраслям. Подробно показаны месторождения строительного сырья, добыча и производство отдельных видов стройматериалов. Источниками для составления карт строительства служат экономические учетно-статистические и геологические материалы.

Карты сельского хозяйства показывают географическое размещение сельскохозяйственного производства, условия и факторы его развития, взаимодействия с окружающей средой. В группе карт сельского хозяйства выделяют карты земледелия, животноводства и комплексные карты. Основное содержание сельскохозяйственных карт составляет показ земель, занятых разными сельскохозяйственными культурами, их урожайность, виды животноводства и его продуктивность, условия ведения сельского хозяйства. Отдельная

группа карт показывает условия ведения сельского хозяйства и включает карты земельных ресурсов (освоенность территории, посевные площади, агропроизводственные типы земель, агроклиматические условия, плодородие земель и др.). Также на них отражены социально-экономические факторы сельскохозяйственного производства, такие как энерговооруженность, материально-техническая база, обеспеченность людскими ресурсами.

Большинство карт сельского хозяйства касается отраслей земледелия и животноводства. На них представлено размещение посевных площадей под различными культурами, условия их произрастания, сроки созревания, качество, урожайность, себестоимость и объем закупок. Для скотоводства важны показ поголовья и структуры стада, данные обеспеченности кормами и типы содержания скота (стойловое, пастбищное, стойлово-пастбищное, отгонное и др.), продуктивность.

Карты лесного хозяйства показывают количество и качество лесных ресурсов, интенсивность их использования и воспроизводства, территориальную организацию лесного хозяйства. Эти карты имеют большое значение для территории России, значительная часть которой покрыта лесами. Специфика картографирования связана с тем, что леса являются одновременно и природным и хозяйственным объектом и в значительной мере определяют устойчивость экологического состояния территории. Карты лесного хозяйства включают также карты лесоустройства, лесовосстановления, охраны лесов от пожаров и других защитных мероприятий. Карты лесопромышленных комплексов отражают лесосыревую базу, а также предприятия, ведущие заготовку, обработку и транспортировку древесины, элементы лесохозяйственной инфраструктуры. Материалами для картографирования служат картографические, кадастровые источники, а также данные аэрофото- и космической съемки.

Карты охотничье-промышленного хозяйства и рыболовства характеризуют распространение промысловых животных, рыб, морского зверя, мероприятия по поддержанию их численности в природе на оптимальном уровне. На картах показывают конкретное размещение и виды охотничьих предприятий (промысловых, спортивных и др.), а также условия получения товарной охотничьей продукции (пушнины, мяса и т. п.).

Карты рыболовства часто носят промыслово-навигационный характер, отражая рыбные ресурсы морей, океанов и внутренних акваторий, районы зимовок, нереста и нагула промысловых рыб, мероприятия по их охране и воспроизводству. На картах рыболовства могут быть отражены условия ведения рыбного промысла и меры регулирования рыболовства.

Карты транспорта и экономических связей представляют связи населения и хозяйства в процессе производства, потребления и удовлетворения культурных и материальных потребностей. Основное содержание карт транспорта – показ сети путей сообщения, их состояния, развития и технического оснащения, интенсивности грузовых и пассажирских перевозок. Различают общие карты, характеризующие все виды транспорта, и отраслевые, посвященные отдельным его видам: автомобильному, железнодорожному, воздушному, морскому, речному, трубопроводному транспорту. Грузооборот и пассажирооборот

пунктов, грузонапряженность и пассажиропотоки путей, это основные характеристики работы транспорта, которые представляются на картах в объемах (по грузу и числу пассажиров в год) и по структуре. В составе наиболее важных грузов выступают уголь, нефтепродукты, руды, продукция машиностроения, лес, хлебные и другие продовольственные грузы, строительные материалы. Составление подобных карт не носит систематического характера и выполняется транспортными ведомствами и научными организациями по мере необходимости.

С картами транспорта сопряжены карты путей сообщения. На них показывают сухопутные, водные и воздушные пути, связанные с ними сооружения (вокзалы, пристани, порты, аэропорты, мосты, тунNELи, паромы) и другие элементы транспортной инфраструктуры. Различают карты автомобильных, караванных, железных дорог, морских и речных маршрутов, каналов и канализованных рек, авиалиний.

5.3. Географические атласы

Географическим атласом называется систематическое собрание карт, объединенных общим назначением и общими средствами картографического отображения действительности, органически связанных между собой и дополняющих друг друга.

Целостность атласа выражается в едином подходе к картографируемой территории или явлению, использовании ограниченного числа картографических проекций, целесообразным набором согласованных между собой масштабов и способов отображения информации, степенью генерализации объектов и явлений, соответствующей назначению и масштабу карт.

Содержание атласа как системы подразумевает взаимодополняемость, согласованность и удобство сопоставления входящих в него карт. Это обеспечивается общностью географических основ родственных карт, одинаковой подробностью классификации отображаемых явлений. Содержание всех карт атласа приводится к определенной дате. Исключение могут составлять исторические карты, часто включаемые в географические атласы.

Для структуры атласа характерна логическая последовательность входящих в него карт, отвечающая условию «от общего к частному». В начале атласа помещаются, как правило, обзорные карты всей территории, затем отдельные карты ее регионов. Например, от карты мира переходят к материкам, затем к их отдельным частям или странам, от стран – к экономическим или административным районам. Можно выделить в самостоятельные разделы карты природы, хозяйства, культуры.

Карты атласа часто предваряются географическим описанием всей картографируемой территории или отдельных ее частей, элементов рельефа, климата, растительности, отраслей промышленности и сельского хозяйства, культуры. Содержание атласа может дополняться рисунками, таблицами, графиками, справочными данными, соответствующими темам карт.

Крупные атласы завершаются алфавитным списком всех содержащихся на картах названий географических объектов с указанием номеров страниц, на которых они встречаются, и места на карте, отмечаемого буквами и цифрами в произвольной разграфке карт. В начале или конце атласа помещаются таблицы условных обозначений географической основы или тематического содержания.

Классификация атласов. Атласы используются для разностороннего изучения территории с целью развития хозяйства, размещения отдельных производственных предприятий, разработки планов преобразования природы и решения других народнохозяйственных задач. В общеобразовательной школе атласы используются как неотъемлемая часть учебников географии и краеведения. Как и географические карты, атласы делятся на группы по охвату территории, назначению и содержанию. В отличие от карт, атласы подразделяют еще и по *формату* на настольные, книжные и карманные.

- *По охвату территории* выделяют атласы мира, материков, океанов, крупных географических районов, отдельных государств, их частей.

- *По назначению* выделяют атласы справочные, научно-справочные, популярные, учебные, туристские, дорожные, военные и.т. п.

- *По содержанию* атласы различают атласы *общегеографические*, включающие только общегеографические карты, *тематические и комплексные*. Карты общегеографического атласа имеют единую классификацию элементов содержания, систему условных обозначений, помещаемых, как правило, в начале атласа, шкалу высот и глубин. В свою очередь, тематические атласы тоже имеют свою классификацию.

В группу физико-географических атласов входят: геологические; геофизические; климатические; гидрографические; океанологические; ботанические; зоогеографические; комплексные физико-географические. Группа социально-экономических атласов: политico-административного деления; населения; культуры; промышленности; сельского и лесного хозяйства; комплексные социально-экономические. Атласы исторические: древнего мира, средних веков, новейшей истории, военно-исторические.

Комплексные атласы по содержанию своих разделов могут быть совершенно разными. Однако, как правило, в них присутствуют два основных раздела: карты природы и экономические карты. По такому принципу построены «Атлас СССР» (1985 г.), «Географический атлас для учителей средней школы» (1985 г.) и др. Однако и в таких атласах много единства, что облегчает пользование ими.

С конца 50-х гг. XX-го века в СССР получило широкое распространение создание комплексных атласов республик и областей. Эти так называемые *региональные атласы* предназначались в основном для средней школы с целью изучения родного края. Структура региональных атласов является практически единой, отличается только объем разделов атласов на разные территории. Во вводной статье такого атласа дается краткое описание природных условий, экономики и культуры региона. Далее следуют карты природных явлений, хозяйства, культуры, истории.

В последние годы в региональные атласы включают экологические карты, содержание которых представлено одной или несколькими темами и рассчитано на восприятие учащимися общеобразовательных учреждений.

5.4. Географические информационные системы

Географические информационные системы (ГИС) – это компьютерные системы, предназначенные для сбора, хранения, обработки и распространения пространственно-координированной информации. Они состоят из нескольких взаимосвязанных подсистем.

Подсистема ввода информации включает устройства для преобразования пространственной информации в цифровую форму и ввода ее в различные базы данных. Такими устройствами являются *дигитайзеры* и *сканеры*. С помощью дигитайзера на исходной карте обводят контуры, прослеживают линии и другие обозначения, а в память компьютера при этом поступают текущие координаты этих контуров и линий в цифровой форме. Процесс прослеживания оператор выполняет вручную, и с этим связана большая трудоемкость работ и необходимость контроля ошибок. Сканеры осуществляют автоматическое последовательное считывание информации по всей карте, строка за строкой. Это делается быстро и точно, но приходится дополнительно разделять (распознавать) оцифрованные элементы: реки, дороги, контуры и т. д. Вся цифровая информация поступает в базу данных компьютера.

База данных – это совокупность данных по какой-либо теме (или темам), представленных в цифровой форме с соблюдением определенных правил хранения и выдачи. Примерами могут служить базы данных по рельефу, населенным пунктам, базы геологической или экологической информации. Доступ к ним обеспечивает система управления базами данных (СУБД), которая может быть построена на разных принципах, но в любом случае, позволяет быстро находить требуемую информацию и направлять ее в компьютер для дальнейшей обработки.

Подсистема обработки информации включает компьютер, систему управления и программное обеспечение. Созданы сотни самых разнообразных программ (пакетов программ), которые позволяют выбрать необходимую проекцию, способы изображения, провести всевозможные преобразования, построить карты, совместить их друг с другом и, наконец, вывести на печать. Программные комплексы способны выполнять и более сложные работы: проводить анализ территории, моделировать явления и процессы, сопоставлять и оценивать варианты решения поставленных задач, выбирать оптимальный путь решения и т. п. Современные программы моделируют даже многие процессы человеческого мышления.

Подсистема выдачи информации – это комплекс устройств для визуализации обработанной информации. В подсистему входят: экраны (*дисплеи*), печатающие устройства различной конструкции (*принтеры*), чертежные автоматы (*плоттеры*) и др. С их помощью оперативно выводятся результаты моделирования и варианты решений в той форме,

которая задана пользователем. Это могут быть тексты, графики и таблицы, но, если речь идет о пространственной информации, то чаще всего она дается в картографической форме, наиболее привычной и легко воспринимаемой.

Подсистема издания карт входит в состав специализированных ГИС, позволяющая готовить печатные формы и печатать карты различными тиражами. Если же ГИС ориентирована на работу с аэрокосмической информацией, то она включает специализированную *подсистему обработки изображений*.

Структуру ГИС часто рассматривают как систему информационных слоев. К примеру, самый первый слой составляет рельеф, затем следуют слои гидрографии, дорожной сети, населенных пунктов, почв, растительного покрова, распространения загрязняющих веществ и т. д. Условно можно представить эти слои в виде этажерки или «слоеного пирога». В процессе анализа эти слои рассматривают и выводят по отдельности, совмещают и анализируют в разных комбинациях, сопоставляют между собой. Можно получить данные и по всем слоям сразу для какого-либо заданного пункта или ареала, но главное – появляется возможность получать производные слои. Например, по слою рельефа можно построить слой углов наклона местности, по данным о дорожной сети и населенных пунктах можно рассчитать степень обеспеченности территории дорожной сетью и сформировать новый слой. Одно из важнейших свойств ГИС состоит именно в том, что на основе имеющейся информации есть способность создавать новую производную информацию.

Первые ГИС были созданы в Канаде и США в середине 60-х гг. XX века, а сейчас в промышленно развитых странах существуют тысячи ГИС, используемые в экономике, политике, экологии, управлении ресурсами и охране природы, кадастре, науке, образовании и т. д. Они охватывают все пространственные уровни – глобальный, региональный, национальный, локальный, городской и интегрируют разнообразную информацию о нашей планете: картографическую, данные дистанционного зондирования, статистику и переписи, кадастровые сведения, гидрометеорологические данные, материалы полевых экспедиционных наблюдений, результаты бурения и подводного зондирования и т. п.

Во многих странах образованы специальные органы, занимающиеся созданием ГИС и автоматизированным картографированием, сбором и распространением информации, созданием баз данных и электронных карт. В России созданы региональные геоинформационные центры в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске, Иркутске и Хабаровске. К ним предполагается привязать местные ГИС, а также центры сбора и обработки аэрокосмической информации. В сеть ГИС России включаются научные и научно-производственные базы тематических данных, существующие в научных институтах и вузах.

ГИС используются для решения самого широкого круга задач, основные из которых можно сгруппировать следующим образом:

- поиск и рациональное использование природных ресурсов;
- планирование и управление размещением промышленности, транспорта, сельского хозяйства, энергетики и др.;

-
- мониторинг экологических ситуаций и опасных природных явлений, оценка воздействий на среду и их последствий, обеспечение экологической безопасности страны и регионов;
 - контроль условий жизни населения, здравоохранение, социальное обслуживание населения и т. п.;
 - обеспечение деятельности органов власти, политических партий, средств массовой информации;
 - научные исследования и образование;
 - создание тематических карт и атласов, обновление карт, оперативное картографирование.

Существующие ГИС различаются по пространственному охвату и назначению. Принято различать следующие территориальные уровни ГИС и соответствующие им масштабы:

- *глобальные* ($1 : 1\,000\,000 - 1 : 100\,000\,000$),
- *национальные* ($1 : 1\,000\,000 - 1 : 10\,000\,000$),
- *региональные* ($1 : 100\,000 - 1 : 2\,500\,000$),
- *городские* ($1 : 1\,000 - 1 : 50\,000$),
- *локальные* ($1 : 1\,000 - 1 : 10\,000$).

Взаимодействие геоинформатики и картографии стало основой для формирования нового направления – *геоинформационного картографирования*, то есть создания и использования карт на основе ГИС и баз данных.

Традиционная картография испытывает сегодня кардинальную перестройку. В ряде случаев геоинформационное картографирование почти полностью заменило традиционные методы составления и издания карт. ГИС позволяют по-новому решать многие традиционные проблемы выбора математической основы, перехода от проекции к проекции, изменения масштабов, введения новых изобразительных средств (например, мигающих или перемещающихся по карте знаков), генерализации и др. Трудоемкие операции, связанные с подсчетом длин и площадей и вычислением морфометрических показателей, стали рутинными процедурами. В ходе компьютерного анализа трудно различить, где завершается составление исходной карты и начинается построение производной.

ГИС породили еще одно новое направление – *оперативное картографирование*. То есть создание и использование карт в реальном или близком к реальному масштабе времени для быстрого, а точнее, своевременного информирования пользователей. Исходными данными для оперативного картографирования служат материалы аэрокосмических съемок, непосредственные наблюдения и замеры, статистические данные, результаты опросов, переписи населения и т. п.

Огромные возможности заложены в *картографической анимации*. Анимационные программы позволяют перемещать карты по экрану, менять скорость демонстрации, возвращаться к избранному фрагменту, перемещать знаки, изменять фон и освещенность,

«подсвечивать» и «затенять» отдельные участки изображения. Необычными для традиционной картографии являются эффекты панорамирования, изменения перспективы, масштабирование частей изображения (наплывы и удаления), а также иллюзия движения над картой («облет» территории), в том числе с разной скоростью.

В обозримом будущем перспективы развития картографии почти целиком связываются с геоинформационным картографированием. Существенно сократится необходимость готовить печатные тиражи карт. По запросу можно будет получить на дисплее компьютера электронную карту изучаемой территории. Недалеко то время, когда компьютерные картографические изображения создадут полную иллюзию реальной местности.

Большие перспективы представляет включение карт и других геоизображений в системы телекоммуникации. Уже сегодня гораздо дешевле поместить цветную карту в Интернете, чем напечатать ее на бумаге. Если учесть еще и затраты на распространение традиционной картографической продукции (перевозку, продажу и др.), то экономическая выгода становится очевидной. И в этом одна из причин того, что в недалеком будущем Интернет, видимо, станет основным средством взаимодействия создателей и потребителей карт.

Объем геоизображений, к которым обращаются сегодня пользователи в Интернете, поражает воображение – это сотни тысяч документов. Основные тематические группы карт в Интернете следующие:

- обзорные справочные карты;
- карты погоды и опасных атмосферных явлений;
- карты навигационные и транспортные, условий проезда по дорогам;
- карты окружающей среды и риска природных катастроф;
- карты текущих политических событий, горячих точек и т. п.;
- карты для туризма, отдыха, путешествий.

Особую группу составляют карты для образовательных целей, содержащие материал по тем или иным учебным курсам, инструкции, упражнения.

Картография получила новую замечательную возможность «публикации» атласов в Интернете. Прежде всего, это касается национальных атласов, которые можно быстро и экономично обновлять по мере поступления новой информации, например от государственной статистической службы. На этой основе во многих странах созданы национальные атласные информационные системы. Кроме того, разработаны технологии создания виртуальных атласов, то есть атласов, которые можно формировать, применяя определенные правила поиска в компьютерной сети. Виртуальные атласы открывают доступ к пространственным данным разных уровней – от планеты в целом до отдельной страны или региона.

5.5. Школьные карты и атласы

Школьные карты входят в большую группу учебных карт, занимая в ней особое положение в силу своего предназначения для огромной массы читателей детского и подросткового возраста. Кроме школьных карт, в группу учебных входят также карты для высшей школы, отличающиеся более высоким уровнем сложности.

Школьные карты – это специальные карты, подчиняющиеся обязательным стандартам среднего общего образования, содержащие определенный минимум понятий, соответствующий школьным программам. При этом карты для школьников любого возраста должны быть наглядными, выразительными, иметь общую привлекательность. Предназначаются они непосредственно для изучения географии, краеведения, экологии и других общеобразовательных дисциплин.

Карты в преподавании географии в школе имеют не меньшее значение, чем учебники. Они дают представление об изучаемом регионе, его связях с другими регионами и месте в мировой системе. Карты наглядно иллюстрируют содержание учебника, дополняют текст, создавая пространственный образ изучаемой действительности. Школьные карты с помощью картографических приемов дают возможность показать рельеф, особенности климата, расположение природных зон, размещение отраслей промышленности и сельского хозяйства, а также многое другое. Поэтому одной из основных целей преподавания географии является формирование у школьников навыков и потребностей пользования информацией, получаемой с карты.

В связи с возрастными особенностями восприятия школьников, к картам, в отличие от других учебных пособий, предъявляются особые требования. Главное требование – это *соответствие карты содержанию школьной программы* (или учебника). На карте должны иметь место все элементы действительности, которые описываются в изучаемом разделе учебника. Необходимо наличие полного соответствия между картой и учебником в отношении классификации элементов, т. е. обязательным является присутствие на карте тех градаций, видов, отделов, групп изучаемого явления, о которых идет речь в учебнике. Это же относится к выделению тех или иных областей, регионов, границ районирования. На картах должна использоваться общепринятая терминология и символика. Обязательным является соответствие в названиях элементов и их частей. Все собственные названия, встречающиеся в учебнике, должны быть на карте. Однако географическая карта, это не только учебное пособие, но и самостоятельный источник знаний. Поэтому, помимо материала учебника, карта должна содержать дополнительную информацию, чтобы правильно отобразить взаимосвязи явлений, удовлетворить любознательность школьников при самостоятельной работе и на факультативных занятиях.

Каждый крупный раздел программы должен быть обеспечен специальными картами. Изучение физической географии в 7 классе опирается на карты природы и хозяйства мира, материков и их частей, физическая и экономическая география России в 8 классе –

на карты природных явлений, в 9 классе – на экономические карты страны и отдельных экономических районов. В 10 классе используются экономические карты мира, его регионов и отдельных стран, изучаемых в школе. Содержание карты должно быть понятно школьнику данного возраста, вместе с тем карта не может быть простой схемой. Это комплексное методическое требование достигается путем решения следующих двух задач.

1. Унификация и сокращение числа картографических проекций упрощает и помогает формировать и закреплять в памяти ученика вид изучаемой территории, ее форму, площадь, конфигурацию береговой линии, границ и т. п. На школьной карте обязательно должна присутствовать географическая сетка меридианов и параллелей. Она позволяет ориентироваться по странам света, определять географические координаты точек земной поверхности и наносить их по заданным координатам, вычислять масштабы и величины искажений в любом месте карты. Частота сетки меридианов и параллелей для карт одной территории и одного масштаба должна быть одинаковой.

2. Сокращение масштабного ряда школьных карт упрощает восприятие изучаемой территории. Унификация масштабов позволяет сравнивать регионы по площади и делать соответствующие выводы. Использование для одной территории тематических карт с единой географической основой помогает привязать тематическую информацию разных карт к одним и тем же географическим элементам.

Способы отображения информации на тематических картах усложняются для старших классов. В младших классах знаки более простые, часто используются художественные значки, способ качественного фона, ареалов. На картах для старших школьников появляются картограммы и картодиаграммы, структурные значки, локализованные диаграммы.

Доступность классификаций изучаемых явлений на картах является необходимым условием для всех классов средней школы. Она достигается ограничением числа ступеней классификации, выделением четких границ между ними. Понимание карты обеспечивается изменением степени генерализации: чем младше школьник, тем выше степень генерализации на карте, соответственно тем меньше информации она несет.

Легенды школьных карт, т. е. пояснения к картографическим знакам должны быть логичными и простыми, понятными школьнику, для которого предназначена карта. Легенды должны содержать все элементы карты – географическую основу и тематическое содержание. Классификация элементов, отраженная в легенде, должна полностью соответствовать содержанию соответствующих разделов учебника. Например, если в основных учебниках по экономической географии рассматривается размещение отдельных отраслей и подотраслей в промышленных центрах, то на карте должны быть показаны эти же промышленные центры, отрасли и подотрасли.

Дополнительное содержание и вспомогательное оснащение школьных карт должно соответствовать уровню знаний учащихся. Объем статистических сведений, приводимый в виде графиков, диаграмм, таблиц, может дополнять и расширять соответствующую информацию учебника.

Наибольший интерес у школьников вызывают *настенные школьные карты*, используются для демонстрации на уроках во время объяснения и проверки знаний учащихся, при самостоятельном изучении материала. Поскольку рассматриваются эти карты со значительного расстояния (до 5–6 м), все элементы содержания изображаются крупными условными знаками, линии штриховых элементов делаются достаточно широкими, а шрифты географических названий выбираются крупные и легко читаемые. Четко выделяются элементы математической основы. Крупным шрифтом на полях указывается численный масштаб, а в таблице условных знаков или у нижней стороны рамки карты дается линейный масштаб, часто дополняемый именованным масштабом. Географическая сетка показывается четкими линиями. Меридианы с долготой 0° и 180° , а также экватор утолщаются для лучшей читаемости. Между внутренней и внешней рамками карты крупными цифрами подписываются градусные значения линий сетки.

Географическая основа настенных карт также имеет свою специфику. Элементы гидрографии должны хорошо читаться с большого расстояния, поэтому ширина рек значительно увеличена. Однако, сохраняются общие очертания береговой линии и подчеркивается тип берегов морей, что приводит к значительному смещению берегов морей, рек, озер. Для хорошей читаемости элементы гидрографии и их названия печатаются темной синей краской.

Настенные карты содержат только крупные населенные пункты, упоминающиеся в учебнике, и дополнительно некоторые пункты, имеющие большое хозяйственное значение. В первую очередь, показываются столицы государств и крупные (по числу жителей или значимости) административные центры. Пунксоны населенных пунктов увеличиваются, в связи с чем их центры могут иметь смещение до двух-трех километров относительно своего реального положения и остальных элементов содержания карты, что приводит к снижению точности карты.

Из путей сообщения показываются основные железнодорожные и автомобильные магистрали, а также водные пути, упомянутые в учебниках. На реках пути сообщения показываются выделением судоходной части реки, а на морях и озерах – плавной кривой линией, над которой указывается расстояние между портами. Из границ показаны только государственные или административного деления первого порядка.

Шкала сечения рельефа на физических картах для начальных классов дается с небольшим количеством ступеней, а затем увеличивается с переходом к картам для учащихся старших классов. Для большей выразительности, в дополнение к гипсометрической окраске часто применяется отмывка рельефа суши и дна морей и океанов.

Оформление настенных школьных карт делается ярким и красочным, а условные знаки – наглядными и хорошо различимыми. Для фоновых расцветок используются яркие, чистые краски, хорошо гармонирующие между собой.

Шрифты для настенных карт подбираются четкие, не затемняющие другого содержания и легко читаемые на расстоянии. Для названий основных объектов используются

шифты, наиболее выделяющиеся по величине и четкости. Название карты дается крупным художественным шрифтом, гармонирующим с рисунком внешней рамки.

Контурные настольные карты используются для закрепления и проверки знаний учащихся. С их помощью выполняют контрольные работы и домашние задания, наносят и подписывают различные географические объекты, составляют картосхемы по различным темам. На контурных картах всегда показаны и подписаны сетка меридианов и параллелей, численный масштаб. При компоновке карты определенное место отводится для условных обозначений.

Светло-синим цветом показываются элементы гидрографии, пунсоны населенных пунктов и границы территориального деления и различных природных зон. Нагрузка таких карт элементами географической основы соответствует картам атласа для данного класса.

Карты в школьных учебниках представляют собой хорошее информационное и методическое дополнение к тексту. Они относятся к группе настольных карт и используются непосредственно при изучении соответствующего раздела учебника. Эти карты имеют мелкий масштаб, географическая сетка, как правило, отсутствует, также как и подпись масштаба карты. По сути, такие карты являются схемами, на которых обобщенно показаны отдельные природные зоны, государства, области, отраслевая специализация промышленных районов или узлов. Содержание карт поясняет какое-то определенное место в тексте учебника, а нагрузка ограничена сведениями, содержащимися в этом разделе. Информация на такой карте передается ограниченным числом красок.

Школьные атласы. К школьным атласам предъявляются те же требования, что и ко всем географическим атласам, только, согласно своему назначению, они дополнительно учитывают требования, предъявляемые ко всем школьным картам. Школьные атласы соответствуют образовательным стандартам и программе по географии для каждого класса. Содержание каждого раздела и их последовательность расположения в атласе соответствуют программе по предмету, а набор карт – количеству изучаемых тем.

Число картографических проекций, используемых для карт атласа, ограничено. При их выборе, в первую очередь, стремятся сохранить очертания каждого региона на всех картах. Если в атласе рассматривается один регион, например Россия, а затем его экономические районы, то желательно сохранить вид картографической проекции региона.

Общее правило построения географического атласа «от общего к частному» сохраняется и для школьных атласов. Сначала помещаются обзорные карты, а затем региональные. В связи с этим возникает необходимость смены масштабов от мелкого к более крупному. При этом должен сохраняться принцип кратности или близости масштабов. Особенno это важно, когда карты крупного и мелкого масштабов помещаются на одном развороте атласа.

В атласах для младших школьников представлено небольшое количество карт, большую часть атласа занимают иллюстрации, позволяющие учащимся познакомиться

с основными географическими понятиями, а также поясняющие их тексты, рисунки, фотоснимки и др. В атласах для старших классов число карт увеличивается, а рисунки исключаются полностью. Атласы становятся более информативными.

Школьные атласы снабжаются справочными данными, помещаемыми, обычно, в конце атласа. Например, в атласе для 6 класса в последнем разделе указываются крупные реки, озера, острова, высочайшие горные вершины мира. В атласе для 7 класса, посвященном изучению географии материков, приводятся общие сведения о площади, географическом положении материков, их наибольших высотах над уровнем моря и самых больших глубинах, площадь и население отдельных государств и др. Способ представления дополнительных сведений постепенно усложняется, а их количество увеличивается.

Таблица условных знаков географической основы обычно помещается в начале или в конце атласа, а тематического содержания повторяется на каждой карте. Карты атласа рассматриваются школьниками с близкого расстояния, поэтому условные знаки на них не утируются, как на настенных картах, рисунок картографических знаков здесь более изящен, что позволяет увеличивать нагрузку карты.

ГЛАВА 6. ИСТОРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ

Историей географической карты занимается особый раздел картографии – картоведение. Источниками для изучения истории картографии являются сохранившиеся до наших дней картографические произведения, созданные человеком в разные исторические эпохи, географические труды и письменные источники, упоминающие и представляющие картографические рисунки и карты, но не дошедшие до нашего времени.

История географической карты, история картографии неразрывно связано с историей человеческого общества. Возникнув на заре человеческой цивилизации, задолго до возникновения письменности, картографические изображения служили сначала для передачи сообщений о местах добычи пищи и охоты, затем постепенно они приобретали все большее и большее значение для передачи другой информации об окружающем человеке пространстве, превратясь, наконец, в универсальное средство передачи фактически любой пространственной информации. Картографические изображения создавались на самом разнообразном материале – на каменных скалах (петроглифы), пергаменте, бумаге и т. п. Эскимосы Гренландии их составляли из отдельных камней или чертили на песке, аборигены Маршалловых островов конструировали карты из черенков пальмовых листьев и ракушек, в Древнем Вавилоне для рисования карт использовались глиняные таблички, в Египте – папирус, в Китае – бамбуковые палочки и шелк, в XX в. появились электронные карты. Постепенное расширение использования карты в различных сферах деятельности человека обусловливало развитие и совершенствование условных знаков карты и ее оформления.

6.1. Картография Древнего мира

Первые попытки создания карт были предприняты задолго до нашей эры. К наиболее древним из уцелевших картографических изображений относятся, например, план города на стене пещеры Чатал-Хююк (Турция) (рис. 34), датируемый примерно 6200 г. до н.э., картоподобное изображение на серебряной вазе из Майкопа (около 3000 г. до н.э.) (рис. 35), картографические изображения на глиняных табличках из Месопотамии (около 2500 г. до н.э.) (рис. 36), многочисленные карты-петроглифы Валькамоники в Италии (1900–1200 гг. до н.э.), египетская карта золотых приисков (1400 г. до н.э.) и др. Из Вавилона через греков западный мир унаследовал шестидесятеричную систему счисления, основывающую на числе 60, в которой сегодня выражаются географические координаты.

В первобытном обществе простейшие картографические рисунки, сохранившиеся на скалах, стенах пещер и предметах быта в различных частях земного шара, еще до рождения письменности отражали представления человека об окружающем его пространстве и служили чисто утилитарным целям – указание мест охоты, рыболовства, расположение соседних поселений, ориентиров, путей подхода к ним. Потребность в более точных изображениях участков местности возникла в период перехода людей к оседлому

образу жизни, развитию земледелия, ремесел, мореплавания, а также в более позднее время при возведении различного рода инженерных сооружений (оросительных каналов и т. п.). Во время раскопок, проведенных на территориях древних рабовладельческих государств, было найдено немало картографических изображений, выполненных на глиняных дощечках и папирусе.

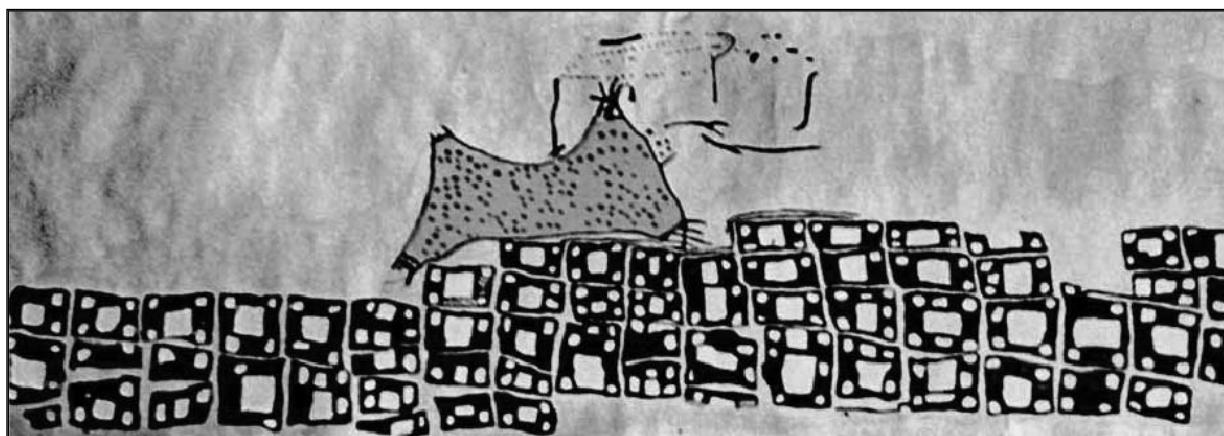


Рис. 34. План Чатал-Хююка. Стенная роспись из святилища VII горизонта изображает город и на некотором расстоянии от него извержение вулкана, возможно, Хасан-Дага.
Прорисовка Джона-Гордона Своггера (John Swogger) (см. цв. вкладку)

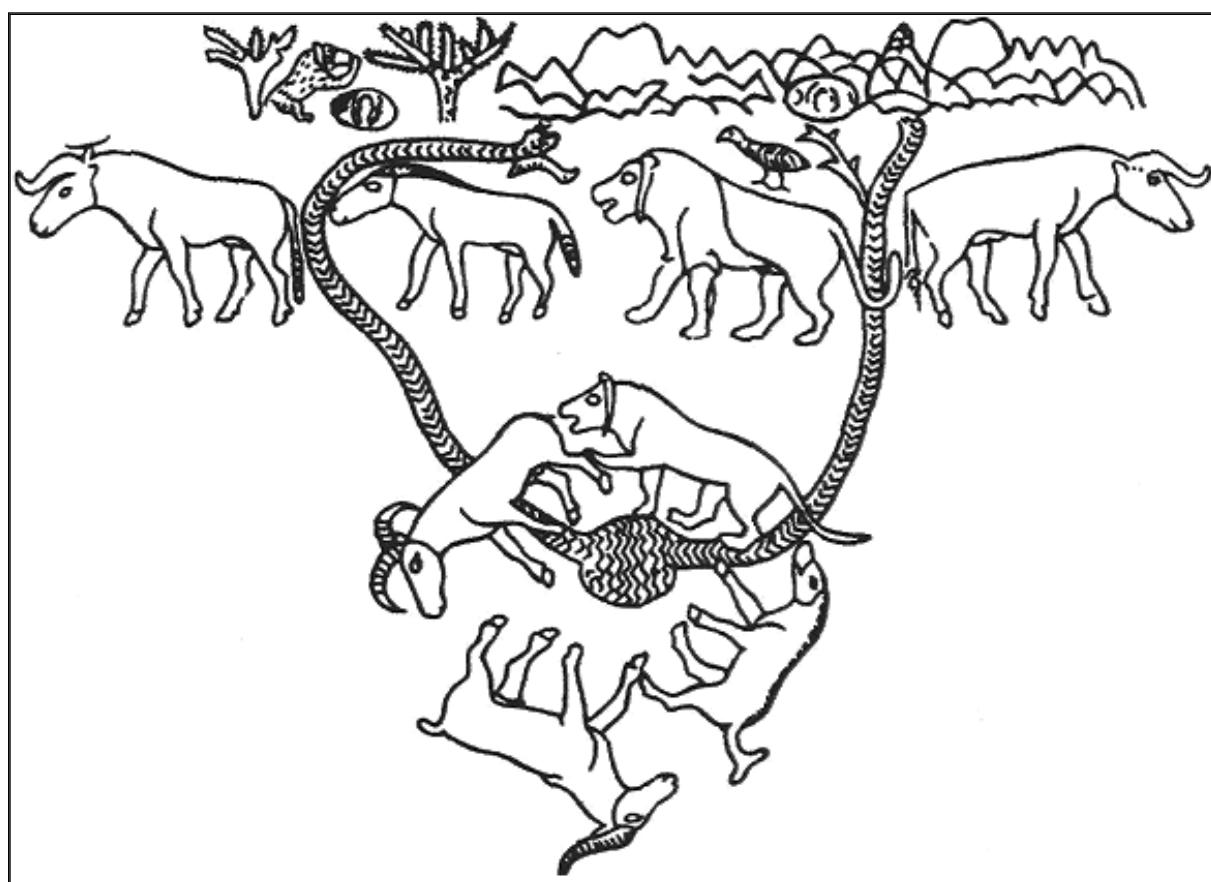


Рис. 35. Картографический рисунок, выгравированный на серебряной вазе из Майкопа
(III тыс. до н.э.)

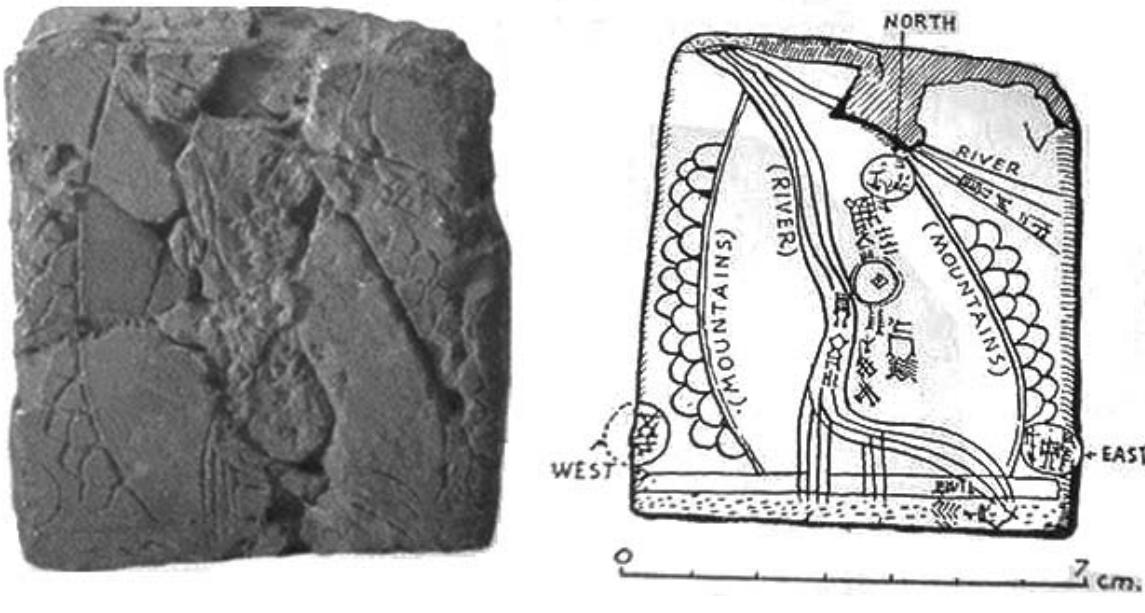


Рис. 36. Картографическое изображение на глиняной табличке (а) из шумерского города Ga-Sur (2 500 лет до н.э.) и ее реконструкция с интерпретацией (б)

Начиная с VI в. до н. э., основной же вклад в технологию создания карт в Древнем мире внесли греки, римляне и китайцы.

Научные источники картографии и географии берут начало в Древней Греции. Этому способствовало расширение географического кругозора и представлений об окружающем мире во время колониальных завоеваний и торговли на обширном пространстве. Именно тогда были сделаны первые крупные географические открытия. К сожалению, греческих карт того времени не сохранилось, и вклад греков в развитие картографии можно оценить только по текстовым источникам – трудам Гомера, Геродота, Аристотеля, Страбона и других древних греков – и последующим картографическим реконструкциям. Греческий вклад в картографию заключался в использовании геометрии для создания карт, в разработке картографических проекций и в измерении Земли.

Учение Аристотеля о шарообразности Земли (IV в. до н.э.) положило начало развитию математических основ картографии. Были введены первые опорные линии (Гибралтар и о. Родос) – предшественницы линий координатной сетки. Александрийским астрономом и географом Эратосфеном (около 276–194 гг. до н.э.) была доказана сферичность Земли и измерен радиус земного шара.

II в. до н.э. характеризуется дальнейшим развитием астрономии, одним из основоположников которой является Гиппарх (около 190–125 гг. до н.э.). Он первым, основываясь на данных астрономических наблюдений, предложил строить карты по сетке меридианов и параллелей и впервые применил понятия географической широты и долготы.

В Римской империи картография была поставлена на службу практики. Для военных, торговых и административных надобностей, в связи с развитием экономики, торговых

отношений между различными провинциями и соседними странами, создавались дорожные карты. С этой целью римскими землемерами проводились специальные съемочные работы, явившиеся прообразом будущих геодезических и топографических работ. Первые такие измерения были произведены при Юлии Цезаре (I в. н.э.). До наших дней дошла лишь копия подобных карт, найденных немецким историком Пейтингером в начале XVI в. («Пейтингерова таблица»), хранящаяся в Вене (рис. 37). Пейтингерова таблица (копия карты IV в.), представляющая собой свиток из 11 склеенных листов пергамента длиной 6 м 75 см и шириной 34 см. На ней показана дорожная сеть Римской империи от Британских островов до устья Ганга, составляющая около 104 000 км, с реками, горами, населенными пунктами.

Научные обобщения картографических и географических знаний сделал величайший греческий математик, астроном и географ *Клавдий Птолемей* (90–168 гг.), живший в Александрии. Карта Птолемея не сохранилась, зато дошло его руководство по изготовлению карт – «География» в котором излагаются основные принципы создания карт и приводятся географические координаты 8000 пунктов. В этом труде даются обстоятельные описания всех известных в те времена проекций карт, систематизируются знания о различных землях. В приложении к трактату было помещено 26 карт различных частей суши и одна карта мира. Представление о развитии картографии в Римской империи дает карта мира Дионисия Александрийского (Перигетус), помещенная в его географической поэме «Описание населенного мира» (*Periegesis tes oikumenes*) (рис. 38).

Независимо от европейских традиций развивалась картография в *Китае*. Самый старый из сохранившихся документов по официальной съемке страны и созданию карт относится к династии Чжоу (1027–221 гг. до н.э.). А самыми древними китайскими картами из сохранившихся считаются карты на бамбуковых пластинках, шелке и бумаге, обнаруженные в фанматанских могилах времен Циньской (221–207 гг. до н.э.) и Западной Ханьской (206 г. до н.э. – 25 г. н.э.) династий, а также в мавандуйских могилах Западной Ханьской династии. Эти карты по характеру изображения и детальности сравнимы с топографическими картами. По точности они существенно превосходили даже более поздние европейские карты.

Основной же китайский вклад в создание карт заключался в изобретении не позднее II в. до н.э. бумаги, на которой стали составляться карты, и прямоугольной сетки координат, которую впервые применил великий китайский астроном и математик Чжан Хэн (78–139 гг. н.э.). В дальнейшем китайские картографы неизменно пользовались прямоугольной сеткой координат. Столетие спустя китайский картограф Пэй Сю (224–271 гг.) разработал принципы составления карт, основанные на использовании прямоугольной сетки координат, а также принципы измерения расстояний на основе законов геометрии.

Выдающийся картограф своего времени Цзя Дан (730–805 гг.), воспользовавшись этим методом, составил карту всей империи за период с 785 по 801 год. Карта, которую он назвал «Карта китайских и варварских народов между четырьмя морями», имела 9 м

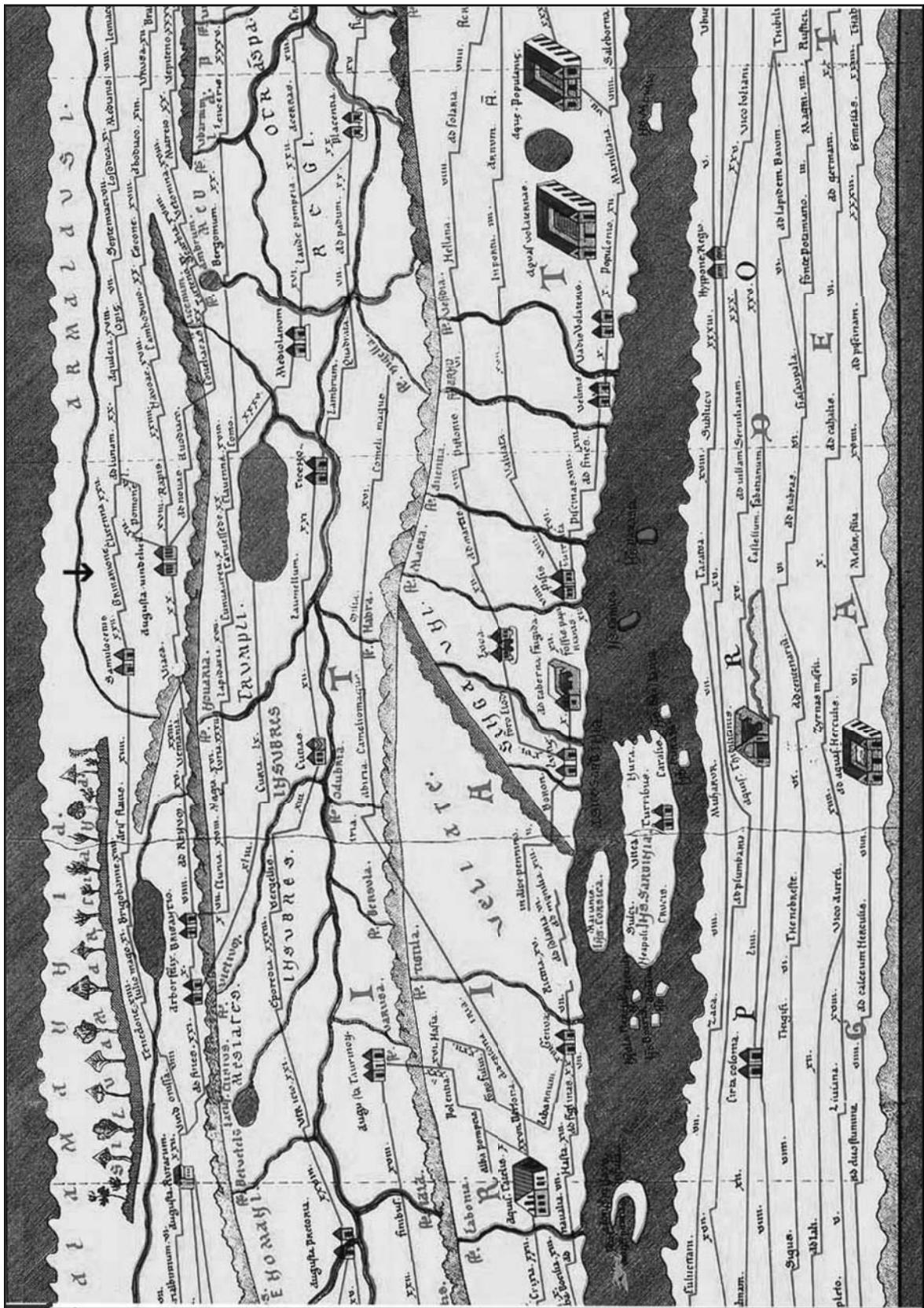


Рис. 37. Часть Пейтингеровой табличы – Центральная Европа (копия римских дорожных карт, XII в.) (см. изв. вкладку)

в длину и 10 м в высоту и была составлена в масштабе 1 кан (2,94 см) к 100 ли (1 танский ли = 18 000 канов, то есть примерно 6 км). На карте была отражена территория площадью около 15 900 км с востока на запад и 17 750 км с севера на юг. Период династий Сун и Юань (960–1368 гг.) был золотым веком китайской картографии.

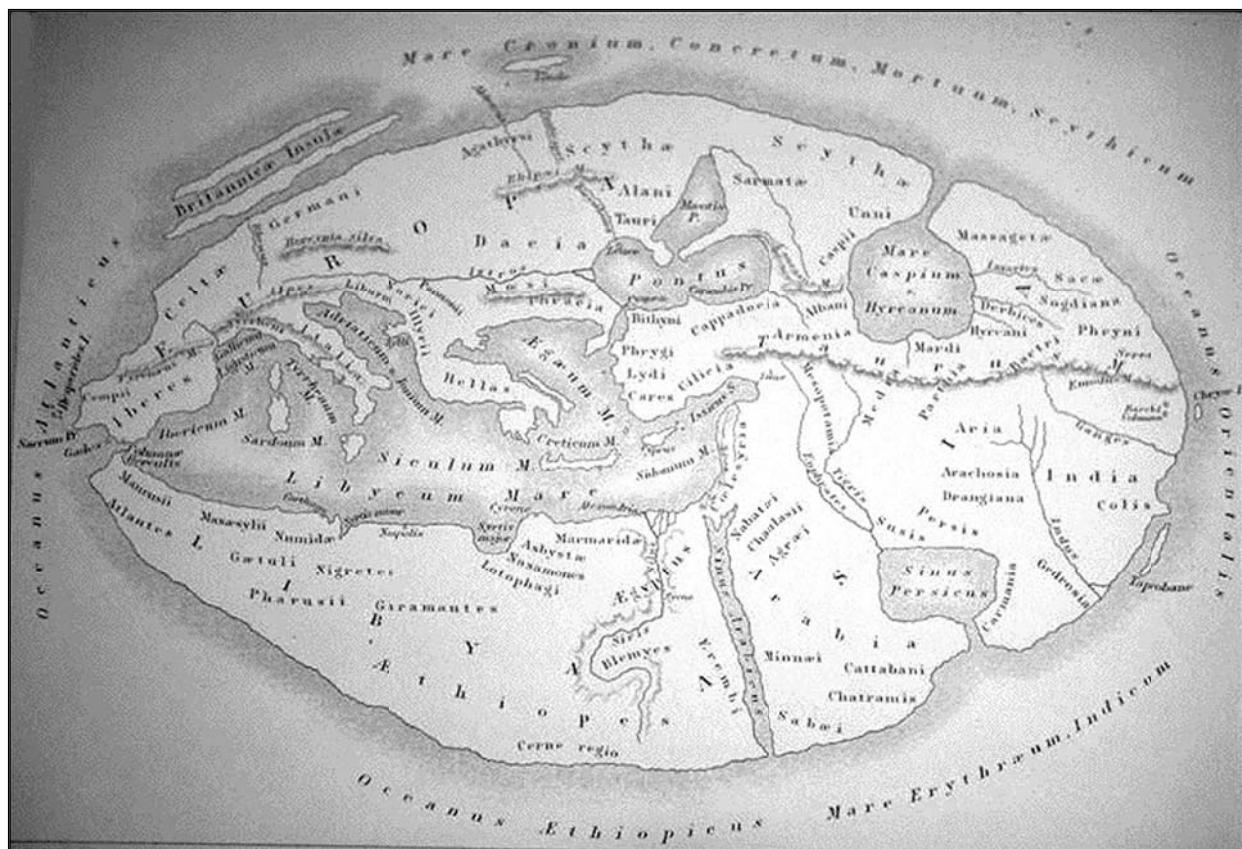


Рис. 38. Реконструкция карты мира Дионисия Александрийского, помещенная в его географической поэме «Описание населенного мира» (124 г. н.э.)

Изобретение китайцами в VIII в. книгопечатания позволило им первыми в мировой истории приступить к печатанию карт. Первая из сохранившихся печатных китайских карт датируется 1155 г. Традиционная китайская картография своего пика достигла в рукописной карте Китая Чжу Сыбэня (1273–1333 гг.), изданной в виде атласа два века спустя (рис. 39).

6.2. Картография в эпоху Средневековья

После распада в IV в. Римской империи научные и картографические достижения Античной Греции и Рима были забыты в Европе на несколько веков. В VI в. Косма Индикоплов создал свою «Христианскую типографию». Он отверг точку зрения, утверждавшую, что Земля – шар, и предпочел более старую концепцию плоской земли в форме диска, окруженного океаном. Вплоть до X в. некоторое оживление в создании карт наблюдалось



Рис. 39. Фрагмент рукописной карты Китая Чжу Сыбеня (начало XIV в.), изданной в виде атласа между 1536 и 1566 гг. (см. цв. вкладку)

лишь в монастырях, где для иллюстрации богословских трудов помещались небольшие по размеру схематичные карты мира – *тваре mundi*, изображавшие Землю в виде круга (монастырские карты). Это так называемые карты Т-О типа, на которых поверхность Земли изображалась состоящей из дискообразной суши, окружённой океаном (буква О). Суша изображалась разделённой на три части Европу, Азию и Африку. Европу от Африки отделяло Средиземное море (нижняя часть буквы Т), Афики от Азии река Нил (правая часть перекладины Т), а Европу от Азии река Дон (Tanais) (левая часть перекладины Т) (рис. 40).

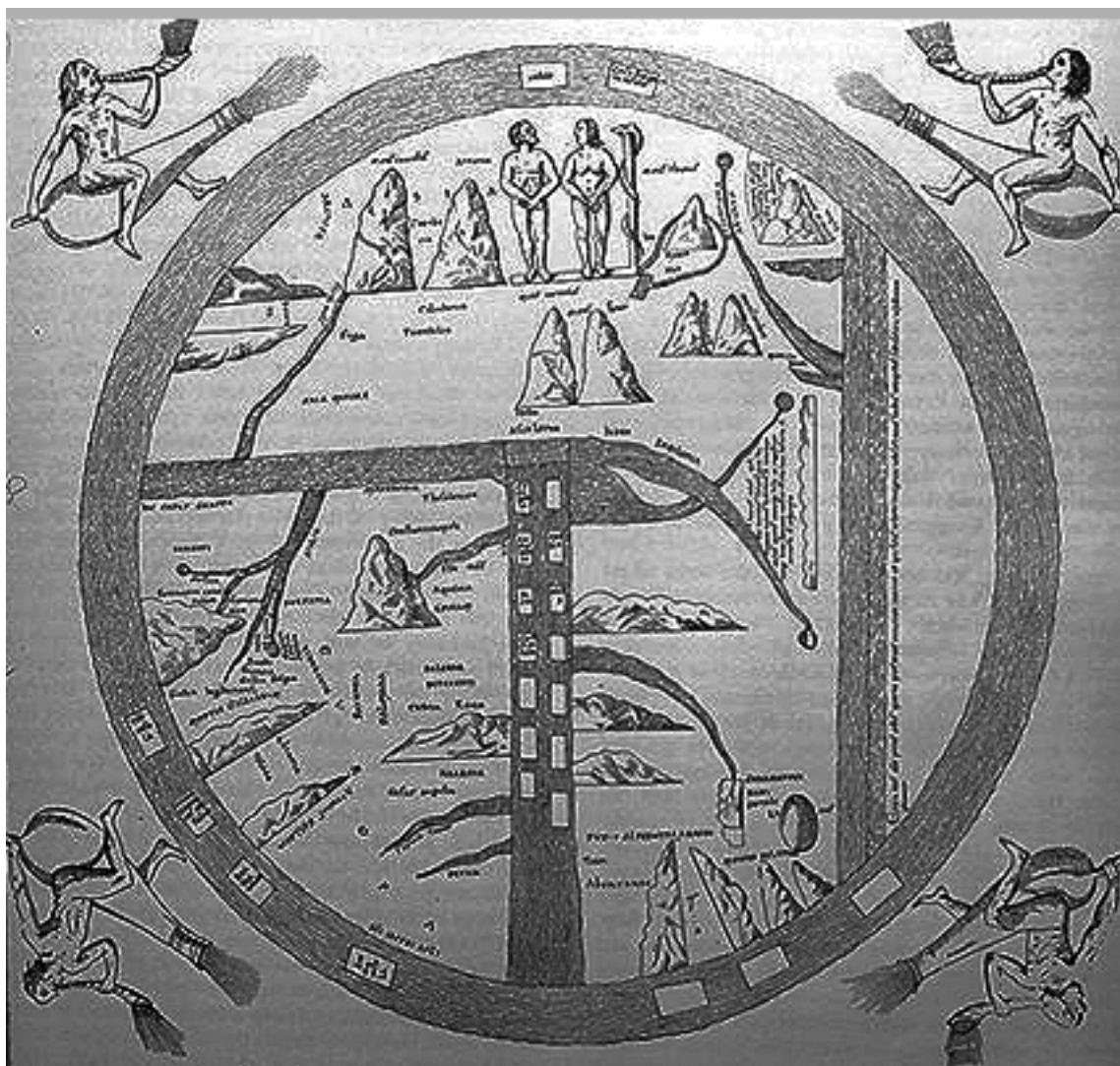


Рис. 40. Карта мира священника Беата Лиебанского (730–798 гг.)
из сочинения «Толкование на Апокалипсис»

На фоне упадка географии и картографии в Европе в период раннего средневековья успешно развивалась арабская картография. Здесь, в Багдаде, в IX в. была переведена на арамейский, а затем на арабский язык «География» Птолемея. Карты арабских и армянских ученых отличались большей реалистичностью по сравнению с европейскими

монастырскими картами. А карты арабских географов превзошли даже карты Птолемея в отношении изображения картины мира.

Мухаммед бен Муса аль-Хорезми заложил первый камень арабской географической науки. Его «Книга очертаний Земли» («Китаб сурат аль ард»), написанная в первой половине IX в., продолжает, а в чем-то и уточняет открытия Птолемея. Полагают, что аль-Хорезми создал свой труд, равно как и знаменитую планисферу, совместно с другими учеными по просьбе халифа аль-Мамуна. К несчастью, большинство карт, в составлении которых принимал участие аль-Хорезми, утеряно. До нашего времени сохранились лишь четыре из них. Это самые древние из известных нам арабских карт.

В X в. самым известным из арабских картографов был Абул Хассан Али аль-Масуди. Он родился в Багдаде и провел свою молодость в путешествиях, посетив Индию, Цейлон, Южно-Китайское море, Малую Азию, Сирию, Палестину, Занзибар, Мадагаскар и Оман. Аль-Масуди, должно быть, был знаком с большей частью имевшейся тогда географической литературы. Он упоминает многие работы, которые не дошли до нашего времени. Его главный труд «Промывальни золота и рудники самоцветов» носит обобщающий характер. Созданная им планисфера мира является одной из наиболее точных арабских карт того времени. Он считал, что Земля – шар, и расширил границы известного тогда мира, прибавив два континента: один в южных морях, а второй – для симметрии – в другом полушарии.

Золотой век арабской картографии, которая начала развиваться в IX в., приходится на десятое столетие (4 век Хиджры), когда была создана серия карт «Атлас мусульманского мира», тесно связанная со многими трудами о «дорогах и царствах». Методология описания мусульманского мира была предложена выходцем из Балха (аль-Балхи), затем продолжена и расширена персидским ученым из Ирана (аль-Истахри), чьи работы в свою очередь послужили основой для Ибн Хаукаля, географа и великого путешественника, родившегося в Багдаде, который их пересмотрел, исправил и существенно расширил.

В этих картах не было ничего общего с птолемеевскими моделями. «Атлас мусульманского мира» по-прежнему включал располагавшиеся в строго определенном порядке 21 карту, первая из которых представляла собой сферическое изображение всего мира (рис. 41). Далее следовали шесть карт, изображавших Аравию, Персидское море, Магриб, Египет, Сирию и Средиземноморье. Последние четырнадцать карт относились к центральной и восточной частям мусульманского мира. Задача заключалась в том, чтобы представить мир (речь шла исключительно о мусульманском мире) таким, каким его видели аль-Истахри и особенно Ибн Хаукаль, который говорил: «и я подробно описал страны ислама, провинция за провинцией, район за районом, округ за округом».

Деятельность этих картографов была главным образом сосредоточена на восточной части мусульманского мира, но и западная его часть также не была забыта. С мусульманским западом связан последний период мусульманской картографии, представленный трудами аль-Идриси (1100 – ок. 1165 гг.). После обучения в Кордове аль-Идриси обосново-

вался на Сицилии, где король Роджер II заказал ему огромную планисферу, а также подробный комментарий к ней. На планисфере был показан весь земной шар во всем его разнообразии. По словам самого географа, там были изображены все «регионы со своими странами и городами, реки, земли и моря, дороги, указаны расстояния и все, что там можно увидеть». Вся работа заняла 15 лет. Карта представляла собой серебряную пластину размером, вероятно, 3,5 x 1,5 м; позже, в 1160 г., эта пластина попала в руки разъяренной толпы и была разбита на куски. В 1154 г. было завершено составление книги на латинском и арабском языках – «Развлечение тоскующего о странствии по областям» («Китаб нузхат аль-муштак фи и хтирак аль афак»), более известном как «Книга Рожера» («Китаб Руджар»), а также карты, нарисованной на 70 листах, и небольшой круглой карты мира (рис. 42). Согласно арабским источникам, в 1161 г. аль-Идриси составил более подробные текст и карту (рис. 43).

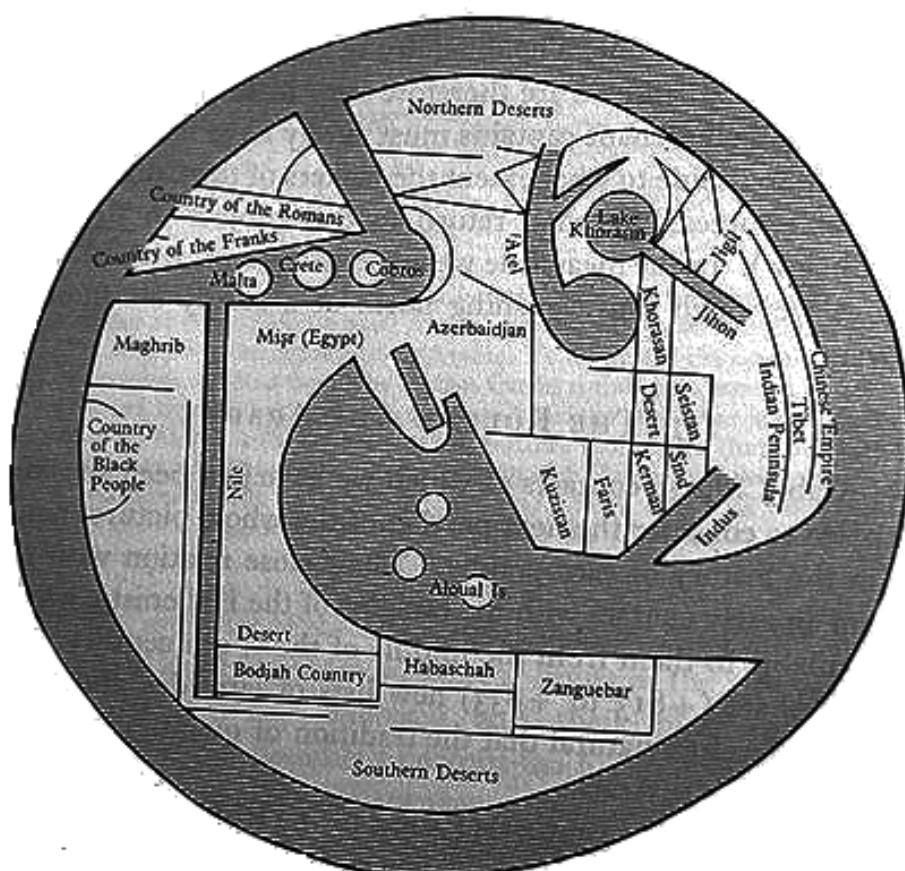


Рис. 41. Карта мира арабского картографа аль-Истахри (934 г.)

Этот труд помог западным географам расширить свои знания, а португальским первооткрывателям XV в. – исследовать новые земли. Для аль-Идриси Земля была «круглая, как мяч», «к ней естественно примыкала вода», «земля и вода находились в космосе в подвешенном состоянии, подобно желтку внутри скорлупы».

В период позднего средневековья некоторый подъем в развитии картографии намечается и в Европе. Распространение в Средиземноморье с X–XI веков компаса

и потребности торгового мореплавания вызвали здесь появление в конце XIII в. первых навигационных карт – *карт-портоланов*, или компасных карт. Их родиной считается Каталония. Первый дошедший до нас портолан – Пизанская карта – датируется 1296 годом.



Рис. 42. Круглая карта мира аль-Идриси 1154 г.

Особенностью этих карт являлось наличие на них линейного масштаба и специальных компасных линий. Создатели портоланов – итальянские, испанские и португальские мореплаватели, еще не знали картографических проекций и градусной сетки. На картах-портоланах подробно изображалась береговая линия Средиземного и Черного морей, указывалось много географических названий, а в ряде точек наносились компасные сетки содержащие до 32 румбов для ориентирования и прокладки курса судна. Это позволяло не только ориентироваться в пути, но и измерять расстояния.

Портоланы имели художественно выполненные картуши с текстами обычно на латыни, изящные масштабные шкалы (часто в разных системах мер – испанских, немецких, французских милях), декоративные фантастические рисунки и рамки. Наиболее известный образец портоланов – Каталонский Атлас (The Catalan Atlas (eng), El Atlas Catalán (esp)) созданный на Майорке в 1375 г., являвшейся в то время картографическим центром Европы. Составители, известный картограф Авраам Крескес (Cresques Abraham, ? – 1381 г.) и его сын Иехуда (Jehuda Cresques, 1350–1427 гг.), по заказу принца Хуана Арагонского и его отца Педро IV Арагонского, для подарка будущему королю Франции Карлу VI Безумному.

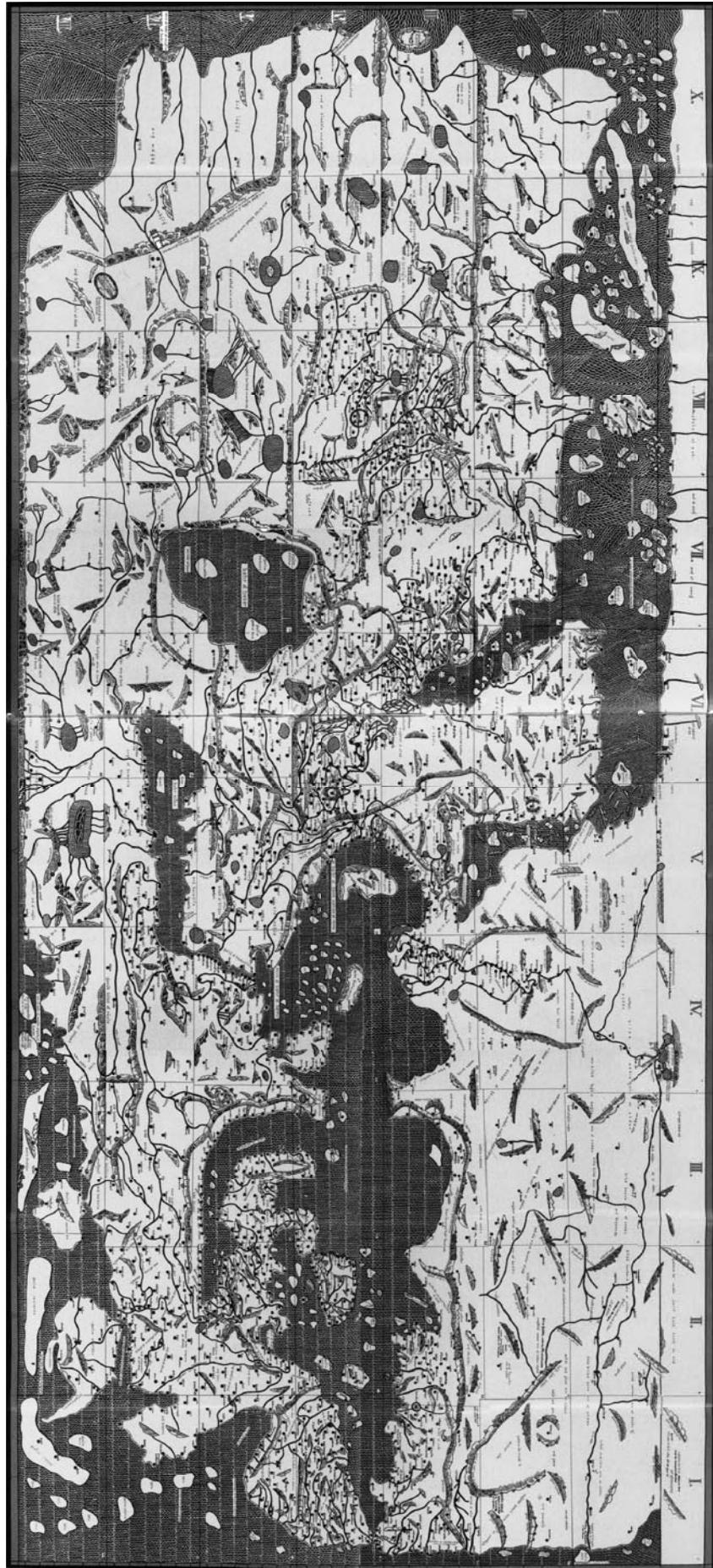


Рис. 43. Карта мира аль-Идриси (около 1161 г.) (см. цв. вкладку)

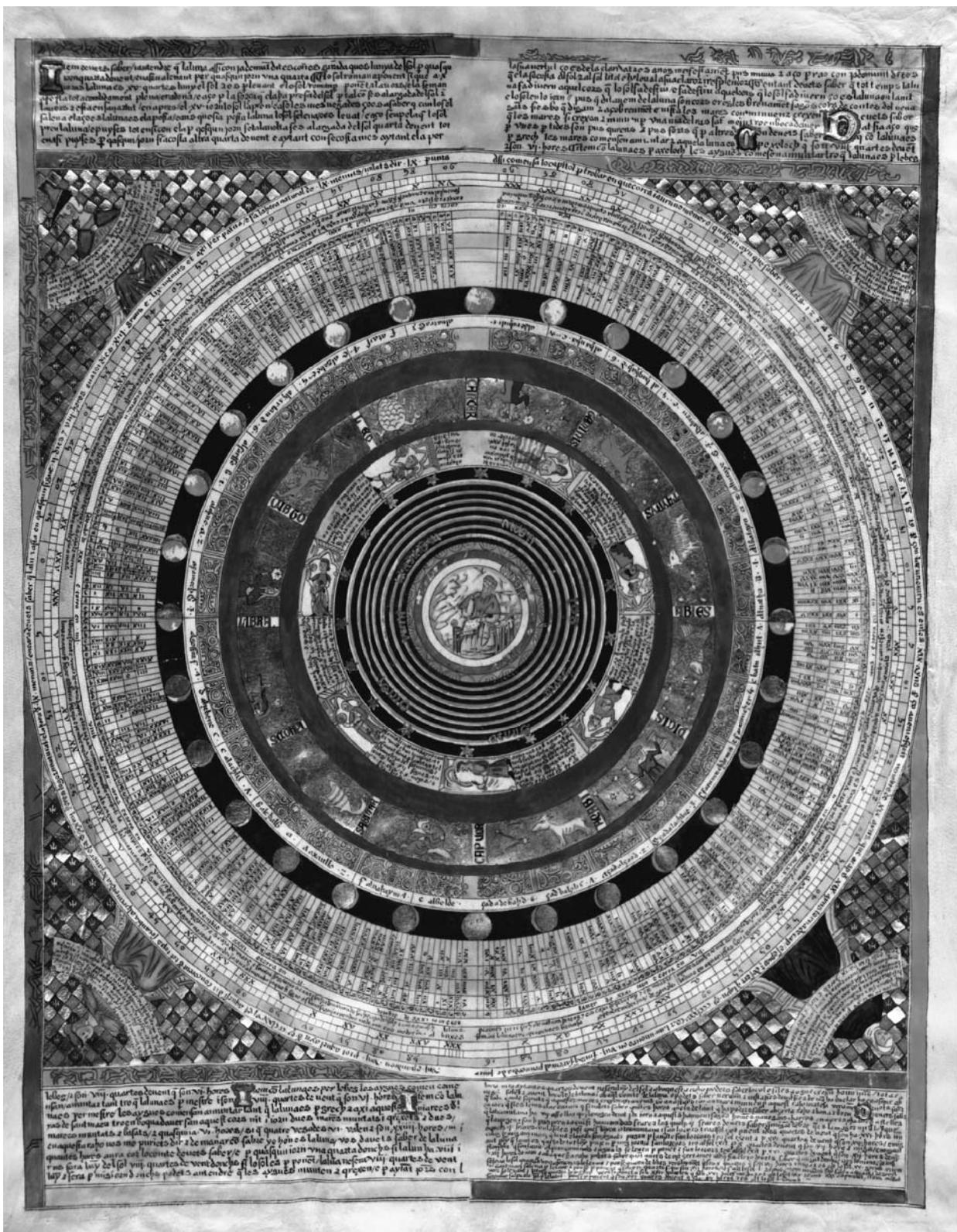


Рис. 44. Каталонский атлас 1375 г. Календарь (лист № 2) (см. цв. вкладку)

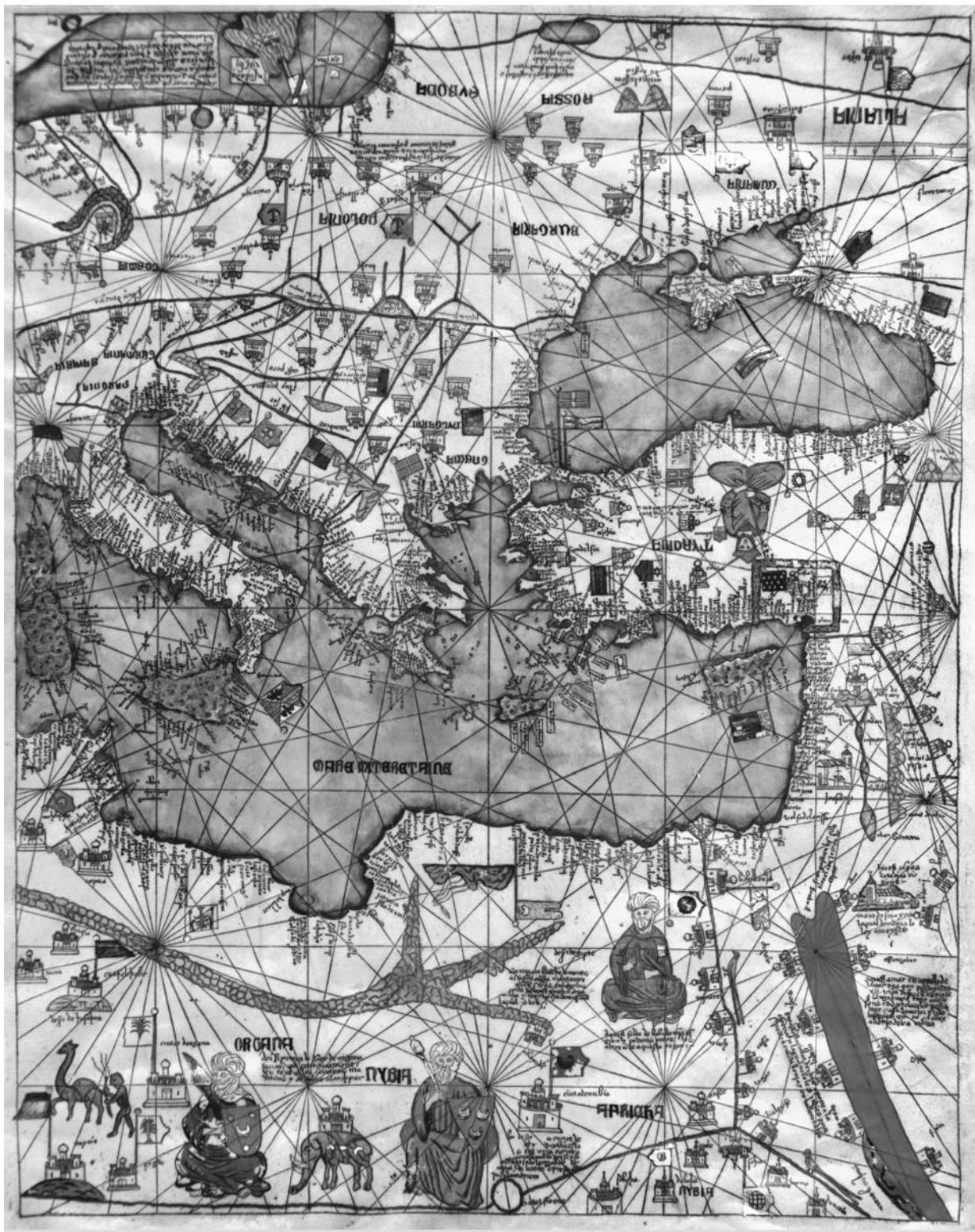


Рис. 45. Каталонский атлас 1375 г. Восточная Европа (лист № 4) (см. цв. вкладку)

Атлас состоит из шести листов пергамента, которые впоследствии были разрезаны пополам и натянуты на деревянные щиты. Первые два листа посвящены вопросам космографии, астрономии (рис. 44) и астрологии (в частности, отмечается сферическая форма Земли) и в них приведены практические советы мореплавателям. Четыре последних листа атласа представляют собой развёрнутую карту-портолан с информацией о заморских странах по Марко Поло и Джону Мандевиллю (рис. 45).

С XV в. развитие картографии в Европе пошло стремительными темпами, обусловленное тремя основными причинами – турецкой оккупацией Константинополя, изобретением книгопечатания в Европе и началом эры Великих географических открытий. Портоланы уже не могли уже удовлетворять потребностям моряков, и они были заменены сначала глобусами (XV в.), а затем морскими картами, позволяющими определять местоположение корабля по географическим координатам.

6.3. Картография западной Европы в XV–XVIII вв.

По сравнению с эпохами Древнего мира (около 5000 лет) и Средневековья (около 1000 лет) эпоха Возрождения, охватившая около трех столетий (XIV–XVI вв.), представляется очень кратким периодом времени мировой истории. Но по количеству гениальных произведений искусства и научных достижений эпоха Возрождения, возможно, превосходит тысячу лет предшествующих эпох. Не стала исключением и картография.

В середине XIV в. началась эпоха Великих географических открытий (путешествия Васко да Гама, Колумба, Магеллана и др.) Благодаря им, уточнялись и исправлялись карты, составленные Птолемеем. Во второй половине XV в. картография стала процветать в богатых итальянских городах. Затем, во второй половине XVI в., центром западноевропейской картографии становятся Нидерланды. Город Антверпен после изобретения книгопечатания – крупнейший центр картографического производства. Здесь получают распространение систематические собрания карт, выполненные по аналогии с собранием карт Птолемея. Получило широкую известность неоднократно переиздававшееся в Амстердаме собрание карт Абраама Ортелия (1570 г.) под названием «Обозрение шара земного» (*Theatrum Orbis Terrarum*) (рис. 46).

Неоценимую роль в развитии картографии XVI в. сыграл фламандский картограф *Герард Меркатор*. Меркатор проанализировал имеющиеся в то время картографические материалы и создал собрание карт, названное им «Атласом» (рис. 47). С тех пор для собраний карт подобного рода употребляется такое название. Атлас Меркатора отвечает практически всем требованиям, предъявляемым к таким картографическим произведениям современной картографии. Неоценима роль Меркатора в области математической картографии. Он разработал несколько картографических проекций, а его равноугольная цилиндрическая проекция, в которой линии равных курсов изображаются в виде прямых, с тех пор применяется для мореплавания.



Рис. 46. Карта Тихого океана Абраама Ортелия (1589 г.) (см. цв. вкладку)



Рис. 47. Карта полярных областей Герарда Меркатора («Атлас» 1595 г.) (см. цв. вкладку)

Вслед за первым атласом в Амстердаме издаются и другие. Они представляли собой объемные многотомные картографические произведения, содержащие помимо карт, географические и исторические описания. Начинают создаваться первые атласы специального содержания и назначения. Среди них большое распространение получил неоднократно переиздававшийся двухтомный морской навигационный атлас Вагенера (1585 г.), явившийся первым печатным морским атласом. Помимо изложения сущности навигации, первый том содержал Генеральную карту Западной Европы в равнопромежуточной цилиндрической проекции, снабженную компасными розами и линиями, также были представлены карты Европейских берегов. Второй том содержал карту берегов Северного и Балтийского морей. Эти карты не имеют градусной сетки, но снабжены компасными розами и масштабами, в некоторых местах показана глубина моря. В 1608 г. в Нидерландах вышел в свет атлас Блау (рис. 48), который в течении XVII в. неоднократно переиздавался.

XVII век – значительная веха в истории развития картографического дела. В это время возникает потребность в более точных картах для территорий, сформировавшихся в XVI в. крупных феодальных государств. С этой целью в ряде стран Европы начинают проводить крупномасштабные топографические съемки. Правда, проводились они первоначально с помощью простейших инструментов (компаса, мерного шнура и колеса по дорогам). Положение объектов определялось на глаз. Карты на основе таких измерений были весьма схематичными и не отличались высокой точностью.

Изобретенная Галилеем астрономическая зрительная труба (1609 г.) была заимствована для создания геодезических угломерных и дальномерных инструментов. Первые градусные измерения были произведены в 1616 г. голландским ученым Снеллиусом на основе изобретенного им способа триангуляции. Метод триангуляции позволил вычислить длины дуг меридианов и определить координаты пунктов геодезической сети. К этому же времени была изобретена мензула. Использование более совершенных геодезических приборов позволило создать точные топографические карты, карты на геодезической основе.

В XVIII в. триангуляционные работы уже носят плановый государственный характер. В это же время отправляются экспедиции в разные широты планеты с целью установления истиной фигуры Земли. В первой половине XVIII в. Парижской Академией наук были направлены в Перу и Лапландию геодезические экспедиции, которые произвели там градусные измерения, подтвердившие правильность идеи о сфероидичности Земли и доказавшие обоснованность закона всемирного тяготения. В середине XVIII в. французский учёный А. Клеро разработал основы теории фигуры Земли и обосновал закон изменения силы тяжести на земном сфериоде в зависимости от географической широты. Эпоха открытия закона тяготения и упомянутых геодезических экспедиций явилась эпохой становления геодезии как самостоятельной науки о фигуре Земли и методах её изучения. В конце XVIII в. во Франции П. Мешен и Ж. Деламбр измерили дугу меридиана от Дюнкерка до Барселоны для установления длины метра как 1 : 10 000 000 часть четверти Парижского меридиана.

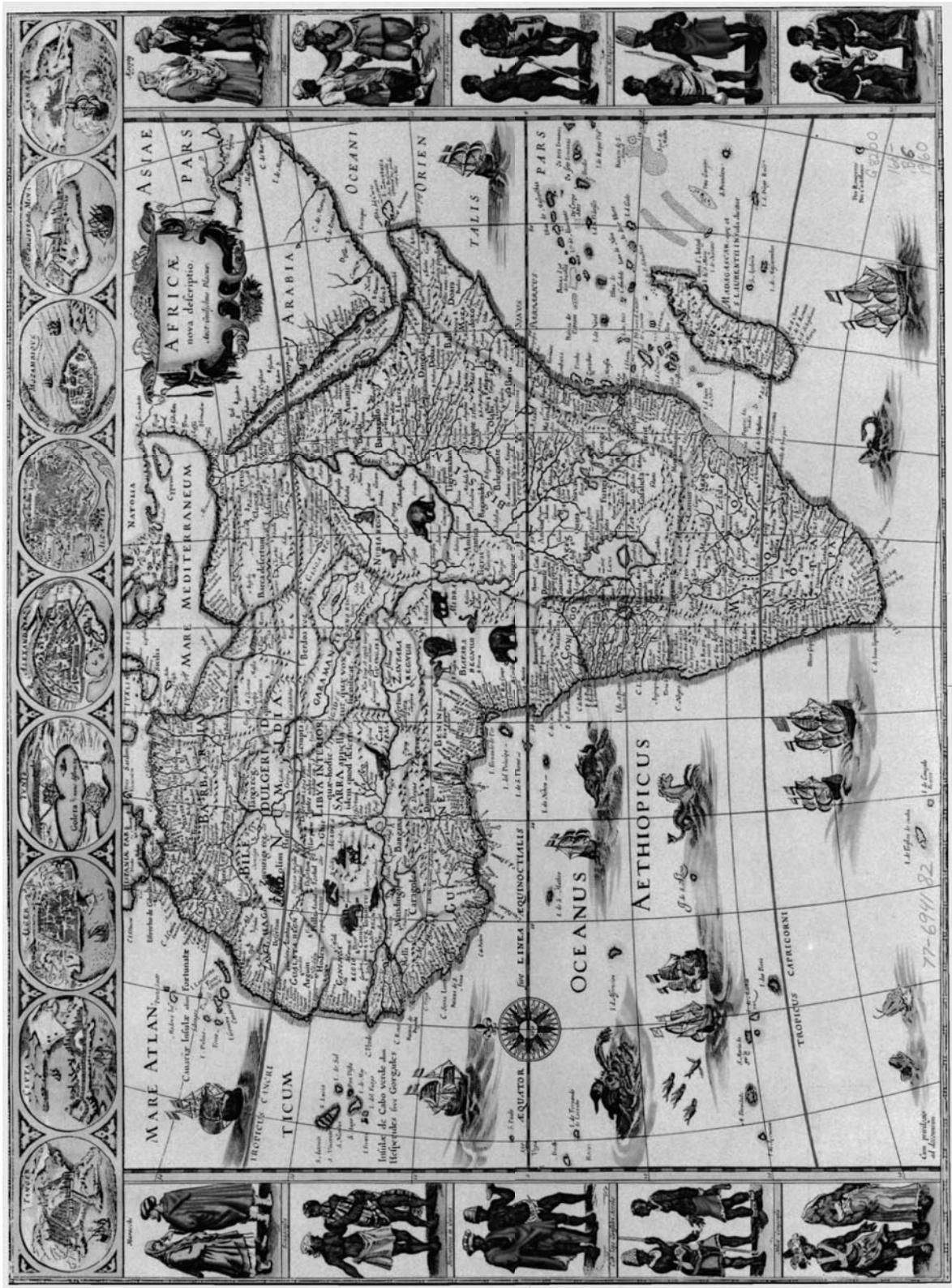


Рис. 48. Карта Африки из морского Атласа Блай (Нидерланды, 1608 г.) (см. цв. вкладку)

В это же время совершенствуются способы изображения элементов содержания карт. В частности, при изображении рельефа происходит переход от перспективного способа к штриховому, а затем к его изображению при помощи горизонталей.

6.4. Картография России

Из сохранившихся летописных сводов следует, что в древнерусском государстве, занимавшем огромную территорию, существовали достаточно четкие представления о расположении земель, городов, границ и путей сообщения. Первые географические описания славянских земель и племен можно найти в трудах летописцев XI–XII вв. и велись они не по княжествам, а по рекам. Дальнейшее изучение Руси отражено в дорожных и межевых книгах. Однако сведений о наличии специальных карт до начала XV века не обнаружено.

С образованием Московского государства, централизацией управления и активизацией внешней политики для обеспечения практических нужд власти потребовались и различные карты. И здесь проявился особый, отличный от Западной Европы путь развития российской картографии. Если в средневековой Европе центрами географического осмыслиения пространства являлись монастыри, где создавались и гравировались карты и атласы, то в России государство монополизировало процесс картосоставления.

Потребность изучения страны вызвало необходимость создания карт на различные ее территории, которые в те времена назывались *чертежами*. Составление таких чертежей всячески поощрялось государством и осуществлялось служилыми людьми, казаками, промышленниками непосредственно в полевых условиях. Российские «географические чертежи» с обширными текстовыми описаниями были не менее информативны, чем карты составленные в Западной Европе, что позволяло иностранным путешественникам использовать их при составлении обзорных карт Московского государства. К сожалению, с течением времени сами чертежи были утрачены, но остались их описи, по которым можно судить о картографической изученности государства того времени. В XV и XVI вв. в России уже имелись многочисленные достаточно подробные планы городов и пограничных крепостей, границ с соседними территориями и менее подробные схематичные чертежи внутренних обширных районов страны.

Разнообразию и многочисленности картографических работ, выполнявшихся в XVI веке в связи с военными, административными, хозяйственными и дипломатическими надобностями свидетельствует опись архива Ивана IV, составленная около 1575 г. Она перечисляет несколько ящиков с находившимися в них «чертежами» – картами, отдельные из которых относились к первой четверти XVI века, но большинство было создано благодаря активной внешней политике Ивана IV, в частности Ливонской войной и завоеванию Казанского царства. Изготовление чертежей побуждалось Москвой и выполнялось местной администрацией, посыпавшей служилых людей для непосредственного описания местности. Первая сводная карта Русского государства была составлена в начале XVI в.

Величайшим достижением русской картографии XVI в. (1627 г.) явился «*Большой Чертеж всему Московскому государству*» и «*Чертеж полю до Перекопи*» – пути из Москвы в Крым, представлявший собой по существу обзорную карту государства вплоть до р. Оби, и к обоим была составлена «Книга Большому Чертежу» – важнейший историко-географический памятник, включающий подробное описание рек, морских берегов, обширные сведения о народах, населяющих страну, списки городов и селений, расстояния между ними и многое другое. Сам «*Большой Чертеж...*» был утрачен, но «*Книга...*» сохранилась в нескольких копиях.

Активное освоение Сибири русскими землепроходцами, начавшееся в конце XVI в., сопровождалось составлением географических описаний и чертежей посещаемых и освиваемых ими земель и поселений. В 1667 г. по указу государя Алексея Михайловича стольник и тобольский воевода Петр Годунов подготовил чертеж «за свидетельством всяких чинов людей, которые... и городки, и остроги, и урочища, и дороги, и земли знают подлинно, и какие ходы от города до города да от слободы до слободы, и до которого места... сколько дней и сколько верст езду, и где меж слобод Тобольского уезда построить... воинских людей..., какие крепости и по сколько человек в которой крепости посадить драгун, к которой крепости сколько ходу дней и недель степью и водами ж до Китая...». Так старинная рукопись рассказывает о первой сводной карте Сибири, долгое время считавшейся безвозвратно утраченной. Именно ее составители ввели систему условных обозначений – «знаки, по чьему узнавать в чертеже города и остроги, и слободы, и реки, и озера, и волости, и зимовья, и кочевья».

Безусловно, итогом развития отечественной картографии допетровской Руси стало творчество Семена Ульяновича Ремезова, автора работ по географии и истории Сибири. В 1699–1701 гг. С. У. Ремезов вместе со своими сыновьями подготовил «*Чертежную книгу Сибири*» (рис. 49), источниками которой послужили прежние работы, географические рукописи и опросы «сведущих людей». Она содержала общую и этнографическую карты указанной территории, чертежи «северных» и «бездводных» земель, планы 18 уездов и города Тобольска, данные по измерению расстояний и т. д., всего 23 карты большого формата. В 1882 г. этот первый отечественный атлас издала Императорская археологическая комиссия.

Реформы Петра I затронули практически все стороны жизни общества. Существовавшая система географического описания и картографирования не отвечала потребностям страны. Царь-реформатор придавал особое значение созданию точных карт российского государства, что было специально подчеркнуто в отдельной главе «*О ландкартах и чертежах государственных*» Генерального Регламента 1720 г.: «...надлежит каждой коллегии иметь партикулярные ландкарты или чертежи, которые по времени изготовлены быть имеют именно: описать все границы, реки, города, местечки... и прочее». Развернувшиеся государственные геодезические съемки были призваны дать четкое представление о территории всей страны.

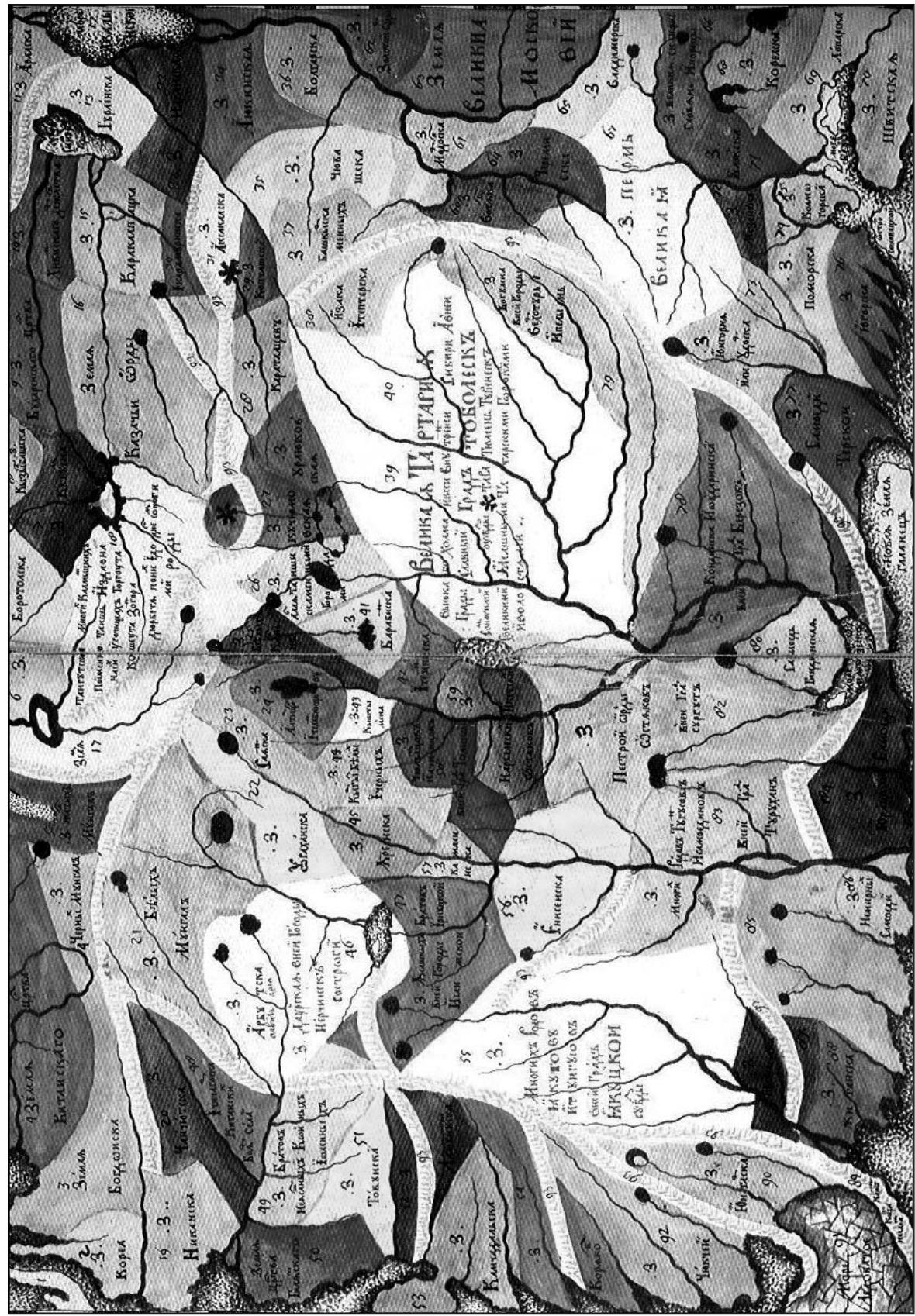


Рис. 49. Чертежная книга Сибирии С. У. Ремезова (лист 23). Расселение народов Сибири и соседних регионов (см. чв. вкладку)

Первые в России инструментальные съемки были выполнены в 1696 г. в связи с Азовскими походами Петра I. В 1699 г. вице-адмирал Корнелий Крюйс произвел гидрографические и съемочные работы на р. Дон, на основе которых составил атлас «Прилежное описание реки Дону или Танаиса...», позднее отпечатанный в Амстердаме. По этим же материалам была составлена и в 1701 г. отпечатана в Москве карта «Восточная часть моря Палус Меотис...», ставшая первой печатной морской картой, составленной по русским материалам. Указанные работы положили начало русской научной картографии.

Осуществление намеченного Петром I экономического подъема страны побудило к расширению географического изучения и картографирования территории государства, подготовки отечественных кадров геодезистов и картографов. В соответствии с указом Петра I в 1701 г. была налажена систематическая подготовка геодезистов (съемщиков) в Московской математико-навигацкой школе, а позже в Морской академии в Санкт-Петербурге, где в 1716 г. был учрежден специальный геодезический класс.

Планы Петра I предусматривали широкомасштабные съемки территории страны, для создания генеральной карты Российской империи. С этой целью уже с 1715 г. в различные районы страны посыпались геодезисты, а в конце 1720 г. особым указом Сената было положено начало государственной съемки всей территории государства. Съемки продолжались до 1744 г. и охватили более 200 уездов из 285 существовавших по административному делению страны того времени.

Руководство съемочными работами возлагалось на талантливого русского географа и картографа обер-секретаря Сената И. К. Кирилова. Первоначально он предполагал создание трехтомного (по 120 листов каждый) атласа Российской империи. Однако удалось составить лишь 37 карт, а напечатать 32. Кириловым была также составлена и в 1734 г. издана «Генеральная карта Российской империи» – первая обзорная карта страны.

С 40-х гг. и до конца XVIII в. основная роль в картографировании страны принадлежала Академии наук России. В 1726 г. правительство возложило на Академию наук составление атласа России, однако первым академическим изданием стал учебный «Атлас сочиненный к пользе и употреблению юношества...» 1737 г., одновременно явившийся первым русским атласом мира. К ранним картографическим работам Академии наук относится впервые выполненный по материалам геодезических съемок план Санкт-Петербурга 1737 г. В 1739 г. при Академии наук был учрежден Географический департамент, в дальнейшем игравший роль основного картографического учреждения страны. Именно там был создан вышедший в свет в 1745 г. известный «Атлас Российской, состоящий из 19 специальных карт, представляющих Всероссийскую Империю с пограничными землями» (рис. 50, 51), в создании которого принимал участие Леонард Эйлер, составленный по материалам инструментальных съемок и новых астрономических наблюдений. Шесть листов в атласе отвели Сибири и Дальнему Востоку – бассейнам рек Печора, Обь, Енисей и Иртыш, части «Ледяного моря» с устьем реки Лена и Якутским уездом; Иркутской провинции и «морю Байкал», устью реки Амур и большей части Камчатки с островами.



Рис. 50. «Атлас Российской...» 1745 г. Обзорная карта Российской Империи (см. цв. вкладку)

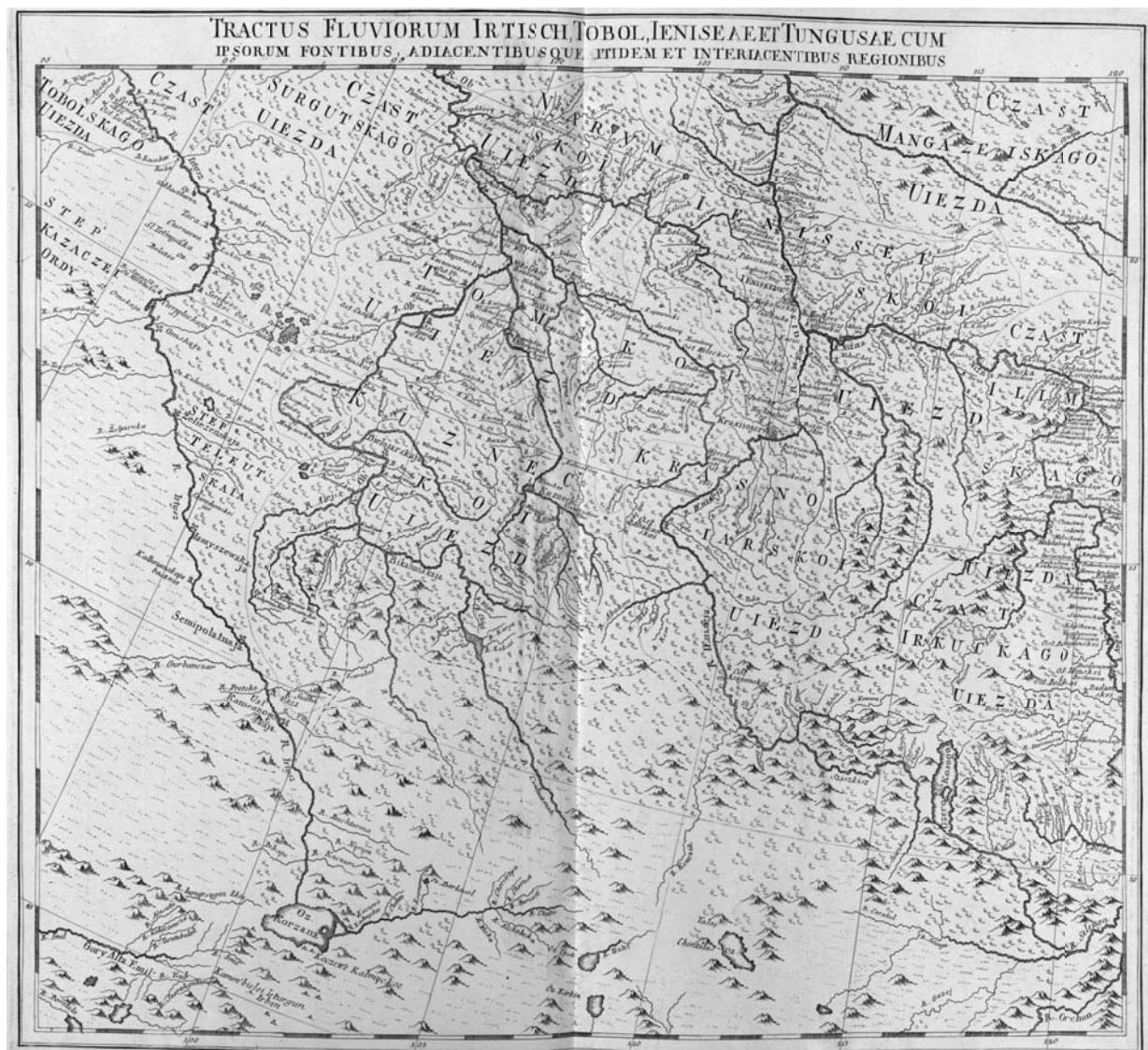


Рис. 51. «Атлас Российской...» 1745 г. Лист 15. Иртыши, Тобол, Енисей (см. цв. вкладку)

Издание этого капитального произведения поставило Россию на одно из ведущих мест в Европе в области географических знаний (нечто подобное имела только Франция). Императрица Елизавета Петровна весьма высоко оценила труд создавших его геодезистов и картографов, пожаловав им в 1752 г. потомственное дворянство.

С 1763 г. в России по указу Екатерины II развертываются работы по Генеральному межеванию земель, материалы которого собираются в Межевой экспедиции Сената. С 1773 по 1785 гг., в соответствии с новым положением о губерниях, происходит реорганизация всего административно – территориального устройства государства. Межевание носило сплошной характер, съемки выполнялись по уездам. Однако, вне его остались Сибирь, большая часть Архангельской области, а также западная и юго-западная окраины страны. Результаты работ огромного штата землемеров из армейских офицеров послужили исходными материалами для создания рукописных планов в масштабе 1:8400. В целом съемочные работы генерального межевания продолжались 122 года.

В 1786 г. возникает новое картосоставительское учреждение – Географический департамент при кабинете Ее Императорского Величества. Деятельность этого департамента знаменательна работами А.М. Вильбрехта, в частности, изданным под его руководством фундаментальным «Атласом Российской империи...» 1792 г., рядом учебных карт и атласов.

К концу XVIII в. в стране резко возрастает потребность в детальных и точных картах для военных целей. Император Павел I, проводя реформу вооруженных сил, заложил основы военной топогеодезической и картографической службы России. На начальном этапе реорганизации военно – топографической службы наиболее логичным представлялось использование богатого картографического наследия прошлого, а кадры будущих картографов рекрутировались из чинов Инженерного корпуса. В созданных Павлом I «Свите Его Императорского Величества по Квартирмейстерской части и Собственном Е.И.В. Депо карт» четко просматриваются черты будущих специализированных военных и гражданских топогеодезических и картографических служб и фондов, окончательно сформировавшихся в XX веке. Безусловно, важной работой Депо, начатой при Павле и завершенной при Александре I, стала «Подробная карта Российской империи и близлежащих заграничных владений...», известная как «столистовая» (рис. 52). Она оказалась уникальной русской картой периода «наполеоновских» войн по информационному насыщению и охвату территории. Изданная на русском и французском языках, карта использовалась обеими сторонами в кампании 1812 года.

С 1816 г. Военно-топографическое Депо приступает к работам по созданию триангуляционной сети, а в 1819 г. уже начинаются крупномасштабные топографические съемки на полученной геодезической основе на огромной территории России. Главным научно обоснованным методом картографии стал метод последовательного уменьшения и генерализации крупномасштабных карт для создания сводных мелкомасштабных карт. Этот метод оставался ведущим в картографии до последнего времени, и только с появлением космических аппаратов, позволяющих делать фото- и телевизионные снимки больших участков земной поверхности, ученые-картографы получили возможность работать с реальным отображением земли. В XIX веке по материалам этих инструментальных съемок Корпусом военных топографов была сначала составлена и издана «Специальная десятиверстная карта Европейской России» (так называемая десятиверстная карта Федора Федоровича Шуберта), в 70-х годах – новая десятиверстная карта Ивана Афанасьевича Стрельбицкого, а в конце века начали печататься *трехверстные карты Юго-Западного и Западного пограничных пространств* и двухверстная карта Кавказа. Рельеф на карте еще изображался способом штрихов. Однако для большей объективности передачи рельефа равнинной части территории была разработана особая шкала штрихов.

В XIX в. начинает развиваться тематическая картография. Этому во многом способствовали успехи и достижения в естественно-географических областях знаний. Большое теоретическое и практическое значение имели работы В. В. Докучаева по почвоведению

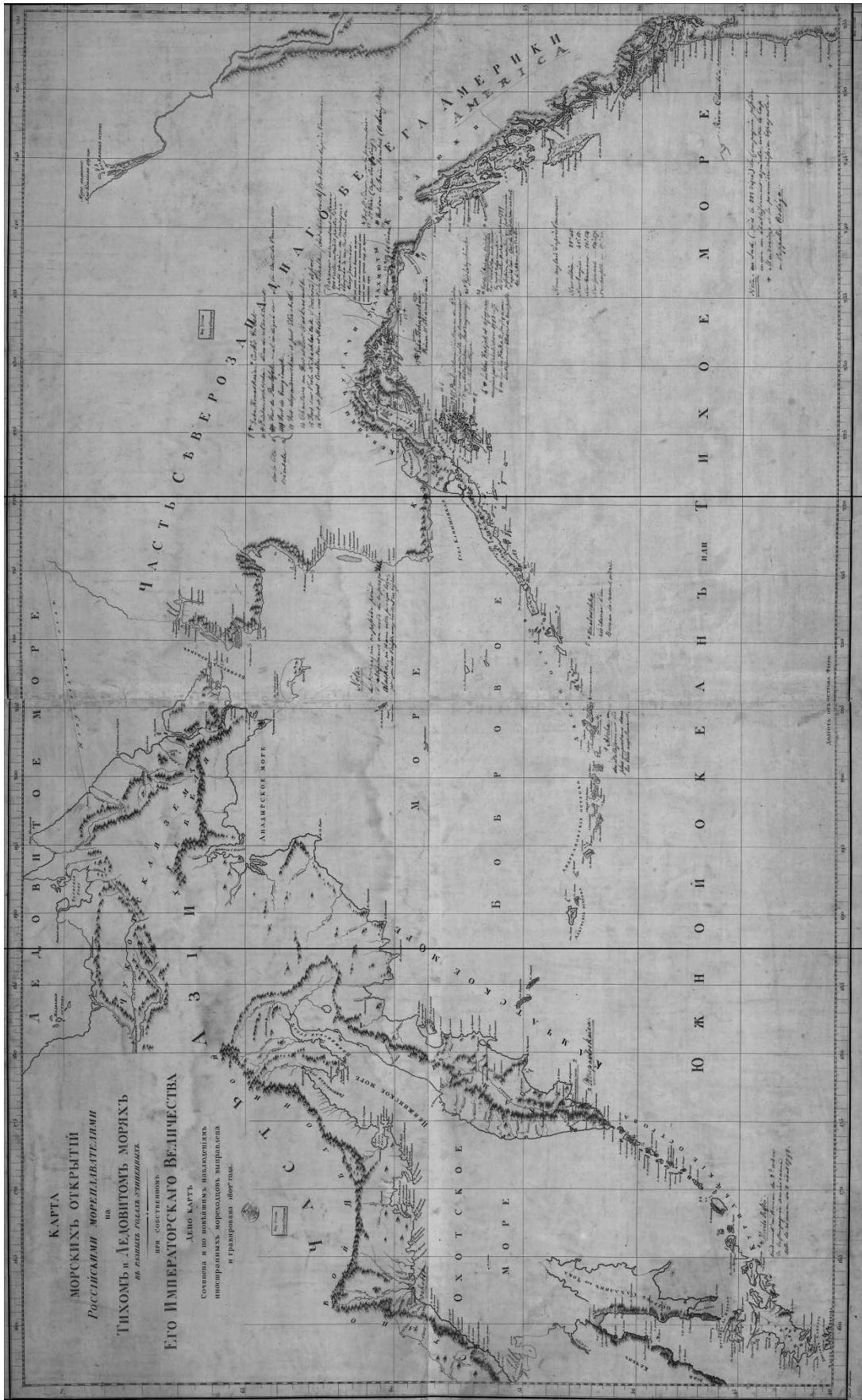


Рис. 52. Карта морских открытий Российских мореплавателей (Дело карт 1802 г.) (см. чв. вкладку)

и, в частности, разработанная им генетическая классификация почв. Высокое признание получила *гипсометрическая карта Европейской России*, созданная выдающимся картографом А. Л. Тилло. Она обеспечила правильное представление о строении рельефа этой обширной территории. Основанный в 1882 г. Геологический комитет обеспечил геологическое картографирование страны. Несколько раньше появились социально – экономические карты России (Карта промышленности Европейской России – в 1842 г., Хозяйственно-статистический атлас Европейской России в 1851 г.). Много сделал для составления и издания карт экономики и населения России выдающийся географ XIX в. П. П. Семенов-Тян-Шанский.

Положительную роль в развитии картографии XIX в. сыграли географические общества, в том числе Русское географическое общество, созданное в 1845 г. Обществом организуются многочисленные экспедиции, которые доставляли ценнейшие материалы и сведения, использованные в дальнейшем для создания различных карт и атласов.

В послереволюционное время в России была поставлена задача обеспечения народного хозяйства современными и точными картами. Образовывается высшее геодезическое управление геодезии и картографии (в дальнейшем Главное управление геодезии и картографии – ГУГК при Совете Министров), происходит становление специального топографо-геодезического образования страны.

С 1923 г. для топографических карт были закреплены стандартные метрические масштабы, система разграфки и номенклатуры листов, принята единая картографическая проекция, введена единая система плоских координат и условных знаков для всех топографических карт. В начале 40-х годов завершаются измерения и вычислительные работы по определению параметров эллипсоида под руководством Ф. Н. Красовского.

В предвоенные годы проводятся серьезные работы по математической картографии. Неоценима заслуга в разработке картографических проекций для карт СССР и других территорий Т. Д. Салмановой, М. Д. Соловьева, В. В. Каврайского, Ф. Н. Красовского и др.

В эти же годы был создан ряд капитальных научно-справочных атласов СССР и мира, составивших славу отечественной картографии. Среди них огромный интерес представляет Большой Советский Атлас Мира (БСАМ). В специально созданном научно-исследовательском институте геодезии аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК) активно ведутся разработки вопросов школьной картографии. Используя результаты исследований ЦНИИГАиК, начиная с 1938 г. отечественная картографическая промышленность выпускает школьные карты и атласы для различных школьных курсов географии и истории.

Не приостанавливались работы по созданию топографических карт и во время Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.). Изданые в те годы карты обеспечивали не только нужды народного хозяйства, но и широко использовались в военных целях.

В послевоенные годы перед отечественной картографической службой всталая задача по обновлению топографических карт и восстановлению практически разрушенной геодезической опорной сети. Огромная роль в решении этих сложных и трудоемких задач

принадлежит аэрофотосъемке. Результатом работы явилось завершение к середине 50-х годов сплошного картографирования всей территории страны в масштабе 1 : 100 000. Одновременно проводились съемки и в более крупных масштабах, на основе которых создавались обзорно-топографические карты (1 : 200 000, 1 : 500 000 и 1 : 1 000 000).

В послевоенные годы большие успехи были достигнуты в тематической картографии. Созданные в этот период геологические, почвенные и гипсометрическая карты СССР представляли собой произведения государственного значения. Была издана уникальная серия настенных карт СССР в масштабе 1 : 4 000 000, предназначенная для высших учебных заведений, и до сих пор она является образцом при разработке содержания и оформления близких по тематике карт.

Весомый вклад в развитие тематического экономико-географического картографирования внес основатель отечественной экономической картографии Н. Н. Баранский (1881–1963 гг.). В своих трудах, опубликованных в 30-е годы, он сформулировал основные принципы разработки содержания и анализа экономических карт, которые и до настоящего времени остаются актуальными.

Послевоенный период отечественной картографии характеризуется развитием комплексного картографирования путем создания серий взаимосвязанных тематических карт на единой географической основе, дающих разностороннюю, комплексную характеристику картографируемой территории.

Среди атласов, созданных в 60-е – начале 70-х годов и до сих пользовавшихся спросом, следует отметить *Морской атлас*, *Физико-географический Атлас Мира (ФГАМ)*, *Атлас океанов и др.* Примером реализации принципа комплексного картографирования, является *Географический атлас для учителей средней школы*, первое издание которого было осуществлено в 1954 г. Этот атлас неоднократно переиздавался и до настоящего времени широко применяется не только как справочное пособие учителями географии средней школы, но и как учебное пособие при обучении студентов географической специальности в педагогических вузах. Разработанные принципы комплексного картографирования были положены также в основу *региональных научно-справочных и краеведческих атласов*, которые дают разностороннюю характеристику территории – ее природы, населению, хозяйству и культуре.

Своими успехами отечественная картография во многом обязана теоретическим разработкам выдающегося ученого-картографа, организатора картографического образования К. А. Салищева (1905–1988 гг.). Первые его научные труды связаны с открытием и картографированием хребта Черского – горной страны на северо-востоке страны, где он работал в 1926 и 1929 – 1930 гг. под руководством С. В. Обручева. Принимал участие в создании Государственной карты масштаба 1 : 1000000, в 1936–1938 гг. заведовал картографическим отделом Института Большого советского атласа Мира, был членом редколлегии и автором ряда карт. Руководил созданием Атласа истории географических открытий и исследований (1959 г.), был членом редколлегий трехтомного Морского атласа (1950–

1953 гг.), Атласа Мира (1954 г.), Физико-географического Атласа Мира (1964 г.), капитального многотомного Атласа океанов (1974 –1980 гг.), возглавлял работы по созданию региональных атласов (Иркутской, Кустанайской, Тюменской областей, Алтайского края и др.), руководил составлением первых в мире серий карт для высшей школы и других замечательных картографических произведений, составивших славу советской картографии и высоко оцененных мировым сообществом картографов. Его теоретические труды составляют фундамент отечественной географической картографии, которую он определил как «системное картографирование природных и социально-экономических комплексов».

Практическая картография новейшего времени характеризуется бурным развитием тематических направлений. Глобальные проблемы современности, в частности, экологическая, охрана окружающей среды, рациональное землепользование и другие нашли свое отражение в картографических произведениях – картах, сериях карт и атласах. Наиболее значительным фундаментальным произведением подобного рода является атлас «*Природа и ресурсы мира*», созданный Институтом географии Российской академии наук в 1999 г.

Для современной картографии особое значение стали иметь технологии оперативного картографирования. Появились новые методы, технологии, направления картографирования, которые привели к возникновению новых типов картографических произведений. Картография стала тесно взаимодействовать с аэрокосмическим зондированием, геоинформатикой и телекоммуникацией. В результате этого тесного сотрудничества появились электронные карты и атласы, анимации, трехмерные картографические модели, которые наряду с традиционными картами широко используются географами, геологами, экологами и другими специалистами в науках о Земле. В конце XX в. формируется новая геоинформационная концепция, согласно которой картография – это наука об информационно-картографическом моделировании и познании геосистем. Карта же рассматривается как образно-знаковая геоинформационная модель действительности.

Появление большого числа новых графических моделей Земли (электронных карт, дистанционных изображений разного вида, мультимедийных и виртуальных, фотокарт) вызвало потребность единого теоретического осмысливания их свойств и формирования общей *теории геоизображений*, основой которой является картография.

Литература

1. Атлас мира [Карты] /сост. и подгот. к изд. ФГУП ПКО «Картография» в 2003 г. – М. : ФГУП ПКО «Картография», 2003. – 360 с.
2. Атлас СССР [Карты] /сост. и подгот. к изд. ГУГК в 1985 г. – М. : ГУГК, 1985. – 260 с.
3. Багров, Л. С. История картографии / Л. С. Багров. – М. : Центрполиграф, 2004. – 320 с.
4. Багров, Л. С. История русской картографии / Л. С. Багров. – М. : Центрполиграф, 2005. – 528 с.
5. Берлянт, А. М. Картоведение / А. М. Берлянт. – М. : Аспект-Пресс, 2003. – 477 с.
6. Берлянт, А. М. Картография / А. М. Берлянт. – М. : Аспект-Пресс, 2002. – 336 с.
7. Браун, Л. А. История географических карт / Ллойд Арнольд Браун. – М. : Центрполиграф, 2006. – 479 с.
8. Географический атлас для учителей средней школы [Карты] / сост. и подгот. к изд. ГУГК в 1985 г. – М. : ГУГК, 1985. – 238 с.
9. Глушков, В. В. История военной картографии в России. XVIII – начало XX в. / В. В. Глушков; – М. : ИДЭЛ, 2007. – 528 с.
10. Грюнберг, Г. Ю. Картография с основами топографии: учебн. пособие для студентов пед. институтов / Г. Ю. Грюнберг, А. В. Гедымин, Н. А. Лапкина, М. В. Студеникин ; под общ. ред. Г. Ю. Грюнberга. – М. : Просвещение, 1991. – 368 с.
11. Колосова, Н. Н. Картография с основами топографии : учебн. пособие для вузов / Н. Н. Колосова, Е. А. Чурилова, Н. А. Кузьмина. – М. : Дрофа, 2006. – 272 с.
12. Комиссарова, Т. С. Картография с основами топографии / Т. С. Комиссарова. – М. : Просвещение, 2001. – 181 с.
13. Кусов, В. С. История познания земель российских / В. С. Кусов. – М. : Просвещение, 2002. – 232 с.
14. Салищев, К. А. Картоведение / К. А. Салищев. – М. : Изд-во МГУ, 1990. – 400 с.
15. Салищев, К. А. Картография / К. А. Салищев. – М. : Высшая школа, 1982. – 272 с.
16. Халугин, Е. И. Цифровые карты / Е. И. Халугин, Е. А. Жалковский, Н. Д. Жданов. – М. : Недра, 1992. – 419 с.
17. Чекин, Л. С. Картография христианского Средневековья. VIII–XIII вв. / Л. С. Чекин. – М. : Вост. литература РАН, 1999. – 336 с.
18. Чурилова, Е. А. Картография с основами топографии : практикум / Е. А. Чурилова, Н. Н. Колосова. – М. : Дрофа, 2004. – 128 с.
19. Южанинов, В. С. Картография с основами топографии / В. С. Южанинов. – М. : Высшая школа, 2001. – 302 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Длины дуг параллелей и меридианов на земном эллипсоиде

Широта ϕ°	Длины дуг в 1°		Широта ϕ°	Длины дуг в 1°	
	параллели	меридиана		параллели	меридиана
0	111,3	110,6	29	97,4	110,8
1	111,3	110,6	30	96,5	110,9
2	111,3	110,6	31	95,5	110,9
3	111,2	110,6	32	94,5	110,9
4	111,1	110,6	33	93,5	110,9
5	110,9	110,6	34	92,4	110,9
6	110,7	110,6	35	91,3	111,0
7	110,5	110,6	36	90,2	111,0
8	110,2	110,6	37	89,0	111,0
9	110,0	110,6	38	87,8	111,0
10	109,6	110,6	39	86,6	111,0
11	109,3	110,6	40	85,4	111,0
12	108,9	110,6	41	84,1	111,1
13	108,5	110,6	42	82,9	111,1
14	108,0	110,6	43	81,5	111,1
15	107,6	110,7	44	80,2	111,1
16	107,0	110,7	45	78,8	111,1
17	106,5	110,7	46	77,5	111,2
18	105,9	110,7	47	76,1	111,2
19	105,3	110,7	48	74,6	111,2
20	104,6	110,7	49	73,2	111,2
21	104,0	110,7	50	71,7	111,2
22	103,3	110,7	51	70,2	111,3
23	102,5	110,8	52	68,7	111,3
24	101,8	110,8	53	67,1	111,3
25	101,0	110,8	54	65,6	111,3
26	100,1	110,8	55	64,0	111,3
27	99,3	110,8	56	62,4	111,4
28	98,4	110,8	57	60,8	111,4
29	97,4	110,8	58	59,1	111,4

Продолжение приложения 1

Широта ϕ°	Длина дуг в 1°		Широта ϕ°	Длина дуг в 1°	
	параллели	меридиана		параллели	меридиана
58	59,1	111,4	74	30,8	111,6
59	57,5	111,4	75	28,9	111,6
60	55,8	111,4	76	27,0	111,6
61	54,1	111,4	77	25,1	111,6
62	52,4	111,5	78	23,2	111,7
63	50,7	111,5	79	21,3	111,7
64	48,9	111,5	80	19,4	111,7
65	47,2	111,5	81	17,5	111,7
66	45,4	111,5	82	15,5	111,7
67	43,6	111,5	83	13,6	111,7
68	41,8	111,5	84	11,7	111,7
69	40,0	111,6	85	9,7	111,7
70	38,2	111,6	86	7,8	111,7
71	36,4	111,6	87	5,8	111,7
72	34,5	111,6	88	3,9	111,7
73	32,6	111,6	89	1,9	111,7
74	30,8	111,6	90	0,0	

Приложение 2

Экономические показатели. Таблицы исходных данных для лабораторной работы 3.1.

А) Ведущие государства мира по добыче природного газа, млрд. м³

Страна	Годы			
	1980	1985	1990	1995
СССР (Россия)	430,36	635,80	805,90	588,15
США	543,28	460,71	498,68	526,51
Канада	77,24	85,15	107,77	156,81
Нидерланды	95,14	84,25	75,40	83,46
Великобритания	37,04	42,62	49,11	74,56
Индонезия	17,64	34,38	42,70	62,39
Алжир	11,51	38,08	50,04	57,45
Саудовская Аравия	10,47	20,05	30,16	39,89
Иран	7,00	16,80	23,44	34,71
Норвегия	25,68	26,40	27,33	30,10
ОАЭ	5,60	13,55	21,84	29,79
Австралия	9,10	12,95	20,24	29,46
Мир в целом	1489,21	1745,07	2061,04	2492,43

Б) Производство золота по странам мира, т

Страна	Годы		
	1992	1995	1997
ЮАР	614,2	522,4	492,5
США	329,1	319,0	351,4
Австралия	243,5	253,5	311,4
Канада	160,4	150,3	168,5
Китай	112,2	132,6	156,8
Россия	151,7	142,1	137,0
Индонезия	45,9	74,1	101,4
Узбекистан	63,0	66,6	81,7
Перу	18,0	57,4	74,8
Бразилия	76,5	67,4	59,1

В) Десять первых стран мира по производству картофеля, млн. т

Страна	Годы	
	1996	1997
Китай	52,0	45,5
Россия	38,7	45,5
США	22,6	20,9
Польша	27,2	20,8
Индия	19,2	19,2
Украина	18,4	19,0
Германия	14,3	12,4
Белоруссия	10,9	11,5
Нидерланды	8,10	8,10
Великобритания	7,20	7,10

**Экономико-социальные показатели.
Таблицы исходных данных для лабораторной работы 3.2.**

А) ВВП в странах Западной Европы, долл./чел.

Страна	ВВП
Германия	20800
Великобритания	21200
Франция	22700
Италия	21500
Испания	16400
Нидерланды	22000
Бельгия	23200
Греция	13000
Португалия	15200
Швеция	19700
Австрия	21400
Швейцария	23800
Дания	23200
Финляндия	20000
Норвегия	27400
Ирландия	18600
Исландия	21000
Люксембург	33700
Лихтенштейн	23000
Мальта	12900
Андорра	18000
Сан-Марино	20000
Монако	25000
Ватикан	-

Б) Плотность населения субъектов Российской Федерации (чел./км²) 1996 г.

Регион	Плотность	Регион	Плотность
Северный район	4,0	Поволжский район	31,5
1. Республика Карелия	4,6	1. Республика Калмыкия	4,20
2. Республика Коми	2,9	2. Республика Татарстан	55,3
3. Архангельская обл.	2,6	3. Астраханская обл.	23,3
4. Вологодская обл.	9,3	4. Волгоградская обл.	23,7
5. Мурманская обл.	7,2	5. Пензенская обл.	36,2
6. Ненецкий АО	0,3	6. Самарская обл.	61,8
Северо-Западный район	41,0	7. Саратовская обл.	27,3
1. г. Санкт-Петербург	7850,0	8. Ульяновская обл.	40,1
2. Ленинградская обл.	75,4	Западно-Сибирский район	6,20
3. Новгородская обл.	13,4	1. Республика Алтай	2,20
4. Псковская обл.	15,1	2. Алтайский край	15,9
5. Калининградская обл.	61,7	3. Кемеровская обл.	32,1
Центральный район	61,9	4. Новосибирская обл.	15,4
1. Брянская обл.	42,4	5. Омская обл.	15,6
2. Владимирская обл.	56,7	6. Томская обл.	3,40
3. Ивановская обл.	58,1	7. Тюменская обл.	2,20
4. Калужская обл.	36,7	8. Ханты-Мансийский АО	2,50
5. Костромская обл.	13,4	9. Ямало-Ненецкий АО	0,70
6. г. Москва	8570,0	Вост. – Сибирский район	2,20
7. Московская обл.	324,7	1. Республика Бурятия	3,00
8. Орловская обл.	37,0	2. Республика Тыва	1,80
9. Рязанская обл.	33,5	3. Республика Хакасия	9,50
10. Смоленская обл.	23,5	4. Красноярский край	0,80
11. Тверская обл.	19,6	5. Иркутская обл.	3,72
12. Тульская обл.	70,6	6. Читинская обл.	3,00
13. Ярославская обл.	39,9	7. Агинско-Бурятский АО	4,20
Волго-Вятский район	31,8	Дальневосточный район	1,20
1. Республика Марий Эл	33,0	1. Республика Саха	0,30
2. Республика Мордовия	36,5	2. Еврейская АО	5,80
3. Республика Чувашия	74,4	3. Чукотский АО	0,10
4. Кировская обл.	13,5	4. Приморский край	13,6
5. Нижегородская обл.	48,5	5. Хабаровский край	2,00
Центр. – Чернозем. район	47,0	6. Амурская обл.	2,90
1. Белгородская обл.	54,2	7. Камчатская обл.	0,90
2. Воронежская обл.	47,8	8. Корякский АО	0,10
3. Курская обл.	45,2	9. Магаданская обл.	0,60
4. Липецкая обл.	51,9	10. Сахалинская обл.	7,40
5. Тамбовская обл.	38,2	Сев. – Кавказский район	50,0
Уральский район	24,8	1. Республика Адыгея	59,3
1. Республика Башкортостан	28,5	2. Республика Дагестан	41,7
2. Республика Удмуртия	38,9	3. Карач.-Черкеск. Респ.	30,9
3. Курганская обл.	15,7	7. Кабард.-Балкарск. Респ.	63,2
4. Оренбургская обл.	18,0	8. Краснодарский край	66,4
5. Пермская обл.	18,7	9. Ставропольский край	40,1
6. Свердловская обл.	24,1	10. Ростовская обл.	43,9
7. Челябинская обл.	42,0	11. Респ. Сев.Осетия-Алания	82,8

Приложение 4

Площади полей, заключенных между параллелями и меридианами

Широта, ϕ°	Площади полей, км ²				
	$1^\circ \times 1^\circ$	$2^\circ \times 2^\circ$	$4^\circ \times 4^\circ$	$5^\circ \times 5^\circ$	$10^\circ \times 10^\circ$
1	2	3	4	5	6
0 – 1	12309	49230	196800	307400	
1 – 2	12305				
2 – 3	12298	49170			
3 – 4	12287				
4 – 5	12272	49050	195900		1224900
5 – 6	12254				
6 – 7	12232	48880			
7 – 8	12207			305100	
8 – 9	12178	48650	194000		
9 – 10	12145				
10 – 11	12109	48350			
11 – 12	12069			300500	
12 – 13	12025	48010	191200		1188600
13 – 14	11978				
14 – 15	11927	47600			
15 – 16	11873				
16 – 17	11815	47160	187500	293800	
17 – 18	11754				
18 – 19	11689	46620			
19 – 20	11621				
20 – 21	11549	46040	182900		
21 – 22	11473			284800	
22 – 23	11395	45410			1116900
23 – 24	11312				
24 – 25	11227	44730	177400		
25 – 26	11138				
26 – 27	11045	43990		273700	
27 – 28	10950				
28 – 29	10851	43200	171100		
29 – 30	10748				
30 – 31	10643	42350			
31 – 32	10534			260500	
32 – 33	10422	41460	163900		1011500
33 – 34	10307				
34 – 35	10188	40510			
35 – 36	10067				
36 – 37	9942	39510	156000	245300	
37 – 38	9814				
38 – 39	9684	38470			
39 – 40	9550				
40 – 41	9413	37370	147200		
41 – 42	9274				
42 – 43	9131	36230		228200	875100
43 – 44	8986				
44 – 45	8838				

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6
44 – 45	8838	35050	137700	209400	875100
45 – 46	8687				
46 – 47	8533	33820			
47 – 48	8377				
48 – 49	8218	32550	127600		
49 – 50	8057				
50 – 51	7892	31240			
51 – 52	7726				
52 – 53	7557	29890	116800	188900	711500
53 – 54	7386				
54 – 55	7212	28500			
55 – 56	7036				
56 – 57	6858	27070	105400	166900	
57 – 58	6677				
58 – 59	6495	25610			
59 – 60	6310				
60 – 61	6123	24120	93400	143600	525300
61 – 62	5935				
62 – 63	5744	22590			
63 – 64	5552				
64 – 65	5358	21040	81000	119100	
65 – 66	5162				
66 – 67	4964	19460			
67 – 68	4765				
68 – 69	4564	17850	68200		
69 – 70	4362				
70 – 71	4158	16220			
71 – 72	3953				
72 – 73	3747	14570	55000	93600	322200
73 – 74	3539				
74 – 75	3331	12900			
75 – 76	3121				
76 – 77	2910	11220	41500	67400	
77 – 78	2699				
78 – 79	2486	9520			
79 – 80	2273				
80 – 81	2058	7800	27800	40700	108600
81 – 82	1844				
82 – 83	1628	6080			
83 – 84	1412				
84 – 85	1196	4350	14000		
85 – 86	979				
86 – 87	762	2610			
87 – 88	544				
88 – 89	327	870			
89 - 90	109				



Рис. 31а. Картографическая генерализация: влияние назначения карты.
Справочная общегеографическая карта

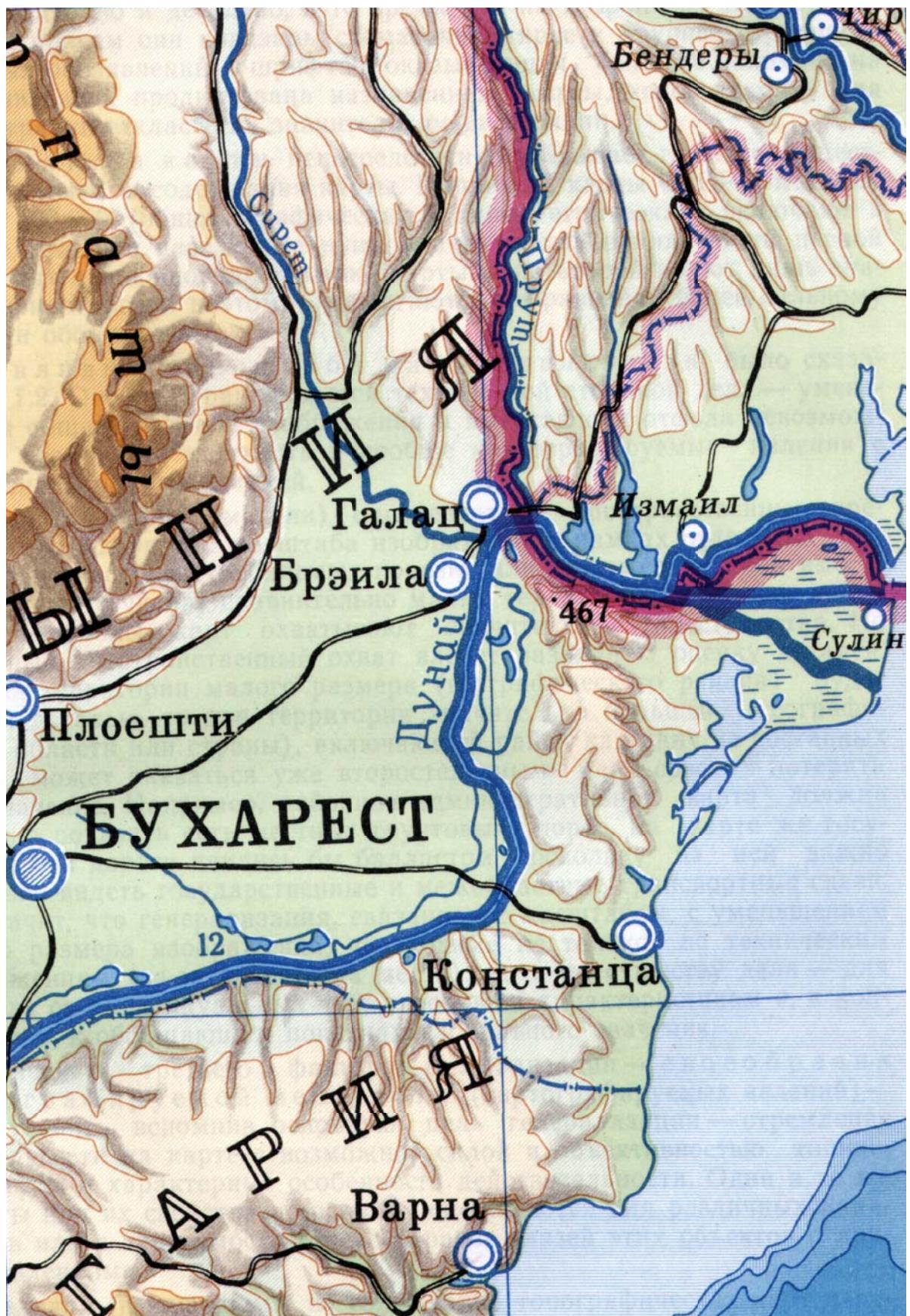


Рис. 316. Картографическая генерализация: влияние назначения карты.
Учебная стенная карта

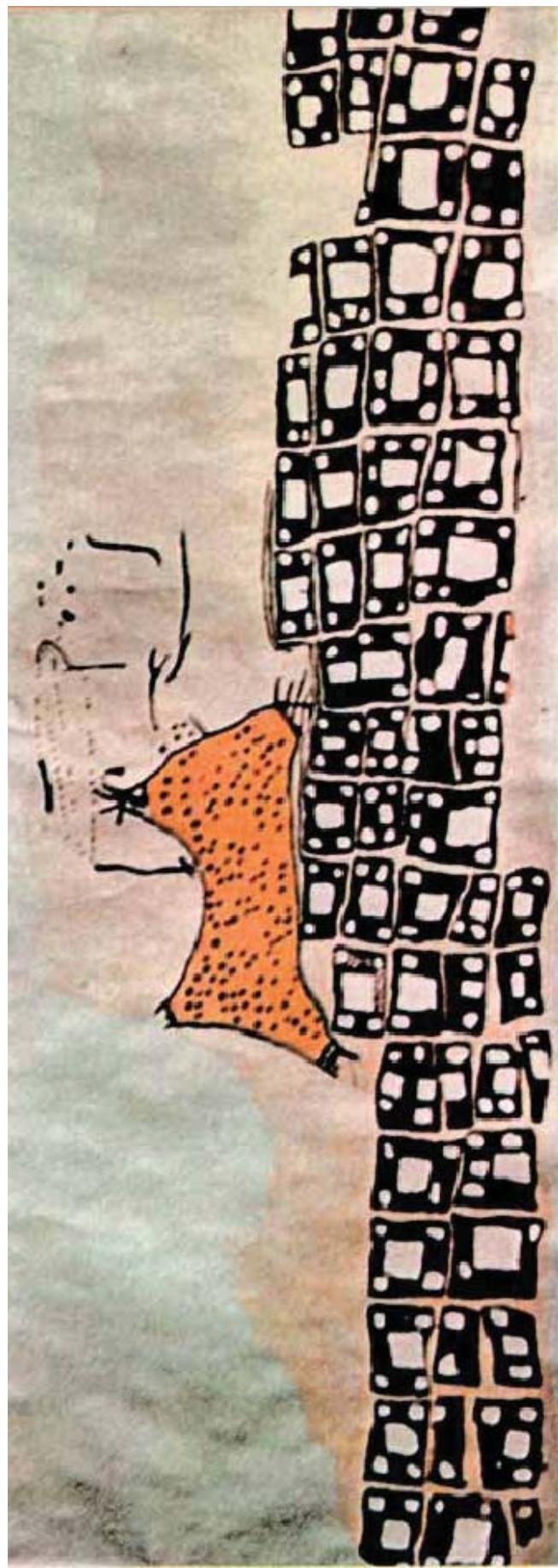


Рис. 34. План Чатал-Хююка. Стенная роспись из святилища VII горизонта изображает город и на некотором расстоянии от него извержение вулкана, возможно, Хасан-Дага. Прорисовка Джона-Гордона Своггера (John Swogger)

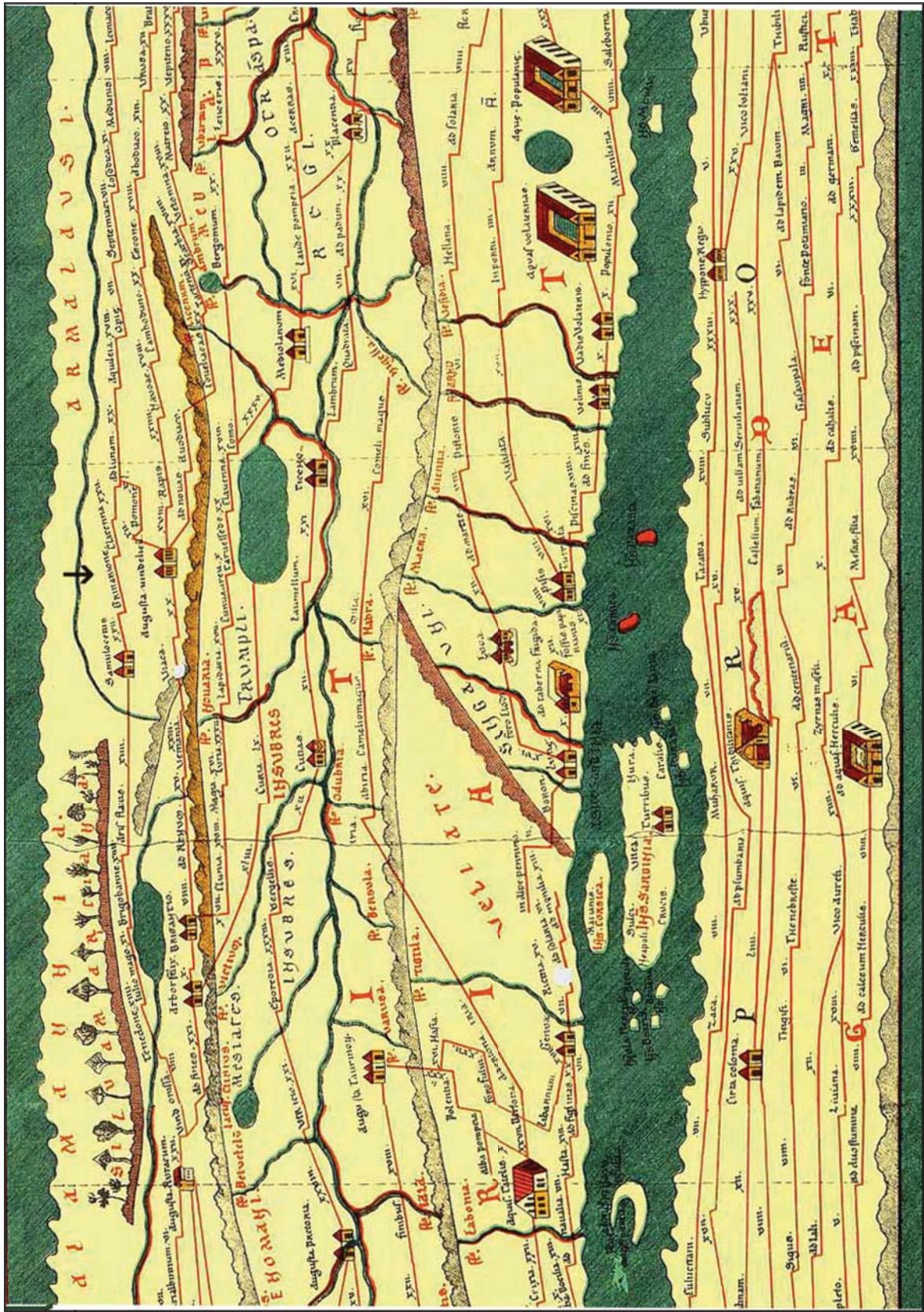


Рис. 37. Часть Пейтингеровой табличы – Центральная Европа (копия римских дорожных карт, XII в.)



Рис. 39. Фрагмент рукописной карты Китая Чжу Сыбэня (начало XIV в.), изданный в виде атласа между 1536 и 1566 гг.



Рис. 43. Карта мира аль-Идриси (около 1161 г.)



Рис. 44. Камалонский атлас 1375 г. Календарь (лист № 2)



Рис. 45. Каталонский атлас 1375 г. Восточная Европа (лист № 4)



Рис. 46. Карта Тихого океана Абраама Ортелия (1589 г.)



Рис. 47. Карта полярных областей Герарда Меркатора («Атлас» 1595 г.)



Рис. 48. Карта Африки из морского Атласа Блау (Нидерланды, 1608 г.)

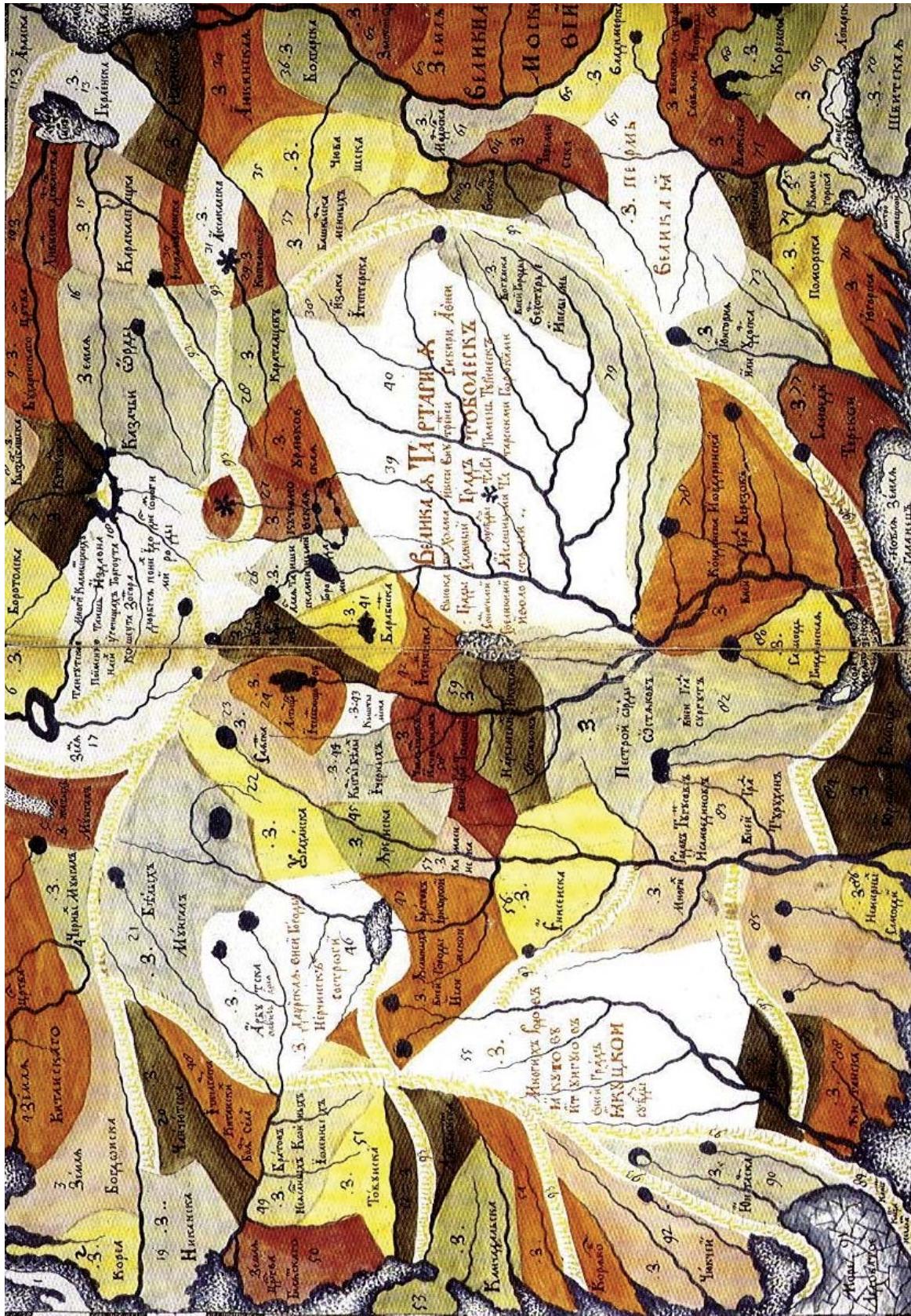


Рис. 49. Чертежная книга Сибири С. У. Ремезова (лист 23). Расселение народов Сибири и соседних регионов



Рис. 50. «Атлас Российской...» 1745 г. Обзорная карта Российской Империи

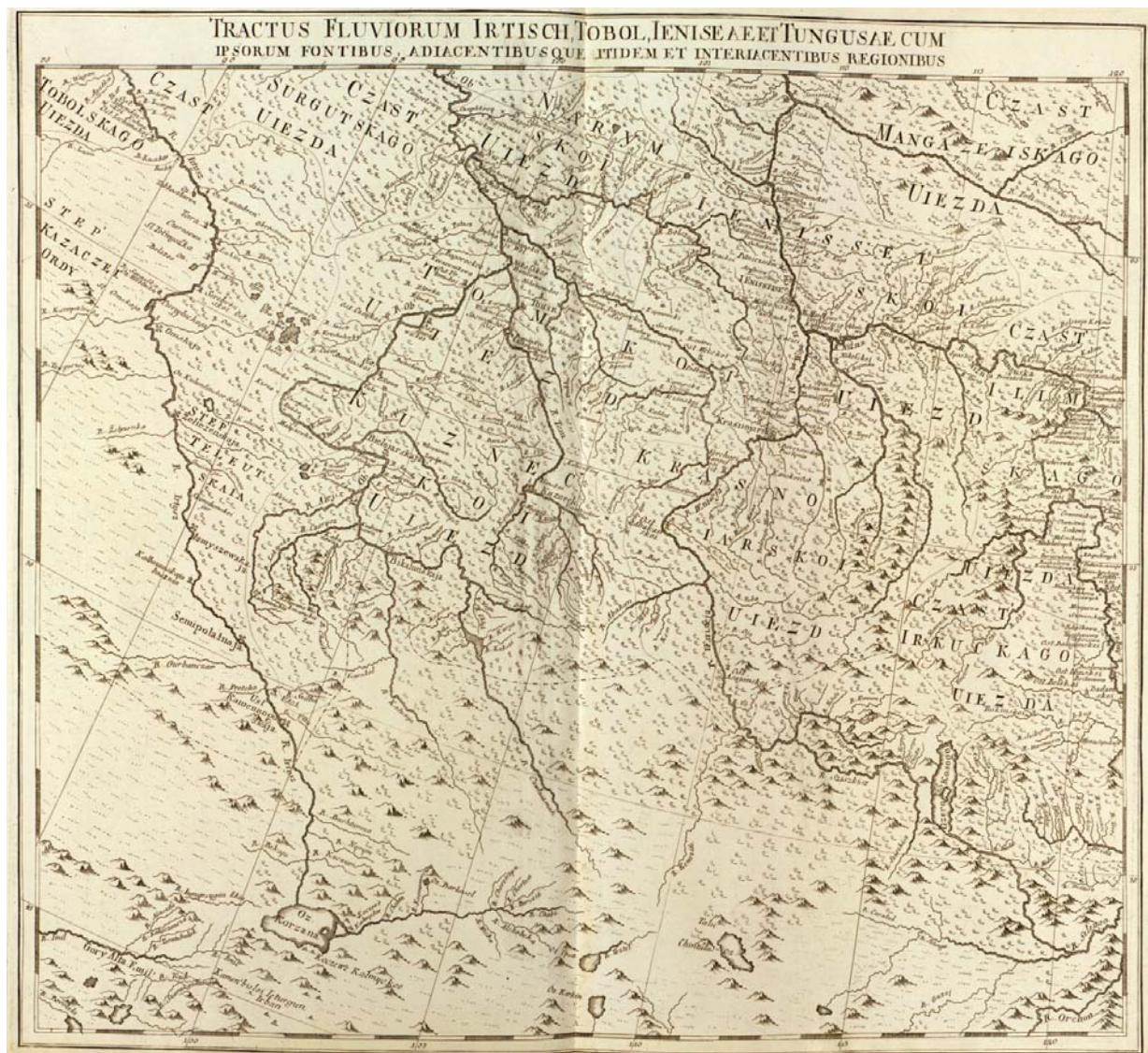


Рис. 51. «Атлас Российской...» 1745 г. Лист 15. Иртыш, Тобол, Енисей

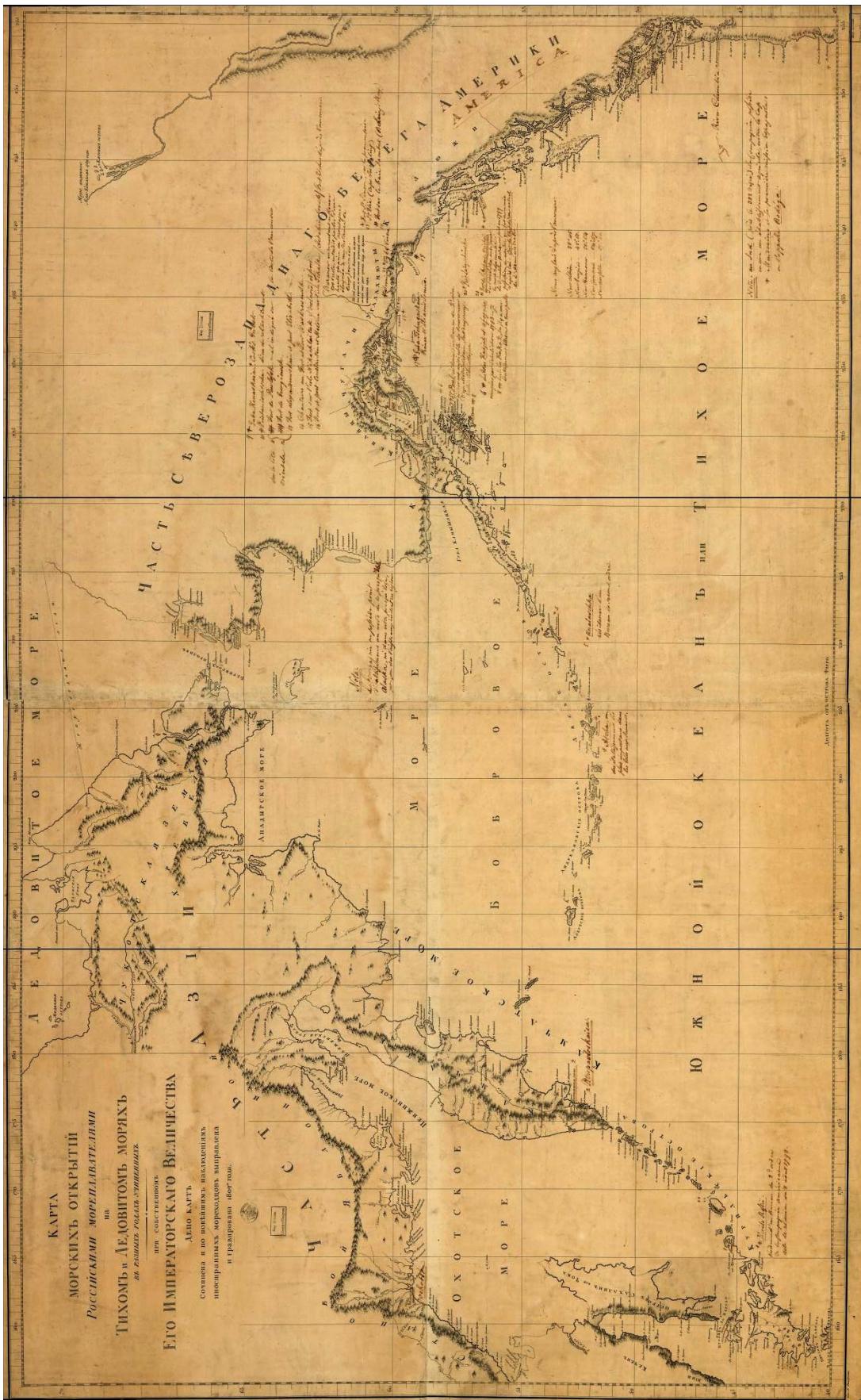


Рис. 52. Карта морских открытий Российской мореплавателей (Дено карты 1802 г.)