

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени А. А. КУЛЕШОВА»

И. Н. Шарухо

КАРТОГРАФИЯ

Лабораторный практикум



Могилев
МГУ имени А. А. Кулешова
2020

*Деривативное электронное издание
на основе печатного издания*

Шарухо, И. Н. Картография. – Могилев :
МГУ имени А. А. Кулешова, 2020. – 80 с. : ил.

ISBN 978-985-568-708-6

В практикуме приведено содержание лабораторных, практических работ, заданий для самостоятельной работы, даются рекомендации по их выполнению, списки опорных источников литературы. Практикум составлен в рамках созданного ЭУМК по курсу «Картография с основами топографии». Ч. 2. «Картография» в среде Moodle. Адресован студентам 2 курса специальности «Биология и география».

**УДК 528.9 (076.5)
ББК 26.1я 73**

Шарухо, И. Н. Картография : лабораторный практикум. – Электрон. данные. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2020. – Загл. с экрана

212022, г. Могилев, ул. Космонавтов, 1
Тел.: 8-0222-28-31-51
E-mail: alexprzn@mail.ru
<http://www.msu.by>

© Шарухо И.Н., 2020
© МГУ имени А.А. Кулешова, 2020
© МГУ имени А.А. Кулешова,
электронный аналог, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Картография с основами топографии является основной дисциплиной, дающей фундаментальные знания из области картографии, топографии и геодезии. Без карты невозможно изучение географических дисциплин. Карта – универсальный инструмент географических исследований. Особым методом географических методов является картографический метод исследований. Предмет «Картография с основами топографии» изучается на 1-2 курсах, в преддверии изучения основного массива географических дисциплин. Часть «Топография» изучается во 2 семестре, «Картография» – в 3-м семестре.

Цели и задачи курса: заложить основы картографических знаний будущих учителей географии и биологии; формирование картографических понятий и суждений; формирование картографических знаний и умений; сформировать понятия: географические карты и их свойства; математическая основа карт; картографические проекции, картографические знаки; способы картографического изображения явлений на тематических картах; картографическая генерализация; общегеографические и тематические карты и атласы; космические снимки и их виды; форма и размеры Земли, системы координат; географические и прямоугольные координаты; зональная система плоских прямоугольных координат; ориентирование направлений; масштабы и измерение длин линий на картах; разграфка и номенклатура карт; условные знаки; изображение рельефа на картах; описание местности по топографической карте; измерение углов и линий на местности; нивелирование; топографическая съемка; инструментальные и простейшие виды съемок; ориентирование на местности и по карте.

Студент должен *знать*: разнообразие географических карт и атласов, применяемых в хозяйстве и в учебном географическом процессе, способы и методы их изготовления;

уметь: применять карты в учебном географическом процессе, ориентироваться на местности, изготавливать простейшие виды карт при работе в школе и обучении в вузе; понятие об общегеографическом, тематическом и комплексном картографировании; математическая основа географических карт; способы картографического изображения, картографическая генерализация, классификация, типы, виды географических карт и атласов; картографические источники; проектирование и составление географических карт и атласов; подготовка карт к изданию; особенности компьютерного составления карт; аэрокосмические методы создания карт; цифровое картографирование; географические информационные системы (ГИС); использование карт.

Полученные знания по картографии и топографии составляют основу для работы с картами на старших курсах и являются базой для последующего изучения геоморфологии, гидрологии, аэрокосмических методов изучения земной поверхности, физической и экономической географии, других основных и специальных географических дисциплин.

Всего на изучение дисциплины отводится 152 ч, из них аудиторных – 66 (30 – лекций, 16 – лабораторных занятий, 10 – практических занятий, 10 – УСРС). Дисциплина изучается на протяжении 2-х семестров. Итоговые формы контроля – зачет в 1-ом семестре и экзамен во 2-ом.

Учебно-методическая карта части «Картография»

	Название темы	Количество аудиторных часов						
		Всего	ЛК, в т. ч.		ПР, в т. ч.		ЛР, в т. ч.	
			ауд.	УСР	ауд.	УСР	ауд.	УСР
1	Картография. Географические карты и их свойства	4	2	0	0	0	2	0
2	Математическая основа географических карт. Состав математической основы карт. Геодезическая основа карт	6	4	0	0	0	2	0
3	Основные картографические проекции	6	2	0	0	2	2	0
4	Картографические условные знаки и способы картографического изображения объектов и явлений на географических картах. Надписи на картах	4	2	0	0	0	2	0
5	Картографическая генерализация	4	2	0	0	0	2	0
6	Общегеографические и тематические карты. Географические атласы и серии карт	4		2	0	0	2	0
7	Проектирование и составление мелкомасштабных карт	4	2	0	0	0	2	0

	Название темы	Количество аудиторных часов						
		Всего	ЛК, в т. ч.		ПР, в т. ч.		ЛР, в т. ч.	
			ауд.	УСР	ауд.	УСР	ауд.	УСР
8	Использование карт. Картографический метод исследования. Космические съемки. Учебные картографические произведения	4	2	0	0	0	2	0
	Всего:	36	16	2	0	2	16	0
	Итого	66	30	4	10	6	16	0

СОДЕРЖАНИЕ МАТЕРИАЛА. Ч. 2. «КАРТОГРАФИЯ»

Тема 1. Географические карты и их свойства. Определение «географическая карта». Функции и значение географических карт. Свойства географических карт. Классификация географических карт. Составные части географических карт. Основные виды и типы карт. Понятие о ГИС и цифровой картографии. Развитие картографии в античное время. Картография средневековья. Роль Великих географических открытий для развития картографии. Картография в ВКЛ, России в XVII–XIX вв. Картография нового времени. Развитие картографии в СССР. Картография Беларуси.

Тема 2. Математическая основа географических карт. Состав математической основы карт. Геодезическая основа карт. Изображение земного эллипсоида на плоскости. Эллипс искажений. Главный и частный масштабы. Виды искажений на картах и способы их определения. Классификация проекции по виду искажений.

Тема 3. Основные картографические проекции. Классификация картографических проекций по виду параллелей и меридианов. Принципы построения цилиндрических проекций. Проекция Гаусса-Крюгера, Меркатора, Урмаева, Соловьева. Построение конических проекций. Равнопромежуточные проекций Каврайского и Красовского и их особенности. Принципы построения азимутальных проекций. Полярные, экваториальные и косые азимутальные проекции. Проекция Ламберта и Постеля.

Тема 4. Картографические условные знаки и способы картографического изображения объектов и явлений на географических картах. Надписи на географических картах. Виды условных знаков: внемаштабные, линейные и площадные. Способы картографического изображения объектов и явлений на картах. Их особенности. Способы значков,

локализованных диаграмм, линейных знаков, знаков движения, качественного и количественного фона, изолиний, ареалов, точечный. Способы картограммы и картодиаграммы. Способы изображения рельефа на географических картах. Способы передачи иноязычных названий.

Тема 5. Картографическая генерализация. Сущность факторы картографической генерализации. Виды географической генерализации. Сущность генерализации в картографических способах изображения.

Тема 6. Общегеографические и тематические карты. Географические атласы и серии карт. Содержание общегеографических карт. Изображение гидрографии, рельефа, растительности и грунтов. Изображение социально-экономических объектов и элементов политико-административного деления. Содержание тематических карт. Основные виды тематических карт. Классификация географических атласов. Серии настенных карт для средней и высшей школы. Учебные атласы для средней школы. Учебно-краеведческие атласы. Тематические атласы.

Тема 7. Проектирование и составление мелкомасштабных карт. Основные этапы создания мелкомасштабных карт. Методы создания карт. Проектирование карт. Редакционная программа карт. Сущность процесса составления карт. Современные методы создания карт. Подготовка карт к изданию. Издание карт. Виды печати. Особенности создания Географических атласов.

Тема 8. Использование карт. Картографический метод исследования. Космические съемки. Учебные картографические произведения. Понятие о картографическом методе исследования. Приемы картографического метода: визуальный, графический, картометрический и морфометрический, приемы математической статистики. Использование карт для изучения динамики природных процессов, для охраны и контроля окружающей среды. Понятие о космических съемках. Способы получения космических снимков. Классификация космических съемок. Возможность использования космических снимков в учебной деятельности. Классификация учебных карт и атласов. Глобусы и их использование в учебном процессе. Методика использования школьных географических карт. Рукописные карты и атласы.

Тема 1. КАРТОГРАФИЯ КАК НАУКА. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАРТОГРАФИИ. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ И ИХ СВОЙСТВА

(Лабораторная работа №1)

Учебные вопросы:

1. Картография как наука.
2. История развития и современное состояние картографии.
3. Референц-эллипсоиды.
4. Современные методы создания карт.
5. Географические карты и их свойства
6. Глобус как модель Земли. Значение глобуса.
7. Свойства глобуса равноугольность, равновеликость, равнопромежуточность.
8. Ортодромия и локсодромия.

Вопросы и задания:

Задание 1. Обсудить рефераты по темам: «Картография как наука. Структура картографии», «Научные истоки картографии. Древний Египет, Греция, Месопотамия, Финикия, Рим», «Картография и топография в Армении, Средней Азии, Китае и арабском мире», «Особенности средневековых карт. Вклад средневековых картографов и географов в развитие картографии (Мартин Бехайм, Шенер, Ортелиус, Меркатор, Синелиус, Пикар и др.)», «Картография в Московии и России», «Беларусь на картах и атласах. Развитие картографии в Беларуси», «Вклад советских картографов в развитие картографии», «Современное состояние картографии. Перспективы развития», «Виды картографических произведений. Значение и области применения».

Общие требования к оформлению работы. Реферат составляется по общепринятому плану: содержание, введение, главы, соответствующие тематике работы, заключение, список использованной литературы (в алфавитном порядке, в соответствии с ГОСТ). Ссылки на литературу оформляются в квадратных скобках с указанием страниц.



Рисунок 1 – Связи картографии с другими науками

Задание 2. Проанализировать и охарактеризовать связи картографии с другими науками (по рис. 1).

Задание 3. Дать определения понятиям «эллипсоид», «референц-эллипсоид». Охарактеризовать референц-эллипсоиды, которые использовались до 1940-х гг. Охарактеризовать референц-эллипсоид Красовского. Охарактеризовать современные референц-эллипсоиды. Выявить их актуальность.

Таблица 1 – Значения элементов земных референц-эллипсоидов (по Л.М. Бугаевскому, 1998)

Референц-эллипсоид	Полуоси		Сжатие, α	Используется в странах
	Большая (a), м	Малая (b), м		
Красовского, 1940	6 378 245	6 356 863	1:298.3	РФ, СНГ, Восточная Европа, для Антарктиды
Бесселя, 1841	6 377 397.2	6 356 079	1:299.15	Европа, Азия
Хейфорда, 1909	6 378 388	6 356 912	1:297.0	Европа, Азия, Южная Америка, Антарктида
Кларка I, 1866	6 378 206	6 356 584	1:294.98	Северная и Центральная Америка
Кларка II, 1880	6 378 249	6 356 515	1:293.46	Африка, Барбадос, Израиль, Иордания, Иран, Ямайка
Эйри, 1880	6 377 491	6 356 185	1:299.3	Великобритания
Эйри I	6 377 563.4	6 356 257	1:299.32	Великобритания
Эйри II	6 377 340.2	6 356 034	1:299.32	Ирландия
Эвереста, 1830	6 377 276.3	6 356 075	1:300,8	Индия, Пакистан, Непал, Шри-Ланка
Эвереста, 1956	6 377 301.24	6 356 100	1:300.8	Индия, Непал
Австралийский, 1965	6 378 160	6 356 775	1:298.25	Австралия, Папуа-Новая Гвинея
GRS, 1980	6 378 137	6 356 752	1:298.26	Аляска, Центральная Америка, Мексика, США, Канада
Международный	6 378 388	6 356 912	1:297	
Южно-Американский, 1969	6 378 160	6 356 775	1:298.25	Южная Америка
WGS-72	6 378 135	6 356 750	1:298.26	
WGS-84	6 378 137	6 356 752	1:298.257	Украина, Казахстан
ПЗ-90	6 378 136	6 356 751	1:298.258	Россия

Задание 4. Охарактеризовать современные методы создания карт. Дать характеристику дистанционным исследованиям.

Задание 5. Построить псевдоцилиндрическую равновеликую проекцию Сансона, используя школьный глобус масштаба 1:50000000 (графическая работа № 1)

Задание 6. Построить и измерить линию ортодромии – расстояние между двумя точками на глобусе, перенести ее на контурную карту полушарий (графическая работа № 2), измерить ее длину на карте и вычислить ошибку ее длины на 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.

Рекомендации по выполнению задания. Найти точки на глобусе, указанные в табл. 2, 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 2 – Варианты заданий по построению и измерению линии ортодромии

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

На контурную карту полушарий по координатам нанести заданные исходные точки. Далее, нанести на карту точки пересечения полосы 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:

$$\delta = \pm \frac{l_k - l_g}{l_g} \times 100,$$

где: l_k – длина линии ортодромии, измеренная по карте, км;

l_g – 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:				$\delta =$

Литература:

Захарова, М.Е. Картография : лаборат. практикум / М.Е. Захарова, И.Н. Шарухо. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2010. – 52 с.

Картография с основами топографии : глоссарий / авт.-сост.: И.Н. Шарухо [и др.] ; под общ. ред. И.Н. Шарухо, А.В. Шадрасова. – Могилев : МГУ имени А.А. Кулешова, 2014. – 68 с.

Серапинас, Б.Б. Математическая картография : учебник для вузов / Балис Балио Серапинас. – Москва : Издательский центр «Академия», 2005. – 336 с.

Паромов, В.В. Картография с основами топографии. Ч. 2 : Картография : учебно-методическое пособие / В.В. Паромов. – Томск : ТГПУ, 2010. – 132 с.

**Тема 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ.
СОСТАВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ.
ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТ. МЕЛКОМАСШТАБНЫЕ КАРТЫ.
КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИСКАЖЕНИЯ,
ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ
(Лабораторная работа № 2)**

Учебные вопросы:

1. Математическая основа географических карт. Состав математической основы карт.
2. Мелкомасштабные карты. Масштаб мелкомасштабных карт. Частный и главный масштаб, методика определения.
3. Геодезическая основа карт.
4. Понятие картографических искажений. Искажение длин, углов, площадей и форм.
5. Методика расчета картографических искажений.
6. Эллипсы искажений, изоколы, линии нулевых искажений.

Задание 1. Определить и охарактеризовать элементы тематической карты (рис. 2).

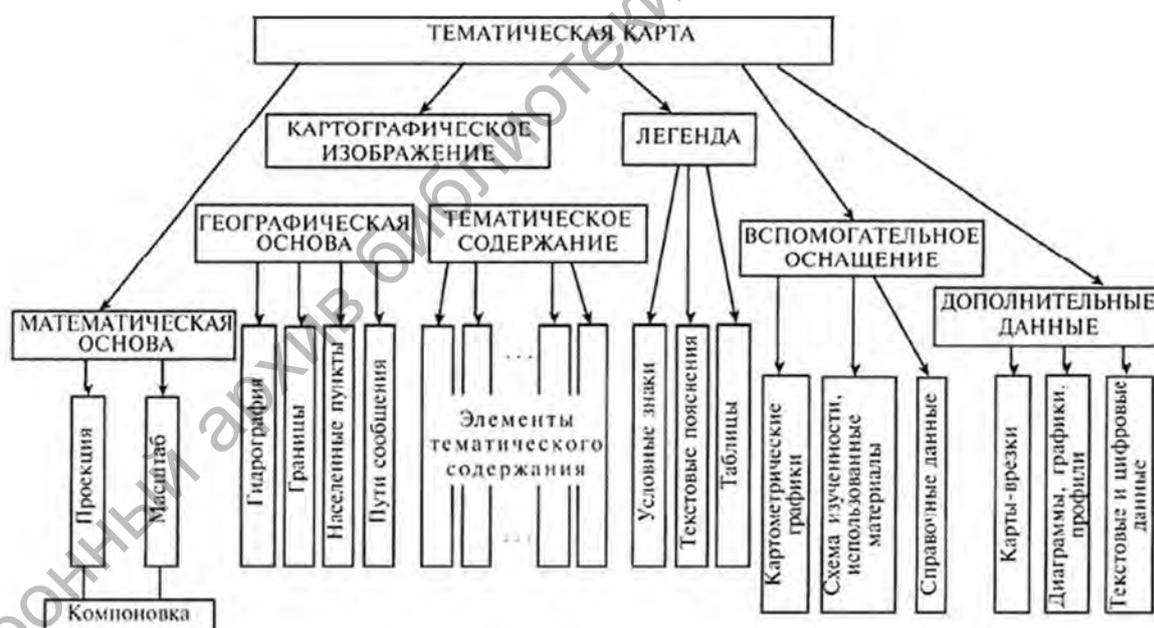


Рисунок 2 – Элементы географической карты

Задание 2. Охарактеризовать математическую основу географических карт. Дать определение понятиям «Масштаб», «Главный масштаб», «Частный масштаб», «Картографическая сетка», «Рамки карты и координатные сетки», «Проекция», «Средний меридиан», «Картографические искажения». Определить методику определения частного масштаба мелкомас-

штабных карт. Охарактеризовать геодезическую основу карт (Шарообразная модель картографируемых тел. Сфероидическая модель картографируемых тел. Замена эллипсоида шаром. Отображение шара на карте. Полярные сферические координаты).

Из всех картографических изображений не имеют искажений глобусы, топографические планы и карты.

Картографическим искажением называют нарушение геометрических свойств участков земной поверхности и расположенных на них объектов при их изображении на плоскости. Искаженными могут быть длины линий, горизонтальные углы между определенными направлениями, формы и размерь и площади, занимаемой участком или объектом. Поэтому можно говорить о четырех видах картографических искажений: длин линий, – углов, форм и площадей.

Искажение длин (расстояний) связано с изменением масштаба длина одной и той же карте и выражается, в частности, в том, что расстояния, одинаковые на уровенной поверхности Земли, изображены на этой карте отрезками разной длины. Масштаб, величина которого отлична от главного масштаба карты, называют частным масштабом.

Судить на карте об искажениях длин удобно путем сравнения величины отрезков меридианов между соседними параллелями. Если они повсеместно равны, то искажения длин по меридианам нет. Если такого равенства нет (на рис. 3 отрезки АВ и СО), то искажение длин линий имеется. Если карта отображает такую большую территорию, что на ней показаны и экватор и параллель 60° широты, то нетрудно по ней установить, имеется ли искажение длин вдоль параллелей. Для этого достаточно сравнить длину отрезков экватора и параллели с широтой 60° между соседними меридианами. Известно, что параллель 60° широты в два раза короче экватора. Если таково же соотношение указанных отрезков на карте, то искажения длин по параллелям нет; в противном случае оно имеется.

Искажение углов состоит в том, что углы на карте между взятыми направлениями не равны горизонтальным углам между теми же направлениями на поверхности земного эллипсоида. Очень просто установить по карте, искажены ли у нее углы пересечения меридианов и параллелей по отклонению их от прямого угла.

Искажение форм состоит в том, что форма участка или занятом объектом территории на карте отлична от их формы на уровенной поверхности Земли. Наличие искажения этого вида на карте можно установить путем сопоставления формы клеток картографической сетки, расположенных на одной широте: если они одинаковы, то искажения нет. На рис. 3 две заштрихованные клетки различием формы свидетельствуют о наличии искажения данного вида. Можно также выявить искаженность формы определенного объекта (материка, острова, моря) по соотношению его ширины и

длины на анализируемой карте и на глобусе. Например, на карте полушария (рис. 3) ширина полуострова Камчатка укладывается вдоль ее длины (от м. Лопатка на юге до параллели 60° с. ш.) более трех раз, тогда как на глобусе это отношение равно 1 : 2.

Четвертый вид картографического искажения – *искажение площадей* связан с масштабом площади: при постоянстве величины масштаба площади по всей поверхности карты искажения площадей на ней нет. Простой способ выявления искаженности этого вида состоит в сравнении площадей клеток картографической сетки, ограниченных одноименными параллелями: при равенстве площадей клеток искажения нет. Это имеет место, в частности, на карте полушария, на которой заштрихованные клетки различаются по форме, но имеют одинаковую площадь.

Анализируя искаженность карты, можно не только установить наличие или отсутствие картографического искажения того или иного вида, но и измерить величины этих искажений. Таковую задачу решают, вычислив показатели искажений.

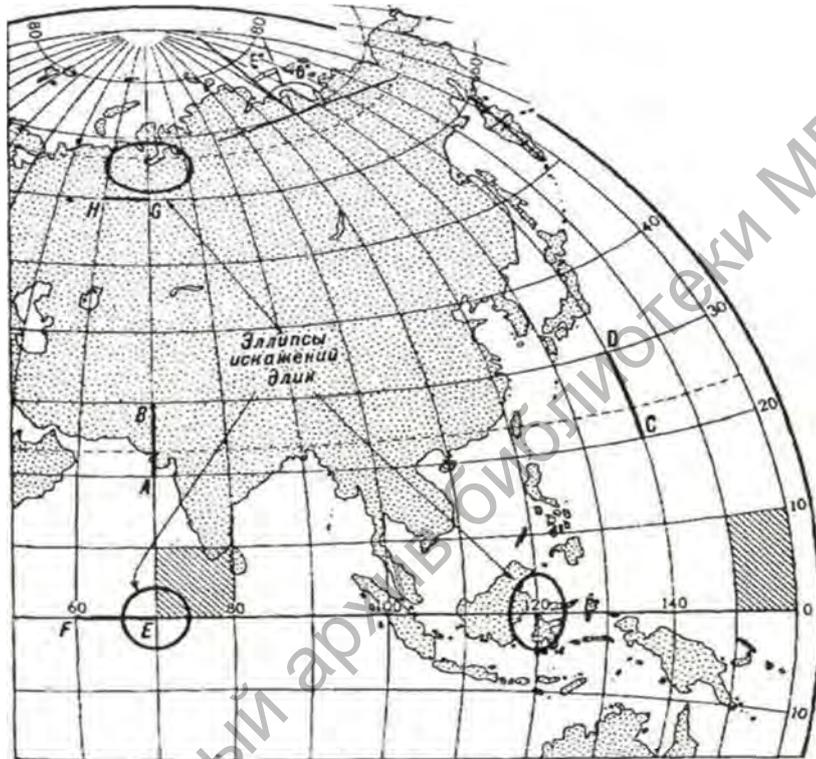


Рисунок 3 – Часть карты восточного полушария с показом картографических искажений

Искажение длин, к примеру, тем более, чем сильнее частный масштаб в данном месте карты по данному направлению отличается от главного масштаба. Поэтому за показатель искажения длин принимают отношение этих масштабов.

Показатель искажения длин выражается отвлеченным числом, целым или дробным. Он может быть больше или меньше единицы; при равенстве частного и главного масштабов показатель равен 1.

Для вычисления показателя ρ , требуется узнать величину частного масштаба в данном месте карты; главный масштаб обычно на ней подписан. Вычисление проще проводить вдоль линий картографической сетки, при этом масштаб узнают из сравнения измеренной на карте длины отрезка меридиана или параллели с их длиной на поверхности земного эллипсоида (взятой из таблиц).

К примеру, длина отрезка среднего меридиана физической карты восточного полушария в атласе для 5-го класса (1986 г.) на участке между параллелями 60° и 70° с. ш. равна 10,4 мм. Истинная длина этого отрезка меридиана равна (с округлением) 1115 км. Соответственно, частный масштаб равен $10,4 \text{ мм} : 1115 \text{ км} = 1 : 107\,200\,000$. Главный масштаб карты $1 : 90\,000\,000$, следовательно, M частный = $1 : 107\,200\,000 : 1 : 90\,000\,000 = 0,84$.

Значение вычисленного показателя искажения длин меньше 1 свидетельствует о сжатии данного участка меридиана сравнительно с неискаженными его частями. На «растянутых» участках карты показатель был бы больше 1.

Показатель искажения длин ρ имеет особые обозначения, если он направлен по меридиану (m), по параллели (n). Самый большой показатель искажения длин у данной точки обозначают латинской буквой a , наименьший – буквой b . Сами же взаимно перпендикулярные направления, по которым действуют наибольший и наименьший показатели искажения длин, называют *главными направлениями*.

За показатель искажения углов между линиями картографической сетки принимают величину отклонения их от 90° и обозначают его греческой буквой ε (эпсилон). $\varepsilon = \Theta - 90^\circ$, где Θ (тэта) – измеренный на карте угол между меридианом и параллелью. На рис. 3 обозначено, что угол $\Theta = 115^\circ$, следовательно, $\varepsilon = 25^\circ$.

В точке, где угол пересечения меридиана и параллели остается на карте прямым, углы между другими направлениями могут быть измененными на карте, поскольку в каждой данной точке величина искажения углов может изменяться с переменной направления.

За общий показатель искажения углов ω (омега) принимают наибольшее искажение угла в данной точке, равное разности его величины на карте и на поверхности земного эллипсоида (или шара). Показатель искажения площадей (p) вычисляют как произведение наибольшего и наименьшего показателей искажения длин в данном месте карты: $p = a \cdot b$.

Главные направления в данной точке карты могут совпадать с линиями картографической сетки, но могут с ними не совпадать.

Задание 3. Определить величины искажений длин, углов, площадей и форм в точке мелкомасштабной карты.

Задание 4. Вычислить частные масштабы длин по параллели и меридиану – величины n и m .

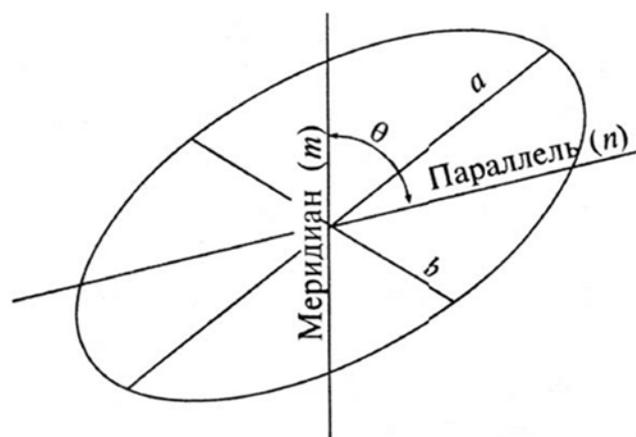


Рисунок 4 – Эллипс искажений: а – направление наибольшего растяжения масштаба; b – направление наибольшего сжатия масштаба; m – масштаб длин по меридиану; n – масштаб длин по параллели

Рекомендации по выполнению задания. Найти точки на карте мира, указанные в таблице 2.

Таблица 3 – Варианты заданий по вычислению частных масштабов

№ 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	30° с.ш.	40° з.д.

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 – 1000000 мм:

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

$$m = \frac{l_m \times M}{L_m \times 1000000}$$

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:

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

$$n = \frac{l_n \times M}{L_n \times 1000000}$$

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:

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

Определим величину искажения площади p по формуле:

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

Нахождение значения искажения углов ω строиться по следующей расчетной схеме:

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

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

$$a+b = \sqrt{m^2 + n^2 + 2p}$$

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

Показатель искажения форм k находится по формуле:

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

где

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

$$b = \frac{\sqrt{m^2 + n^2 + 2p} - \sqrt{m^2 + n^2 - 2p}}{2}$$

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 $\varphi = \dots$ 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	...

Записать вывод об удельном весе искажений (%) для данной точки карты.

Литература:

Захарова, М.Е. Картография : лаборат. практикум / М.Е. Захарова, И.Н. Шарухо. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2010. – 52 с.

Картография с основами топографии : глоссарий / авт.-сост.: И.Н. Шарухо [и др.] ; под общ. ред. И.Н. Шарухо, А.В. Шадрасова. – Могилев : МГУ имени А.А. Кулешова, 2014. – 68 с.

Паромов, В.В. Картография с основами топографии. Ч. 2 : Картография : учебно-методическое пособие / В.В. Паромов. – Томск : ТГПУ, 2010. – 132 с.

Серапинас, Б.Б. Математическая картография : учебник для вузов / Балис Балио Серапинас. – Москва : Издательский центр «Академия», 2005. – 336 с.

Шарухо, И.Н. Картография : лабораторный практикум / М.Е. Захарова, И.Н. Шарухо. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2010. – 52 с.

Тема 3. ОСНОВНЫЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

В теме 3 предусмотрено выполнение практической (УСР) и лабораторной работ.

Практическая работа (УСР)

Учебные вопросы:

1. Картографические проекции. Общая методика построения картографической сетки.
2. Классификация проекций по виду вспомогательной поверхности и ее ориентировке.
3. Классификация проекций по характеру искажений.
4. Группа азимутальных проекций. Азимутальная равнопромежуточная Постеля. Азимутальная равновеликая Ламберта.
5. Группа цилиндрических проекций. Цилиндрическая квадратная на прямом касательном цилиндре. Цилиндрическая нормальная равноугольная проекция Меркатора на касательном цилиндре. Цилиндрическая нормальная произвольная проекция Н.А. Урмаева. Цилиндрическая косая произвольная проекция М.Д. Соловьева
6. Группа конических проекций. Коническая нормальная проекция Ф.Н. Красовского. Коническая нормальная равнопромежуточная проекция В.В. Каврайского.
7. Группа поликонических и псевдоцилиндрических проекций. Поликонические произвольные проекции ЦНИИГАиК вариант 1950 г. и вариант БСЭ.

Задание 1. Графическое построение (вычерчивание) сеток следующих проекций:

- цилиндрическая нормальная равноугольная проекция Меркатора на касательном цилиндре (графическая работа № 3)
- цилиндрическая нормальная произвольная проекция Н.А. Урмаева (графическая работа № 4)
- цилиндрическая косая произвольная проекция М.Д. Соловьева (графическая работа № 5)
- коническая нормальная проекция Ф.Н. Красовского (графическая работа № 6)
- коническая нормальная равнопромежуточная проекция В.В. Каврайского (графическая работа № 7)
- поликоническая произвольная проекция ЦНИИГАиК (вариант 1950 г.) (графическая работа № 8)
- поликоническая произвольная проекция ЦНИИГАиК (вариант БСЭ) (графическая работа № 9)

Задание 2. Определение различных картографических проекций по различным признакам.

Теоретический материал в помощь студенту. Картографические проекции классифицируют по многим признакам. Объединив родственные признаки, выделяют следующие их группы, на основе которых могут быть построены классификации проекций.

1. Признаки, относящиеся к математико-геодезическим основам карт – форма отображаемой поверхности, математические способы построения проекций, вид исходных дифференциальных уравнений проекций и др.

2. Признаки, описывающие саму проекцию – характер и величины искажений, вид картографической сетки, ее специфические свойства.

3. Признаки, обусловленные назначением, использованием и содержанием карты.

4. Признаки, диктуемые объектом картографирования – его форма, размеры и географическое положение.

На основе первой группы признаков могут быть выделены проекции: регулярных поверхностей тел правильной формы, таких, как шар и эллипсоид; реальных поверхностей – проекции астероидов, комет и некоторых других космических тел сложной формы.

На основе признаков первой группы в 1960-х гг. Г.А. Мещеряков предложил генетическую классификацию. Она построена на основе вида дифференциальных уравнений, которые описывают картографические проекции. Решение этих уравнений в целях получения проекций представляет собой довольно сложную математическую задачу. Однако эта классификация, хотя и соответствует математической сущности проекций, не обладает простотой, наглядностью, не получила развития и в картографии не нашла применения.

Важны также классификации проекций по виду общих уравнений, по способу построения, а также по ориентировке картографической сетки в зависимости от положения полюса сферической полярной системы координат. В этом случае выделяют сетки в нормальной, косой и поперечной ориентировках.

Классификации на основе признаков второй группы имеют наибольшее распространение и практическое значение. К этой группе могут быть отнесены следующие классификации проекций: по характеру и величинам искажений; по виду нормальной картографической сетки; по составу параметров математических элементов.

Третья группа признаков ориентирует составителей и пользователей на целенаправленный и оптимальный по отношению к создаваемой карте выбор проекции.

Четвертая группа на передний план выдвигает индивидуальные географические особенности картографируемого объекта.

По характеру искажений проекции разделяют на произвольные, равновеликие, равноугольные и равнопромежуточные.

Произвольная картографическая проекция – картографическая проекция, в которой имеются искажения всех видов.

Равновеликая картографическая проекция – картографическая проекция, в которой отсутствуют искажения площадей.

Равноугольная картографическая проекция – картографическая проекция, в которой отсутствуют искажения углов.

Равнопромежуточная картографическая проекция – произвольная картографическая проекция, в которой одинаковы влияния искажений углов и площадей.

Приведенная классификация является одной из основных и наиболее важных. Недостатком классификации является то, что она из огромного множества произвольных проекций выделяет, в сущности, три частных случая: два крайних – равноугольные и равновеликие проекции, и один случай посередине между ними – равнопромежуточные проекции.

В практических целях данная классификация часто детализируется – вводятся дополнительные ступени, количество которых может быть любым. Обычно применяется пятиступенчатая шкала.

1. Равновеликие проекции.
2. Проекции с небольшими искажениями площадей, стоящие посередине между равновеликими и равнопромежуточными проекциями.
3. Равнопромежуточные проекции.
4. Проекции с небольшими искажениями углов, стоящие посередине между равнопромежуточными и равноугольными проекциями.
5. Равноугольные проекции.

По мере движения от первой ступени к пятой искажения площадей нарастают, а искажения углов убывают.

Классификация проекций по виду нормальной картографической сетки. В основу этой классификации положен вид параллелей и меридианов при нормальной ориентировке проекции. В случае проекций шара такой же рисунок (вид) имеет картографическая сетка альмукантаратов (Almacantar; малый круг небесной сферы, параллельный истинному горизонту) и вертикалов (условных меридианов и параллелей). Весьма близкий к нему и рисунок сетки альмукантаратов и вертикалов эллипсоида вращения. Данная классификация в виду своей наглядности получила широкое распространение. Существует целый ряд классов проекций, названия которых стали общепринятыми. Число классов постепенно увеличивается. Все эти проекции находят наибольшее практическое применение. Однако классификация основана на внешних признаках и не является генетической. Поэтому она не может охватить все разнообразие картографических проекций. Обнаруживается ряд проекций, для которых в этой классификации приходится отво-

дить специальное место (условные проекции; в зарубежной литературе – «разнообразные», *miscellaneous*).

Обычно выделяют следующие классы проекций: азимутальные, псевдоазимутальные, конические, псевдоконические, поликонические, цилиндрические и псевдоцилиндрические. Иногда этот список пополняется полиазимутальными и полицилиндрическими проекциями.

Профессор Л.М. Бугаевский подразделил все множество проекций на два больших подмножества. Первое из них включает проекции, параллели которых в нормальной ориентировке имеют постоянную кривизну. Сюда относятся проекции с параллелями в виде прямых линий, дуг окружностей или окружностей. Это подмножество охватывает подавляющее большинство практически используемых проекций.

Ко второму подмножеству отнесены проекции, параллели которых имеют переменную кривизну. В этом подмножестве параллели изображаются эллипсами, дугами эллипсов или любыми другими плоскими кривыми. Основу данного подмножества составляют полиазимутальные, поликонические и полицилиндрические проекции.

С математической точки зрения разнообразие и потенциальные возможности второго подмножества значительно больше, чем первого. Однако теория второго подмножества почти не разработана. Подавляющее большинство распространенных проекций принадлежит первому подмножеству, и лишь единичные практически используемые проекции можно отнести ко второму.

Как следует из названий классов, в рассмотренном множестве четко выделяются три группы проекций: азимутальных; конических; цилиндрических.

Каждую группу подразделяют на четыре класса, причем три класса относятся к подмножеству с параллелями постоянной кривизны и один класс – к подмножеству с параллелями переменной кривизны. Проекция в каждой группе имеет общие черты, отличающие их от других групп, и имеется основной, базовый класс, определяющий в группе названия других классов. В группе названия других классов совпадают с названием основного класса и отличаются от него лишь приставкой «псевдо» или «поли».

Проекция базовых классов (азимутальные – А, конические – К, цилиндрические – Ц, таблица 4) имеют ортогональную сетку. В них главные направления ориентированы по меридианам и параллелям. Изоколы в нормальной ориентировке совпадают с параллелями, а в косо́й и поперечной – сальмукантаратами. В нормальной ориентировке одна проекция базового класса отличается от другой только промежутками между параллелями (альмукантаратами).

Таблица 4 – Классификация проекций по виду нормальной картографической сетки (Б. Серапинас, 2005)

Группы картографических проекций		
А	К	Ц
<i>Параллели постоянной кривизны</i>		
Азимутальные	Конические	Цилиндрические
Псевдоазимутальные	Псевдоконические	Псевдоцилиндрические (полицилиндрические)
Полиазимутальные	Поликонические	
<i>Параллели переменной кривизны</i>		
Полиазимутальные	Поликонические	Полицилиндрические

Группа азимутальных проекций. В этой группе проекций в нормальной ориентировке пространство около географического полюса отображается цельно, без разрывов. Во всех классах первого подмножества параллели изображаются либо окружностями, либо их дугами.

Отдельные азимутальные проекции были известны еще 2,5 тыс. лет тому назад. В современных условиях азимутальные проекции также имеют очень большое теоретическое и прикладное значение. Они могут иметь одну точку нулевых искажений или одну главную параллель (альмукантарат).

Азимутальная картографическая проекция – проекция, в которой параллели нормальной сетки – концентрические окружности, а меридианы – их радиусы, углы между которыми равны соответствующим разностям долгот.

Основные азимутальные проекции. Гномоническая азимутальная проекция. В Древней Греции Фалес Милетский применял эту проекцию для карт звездного неба. Обладает важным свойством: в гномонической проекции ортодромия – линия кратчайшего расстояния между двумя точками на шаре – изображается прямой. Благодаря этому свойству проекция находит применение в навигации.

Стереографическая азимутальная проекция. Предложена известным астрономом Гиппархом. Главные свойства проекции изучал древнегреческий ученый Клавдий Птолемей. Проекция равноугольная. Она обладает замечательным свойством: любая окружность на поверхности шара в этой проекции изображается окружностью. Благодаря этому свойству, ее используют не только в картографии, но и в далеких от нее областях знания, таких, как кристаллография, электротехника и др.

Равнопромежуточная азимутальная проекция. Применялась еще в Египте для карт звездного неба. Считается, что ее предложил парижский профессор математики Г. Постель (1510–1581). В этой проекции расстояния, радиально исходящие из ее центра, изображаются без искажений. По этой причине она удобна для авиационных, сейсмических и других карт, по которым оцениваются расстояния от центра карты до текущих точек.

Равновеликая азимутальная проекция. Предложена немецким математиком И.Г. Ламбертом. Используется для составления карт полушарий, материков, океанов. Внешняя азимутальная проекция. В проекции наблюдается Земля с околосемных космических аппаратов. В ней получают снимки Земли и других космических тел на космофотоснимках.

Ортографическая азимутальная проекция. В проекции наблюдатель видит Луну, планеты, кометы и другие космические тела. Карта в этой проекции создает в воображении пользователя эффект глобальности, сферичности. Проекция разработана египтянами и греками во II в. до н.э. Ее связывают также с именами греческого геометра Аполлония и астронома Гиппарха.

Азимутальные проекции применяют в нормальной, косой и поперечной ориентировках. В нормальной ориентировке проекции отличаются друг от друга только расстояниями между параллелями. Поэтому свойства разных азимутальных проекций и промежутки между параллелями на карте взаимосвязаны. Например, в равновеликой проекции эти промежутки с удалением от полюса уменьшаются. В равноугольной проекции наоборот – промежутки между параллелями с удалением от полюса нарастают. В равнопромежуточных проекциях шара они постоянны. Изоколы в нормальной ориентировке совпадают с параллелями, а в косой и поперечной – с альму-кantarатами. Таким образом, изоколы в любой азимутальной проекции являются окружностями.

В этой группе отдельно выделяют так называемые обобщенные азимутальные проекции, в которых на карте промежутки между меридианами изменяются с долготой, что приводит к сжатию или растяжению изображений на разных меридианах.

Псевдоазимутальные проекции. От азимутальных отличаются только видом сетки меридианов. Псевдоазимутальная картографическая проекция – проекция, в которой параллели нормальной сетки – концентрические окружности, а меридианы – кривые линии, в частном случае – прямые, сходящиеся в центре окружностей (рис. 5). Эту проекцию в 1879 г. предложил Вихель (H. Wichel). Вероятно, проекция Вихеля является одной из первых псевдоазимутальных проекций данного класса. Меридианы в проекции изображаются дугами окружностей, образуя своеобразный вихревой рисунок. Полюс, расположенный в центре проекции, показан точкой, другой, противоположный ему полюс, – окружностью. Вдоль меридианов сохраняется масштаб длин. Это равновеликая проекция, но со значительными искажениями форм.



**Рисунок 5 – Нормальная псевдоазимутальная равновеликая проекция
Х. Вихеля, 1879 г.**

В псевдоазимутальных проекциях отдельные меридианы могут быть показаны прямыми линиями. Псевдоазимутальные проекции обычно применяются в косо́й и поперечной ориентировках. Ряд таких проекций в 1950-х гг. разработал Г.А. Гинзбург. Они предназначены для построения карт мира и карт океанов. Известна также равновеликая псевдоазимутальная проекция для карт Мирового океана В.О. Муревскиса (1970-е гг.)

Полиазимутальные проекции. Особенностью этих проекций является то, что центры окружностей, изображающих в нормальной ориентировке параллели, располагаются на разных удалениях от географического полюса. Полиазимутальная картографическая проекция с параллелями постоянной кривизны – проекция, в которой параллели нормальной сетки – эксцентрические окружности, а меридианы – линии, сходящиеся в точке полюса, причем центры параллелей расположены на среднем меридиане. По характеру искажений полиазимутальные проекции могут быть любыми.

Полиазимутальные проекции с параллелями переменной кривизны. Параллели изображаются эллипсами, овалами, другими плавными замкнутыми кривыми, а в удалении от полюсов – дугами этих кривых; меридианы – пучком прямых или кривых линий, исходящих из точки, представляющей географический полюс. Пространство вокруг полюса изображается без разрывов. Такие проекции естественны для отображения трехосного эллипсоида. В частности, проекции с эллиптическими параллелями применялись для построения карт спутника Марса Фобоса, а также для карт некоторых спутников других планет.

Группа конических проекций. Проекция, принадлежащие к группе конических, являются наиболее общими. Теоретически можно показать, что проекции азимутальной и цилиндрической групп представляют собой крайние, предельные случаи группы конических проекций. Пространство у полюсов отображается с разрывами. Во всех классах первого подмножества параллели на плоскости представляют собой дуги окружностей.

Конические проекции были известны еще в Древней Греции. Название обусловлено тем, что при проектировании земной поверхности на плоскость в качестве промежуточной использована поверхность конуса.

Коническая картографическая проекция – проекция, в которой параллели нормальной сетки – дуги концентрических окружностей, а меридианы – их радиусы, углы между которыми пропорциональны соответствующим разностям долгот. В конической проекции у полюсов имеются разрывы.

В каждой конической проекции имеются одна или две главные параллели, на которых сохраняется главный масштаб и, следовательно, нет искажений.

Вероятно, первую равнопромежуточную проекцию предложил Клавдий Птолемей. В XVI в. их совершенствовал Г. Меркатор. Начиная с XVIII в. изучением и разработкой конических проекций занимались многие ученые. Известны равновеликие конические проекции Альберса (1773–1833) и Ламберта, равноугольные проекции Ламберта и Гаусса, равнопромежуточные Л. Эйлера. Коническим проекциям также посвящены труды Д.И. Менделеева, В.В. Витковского, В.В. Каврайского, Ф.Н. Красовского и др.

В России наибольшее распространение получили равнопромежуточные и равноугольные конические проекции, в США, Канаде и некоторых других странах применяют равновеликие, конические проекции.

Псевдоконические проекции берут начало от карт древнегреческого ученого Аристотеля (384–322 до н.э.). Они были известны Птолемею. В определенной мере псевдоконические проекции обобщают конические проекции, заменяя в них прямолинейные меридианы криволинейными.

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

В 1752 г. Ригоберт Бонн (1727–1795), французский инженер-гидрограф, предложил псевдоконическую проекцию использовать для карт Франции. С тех пор за проекцией закрепилось название проекции Бонна. Ее применяли в нач. XIX в. для топографических карт Франции. В ней построена российская трехверстная Военно-топографическая карта европейской части России, непрерывно издававшаяся с 1847 г. В атласах того вре-

мени в этой проекции построены карты Европы, Азии, Северной Америки. В конце XX в. ее использовали в СССР для построения Геоморфологической карты мира.

Проекция Бонна равновеликая. Главный масштаб сохраняется на среднем меридиане и на всех параллелях. Параллели под прямым углом пересекают только средний меридиан. Однако имеется одна параллель, пересекающая все меридианы под прямым углом. Ее условно назовем главной параллелью проекции Бонна.

От выбора широты главной параллели зависит общий вид проекции. Если широта главной параллели 90° , то это проекция Штаба – Вернера или просто Вернера, предложена около 1500 г. Она известна также под названием «сердцевидная». В XVI–XVII вв. применялась для построения карт мира. В сущности, проекция представляет собой частный случай проекции Бонна.

От проекции Вернера до псевдоазимутальной проекции один шаг. Сделать этот шаг геометрически невозможно. Однако общие уравнения проекций этих двух классов одинаковы. Если в проекции Вернера устранить разрывы у полюса, то получим псевдоазимутальную проекцию. Это можно сделать, внося соответствующие изменения в формулы проекции Вернера. Именно так и поступил советский картограф Г.А. Гинзбург, создавая псевдоазимутальную проекцию для карты Атлантического и Северного Ледовитого океанов.

Поликонические проекции. Класс поликонических проекций обобщает все подмножество проекций с параллелями постоянной кривизны. В этом подмножестве он – наиболее общий класс. Из обобщенных формул поликонических проекций следуют общие формулы проекций любого класса данного подмножества. Поэтому поликонические проекции относятся к числу важнейших проекций.

Поликоническая картографическая проекция – проекция, в которой параллели нормальной сетки – дуги эксцентрических окружностей, осевой меридиан – прямая, на которой расположены центры параллелей, остальные меридианы – кривые линии.

По характеру искажений поликонические проекции разделяют на равновеликие, произвольные и равноугольные. Наибольшее практическое значение имеют произвольные и равноугольные поликонические проекции. Известны также теоретические исследования Н.А. Урмаева, Л.М. Бугаевского и других ученых, посвященные разработке теории равновеликих проекций.

Простая поликоническая проекция – так называют проекцию, разработанную в США. Она известна также как «американская» проекция. Предположительно ее разработал в 1820 г. директор Береговой Съёмки США Хасслер. В США для составления топографических карт ее применяли

вплоть до 1950 г. Простую поликоническую проекцию можно представить как состоящую из таких участков конических проекций, в которых каждая параллель является главной. Поэтому в простой поликонической проекции на любой параллели нет искажений длин. Однозначно определен и радиус каждой параллели на карте. Искажений длин нет также на среднем прямолинейном меридиане. Центры окружностей, изображающих на карте параллели, расположены на среднем прямолинейном меридиане. Существенным недостатком простой поликонической проекции является большая кривизна ее параллелей, особенно в высоких широтах. Другим недостатком являются значительные искажения длин, углов и площадей на тех участках, которые расположены по краям проекции в удалении от среднего меридиана. Эти недостатки не позволяют применять простую поликоническую проекцию для отображения всей земной поверхности. Однако она удачно использована при построении отдельных листов многолистной Международной карты мира масштаба 1:1000000.

Трудами известных ученых ЦНИИГАиК Н.А. Урмаева, Т.Д. Салмановой и Г.А. Гинзбурга разработан ряд новых поликонических проекций, нашедших применение при создании настенных карт и карт атласов. Эти проекции обычно известны как поликонические проекции ЦНИИГАиК.

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

В 1772 г. немецкий ученый И.Г. Ламберт (1728–1777) предложил равноугольное отображение мира в круге. Эту проекцию обычно называют проекцией Лагранжа. Знаменитый французский математик Ж.Л. Лагранж (1736–1813) в 1779 г. поставил и решил общую задачу – найти все равноугольные проекции с круговыми меридианами и параллелями. По существу он обобщил концепцию Ламберта. Любые равноугольные поликонические проекции тождественны проекции Лагранжа.

Поликонические проекции с параллелями переменной кривизны. В этих проекциях параллели обычно изображаются эллипсами, реже – другими плоскими кривыми. Меридианы – прямые или кривые линии. Известны предложения подобных проекций для карт РФ, карт Мирового океана и др.

Цилиндрические проекции. Отличительной чертой группы цилиндрических проекций является то, что во всех классах первого подмножества параллели изображаются прямыми линиями. Эти прямые можно рассматривать как частный случай дуг окружностей, центры которых – в бесконечности. Название обусловлено тем, что при проектировании земной поверхности на плоскость в качестве промежуточной использована поверхность цилиндра. Картографическая сетка проекций этого класса имеет наиболее простой вид – она состоит из совокупности ортогонально пересе-

кающихся прямых линий. Проекция может иметь либо одну, либо две главные параллели (альмукантараты), на которых отсутствуют искажения.

Цилиндрическая картографическая проекция – проекция, в которой параллели нормальной сетки – параллельные прямые, а меридианы – перпендикулярные параллелям прямые, расстояния между которыми пропорциональны разностям долгот. По характеру искажений цилиндрические проекции содержат весь спектр проекций.

Равновеликую цилиндрическую проекцию в 1772 г. разработал И.Г. Ламберт. Эратосфеном была составлена карта мира с сеткой меридианов и параллелей в виде взаимно перпендикулярных равноотстоящих прямых. Вероятно, это была равнопромежуточная цилиндрическая проекция. Между тем считается, что равнопромежуточную цилиндрическую проекцию предложил в 1438 г. Генрих Мореплаватель (1394–1460). В 1569 г. знаменитый фламандский картограф Меркатор в равноугольной цилиндрической проекции создал первую многолистную карту мира, предназначенную для использования в навигации. В последствии проекция стала называться его именем и получила широкое распространение в мореплавании благодаря весьма ценному ее свойству – в проекции Меркатора линия постоянного азимута (локсодромия) изображается прямой. На такой карте очень удобно прокладывать маршруты по заранее заданным азимутам. Существует ряд и других произвольных по характеру искажений цилиндрических проекций. Также можно создать обобщенные цилиндрические проекции, в которых расстояния между линиями меридианов изменяются с долготой.

Псевдоцилиндрические проекции – весьма обширный класс проекций. Их появление продиктовано естественным желанием сохранить простой рисунок цилиндрических проекций и устранить их основной недостаток. В цилиндрических проекциях точки полюсов изображаются отрезками такой же длины, как и экватор в этой проекции. Промежутки между меридианами на всех широтах одни и те же. В силу этого на картах возникают значительные деформации изображений полярных районов. В псевдоцилиндрических проекциях полюса могут быть показаны как точками, так и отрезками заданной длины.

Псевдоцилиндрическая картографическая проекция – проекция, в которой параллели нормальной сетки – параллельные прямые, средний меридиан – прямая, перпендикулярная параллелям, а остальные меридианы – ломаные прямые или кривые.

Сетка меридианов и параллелей не ортогональна. Поэтому по характеру искажений псевдоцилиндрические проекции бывают либо равновеликими, либо произвольными. Равноугольные проекции в силу геометрической структуры картографической сетки невозможны.

Из-за не ортогональности картографической сетки главные направления, а, следовательно, и экстремальные масштабы не совпадают с направ-

лением меридианов и параллелей. Исключением являются лишь точки пересечения среднего прямолинейного меридиана с параллелями и экватором.

Меридианы изображаются ломаными прямыми, а также дугами эллипсов, парабол, гипербол или синусоид.

Нормальные псевдоцилиндрические проекции имеют две оси симметрии – экватор и средний меридиан. Промежутки между меридианами в равновеликих проекциях пропорциональны разности долгот. В произвольных по характеру искажений проекциях они могут убывать или, значительно реже, возрастать от среднего меридиана к востоку и западу. Промежутки между параллелями определяются принятым законом изображения земной поверхности на плоскости. Псевдоцилиндрические проекции в основном применяются для отображения в мелком масштабе крупных частей шарообразной планеты или всей ее поверхности. Поэтому в псевдоцилиндрических проекциях земная поверхность принимается за поверхность шара.

Наиболее известна карта в псевдоцилиндрической проекции – карта Атлантического океана Паоло Тосканелли (1474), которую использовал Колумб в своем путешествии.

К этой группе проекций относятся проекции немецкого ученого Мольвейде (1805), комплекс проекций немецкого картографа Макса Эккерта (1868–1938), предложившего шесть вариантов псевдоцилиндрических проекций. Они известны по номерам.

Хорошо известна синусоидальная равновеликая проекция Сансона, предложенная в XVI в. Все ее параллели и средний меридиан строятся в главном масштабе, и, следовательно, на них нет искажений длин. В свое время проекция применялась для построения карт континентов и даже карт мира.

Приведенными примерами перечень псевдоцилиндрических проекций не исчерпывается. Известны и используются псевдоцилиндрические проекции Н.А. Урмаева, В.В. Каврайского, Г.А. Гинзбурга, А.Г. Робинсона, Р.В. Путниньша (1934) и многих других ученых-картографов.

Задание 3. Определить приведенные на рис. 7-26 картографические проекции. Данные определения записать в рабочую тетрадь в виде таблицы.

№№	№ рисунка	Название проекции



Рисунок 7



Рисунок 8

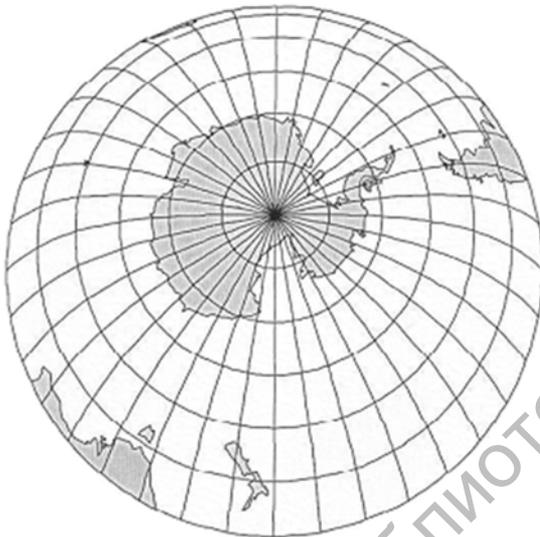


Рисунок 9



Рисунок 10



Рисунок 11



Рисунок 12



Рисунок 13



Рисунок 14

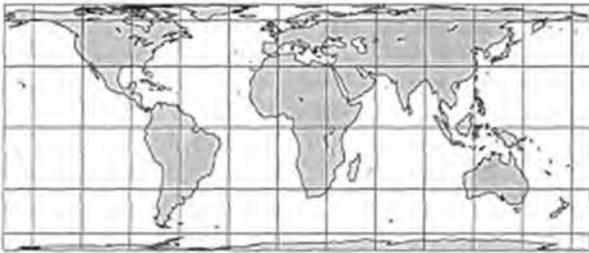


Рисунок 15



Рисунок 16

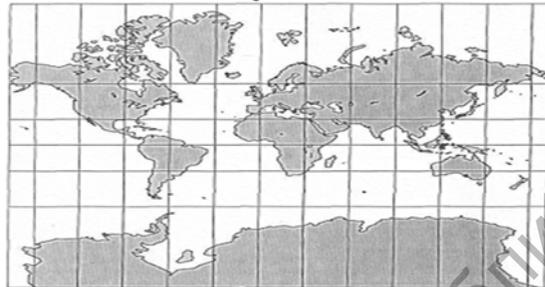


Рисунок 17



Рисунок 18



Рисунок 19

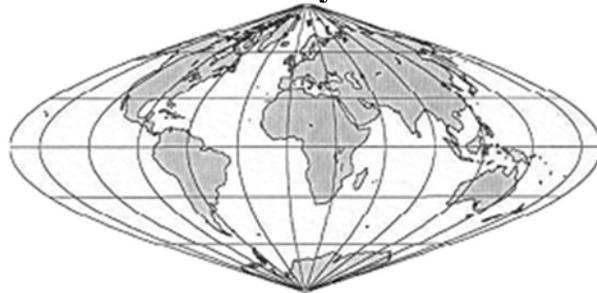


Рисунок 20



Рисунок 21

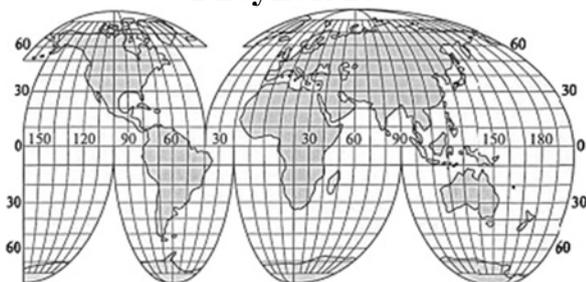


Рисунок 22

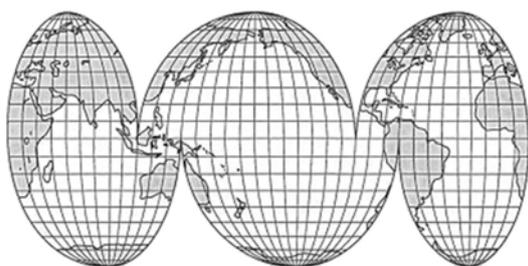


Рисунок 23

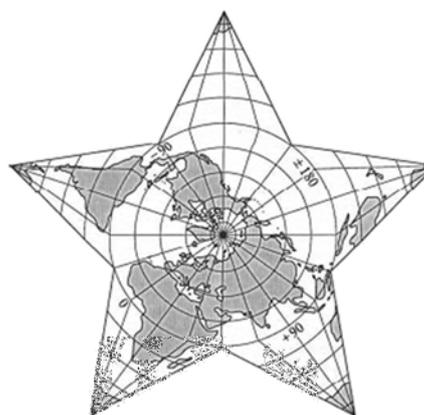


Рисунок 24

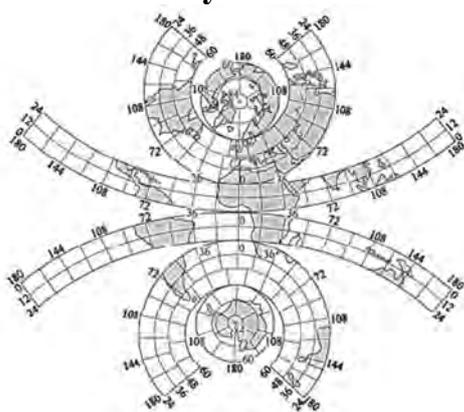


Рисунок 25



Рисунок 26

Литература:

Серापинас, Б.Б. Математическая картография : учебник для вузов / Балис Балио Серापинас. – Москва : Издательский центр «Академия», 2005.

Картографические проекции и их определение. Часть 1 // сост.: Р.А. Жмойдяк, П.П. Явид. – Минск : БГУ, 1994.

Захарова, М.Е. Картография : лаборат. практикум / М.Е. Захарова, И.Н. Шарухо. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2010. – 52 с.

Лабораторная работа № 3

Учебные вопросы:

1. Принципы определения проекций.
2. Определители проекций.
3. Измерительные работы при определении проекций.
4. Принципы выбора проекций при создании карт.

Задание 1. Определить картографические проекции карт Атласа офицера (1984), Географических атласов для учителей (1968, 1986, 2016), Атласа мира (2003), серии настенных школьных и вузовских карт.

Методические рекомендации. При затруднении в определении тех или иных проекций карт атласов, настенных карт используются определители картографических проекций (таблицы 7-12). Все результаты определения проекций оформляются в рабочих тетрадях в виде таблиц 5 и 6. Таблица 6 заполняется после оформления таблицы 5. После определения проекции дать ее полное название: класс, ориентировка вспомогательной геометрической поверхности, вид искажений, автор проекции, год разработки, дополнительные характеристики в подтверждение выдвигаемой версии о данной проекции.

Таблица 5 – Определение картографических проекций

Название карты, страницы	Картографическая проекция
	Атлас офицера (1984)
	Географический атлас для учителей (год издания)
	Атласа мира (2003)
	Иные атласы
	Настенные карты

Таблица 6 – Результаты определения картографических проекций по внешним признакам и по результатам измерений

Карта	Изображаемая территория	Формы рамки	Какими линиями изображаются меридианы и параллели	Как изменяются промежутки между параллелями по прямому меридиану	Дополнительные признаки проекции	Вид проекции по характеру искажений	Название проекции
1	2	3	4	5	6	7	8

**Таблица 7 – Классификация картографических проекций
и их использование**

Классификация проекций по		Изображение (вид)		Изображаемая территория на картах
Вид меридианов и параллелей	Ориентировка вспомогательной поверхности	меридианов	параллелей	
Цилиндрические	Нормальные	прямые	прямые	Карты мира, экваториальные государства
	Поперечные	Кривые	Кривые	Топографические карты, отдельные государства
	Косые	Кривые	Кривые	Карты СНГ для НШ
Конические	Нормальные	Прямые	Концентрические окружности	Карты СНГ и др. государств, Зап. Европа, Австралия
	Поперечные	Кривые	Кривые	Не используются
	Косые	Кривые	Кривые	Отдельные государства, мало используются
Азимутальные	Нормальные	прямые	Концентрические окружности	Карты Арктики и Антарктики
	Поперечные*	Кривые	Кривые	Зап. и Вост. полушарий, Африка, экваториальные государства
	Косые	Кривые	кривые	Карты материков, материковое и океаническое полушария, отдельные государства
Поликонические		Кривые	Дуги эллиптических окружностей	Мира, СССР (вузов, 1953-1959)
Псевдоцилиндрические		Кривые	прямые	Мира, океанов, Африка

Классификация проекций по		Изображение (вид)		Изображаемая территория на картах
Вид меридианов и параллелей	Ориентировка вспомогательной поверхности	меридианов	параллелей	
Псевдоконические		Кривые	Дуги эксцентрические окружности	Евразии и др. материков
Псевдоазимутальные (косые и поперечные)	На основе косых и поперечных азимутальных	Кривые	Кривые	Океанов
Круговые		Дуги эксцентрических окружностей	Дуги эксцентрических окружностей	Мира, Зап. и Вост. полушарий

**У поперечной азимутальной стереографической проекции меридианы и параллели дуги эксцентрических окружностей.*

Таблица 8 – Определитель картографических проекций карт мира

Форма рамки карты или вид всей сетки	Вид параллелей и меридианов	Как изменяются промежутки между параллелями по прямому меридиану с удалением от экватора	Название проекции
Сетка и рамка-прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	прямые	Сильно увеличиваются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 3 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная равноугольная цилиндрическая Меркатора
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 2,6 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая произвольная Урмеева, 1945, 1 вар.

Форма рамки карты или вид всей сетки	Вид параллелей и меридианов	Как изменяются промежутки между параллелями по прямому меридиану с удалением от экватора	Название проекции
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 1,8 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая произвольная Урмаева, 1945, 2 вар.
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° почти в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Нормальная цилиндрическая произвольная Голла, (БСАМ)
Рамка-прямоугольник, полюс в рамке не изображается	Параллели-прямые, меридианы-кривые	Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° почти 1,3 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Псевдоцилиндрическая произвольная ЦНИИГАиК
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° почти в 1,5 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Псевдоцилиндрическая произвольная Урмаева
Сетка с разрывами, полюс – ряд прямых		Уменьшаются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 1,7 раза меньше, чем между экватором и параллелью 20°	Псевдоцилиндрическая равновеликая Эккерта-Гуда (БСАМ)
Боковые рамки в форме синусоид, полюсы-прямые		Уменьшаются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 1,7 раза меньше, чем между экватором и параллелью 20°	Псевдоцилиндрическая равновеликая синусоидальная В.В. Каврайского

Форма рамки карты или вид всей сетки	Вид параллелей и меридианов	Как изменяются промежутки между параллелями по прямому меридиану с удалением от экватора	Название проекции
Сетка с разрывами, полюс – несколько точек		Уменьшаются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 1,5 раза меньше, чем между экватором и параллелью 20°	Псевдоцилиндрическая равновеликая Мольвейде-Гуда
Рамка в форме синусоид, полюс – точки		Сохраняются равными	Псевдоцилиндрическая равновеликая Сансона
Сетка и рамка – эллипс, полюс – точки		Уменьшаются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 1,5 раза меньше, чем между экватором и параллелью 20°	Псевдоцилиндрическая равновеликая Мольвейде
	кривые	Уменьшаются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 1,2 раза меньше, чем между экватором и параллелью 20°	Условная произвольная равновеликая Аитова-Гаммера

Форма рамки карты или вид всей сетки	Вид параллелей и меридианов	Как изменяются промежутки между параллелями по прямому меридиану с удалением от экватора	Название проекции
Рамка – прямоугольник, полюсы в рамке карты не изображаются	Дуги эксцентрических окружностей	Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° почти в 2 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	Круговая произвольная Гринтена
	Параллели дуги эксцентрических окружностей, меридианы-кривые	Сохраняются равными. В 60° дуги экватора содержится примерно 101° 80-й параллели	Поликоническая произвольная ЦНИИНАиК вар. ФГАМ
		Сохраняются равными. В 60° дуги экватора содержится примерно 117° 80-й параллели	Поликоническая произвольная ЦНИИГАиК, 1950
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° примерно в 1,2 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°. В 60° дуги экватора содержится примерно 121° 80-й параллели	Поликоническая произвольная ЦНИИГАиК, БСЭ
		Увеличиваются: между параллелями 60 и 80° примерно в 1,2 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°. В 60° дуги экватора содержится примерно 102° 80-й параллели	Поликоническая произвольная ЦНИИГАиК, 1954

Таблица 9 – Определитель картографических проекций карт восточного и западного полушарий

Вид параллелей	Как изменяются промежутки по среднему меридиану и экватору от центра полушария к его периферии	Название проекции
Кривые, увеличивающиеся кривизну с удалением от среднего меридиана к крайним	Уменьшаются почти в 1,4 раза	Поперечная азимутальная равновеликая Ламберта
	Уменьшаются почти в 1,3 раза	Поперечная азимутальная произвольная Гинзбурга
	Равны	Поперечная азимутальная равнопромежуточная Постеля
Дуги окружностей	Увеличиваются почти в 2 раза	Поперечная азимутальная равноугольная стереографическая
	Равны	Круговая шаровая (глоблярная) произвольная Арроусмита
Прямые	Сильно уменьшаются (в 6-7 раз)	Поперечная азимутальная равнопромежуточная ортографическая
	Уменьшаются по меридианам и не изменяются по экватору	Псевдоцилиндрическая равновеликая Мольвейде

Таблица 10 – Определитель картографических проекций карт материков и частей света

Вид параллелей и меридианов	Вид линии экватора	Как изменяются промежутки между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра материка к северу и югу	Как изменяются промежутки между соседними параллелями с удалением от среднего меридиана к западу и востоку	Название проекции
Кривые с увеличивающейся кривизной при удалении от среднего (прямого) меридиана	Кривая	Уменьшаются	Увеличиваются	Косая азимутальная равновеликая Ламберта
	Прямая	Уменьшаются	Увеличиваются	Поперечная азимутальная равновеликая Ламберта
	Кривая	Сохраняются равными	Увеличиваются	Косая азимутальная равнопромежуточная Постеля
Параллели – пологие кривые, близкие к дугам окружностей; меридианы – кривые	Кривая	Уменьшаются	Изменяются мало и при этом по-разному в разных местах	Условная произвольная ЦНИИГАиК для карт Евразии
Параллели – дуги концентрических окружностей; меридианы – кривые	Дуга окружности	Не изменяются	Не изменяются	Псевдоконическая равновеликая Бонна

Вид параллелей и меридианов	Вид линии экватора	Как изменяются промежутки между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра материка к северу и югу	Как изменяются промежутки между соседними параллелями с удалением от среднего меридиана к западу и востоку	Название проекции
Параллели – дуги концентрических окружностей; меридианы – прямые		Увеличиваются	Не изменяются	Нормальная коническая равноугольная Ламберта-Гаусса
Параллели – прямые, меридианы – кривые	Прямая	Не изменяются	Не изменяются	Псевдоцилиндрическая равновеликая Сансона

Таблица 11 – Определитель картографических проекций карт океанов

Вид параллелей и меридианов	Вид линии экватора	Как изменяются промежутки между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра океана	Как изменяются промежутки между соседними параллелями с удалением от среднего меридиана к западу и востоку	Название проекции
Меридианы – кривые, параллели – прямые	Прямая	Уменьшаются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 1,5 раза меньше, чем между экватором и параллелью 20°	Не изменяются	Псевдоцилиндрическая произвольная Урмаева (с небольшими искажениями площадей)

Вид параллелей и меридианов	Вид линии экватора	Как изменяются промежутки между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра океана	Как изменяются промежутки между соседними параллелями с удалением от среднего меридиана к западу и востоку	Название проекции
Меридианы и параллели-кривые	Кривая	Уменьшаются	Увеличиваются	Косая азимутальная равноугольная Ламберта
	Прямая	Уменьшаются	Увеличиваются	Поперечная псевдоазимутальная произвольная ЦНИИ-ГАиК
	Кривая	К северу уменьшается незначительно, к югу – значительно	Увеличиваются	Косая псевдоазимутальная ЦНИИ-ГАиК
Меридианы-кривые, параллели – дуги эксцентрических окружностей	Прямая	Увеличиваются	Увеличиваются	Поликоническая произвольная ЦНИИ-ГАиК БСЭ
Меридианы и параллели – прямые взаимноперпендикулярные	Прямая	Сильно увеличиваются от средних широт	Не изменяются	Нормальная коническая равноугольная Меркатора

Таблица 12 – Определитель картографических проекций карт СССР, СНГ и других государств

Вид параллелей и меридианов	Как изменяются промежутки между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра к северу и югу	Дополнительные (особые) признаки	Название проекции
Параллели -дуги концентрических окружностей, меридианы-прямые	Увеличиваются	Точка СП может быть получена в пересечении меридианов	Нормальная коническая равноугольная Ламберта-Гаусса
	Равны	Точка пересечения меридианов отстоит от СП примерно на 3°	Нормальная коническая равнопромежуточная Ф.Н. Красовского
		Точка пересечения меридианов отстоит от СП примерно на 6°	Нормальная коническая равнопромежуточная В.В. Каврайского
Параллели и меридианы-кривые. Сетка зрительно передает шарообразность	Увеличиваются к северу; между СП и параллелью 80° в 1,3 раза больше, чем между параллелями 40 и 50°	Промежутки между меридианами по параллелям увеличиваются симметрично к западу и востоку с удалением от среднего (прямого) меридиана	Косая перспективная цилиндрическая произвольная М.Д. Соловьева
	Увеличиваются к северу и югу; между СП и параллелью 80°, а также параллелями 40 и 50° в 1,1. раза больше, чем между параллелями 60 и 70°	Промежутки между меридианами по средней (60) параллели при удалении от среднего (прямого) меридиана увеличиваются, а затем немного уменьшаются	Условная произвольная ЦНИИГАиК для НШ с симметричной сеткой

Вид параллелей и меридианов	Как изменяются промежутки между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра к северу и югу	Дополнительные (особые) признаки	Название проекции
	Увеличиваются к югу незначительно, к северу сначала уменьшаются, затем – увеличиваются	Сетка несимметрична относительно среднего (прямого) меридиана; к востоку параллели имеют большую кривизну, а промежутки по ним между меридианами – меньше	Условная произвольная ЦНИИГАиК для НШ с несимметричной сеткой
Параллели и меридианы- кривые	Равны	Многие меридианы меняют направление выпуклости относительно среднего (прямого) меридиана. 80° параллель представляет окружность. В рамку обычно включен приполярный район	Косая цилиндрическая равнопромежуточная ЦНИИГАиК
	Уменьшаются	Промежутки между параллелями и промежутки между меридианами по параллелям уменьшаются к западу и востоку от среднего (прямого) меридиана	Косая перспективная азимутальная произвольная ЦНИИГАиК
Параллели- дуги эксцентрических окружностей, меридианы- кривые	Уменьшаются от юга; между СП и параллелью 80° в 1,1 раза меньше, чем между параллелями 40 и 50°	Прямой меридиан – 90° в.д.	Видоизмененная поликоническая произвольная Т.Д. Салмановой

Задание 2. Определить проекции 20 предложенных контурных карт. При определении проекции необходимо точно указать место проекции в общей классификации, автора проекции и год ее внедрения, а также дать характеристику распределения различных типов искажений в данной проекции.

Задание 3. Ответить на вопросы:

1. Какие выделяются признаки классификации картографических проекций?
2. Как разделяются проекции по форме поверхности картографируемого тела?
3. Как классифицируются проекции по характеру искажений?
4. Каковы общие черты и различия проекций одной группы?
5. Каков вид нормальных сеток азимутальных, псевдоазимутальных и полиазимутальных проекций?
6. Каков вид нормальных сеток конических, псевдоконических и поликонических проекций?
7. Каков вид нормальных сеток цилиндрических, псевдоцилиндрических и полицилиндрических проекций?
8. Как по изображению экватора отличить псевдоконическую проекцию от поликонической?
9. Какими бывают по характеру искажений псевдоконические и поликонические проекции?
10. Какую проекцию называют простой поликонической проекцией?
11. Какие поликонические проекции называют круговыми?
12. Какими свойствами обладает поликоническая проекция Лагранжа?
13. Что объединяет поликоническую и полицилиндрическую проекции?
14. Какими свойствами обладают цилиндрическая проекция Меркатора и цилиндрическая проекция Ламберта?
15. Как изображаются полюса и какими линиями изображаются меридианы в псевдоцилиндрических проекциях?
16. Какими бывают по характеру искажений псевдоцилиндрические проекции?
17. Чем знаменита карта Паоло Тосканелли, построенная в псевдоцилиндрической проекции? Как в этой проекции изображены меридианы?

**Тема 4. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ
И СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ
ОБЪЕКТОВ И ЯВЛЕНИЙ НА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ.**

НАДПИСИ НА КАРТАХ

(Лабораторная работа № 4)

Учебные вопросы:

1. Особенности обзорных общегеографических карт.
2. Изображение водных объектов, рельефа, почвенно-растительного покрова и грунтов на общегеографических картах.

3. Изображение (отображение) на общегеографических картах населенных пунктов, путей сообщения, политического и политико-административного деления территории.

4. Особенности тематических карт. Виды тематических карт. Способ ареалов, способ качественного фона.

5. Точечный способ, способы изолиний, значков, локализованных диаграмм.

6. Способы картограмм и картодиаграмм, линейных знаков и знаков движения.

7. Надписи на картах. Методика построения надписей. Принципы выбора шрифтов. Закономерности размещения шрифтов на географических картах.

Задание 1. Способом лессировки изобразить государственную границу Беларуси, границы областей (графическая работа № 10), создать с помощью красок и туши карту административного деления одной из 6 областей Беларуси (графическая работа № 11).

Задание 2. По мелкомасштабным картам с гипсометрическим изображением рельефа построить орографический профиль (графическая работа № 12) по указанному (см. ниже варианты) направлению.

Рекомендации по выполнению задания. Предварительно рассмотрите по карте рельеф по заданному направлению. Выясните, какие орографические элементы и какие высоты располагаются по линии профиля. На основании этого анализа можно подобрать горизонтальный и вертикальный масштабы профиля. Обычно горизонтальный масштаб профиля берут равным горизонтальному масштабу карты, а вертикальный масштаб профиля – значительно крупнее горизонтального масштаба того же профиля.

Для выбора вертикального масштаба профиля существенное значение имеют особенности рельефа, а именно, колебание высот по заданной линии. Так, для районов, где преобладают низменности с высотами до 200–300 м, масштаб вертикальный можно взять равным 1:10000 или 1:25000, т. е. высоте местности в 50 м на профиле будет соответствовать вертикальный отрезок в 5–2 мм. Если на местности встречаются низменные равнины и возвышенности с высотами 1000–2000 м, то вертикальным масштаб берут 1:50000 или 1:100000 (соответствуют отрезки в 4 и 2 мм), а точки с высотами 2000, будут лежать над нулем профиля на расстоянии 40 и 20 мм. Для построения профиля высокогорных территорий вертикальный масштаб подбирают порядка 1:100000 или 1:200000, чтобы превышение в 1 км соответствовало на профиле отрезку 10 или 20 мм.

Преувеличение вертикального масштаба относительно горизонтального на профиле приводит к значительным (в десятки раз) искажениям углов наклона земной поверхности. Построение профиля по общегеографической карте, идентично работе с топографической картой. Для построения про-

филя весьма удобное использование миллиметровой бумаги. На ней обозначается направление, масштабы вертикальный и горизонтальный; шкала высоты (Y), расстояние в километрах (X).

Варианты:

Географический атлас для учителей средней школы. М., ГУГК, 1959–1984; Географический атлас для учителей средней школы – Минск, 2016:
Север Европейской части РСФСР (по линии Петрозаводск – Вологда)
Среднее Поволжье (по линии Кострома – Саратов)
Урал (по линии Ижевск – Каменск – Уральский)
Украина и Молдавия (по линии Полтава – Николаев)
Дальний Восток (по линии Магадан – Петропавловск-Камчатский).

Задание 3. Составление орографической схемы (графическая работа № 13) территории (Урала, Кавказа, гор Юга Сибири, Анд, Кордильер, Альп, на выбор).

Рекомендации по выполнению задания. Орографическая схема составляется на основании работы с общегеографической картой при помощи линейных и точечных знаков. Линиями показываются хребты, на них – вершины и перевалы; вдоль линий подписываются названия хребтов. Осевые линии хребтов выявляют по тонам послойной окраски и рисунку горизонталей, подобно тому, как проводят водораздельные линии на топографических картах. Схема должна передать характер ветвления хребтов, особенности перехода одного в другой и т. д.

Морские берега, реки и озера служат на картах ориентирами (наряду с картографической сеткой) для установления местоположения населенных пунктов и других географических объектов. Характеристика Мирового океана сводится к показу его береговой линии, рельефа дна, наименованию частей его горизонтального членения. Иногда отмечают положение морских путей сообщения, океанические течения, области распространения постоянных или плавающих льдов. Рельеф морского дна на современных общегеографических картах изображают гипсометрическим способом, в основе которого лежит показ ступеней глубин. Границами ступеней глубин служат изобаты – линии, по всей длине которой глубина остается неизменной. Изобата в 200 м очерчивает материковую отмель, 2000 м примерно соответствует границе между материковым склоном и ложем океана, глубоководные желоба оконтуриваются изобатой в 6000 м. Стандартной шкалы глубин не существует. В отдельных точках акваторий помещают отметки глубин. Особое внимание уделяется изображению береговой линии.

Главную реку в речных системах обычно показывают несколько большей толщиной линейного условного знака. Степень извилистости рек и притоки подлежат генерализации. Судоходные участки рек отмечаются белым просветом по оси условного знака русла. У озер нередко отмечают урез воды, разный цвет обозначает их соленость.

Для обозначения рельефа используют несколько способов: гипсометрический (способ послойной окраски, окраски по ступеням высот), способ отмывки и сплошной отмывки, отметки высот. Применяется также способ фоторельефа и перспективного изображения рельефа.

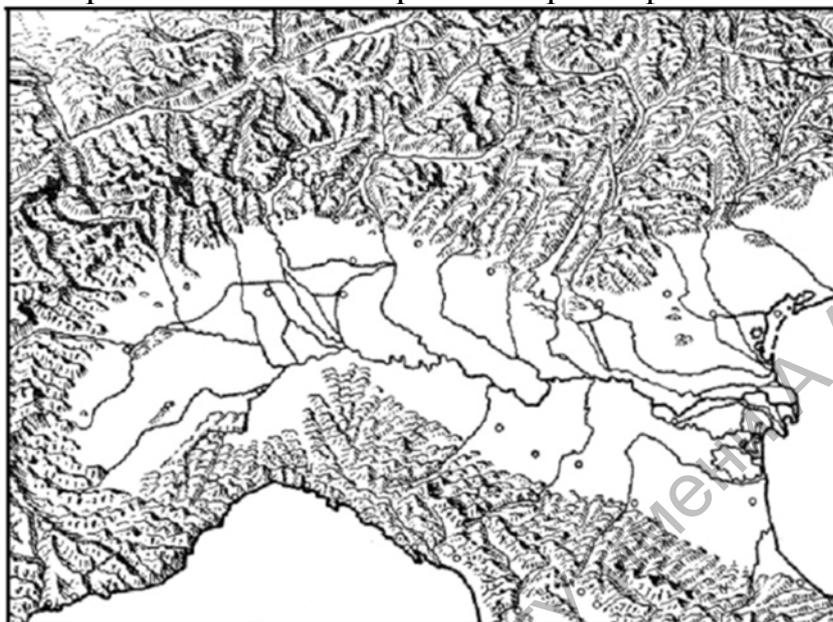


Рисунок 27 – Перспективное изображение рельефа Северной Италии

На геоморфологических картах для изображения форм рельефа применяют знаки ареалов. Так показывают распространение карстовых пещер, соляных куполов и бугров пучения, полигонального рельефа, барханов и грядовых песков. А на орографических картах, главное содержание которых составляют структурные элементы рельефа суши и дна океанов, широко используют линейные знаки для показа хребтов, уступов, впадин, котловин, подводных желобов, каньонов и др.

Светотеневая пластинка. Наибольшую выразительность и объемность дают способы светотеневой пластики, которая обеспечивает плавный переход от светлого к темному. Черная (серая) или коричневая акварельная краска наносится на затененные склоны и размывается кистью так, чтобы на крутых склонах тени лежали гуще, а пологие – выглядели светлее. В картографии используются три варианта отмывки:

отмывка при боковом (косом) освещении, чаще всего при северо-западном, когда свет падает как бы из левого верхнего угла карты, освещая западные и северо-западные склоны и затеняя восточные и юго-восточные (рис. 28);

отмывка при отвесном (зенитальном) освещении, при котором свет падает сверху, и вершины гор оказываются освещенными, а понижения – затененными;

отмывка при комбинированном освещении, сочетающая эффекты бокового и отвесного освещения, она пригодна для нанесения теней на склоны любой ориентировки, этот художественный прием дает наилучший пластический эффект.

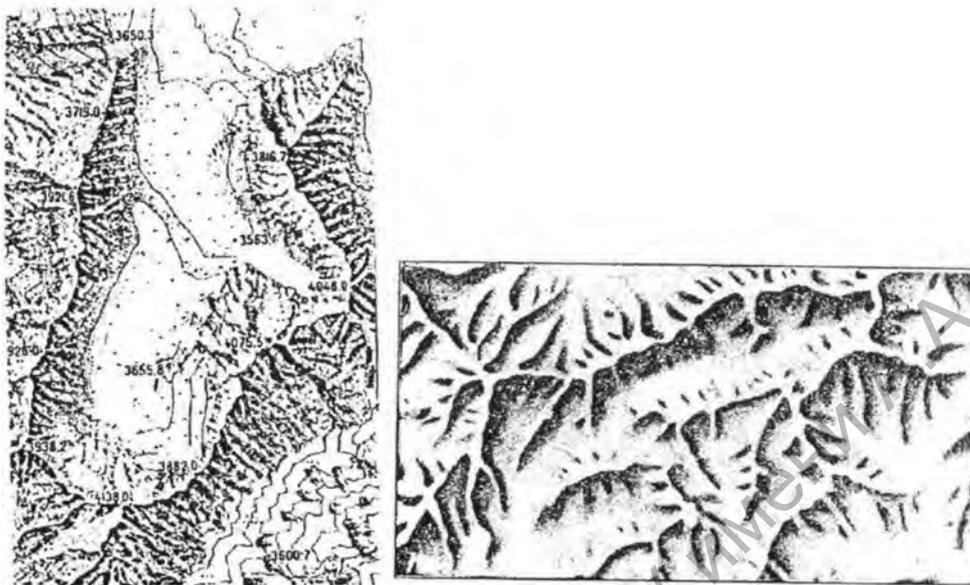


Рисунок 28 – Изображение скалистого рельефа высокогорья на топографической карте (слева) и с помощью светотеней (справа)

Отмывка используется как основной способ изображения рельефа на некоторых мелкомасштабных общегеографических картах.

Задание 4. Построение картодиаграмм динамики экономического показателя стран мира (графическая работа № 14).

Способом картодиаграммы (используя столбчатые диаграммы) показать на контурной карте мира динамику добычи природного газа (нефти, золота, железной руды) по странам мира в период с 1960 г. по настоящее время.

Рекомендации по выполнению задания. Выписать в тетрадь статистические данные по добыче того или иного полезного ископаемого по годам (временной масштаб – 10 лет). Выбрать масштаб столбиков диаграммы. Для этого: а) исходя из площади стран на контурной карте, подобрать оптимальные размеры столбиков по ширине и высоте. Ширина (основа) столбиков должна быть одинаковой, а высота разной – в зависимости от величины экономического показателя на определенный год. 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 целое значение заданного экономического показателя. Вычертить столбики на карте, разместив их в границах территорий перпендику-

лярно 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, 630 млрд. м³, 100 млн т. Раскрасить столбики разными цветами или нанести разную штриховку. В легенде дать условные знаки столбиков (цвет или штриховка – за какой год показатели) и подписать их масштаб, например: в 10 мм высоты – 50 млн т).

Задание 5. Построение картограмм (графическая работа № 15). Способом картограммы показать на контурной географической карте распределение относительного экономического показателя по странам Европы, регионам Беларуси, США, России.

Рекомендации по выполнению задания. Выписать данные заданного относительного показателя по возрастанию величин. 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 Беларуси, США, России. По построенному графику выделяем 4-5 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. 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 Беларуси, США, России) и их столицы (центры); г) подписать название карты, масштаб, фамилию автора.

Задание 6.1. Охарактеризовать различные способы картографирования объектов и явлений на тематических картах. Указать в каких случаях используются те или иные способы: способ значков; линейных знаков; знаков движения; ареалов; качественного фона; локализованных диаграмм; картодиаграмм; картограмм; точечный; изолиний.

Уяснить, в каких случаях употребляются те или иные способы картографического изображения, используя при этом таблицу 13 «Способы изображения, употребляемые на географических картах».

**Таблица 13 – Способы изображения, употребляемые
на географических картах**

Характер размещения явлений	Что передается	Употребительные способы изображения
Локализованный по пунктам (в «точках»)	Состояние в определенный момент времени	Способ значков (внемасштабные знаки)
	Перемещение (движение)	Линии движения в сочетании со способом значков
	Изменение во времени	Способ значков; локализованные диаграммы
Локализованные на линиях	Состояние в определенный момент времени	Линейные знаки
	Перемещение (движение)	Сочетание линейных, иногда совместно со знаками движения; изолинии
	Изменение во времени	Совмещение линейных знаков.
Локализованные на площадях	Состояние в определенный момент времени	Качественный фон; изолинии; совокупность локализованных диаграмм; ареалы
	Перемещение (движение)	Сочетание ареалов; изолинии; знаки движения
	Изменение во времени	Изолинии; совокупность локализованных диаграмм
Рассеянный	Состояние в определенный момент времени	Точечный; качественный фон; ареалы; картодиаграммы и картограммы
	Перемещение (движение)	Сочетание ареалов; знаки движения
	Изменение во времени	Точечный; сочетание ареалов; картодиаграммы и картограммы
Сплошной	Состояние в определенный момент времени	Качественный фон; изолинии; совокупность локализованных диаграмм; пластические способы для рельефа
	Перемещение (движение)	Знаки движения
	Изменение во времени	Изолинии; совокупность локализованных диаграмм.

Задание 6.2. Определить на основе изучения легенды и содержания карт Географического атласа для учителей (2016) вид карты (экономическая, климатическая и т. д.). Установить, какие явления показаны на изучаемой карте, и определить способы их изображения (в обязательном порядке проанализировать содержание и способы его изображения на картах народов, плотности населения, геологической, полезных ископаемых, климатических, политической карты, экономических карт). Результаты анализа работы предоставить в виде таблицы в рабочей тетради.

Задание 7. *Надписи на картах. Шрифты.* Изучить методику начертания букв рубленного острого и рубленного полужирного шрифтов, методику их построения и вычерчивания, а также технику выполнения надписей различных размеров. Изучить курсив острого и БСАМ курсив, овладеть навыками их построения и вычерчивания.

Шрифтом называют совокупность букв какого-либо алфавита или цифр, выполненных (вычерченных или нарисованных) в едином стиле. Шрифты эти крайне разнообразны, что позволяет их систематизировать и классифицировать. В картографии принято деление шрифтов на пять основных групп в зависимости от важнейших графических признаков: *контрастности* (отношение толщины основных/вертикальные) и дополнительных (горизонтальные и наклонные/штрихов), наличия и формы подсечек (горизонтальные штрихи, ограничивающие основные штрихи сверху и снизу) и характерных особенностей в начертании отдельных букв.

Первая группа: шрифты средней контрастности (дополнительные штрихи тоньше основных не более чем в три раза) с короткими подсечками, похожими на треугольники.

Вторая группа: контрастные шрифты (дополнительные штрихи более чем в три раза тоньше основных) с длинными и тонкими подсечками.

Третья группа: шрифты средней контрастности с прямоугольными подсечками, ширина которых меньше, чем ширина дополнительных штрихов.

Четвертая группа: шрифты малой контрастности (дополнительные штрихи тоньше основных не более чем в два раза) с прямоугольными подсечками.

Пятая группа: шрифты малой контрастности, не имеющие подсечек.

К *дополнительной группе* относятся шрифты, которые нельзя отнести ни к одной из выше указанных групп.

Для конкретной карты, серии карт, атласа разрабатывается определенная система шрифтов. Число видов шрифтов, применяемых на одной карте, зависит от типа и сложности ее содержания. Большого разнообразия шрифтов требуют общегеографические карты.

Задание 8. Определить и изучить виды шрифтов, использованных на следующих картах (Географический атлас для учителей средней школы).

М. : ГУГК, 1959–1984; Географический атлас для учителей средней школы. – Минск, 2016): Арктика. Политическая карта мира. Европа. Франция. Испания и Португалия. Северная Америка. Южная Америка. Китай.

Тема 5. КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ **(Лабораторная работа № 5)**

Учебные вопросы:

1. Понятие картографической генерализации. Факторы, влияющие на степень картографической генерализации.
2. Объекты, подлежащие количественному отбору при картографической генерализации.
3. Обобщение количественных и качественных характеристик объектов и явлений при картографической генерализации.

Задание 1. Провести анализ карт по степени их генерализации (Географический атлас для учителей (2016); карты физической карты полушарий, Европы, Испании и Португалии, Африки).

Методические рекомендации. 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.

На географической карте не могут быть отражены все существующие в действительности объекты. Неизбежен отбор какой-то их части для показа на карте. *Процесс научно обоснованного отбора и обобщения географических объектов и явлений для отображения их на карте называют картографической генерализацией.* Степень генерализации на карте имеет прямую зависимость от ее масштаба. Масштаб составляемой карты определяется в основном ее назначением. На справочных картах, предназначенных для подробной характеристики территории возможности, предоставляемые масштабом, реализуются максимально. На картах другого назначения степень генерализации может быть выше той, что определяется только масштабом, т. е. отбор может быть более значительным. Так, учебные карты составляются с большой недогрузкой, так как детальный показ местности излишен и даже вреден. Таким образом, основные факторы, влияющие на степень генерализации, – это масштаб карты, ее назначение и географические особенности картируемой территории.

Задание 2. Используя общегеографические карты разного масштаба, но на одну территорию (Географический атлас для учителей, 2016; Атлас Мира, 2003; Национальный атлас Беларуси, 2002), определить степень генерализации путем сравнения коэффициентов густоты речной сети.

Рекомендации по выполнению 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 $\sum L$, 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 2).

Коэффициент густоты речной сети вычисляется по формуле:

$$K_2 = \frac{\sum L_{рек}}{P}$$

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:

$$K_2 = \frac{\frac{1}{4} \pi \times d \times n}{P},$$

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_2		
Способ 2		
Число пересечений		
Сторона палетки, км		
Площадь, км ²		
Коэффициент густоты речной сети K_2		
Вывод:	Соотношение масштабов: Соотношение K_2 : Сформулировать изменение степени генерализации с изменением масштаба карты	

**Тема 6-7. ОБЩЕГЕОГРАФИЧЕСКИЕ
И ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАРТЫ. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АТЛАСЫ
И СЕРИИ КАРТ.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ
МЕЛКОМАСШТАБНЫХ КАРТ
(Лабораторная работа № 6-7)**

Учебные вопросы:

1. Классификация карт по содержанию.
2. Карты общегеографические. Свойства. Методика использования.
3. Карты тематические. Их классификация. Методика использования.
4. Атласная картография. Атласы. Методика использования.
5. Серии карт. Методика использования.
6. Особенности процессов проектирования и составления мелкомасштабных карт. Издание картографических пособий.

Задание 1. Анализ обзорной общегеографической карты.

Рекомендации для выполнения задания. Визуальный анализ и описание – традиционные и общеизвестные приемы изучения карт, цель которых состоит в том, чтобы выявить на картах наличие изучаемых явлений, особенности их размещения и взаимосвязи. Относительная простота описаний не означает примитивности получаемых результатов. Качественные описания имеют одно неоспоримое преимущество перед количественными приемами анализа карт: они могут создать общее обзорное представление о картографируемом явлении, тогда как применение математического анали-

за дает детальную, углубленную характеристику какой-то одной стороны явления.

Описание по картам широко используется как при изучении отдельных элементов той или иной территории (рельефа, климата, растительности, хозяйства), так и при комплексной характеристике территорий, установлении взаимосвязей явлений, сравнении различных регионов.

Описание должно производиться в логической последовательности, лучше по общепринятому плану, должно быть лаконичным, исчерпывающим и заканчиваться оценкой карты или картографируемого явления, и заканчиваться рекомендациями по улучшению карты.

Используется следующий план анализа (описания) обзорной общегеографической карты: 1. Название карты, выходные данные (где, когда и кем составлена и издана). 2. Назначение карты. 3. Оформление карты: количество цветов штрихового рисунка, фоновых окрасок. 4. Математическая основа: а) главный масштаб карты; б) сетка меридианов и параллелей, долгота среднего меридиана; в) проекция; характер, величина и распределение искажений; г) рамки карты; д) компоновка. 5. Дополнительные и вспомогательные элементы карты. 6. Картографическое изображение (по каждому из перечисленных ниже элементов в описании также указывается их классификация и способ изображения на карте): а) рельеф; шкалы высот и глубин; б) гидрографическая сеть – моря, реки, озера; в) растительность и грунты; г) населенные пункты; д) пути сообщения; е) политико-административное деление, границы; ж) прочие элементы картографического изображения; з) надписи – названия каких категорий объектов подписаны, что характеризуют; шрифты, размеры и цвет надписей. 7. Общая оценка карты и возможные направления по ее совершенствованию.

Результаты работы предоставить в виде реферата (объем до 5 рукописных страниц формата А4).

Задание 2. Произвести анализ (описание) тематической карты по вариантам (Географический атлас мира для учителей, 2016):

1. Глобальные проблемы. Геополитическая динамика. – С. 143.
2. Европа. Тектоника и полезные ископаемые. – С. 153.
3. Европа. Население. – С. 155.
4. Франция. Хозяйство. – С. 163.
5. Италия. Хозяйство. – С. 167.
6. Российская Федерация. Хозяйство. – С.180–181.
7. Азия. Климат. – С. 185.
8. США. Хозяйство. – С. 229.

Рекомендации для выполнения задания. Используется следующий план анализа (описания) тематической географической карты: 1. Название карты, выходные данные (где, когда и кем составлена и издана). 2. Назначение карты. 3. Оформление карты: количество цветов штрихового рисунка, фо-

новых окрасок. 4. Математическая основа: а) главный масштаб карты; б) сетка меридианов и параллелей, долгота среднего меридиана; в) проекция; характер, величина и распределение искажений; г) рамки карты; д) компоновка. 5. Характеристика элементов общегеографической карты, составляющих географическую основу данной тематической карты (географическая основа). 6. Особенности специального содержания карты: а) изображаемые природные или социально-экономические элементы, раскрывающие тему карты; б) отображаемые качественные и количественные особенности объектов и явлений; в) способы изображения специального содержания; г) средства оформления при применении способов картографирования специального содержания; д) надписи – названия каких категорий объектов подписаны, что характеризуют; шрифты, размеры и цвет надписей. 7. Общая оценка карты и возможные направления по ее использованию, совершенствованию.

Результаты работы предоставить в виде реферата (объем до 5 рукописных страниц формата А4).

Задание 3. Анализ (описание) одного из предложенных атласов:

1. Географический атлас мира, 1967.
2. Атлас СССР, 1962.
3. Атлас Африки, 1968.
4. Географический атлас мира, 1997.
5. Географический атлас мира для учителей, 2016.
6. Атлас офицера, 1984.
7. Атлас мира, 2003.
8. Национальный атлас Беларуси, 2002.

Рекомендации по выполнению задания. Географическими атласами называют картографические произведения, главной составной частью которых является система географических карт, созданных по единой программе, объединенных общим назначением и едиными средствами картографического отображения действительности. Единство атласа как целостного произведения выражается в согласованности масштабов карт, проекций, методов изображения, и самого содержания карт (в частности, контуров взаимосвязанных объектов и их характеристик). В атласах по сравнению с отдельными картами имеются гораздо большие возможности для показа различных географических особенностей изображаемых территорий. Кроме карт, многие атласы содержат географическое описание картографируемых территорий и сведения об особенностях составления вошедших в атлас карт. Помещают в атласах также различные таблицы, графики, иллюстрации. Наконец, атласы содержат разделы и указатели, помогающие ими пользоваться: оглавление, сведения об изготовлении атласа, таблицы условных знаков, указатель географических наименований с индексами, помогающими отыскать нужный объект.

Определенную последовательности карт в атласах и последовательность разделов, отвечающих той или иной теме, а также размещение легенды, текста, пояснительных таблиц и изображений и прочих составных частей называют *структурой атласа*. Карты в атласах группируют по региональному признаку, образуя разделы карт мировых, по материкам, по странам и по их частям. Могут быть выделены разделы по тематическому принципу – разделы природы, населения, хозяйства и т. д. В учебных атласах существенны методические разделы.

Анализ (описание) атласа проводится по следующему плану: 1. Название атласа и организации, издавшей его; место и год издания. 2. Назначение атласа, формат, объем. 3. Структура атласа: разделы, их последовательность, объем. 4. Характеристика разделов (содержание и способы картографического изображения). 5. Картографические проекции, применяемые в атласе; масштабы карт и их сопоставимость. 6. Наличие текста и дополнительных справочных данных, указателя географических названий. 7. Место данного атласа в общей классификации атласов.

Результаты работы предоставить в виде реферата (объем до 5 рукописных страниц формата А4).

Задания 4. Отработать методику использования графических приемов при изучении территории по комплексным атласам.

Рекомендации по выполнению задания. После визуального изучения содержания комплексного атласа подобрать 5-6 карт взаимосвязанной тематики. Наиболее часто это набор природных карт: гипсометрия, геология и тектоника, почвы, растительность, ландшафты; или гипсометрия, температура воздуха, осадки, сток, сезонные явления – грозы, разлив рек, ледовый режим и т. д.; при построении профилей для социально-экономической тематики: гипсометрия, расселение населения, размещение населенных и промышленных пунктов, сельскохозяйственные зоны. Могут быть построены и профили смешанного вида: гипсометрия, почвы, сельское хозяйство, население и т. д.

В атласе желательно подобрать одномасштабные карты интересующей тематики, в противном случае данные, взятые с картой, придется приводить к одному масштабу. После визуального изучения содержания набора карт следует наметить направление профиля. Желательно, чтобы линия профиля пересекала наибольшее количество контуров, связанных с рельефом местности, так как именно гипсометрия служит основой для построения разреза местности. При необходимости может быть построена система профилей или профиль не по прямой, а по изломанной линии. В последнем случае измеряются узлы изгиба линии. Они отмечаются на графическом построении.

Профиль строится на миллиметровой бумаге. Горизонтальным масштабом служит масштаб серии карт. Вертикальный – устанавливается опытным

путем в соответствии с гипсометрией местности. Необходимо найти оптимальное соотношение масштабов с тем, чтобы профиль не был чрезмерно вытянут в высоту или уплощен. Линия профиля должна быть строго скоординирована на картах серии. По линии через определенные промежутки (обычно через 0,5–1,0 см) берутся соответствующие тематические данные и записываются в специальную таблицу (точки нумеруются слева направо).

Комплексный природный профиль должен иметь вид разреза местности, на котором слоями наносятся геологическое строение и элементы тектоники, почвы, растительность и т. д. При этом линия самого профиля (линия рельефа) делит разрез на подземную и наземную части. В подземной части штриховкой (или цветом) передаются геологические особенности, линиями – тектонические пределы. В наземной части неширокой сплошной полосой (1–3 мм) отделяются почвы, далее символическими знаками современная растительность и т. д. В зависимости от многослойности разреза оформительские приемы могут варьировать.

Гидрометеорологический профиль, как правило, кроме высотной характеристики имеет вторую вертикальную шкалу (температура, осадки, сток, календарные сроки явлений и т. д.), передающую изменения характеристики с высотой в количественном виде.

Социально-экономический профиль обычно имеет нагрузку только в наземной части (за исключением случаев показа нахождения полезных ископаемых в связи с геологическим строением территории). В зависимости от содержания его оформление самое разнообразное. По большей части используются символические обозначения.

Для профиля готовится легенда. Ее основа – легенды используемых карт, которые значительно обобщаются (генерализируются) в соответствии с особенностями местности, для которой построен профиль.

В итоге выполнения работы должны быть получены следующие результаты: профиль, построенный и оформленный на миллиметровой бумаге (графическая работа № 15); профиль сопровождается легендой; текст (с обратной стороны): обоснование выбора направления профиля и набора карт, использованного для его построения. Необходимо проанализировать выявленные закономерности и взаимосвязи объектов и явлений.

Литература:

Захарова, М.Е. Картография : лаборат. практикум / М.Е. Захарова, И.Н. Шарухо. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2010. – 52 с.

Картоведение : учеб. для вузов / А.М. Берлянт, А.В. Востокова, В.И. Кравцова и др. ; под ред. А.М. Берлянта. – Москва : Аспект Пресс, 2003. – 476 с.

Картография с основами топографии : глоссарий / авт.-сост.: И.Н. Шарухо [и др.] ; под общ. ред. И.Н. Шарухо, А.В. Шадрасова. – Могилев : МГУ имени А.А. Кулешова, 2014. – 68 с.

Курдин, С.И. Картография : лабораторный практикум : учеб. пособие / С.И. Курдин. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 175 с.

Тема 8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТ. КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ. КОСМИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ. УЧЕБНЫЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОИЗВЕДЕНИЯ **(Лабораторная работа № 8)**

Учебные вопросы:

1. Приемы и методы использования картографических произведений. Использование карт.
2. Картографический метод исследования.
3. Космические съемки. Использование результатов в исследованиях и учебной работе.
4. Учебные картографические произведения. Основы методики использования. Составление карт в школьной практике. Составление специальных карт.
5. Роль карты в обучении географии. Целевая установка школьных карт. Особенности школьных карт. Классификация школьных карт.
6. Школьные топографические карты. Особенности их применения в учебной работе.
7. Контурные карты: назначение, особенности и методика применения.

Задание 1. Отработать методику использования картографических произведений для получения полной информации о территории на примере описания территории по общегеографическим и тематическим картам.

Рекомендации по выполнению задания. Комплексная характеристика территории составляется с использованием самых разнообразных карт комплексных и тематических атласов мира, страны или региона: общегеографические и гипсометрические, тектонические, геологические, карты полезных ископаемых, климатические, растительности, животного мира, географических поясов и зон суши, карты социально-экономического блока.

Комплексная характеристика территории составляется по следующему плану: I. Физико-географическая характеристика: 1. Географическое положение. 2. Тектоническое и геологическое строение территории. 3. Рельеф и полезные ископаемые. 4. Климат (радиационный баланс территории, господствующие воздушные массы, температурный режим и осадки по сезонам года и др.). 5. Внутренние воды. 6. Почвенно-растительный комплекс. 7. Животный мир. 8. Природные зоны. 9. Природные условия и ресурсы. II. Социально-экономическая характеристика: 1. Площадь территории, административно-территориальное деление. 2. Население (численность, рож-

даемость, смертность, естественный прирост, национальный и религиозный состав, плотность населения, распространение языков и др.). 3. Отрасли промышленности (черная и цветная металлургия, топливно-энергетический комплекс, химическая промышленность, текстильная и пищевая промышленность, лесная и деревообрабатывающая отрасли, отрасль производства строительных материалов). 4. Сельское хозяйство (отрасли растениеводства и животноводства). 5. Сфера услуг и транспорт. 6. Экологические проблемы. Охрана природы.

Варианты стран (Географический атлас мира для учителей, 1967–1984, 2016): Канада. США. Китай. Австралия. Российская Федерация. Бразилия. Индонезия. Индия.

Результаты работы оформить в виде реферата объемом до 10 рукописных страниц формата А4.

Задание 2. Проанализировать школьные настенные географические карты.

Рекомендации по выполнению задания. Анализ карт и атласов с последующей их оценкой с методической точки зрения – установление качеств карты, необходимых при ее использовании в учебном процессе, на соответствие программным требованиям.

Анализ проводится по вариантам (исходя из наличия стенных школьных карт) по плану: 1. Целесообразность выбора масштаба, проекции и других математических элементов для карты данного назначения. 2. Качество компоновки. 3. Полнота содержания. 4. Географическое соответствие. 5. Геометрическая точность. 6. Актуальность изображения (современность карты). 7. Качество оформления. 8. Выводы о пригодности для использования в учебном процессе, уровне ее соответствия дидактическим требованиям.

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 простран-

ственный 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. 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. Пунсоны населенных пунктов увеличиваются, в связи с чем их центры могут иметь смещение до 2–3 км 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 шрифты, наиболее выделяющиеся по величине и четкости. Название карты дается крупным художественным шрифтом, гармонирующим с рисунком внешней рамки.

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.

Результаты оценки оформить письменно в виде реферата объемом до 3 рукописных страниц формата А4.

Задание 3. Проанализировать особенности содержания и структуры школьных атласов, дать оценку с точки зрения дидактических требований.

Рекомендации по выполнению задания. К школьным атласам предъявляются те же требования, что и ко всем географическим атласам, только, согласно своему назначению, они дополнительно учитывают требования, предъявляемым 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, США, а затем их 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. Особенно 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 раздела, атласа. Способ презентации 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 утрируются, как на настенных картах, рисунок картографических знаков здесь более изящен, что позволяет увеличивать нагрузку карты.

Анализ атласов проводится в следующей последовательности: 1. Формат и объем в страницах; когда и кем составлен, издан. 2. Структура: наличие методического и справочного разделов; основные разделы, на которые подразделяются карты (их группы); состав карт каждого раздела; заключение о типе атласа по содержанию. 3. Математические элементы карт: масштабы, виды проекций, особенности искажений и измерений на картах (по группам). 4. Географическое содержание карт – основные элементы содержания и способы их передачи (по группам). 5. Анализ дидактических достоинств (недостатков) карт атласа и всего атласа в целом.

Результаты работы оформить письменно в виде реферата объемом до 5 страниц рукописного текста формата А4.

Задание 4. Провести сравнение двух школьных атласа для разных классов.

Рекомендации по выполнению задания. Прежде всего, следует сравнить атласы по их внешнему виду, формату, общему количеству страниц, и количеству страниц, занятых картами. Если сравниваются атласы, предназначенные для работы в двух последовательных классах, то следует выявить, насколько в них выдерживается преемственность в отношении математической основы карт, применяемых способов картографирования, оснащения и оформления. Особое внимание следует обратить на форму рамок карт, порядок оцифровки линий картографической сетки, характер легенды, форму записи масштабов, особенности шкалы высот у общегеографических и физических карт.

Задание 5. Изучить особенности применения контурных карт на уроках географии (выбор тематики произвольный). Изучить закономерности размещения надписей на контурных картах, выполнить проект подписей всех элементов карты (варианты карт произвольны).

Рекомендации по выполнению задания. 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.

В соответствии с правилами размещения надписей населенных пунктов определить для них рациональное местоположение на оригинале карты и вычертить подписи карандашом. Вид шрифта и размеры подписей дать в соответствии с принятыми обозначениями в легенде оригинала карты.

Для подписей рек разной величины и значения установить конкретные их размеры возле устья, у впадения крупных притоков, на крутых поворотах, у истока и наметить места подписей карандашом.

Для подписей площадных элементов (озер, горных хребтов и др.) определить ширину шрифта (широкий, нормальный, суженный, узкий) и расстановку букв подписей в зависимости от протяженности объекта и конфигурации его очертаний. Для каждого объекта необходимо определить длину всей подписи, характер ее расположения (по прямой или изогнутой линии, компактное или растянутое размещение букв подписи и т. д.), в соответствии с чем, выбрать ширину и тон шрифта.

Составленный проект подписей всех элементов карты проанализировать в отношении их читаемости, рациональности размещения, технической эстетики, наглядности. Надписи после исправлений вычертить пастой.

ЛИТЕРАТУРА

Захарова, М.Е. Картография : лаборат. практикум / М.Е. Захарова, И.Н. Шарухо. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2010. – 52 с.

Картоведение т: учеб. для вузов / А.М. Берлянт, А.В. Востокова, В.И. Кравцова и др. ; под ред. А. М. Берлянта. – Москва : Аспект Пресс, 2003. – 476 с.

Картография с основами топографии : глоссарий / авт.-сост.: И.Н. Шарухо [и др.] ; под общ. ред. И.Н. Шарухо, А.В. Шадракова. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2014. – 68 с.

Картография с основами топографии : учеб. пособие для педагогических вузов / Г.Ю. Грюнберг, Н.А. Лапкина, Н.В. Малахов и др. ; под ред. Г.Ю. Грюнберга. – Москва : Просвещение, 1991. – 368 с.

Колосова, Н.Н. Картография с основами топографии : учеб. пособие для вузов / Н.Н. Колосова, Е.А. Чурилова, Н.А. Кузьмина. – Москва : Дрофа, 2006. – 272 с.

Курдин, С.И. Картография : лабораторный практикум : учеб. пособие / С.И. Курдин. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 175 с.

Паромов, В.В. Картография с основами топографии. Ч. 2 : Картография : учебно-методическое пособие / В.В. Паромов. – Томск : ТГПУ, 2010. – 132 с.

Серапинас, Б.Б. Математическая картография : учебник для вузов / Балис Балио Серапинас. – Москва : Издательский центр «Академия», 2005. – 336 с.

Чурилова, Е.А. Картография с основами топографии : практикум : учебн. пособие для вузов / Е.А. Чурилова, Н.Н. Колосова. – Москва : Дрофа, 2004. – 124 с.

Шарухо, И.Н. Картография : практикум / И.Н. Шарухо, М.Е. Ремесленникова / под ред И.Н. Шарухо. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2004. – 60 с.

Шарухо, И.Н. Основы картографического черчения : практикум / И.Н. Шарухо, А.В. Шадраков, М.Е. Захарова [и др.] ; под ред. И.Н. Шарухо. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2007. – 36 с.

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		29	97,4	
1	111,3	110,6	30	96,5	110,8
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	111,0
13	108,5	110,6	42	82,9	111,1
14	108,0	110,6	43	81,5	111,1
15	107,6	110,6	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

Окончание 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	111,7

Электронный архив библиотеки МГУ имени А.А. Кулешова

Приложение 2

Площади полей, заключенных между параллелями и меридианами

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

Окончание приложения 2

1	2	3	4	5	6
44 – 45	8838	35050	137700	209400	875100
45 – 46	8687				
46 – 47	8533				
47 – 48	8377	33820			
48 – 49	8218				
49 – 50	8057	32550	127600		
50 – 51	7892				
51 – 52	7726	31240			
52 – 53	7557				
53 – 54	7386	29890	116800	188900	
54 – 55	7212				
55 – 56	7036				
56 – 57	6858	27070			105400
57 – 58	6677				
58 – 59	6495	25610			
59 – 60	6310				
60 – 61	6123	24120	93400	143600	
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		55000	
71 – 72	3953				
72 – 73	3747	14570			
73 – 74	3539				
74 – 75	3331	12900	41500	322200	
75 – 76	3121				
76 – 77	2910	11220			
77 – 78	2699				
78 – 79	2486	9520	27800		
79 – 80	2273				
80 – 81	2058	7800		14000	40700
81 – 82	1844				
82 – 83	1628	6080			
83 – 84	1412				
84 – 85	1196	4350	13600		
85 – 86	979				
86 – 87	762	2610		108600	
87 – 88	544				
88 – 89	327	870			
89 – 90	109				

Основные картографические термины на русском и английском языках

абрис (нем. abris – чертеж)	abris
абсолютная высота точки	absolute height of point
абсолютная ошибка	absolute error
абсолютный ареал	absolute areal
абстрактные геометрические значки	abstract geometric icons
автоматизация картографических работ	automation of cartographic works
автоматизированное составление карт	automated maps making
авторский макет	author's model
авторский оригинал	author original
авторский эскиз	author's sketch
азимут	azimuth
азимутальная равновеликая проекция Ламберта	azimutal equalized Lambert projection
азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля	azimutal equal-intermediate Postel projection
азимутальная стереографическая поперечная проекция	azimutal stereographic transversal projection
азимутальные перспективные проекции	azimutal perspective projections -
алфавитно-цифровое печатающее устройство	alphabet-digital printing device
анаглифическое геоизображение (анаглиф)	anagyphic geoism (anaglyphs)
анализ картографических произведений	analysis of cartographic works
аппроксимация (лат. approximatio – сближаю)	approximation
ареал (от лат. area – площадь, участок)	areal
ареалов абсолютных способ	areals of absolute method
ареалов относительных способ	areas of relative method
астрономия и гравиметрия практические	astronomy and gravimetry practicals
астрономо-геодезическая сеть	astronomical geodetic network
атласы учебные	educational atlases

атласы школьно-краеведческие	school atlases – local lore
ахроматические краски	achromatic paints
аэрокосмические методы изучения	aerospace study methods
аэрокосмическое зондирование	aerospace sensing
аэросъемка	aerial photography
аэрофотография	aerophotography
аэрофотоснимок	aerial photograph
аэрофотосъёмка	aerial photography
аэрофотосъемочные материалы	aerial photography materials
аэрофототопографическая съёмка	aerial photography survey
базис геодезический	geodesic basis
барическая ступень	baric stage
барометрическое нивелирование	barometric leveling
батиметрические шкалы	bathymetry scales
бергштрих	bergshtrih
блок-диаграмма	block diagram
буквенные значки	letter icons
генерализация	generalization
генерализация динамическая	generalization dynamic
генерализация дистанционная	remote generalization
генерализация объектов рассеянного распространения	generalization of objects of multiple distribution
генерализация объектов сплошного распространения	generalization of objects of continuous distribution
генерализация объектов, локализованных в пунктах	generalization of objects localized in item -
генерализация объектов, локализованных на линиях	generalization of objects localized on the lines
географическая долгота	geographic light
географическая широта	geographic sheet
географические координаты	geographical coordinates
географические ошибки	geographic errors
географический способ расстановки точек	geographic method of distinging of points
геодезическая опорная сеть	geodesic support net
геодезические знаки	geodesic signs
геоизображение	geo-image
геометрическая точность карты	map geometric accuracy
гипсометрическая шкала	hypsometric scale
главные направления	main directions
главный масштаб длин	main scale of lengths

глазомерная съемка	eye shooting
глубин отметки	depth of the mark
глубокая печать	gravure printing
готовальня	Ready
градусная сеть	degree network
дальномер	range finder
знаки движения	traffic signs
искажение длин	length distortion
искажения площадей	distortion of areas
искажения углов	angle distortions
искажения форм	form distortion
картографическая сетка	cartographic grid
картографические условные знаки	cartographic symbols
качественный фон	quality background
контурные карты	comprehensive mapping
полярные координаты	polar coordinates
полярный круг	polar circle
производные проекции	derived projections
произвольные искажения	arbitrary distortion
прямоугольные координаты	rectangular coordinates
равновеликие проекции	equal projections
равнопромежуточные проекции	equidistant projections
равноугольные проекции	conformal projections
урез воды	water edge
уровенная поверхность	level surface
условные знаки карт	conventional signs of maps
цилиндрическая квадратная проекция	cylindrical square projection
цилиндрическая косая проекция	cylindrical oblique projection
цилиндрическая косая произвольная проекция	cylindrical oblique arbitrary projection
цилиндрическая нормальная произвольная проекция	cylindrical normal arbitrary projection
цилиндрическая поперечная проекция	cylindrical transverse projection
цифровая модель рельефа	digital elevation model
численный масштаб	numerical scale
штриховой фон	line background
экватор	equator

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Содержание материала. Ч. 2. Картография	5
Тема 1. Картография как наука. История развития и современное состояние картографии. Географические карты и их свойства	7
Тема 2. Математическая основа географических карт. Состав математической основы. Геодезическая основа карт. Мелкомасштабные карты. Картографические искажения, их классификация	11
Тема 3. Основные картографические проекции	18
Тема 4. Картографические условные знаки и способы картографического изображения объектов и явлений на географических картах. Надписи на картах	45
Тема 5. Картографическая генерализация	53
Тема 6-7. Общегеографические и тематические карты. Географические атласы и серии карт. Проектирование и составление мелкомасштабных карт	55
Тема 8. Использование карт. Картографический метод исследования. Космические съемки. Учебные картографические произведения	60
ЛИТЕРАТУРА	68
ПРИЛОЖЕНИЯ	69

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Электронный архив библиотеки МГУ имени А.А. Кулешова

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Электронный архив библиотеки МГУ имени А.А. Кулешова

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Электронный архив библиотеки МГУ имени А.А. Кулешова

Учебное издание

Шарухо Игорь Николаевич

КАРТОГРАФИЯ

Лабораторный практикум

Технический редактор *А.Л. Ползняков*
Компьютерная верстка *А.Л. Позняков*

Подписано в печать 01.10.2020.

Формат 60x84/16. Гарнитура Times New Roman Cyr.
Усл.-печ. л. 4,65. Уч.-изд. Л. 4,0. Тираж 35 экз. Заказ № 315.

Учреждение образования “Могилевский государственный университет
имени А.А. Кулешова”, 212022, Могилев, Космонавтов, 1
Свидетельство ГРИИРПИ № 1/131 от 03.01.2014 г.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
МГУ имени А. А. Кулешова. 212022, Могилев, Космонавтов