

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«Картография»
для студентов направления подготовки
21.03.02 Землеустройство и кадастры

Ставрополь
2026

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение	3
2.	Оформление лабораторных работ	7
3.	Тема. Основы теории искажений в картографических проекциях	9
	Работа 1. Определение масштаба школьного глобуса	
	Работа 2. Измерение по школьному глобусу расстояний между пунктами и определение их географических координат	
	Работа 3. Определение разности долгот для пары пунктов, перечисленных в работе № 4 и различий в солнечном времени	
	Работа 4. Перенесение с глобуса на контурную карту мира ортодромий, проходящих через пункты, перечисленные в работе 4	
	Работа 5. Сравнение измеренных и рассчитанных расстояний между пунктами по ортодромии и по параллели	
4.	Тема. Неизбежность искажений, возникающих при проектировании глобуса на карту. Изменение величины искажений в пределах карты.	12
	Работа 6. Определение масштаба длин изображения на карте Западного и Восточного полушарий, в долях главного, по меридианам и по параллелям	
	Работа 7. Вычисление показателей искажения площадей углов и форм объектов	
5.	Тема. Проекции общегеографических и тематических карт	17
	Работа 8. Квадратная цилиндрическая проекция для карт мира	
	Работа 9. Равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора для карт мира	
	Работа 10. Полярная азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля для карт полушарий	
	Работа 11. Полярная азимутальная равновеликая проекция Ламберта для карт полушарий	
	Работа 12. Коническая равнопромежуточная проекция Птолемея для карт Российской Федерации	
	Работа 13. Нормальная (прямая) цилиндрическая прямоугольная проекция для карт Ставропольского края	
	Варианты индивидуальных заданий	
	Работа 14. Оформление карт на заданную территорию	
6.	Тема. Преобразование и распознавание картографических сеток	36
	Работа 15. Определите название картографических проекций, изучив свойства картографической сетки	
7.	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы	42

Введение

Актуальность учебной дисциплины «Картография», реализуемой в рамках программы бакалавриата обусловлена необходимостью формирования у будущих специалистов теоретических знаний, практических умений и навыков по работе с картографическими материалами, на которых основываются элементы профессиональной деятельности специалистов-геоинформатиков.

Предлагаемое учебно-методическое пособие является рекомендациями, регламентирующими всю учебную (объем, содержание, формы и методы контроля) работу студентов направлений подготовки «Землеустройство и кадастры» по дисциплине «Картография» в ходе, как самостоятельной подготовки, так и аудиторных занятий.

Целью пособия является обучение студентов математическим элементам карт, современным методам и технологиям проектирования общегеографических и тематических карт.

Основные задачи пособия:

- ознакомление студентов со способами построения и преобразования картографического изображения;
- освоение студентами картометрических свойств карты и овладение графическими, графоаналитическими и инструментальными методами решения различных задач по картам.

В государственном стандарте по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры (бакалавриат) очной формы обучения «Картография» относится к дисциплинам Обязательной части. Ее освоение происходит – в 3 семестре.

«Входными» знаниями студентов должны быть: по «Математике» – для расчета положения узловых точек картографических сеток и других элементов картографических проекций; по «Геодезии» – при определении широты и долготы географических объектов; по «Основам топографии» – для построения и преобразования картографических произведений, основанных на изучении их свойств.

Профессиональные навыки и умения, приобретенные в результате изучения Картографии, позволят студентам знать свойства карты как плоской математически определенной модели местности, принципы классификации картографических проекций, методы создания и преобразования картографических произведений, и успешно применять на практике приобретенные знания, умения и навыки.

Компетенции обучающегося направления подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры, формируемые в результате изучения дисциплины «Картография», установленные ФГОС ВО и отраженные в программе дисциплины.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

№ п/п	Содержание компетенции	Шифр
<u>Общепрофессиональные компетенции</u>		<u>ОПК-(№)</u>
1.	Способен решать задачи профессиональной деятельности применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1

Исходными требованиями настоящих методических указаний является индивидуальная обязательная предварительная подготовка студента к каждому лабораторному занятию. Эти требования сочетают как пассивную, так и активную формы подготовки:

- во-первых, нужно занести себе в рабочую тетрадь задание по очередному занятию (согласно указаниям),

- во-вторых, прочесть соответствующие разделы конспектов лекций,
- в-третьих, проработать соответствующие разделы в указанных к занятиям пособиях;

- в-четвертых, результаты подготовки должны быть оформлены или в виде кратких конспектов, или формул с пояснениями к ним, или в виде графических моделей.

По каждой лабораторной работе студент отчитывается соответствующими записями в тетради и устно по вопросам, которые приведены в конце каждой темы.

Темы пропущенных занятий студент обязан отработать самостоятельно в кабинете кафедры в свое свободное время, руководствуясь настоящими методическими указаниями. О проделанной работе он должен отчитаться в установленные часы (контроль – К, самостоятельной – С, работы – Р, т.е. СКР). Только отработав пропущенные темы, студент получает право присутствовать на следующих занятиях. Поэтому обо всех осложнениях или недоразумениях по этому вопросу следует заблаговременно информировать преподавателя ведущего занятия.

Для выполнения лабораторных работ по математической картографии каждому студенту необходимо иметь:

- тетрадь в клеточку;
- чертежные принадлежности (простые карандаши марки ТМ или М, линейку, ластик и циркуль);
- цветные карандаши (самый простой набор).

Записи в рабочих тетрадях на лабораторных занятиях, как и в процессе подготовки, ведутся на каждой строчке, четким шрифтом (стандартным или близким к нему) простым карандашом. Графические работы и подписи к ним выполняются только карандашом и по правилам оформления чертежей. Форма записи заданий и проделанной работы должна соответствовать той форме, в которой составлены методические указания.

Каждое лабораторное занятие начинается с проверки теоретической и материальной готовности студентов к выполнению лабораторной работы как индивидуально, так и группы в целом. Для этого дежурные обязаны до начала занятий получить в кабинете кафедры все необходимое для работы. Об индивидуальной готовности студента преподаватель судит по наличию на рабочем месте перечисленных в методических указаниях пособий и оборудования. Теоретическая подготовка проверяется в ходе краткого опроса по узловым вопросам предстоящей лабораторной работы и по наличию в рабочих тетрадях соответствующих записей.

Ответы студентов преподаватель оценивает, и группа приступает к самостоятельному выполнению задания, консультируясь у преподавателя, который контролирует выполнение заданий и ведет индивидуальный опрос по ранее выполненным работам. Завершение неоконченных работ происходит в свободное от занятий время, как и сдача выполненных работ - СКР.

Студентам, не проработавшим предварительно соответствующие разделы теоретического курса, преподаватель отмечает в журнале задолженность по теме.

Оформление лабораторных работ

Текст в тетради для лабораторных работ должен иметь как по форме, так и по содержанию разбивку на отдельные блоки, которые облегчают поиск необходимого материала, контроль и полноту его выполнения.

В конце строки записывают слово «Занятие» и ставят его порядковый номер в соответствии с приведенной тематикой. Для наглядности их подчеркивают. Затем, пропустив одну строчку, записывают тему занятия и еще через строчку – цель его выполнения.

Затем обязательно записывают перечень рекомендованного к занятию оборудования.

Методические указания, которые помещены ниже пособий и оборудования

переписывать не обязательно, они предназначены облегчить процесс самоподготовки студента к выполнению лабораторных работ, регламентируют перечень знаний и умений по этой теме и прямо ориентированы на вопросы для обсуждения.

Эти вопросы помещены в начале каждой темы или раздела, что вполне согласуется с понятием – результаты работы.

Затем, с красной строки, записывают слово «Работа» и ее порядковый номер по нарастающей от первого занятия к последнему, затем пишут «Задание». Работ в Занятии, как и Заданий в Работе может быть несколько. Ниже регистрируют результаты измерений, расчетов и т.п.

Тема занятий

Основы теории искажений в картографических проекциях

Цель: 1. Ознакомиться с обозначениями и величинами элементов тела Земли, которые входят в те или иные формулы, необходимые для расчетов картографических сеток в различных проекциях.

1. Сформировать представление о математическом выражении градусной сетки глобуса в целом и по частям.

Организационная форма занятия: групповая (разбор конкретных ситуаций)

Вопросы для обсуждения

1. Каковы особенности изображения земной поверхности на глобусе? Как определить масштаб глобуса? В каких масштабах изготавливают школьные глобусы?
2. Каково назначение географической сетки глобуса? Как она выглядит на глобусе? Какую форму имеют клетки географической сетки глобуса?
3. Дайте определение линий и точек географической сетки глобуса?
4. Какой линией изображен экватор, меридианы и параллели?
5. Как определить географические координаты пунктов по глобусу?
6. Что представляет собой на глобусе линия кратчайшего расстояния и линия одного курса? Как они называются? Как их проложить на глобусе? Почему они имеют другую форму на карте?

Методические рекомендации

1. В результате самостоятельной работы выписать в тетрадь с пояснениями и знать:
 - обозначения и размеры элементов тела Земли;
 - понятие о масштабе и формулы для вычисления радиуса и диаметра глобуса в заданном масштабе;
 - формулы для вычисления длин большого и малого кругов глобуса, их частей в заданном масштабе и их географическое определение;
 - понятие об ортодроме и локсодроме.
2. Вторая половина занятия посвящена практическому решению задач по глобусу. Подобные работы рекомендуется выполнять бригадой в два человека. Номер и состав бригады соответствует списку учебной группы у преподавателя.

Оборудование

1. Географические глобусы.
2. Контурные карты мира.
3. Чертежные принадлежности.
4. Нитки и полоски миллиметровой бумаги.
5. Калькулятор.

Работа № 1. Определить масштаб школьного глобуса.

Работа № 2. измерить по школьному глобусу расстояния между пунктами и определить их географические координаты.

1. Москва – Владивосток, Лондон – Нью-Йорк, Магадан – Париж.
2. Токио – Лос-Анджелес, м. Дежнева – Санкт-Петербург, Мурманск – Манила.
3. Кейптаун – м. Южный, Батуми – Салехард, Диксон – Дакар.
4. Москва – м. Челюскин, Санкт-Петербург – Якутск, Владивосток – Дублин.
5. м. Горн – о. Св. Елены, Ставрополь – Москва, Якутск – Рим.
6. Калининград – м. Дежнева, Лондон – Вашингтон, Прага – Саппоро.

7. Токио – Сан-Франциско, Нью-Йорк – Дели, Пхеньян – Сидней.
8. устье р. Амазонки – Дели, м. Горн – м. Доброй Надежды, Осло – Токио.

Работа № 3. Определить разности долгот для пары пунктов перечисленных в работе № 4 и различия в солнечном времени.

Работа № 4. Перенести с глобуса на контурную карту мира ортодромии, проходящие через пункты, перечисленные в работе № 4.

Работа № 5. Сравнить расстояния (измеренные и рассчитанные) между пунктами по ортодромии и по параллели (берутся пункты, лежащие на одной широте).

1. Москва – Ключевская сопка
2. Волгоград – Хабаровск
3. Санкт-Петербург – Магадан
4. Минск – Николаевск-на-Амуре
5. Мельбурн – Байя-Бланка
6. Ном – Архангельск
7. Коломбо – Богота
8. Анкара – Коломбо

Примечание: расстояние по параллели можно вычислить по формуле (дать ей объяснение исходя из знаний, приобретенных на этом занятии)

$$\ell = \frac{2\pi R \cdot \cos \varphi \cdot \Delta\lambda}{360^\circ} = \frac{2\pi R \cdot \cos \varphi}{360^\circ} \cdot \Delta\lambda.$$

Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

Основная литература:

1. Куксов В.С. Основы геодезии, картографии и космоаэрофотосъемки – М.: Изд-во Академия, 2012.
2. Раклов В.П. Картография и ГИС. – М.: Академический проект, 2011. – 214 с.
3. Чекалин С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии. – М.: Академический проект, 2013

Дополнительная литература:

4. Картоведение / Под ред. А.М. Берлянта – М.: Аспект-Пресс, 2003. – 477 с.
5. Картография с основами топографии: уч. пособие для вузов / Под ред. Г. Ю. Грюнберга. – М., 1991.
6. Комиссарова Т.С. Картография с основами топографии: учеб. для вузов. – М.: Просвещение, 2001 – 181 с.

Дополнительная литература:

7. Картография с основами топографии. Практикум: учеб. пособие для вузов / Е.А. Чурилова, Н.Н. Колосова. – М.: Дрофа, 2004. – 128 с.
8. Плишкина О.В. Практикум по картографии: Методическое пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 272 с.

Интернет-ресурсы:

www.geoprofi.ru – электронный журнал по геодезии, картографии и навигации

Тема занятия

Неизбежность искажений, возникающих при проектировании на карту. Изменение величины искажений в пределах карты

Цель: 1. На основе практического сравнения модели Земли – глобуса и его плоского изображения – карты, сформировать понятия картографическая сетка и

- картографическая проекция.
2. На практике получить доказательства неизбежности искажений, возникающих при переходе от шара к плоскости (от глобуса к карте).

Организационная форма занятия: фронтальная (компьютерная симуляция)

Вопросы для обсуждения

1. Что называется искажениями на карте? Чем они обусловлены? Какие они бывают?
2. Что такое главный и частные масштабы карт, наибольший и наименьший масштабы? Как их можно наглядно показать?
3. Как практически определить частные масштабы на определенной карте в данной точке и по данному направлению? Как определить показатели искажений разных видов?
4. Где в пределах каждого полушария нет искажений длин (а также углов и форм)? Как называется это место? Как называется масштаб длин в этом месте? Где в пределах каждого полушария искажения длин наибольшие и почему?
5. Что называется картографической сеткой? Каково ее назначение? Чем она отличается от географической сетки?
6. В чем сущность неизбежности искажений при переходе от шара (глобуса) к его изображению на плоскости (карте).

Методические рекомендации

Краткий конспект проработанного к занятию учебного материала должен содержать сведения:

- о показателях искажения длин, площадей, углов и форм;
- о путях их определения (измерительные работы и расчетные формулы);
- о понятиях главный, частный, наибольший и наименьший масштабы.

На занятиях студенты дополняют конспект результатами конкретного (практического) сопоставления градусной сетки глобуса и картографической сетки карты полушарий.

1. Сравнить визуально внешний вид, форму, размеры меридианов и параллелей на карте и на глобусе.
2. Установить закономерность распределения длин промежутков между меридианами и параллелями на карте и на глобусе.
3. Осмыслить, что размещено на предложенных таблицах, дать необходимые пояснения и наметить пути исследования свойств карты, как изображения глобуса.

4. Результаты измерений, расчетов и определения величины искажения по параллелям занести в таблицу № 1, по меридианам - в таблицу № 2. В колонки 1, 2, 3 указанных таблиц помещают результаты измерений по карте соответствующих отрезков параллелей и меридианов в миллиметрах. В колонках № 4 фиксируют расчетные величины тех же отрезков на глобусе того же масштаба, что и карта (см. формулы для определения частей большого и малого кругов глобуса заданного масштаба). В колонках 5, 6, и 7 - частное (до сотого знака) от последовательного деления величины изображения на карте на действительную величину того же отрезка на глобусе.

Частное равное 1,00 свидетельствует, что масштаб глобуса сохранился на карте (главный масштаб), а частное большее или меньшее 1,00 свидетельствует о том, что изображение испытывает соответственно растяжение или сжатие (частный масштаб).

Оборудование

1. Школьный глобус.
2. Чертежные принадлежности.
3. Транспортёр и полоски миллиметровой бумаги.
4. Калькулятор.

Работа № 6. Определить масштаб длин изображения на карте Западного и Восточного полушарий, в долях главного, по меридианам и по параллелям на основе сравнения аналогичных отрезков меридианов и параллелей глобуса и карты одного и того же масштабов.

Таблица № 1

Распределение искажений масштаба длин по параллелям восточного полушария

ши- рота	длина дуги параллели в 10 ⁰				масштаб изображения в долях главного		
	на карте м-ба 1:1000000000 между меридианами с долготами (в мм)			на глобусе масштаба 1:1000000000			
	70 ⁰ -80 ⁰	110 ⁰ -120 ⁰	150 ⁰ -160 ⁰				
	1	2	3	4	5	6	7
0 ⁰							
20 ⁰							
40 ⁰							
60 ⁰							
80 ⁰							

Выводы: (анализ результатов колонок 5, 6 и 7 должен носить географический характер с четким указанием места и направлений относительно всей карты).

Таблица №2

Распределение масштаба длин по меридианам восточного полушария.

дол- гота	длина дуги меридиана в 10 ⁰				масштаб изображения в долях главного		
	на карте масштаба 1:100000000 между параллелями с широтами (в мм)			на глобусе масштаба			
	0 ⁰ -10 ⁰	40 ⁰ -50 ⁰	80 ⁰ -90 ⁰	1:100000000			
	1	2	3	4	5	6	7
160 ⁰							
130 ⁰							
100 ⁰							
70 ⁰							

Выводы: (Анализ результатов колонок 5, 6 и 7 должен носить географический характер с четким указанием места и направление относительно всей карты).

Задание на дом: На основании полученных данных для одной точки, рассчитать величины показателей искажения площадей, углов и форм объектов. Результаты оформить в виде отдельной работы, сопроводив ее всеми необходимыми формулами.

Работа № 7. Вычислить показатели искажения площадей углов и форм объектов, если известно, что $m = 1,1$ $n = 1,09$ и $\theta = 82^030$

Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

Основная литература:

1. Куксов В.С. Основы геодезии, картографии и космоаэрофотосъемки – М.: Изд-во Академия, 2012.
2. Раклов В.П. Картография и ГИС. – М.: Академический проект, 2011. – 214 с.
3. Чекалин С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии. – М.: Академический проект, 2013

Дополнительная литература:

4. Комиссарова Т.С. Картография с основами топографии: учеб. для вузов. – М.: Просвещение, 2001 – 181 с.

Дополнительная литература:

5. Картография с основами топографии. Практикум: учеб. пособие для вузов / Е.А. Чурилова, Н.Н. Колосова. – М.: Дрофа, 2004. – 128 с.
6. Плишкина О.В. Практикум по картографии: Методическое пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 272 с.

Интернет-ресурсы:

www.geotop.ru – каталог ресурсов картографо-геодезической отрасли

Тема занятий

Проекции общегеографических и тематических карт

Цель: Ознакомиться на практике (в результате выполнения лабораторных заданий) с законами изображения сфероидальной поверхности Земли на плоскости, т.е. решая ряд практических задач, необходимых для расчетов картографических сеток, познать и закрепить теорию картографических проекций.

Организационные формы занятий: фронтальная, групповая, индивидуальная (разбор конкретных ситуаций)

Вопросы для обсуждения

1. В чем сущность понятия картографическая проекция?
2. Какова роль вспомогательной поверхности или картинной плоскости? Есть ли разница между ними?
3. Какую форму имеют меридианы и параллели и промежутки между ними в нормальных цилиндрических, азимутальных и конических проекциях?
4. Может ли эта форма меняться и от чего это зависит?
5. Укажите причину формирования искажений у квадратной цилиндрической проекции.
6. Укажите причину формирования искажений у равнопромежуточной азимутальной проекции Постеля.
7. За счет чего достигается равновеликость в проекции равновеликой азимутальной Ламберта? Присущи ли для нее искажения?
8. Сравните квадратную и равноугольную цилиндрические проекции. Что у них общего и чем они различаются? За счет чего получены различия?
9. Что собой представляют эллипсы искажений? Какова их роль на картографических сетках. Что иллюстрируют ортодромы, изображенные на построенных картографических сетках?

Методические рекомендации

1. Мысленно представить объемную модель проектирования глобуса (шар)

заданного масштаба на вспомогательную поверхность, предложенной формы (геометрическая фигура трансформируется в плоскость), т.е. расшифровать название проекции.

2. Попытаться изобразить ее графически, сформулировать внешние признаки заданной проекции и наметить ее элементы (вид меридианов, параллелей и промежутков между ними, спроектированных на вспомогательную поверхность). Очень важно подчеркнуть, что происходит с этими элементами.

3. Описать с помощью математических формул представленный процесс проектирования градусной сетки глобуса на вспомогательную поверхность.

4. По формулам вычислить все элементы, необходимые для построения данной сетки.

5. Определить характер распределения возникших искажений и объяснить причины их возникновения.

6. Стремиться упростить решение математических задач за счет их решения по системе матричных блоков (таблиц).

7. Построить математически смоделированную картографическую сетку и перенести на нее географические контуры с выбранного (указанного) источника.

8. Оформить работу как графическое построение, т.е. карту, с оцифровкой меридианов, параллелей и построением рамки с учетом компоновки.

Оборудование

1. Школьные географические атласы.
2. Контурные карты.
3. Глобусы.
4. Чертежные принадлежности, ластик.
5. Калькулятор.

Работа № 8. Рассчитать и построить картографическую сетку в нормальной (прямой) квадратной цилиндрической проекции, вычертить на ней географические контуры, материков и океанов, эллипсы искажений (на экваторе, 60-х параллелях и полюсах) и перенести ортодромию с глобуса по линии м. Горн – м. Доброй Надежды.

Условия построения

1. Главный масштаб 1: 212000000
2. Густота меридианов и параллелей – $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 15^\circ$

В качестве примера выполнения подобных работ рассмотрим, следуя методическим указаниям, выполнение работы № 9. Этому должен предшествовать этап детального и самостоятельного изучения учебного материала для данной проекции по рекомендованным пособиям. Лабораторная работа, в первую очередь, служит для закрепления теоретического материала.

Итак, проекция – это способ построения картографической сетки будущей карты, как изображение градусной сетки глобуса. В этом построении участвует цилиндр, отсюда проекция цилиндрическая. Его боковая поверхность служит экраном, на который проектируются большие и малые круги, соответственно меридианы и параллели глобуса. Но главное в том, что цилиндр трансформируется (разворачивается) в плоскость в отличие от глобуса (шара).

Продольная ось такого цилиндра должна совпадать с полярной осью глобуса. Отсюда и название проекции – нормальная или прямая. Цилиндр и глобус соприкасаются между собой по линии экватора, который при проектировании на стенки цилиндра сохранит свою длину. А параллели - малые круги на глобусе, чтобы попасть на стенки цилиндра все должны растянуться до длины экватора, как и точка полюса. Меридианы на

глобусе – большие круги, которые, пересекаясь в точке полюса, делятся пополам, Поэтому, следуя за параллелями при проектировании на стенки цилиндра, они изобразятся полумеридианами, сохранив свои размеры. А это значит, что на стенках цилиндра меридианы остались большими кругами, а параллели стали большими кругами, но только по размерам, так как их форма изменилась. На стенках цилиндра они станут прямыми параллельными друг другу и перпендикулярными между собой. Приобретая в процессе проектирования одинаковую длину, они будут делить (по условиям построения) друг друга на равные отрезки, т.е. картографическая сетка будет состоять из квадратов в отличие от сферических трапеций на глобусе, отсюда и ее название – квадратная. Разрезав цилиндр по образующей, мы легко превращаем его в плоскость. С глобусом этого сделать нельзя, чтобы не нарушить его свойства: цельность, однозначность и конечность.

Расчет и построение

1. Рассчитать радиус глобуса в заданном масштабе т.к. уже этот элемент тела Земли дает представление о размерах проектируемой фигуры и значительно упрощает определение других элементов, т.к. входит составной частью в производные формулы:

$$R^1 = \frac{R}{M}; \text{ где } R - \text{ радиус Земли, для равновеликого шара } - 6371116 \text{ м. Эта}$$

фигура вполне устраивает наши расчеты.

2. Рассчитать величину большого круга глобуса в заданном масштабе (следует помнить, что такую же длину приобретут все параллели в процессе проектирования на стенки цилиндра):

$$2\pi R^1 =$$

3. Рассчитать величину полу меридианов глобуса в заданном масштабе (следует помнить, что они при проектировании на стенки цилиндра сохраняют свою длину):

$$\frac{2\pi R^1}{2} = \pi R^1 =$$

4. Рассчитать величину промежутков между меридианами и параллелями в заданном масштабе на стенках цилиндра (картографическая сетка) исходя из их равенства по условию построения (квадраты):

$$x = y = \frac{2\pi R^1}{360^\circ} \bullet \Delta\varphi(\Delta\lambda) =$$

Полученных результатов достаточно, чтобы построить картографическую сетку в нормальной (прямой) квадратной цилиндрической проекции для карты мира. И, далее по заданию, вычертив меридианы и параллели, отступить на 5 мм и вычертить рамку карты, разместив в ней оцифровку долгот и широт цифрами до 2 мм высотой. Начало оцифровки - экватор и средний (нулевой) меридиан и далее через одну цифру.

Работа № 9. Рассчитать и построить картографическую сетку в нормальной (прямой) равноугольной цилиндрической проекции Меркатора, вычертить на ней географические контуры материков и океанов, эллипсы искажений и перенести ортодромию с глобуса по линии м. Горн - м. Доброй Надежды.

Условия построения

1. Главный масштаб 1:212000000.
2. Густота меридианов и параллелей – $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 15^\circ$

Самостоятельно сделать обоснование в соответствии с общими методическими указаниями, примером рассмотрения задания в работе №9 и сформулировать вопросы с пояснениями к приведенным формулам.

Следует помнить, что равноугольные свойства этой картографической сетки заключаются в пропорциональном растяжении отрезков меридианов (промежуткам между параллелями) т.е. отрезки меридианов испытывают при проектировании такое же растяжение, как и ограничивающие их параллели. Это условие использовано Меркатором для получения равных величин искажений как по параллелям, так по меридианам. Математически это записывается как $m = n$, что обеспечивает сетке равноугольные свойства, т.е. сохранение форм географических объектов.

Расчет и построение

1. Рассчитать радиус глобуса в заданном масштабе: $R^1 = \frac{R}{M}$.
2. Рассчитать величину большого круга глобуса в заданном масштабе (длину параллелей картографической сетки): $2\pi R^1 =$.
3. Рассчитать величину отрезка параллели (промежутка между меридианами): $y = \frac{2\pi R^1}{360^\circ} \cdot \Delta\lambda =$.
4. Рассчитать величину отрезка меридиана (расстояния от экватора до параллели с заданной широтой): $x = R^1 \cdot k =$,
где k – коэффициент растяжения отрезков меридианов, для достижения $m = n$.
Вспомогательные величины k для вычисления заданных отрезков меридианов (промежутков между параллелями) в проекции Меркатора приведены ниже:

φ	k	φ	k	φ	k
0	0,000	30	0,549	60	1.317
5	0.087	35	0.653	65	1.506
10	0.175	40	0.763	70	1.735
15	0.265	45	0.881	75	2.028
20	0.356	50	1.011	80	2.436
25	0.451	55	1.154	85	3.131

Вычисления по вопросу № 4 удобно выполнить в виде таблицы:

широта заданной параллели	0^0	15^0	30^0	45^0	60^0	75^0	80^0
R^1							
k							
x (в мм)							

Примечания: 1. 80°-приполярные области в нарушение заданных промежутков (15°) следует ограничить 80-ми параллелями для уменьшения размеров картографической сетки по широте (другие мотивы попытаться объяснить).

2. Произведение в первой колонке равно нулю означает, что посередине страницы вычерчивают экватор- начало отсчета широты размером $2\pi R^1$, а затем, считая каждый раз от экватора на расстоянии x параллели с заданной широтой, равные по длине экватору (уметь объяснить почему).

3. Систему построенных горизонтальных линий (параллели) – достаточно две последние от экватора делят меридианами на отрезки равные – y .

4. Строят рамку подобно работе № 10 и разносят в ней оцифровку меридианов и параллелей.

5. Следят за компоновкой, т.е. чтобы построенная сетка равномерно заполняя избранное пространство (страницу тетради).

6. Над рамкой стандартным шрифтом пишут название работы и под рамкой масштаб построения.

Работа №10. Рассчитать и построить картографическую сетку для карты полушарий в нормальной (полярной) равнопромежуточной азимутальной проекции Постеля, вычертить на ней географические контуры материков и океанов, эллипсы искажений и перенести ортодромию с глобуса по линии м. Горн – м. Доброй Надежды.

Условия построения:

1. Главный масштаб 1: 160000000.

2. Густота меридианов и параллелей – $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 15^\circ$

Вспомогательная поверхность в виде геометрической плоскости соприкасается с проектируемым глобусом в точке полюса. Вид вспомогательной поверхности определил название проекции – азимутальная, а место их соприкосновения – определяет ее разновидность как нормальная или полярная. В этом случае полюс изображается точкой, из которой меридианы расходятся как радиальные лучи, т.е. прямые линии на равном расстоянии друг от друга. Параллели с глобуса на плоскость проектируют как дуги концентрических окружностей, описанные из одного центра-полюса, т.е. для их построения нужно знать радиусы. Для полного достижения внешнего сходства с сеткой глобуса они должны быть на равных расстояниях друг от друга. Это значит, что меридианы будут делить параллели на равные отрезки, а параллели точно также делят меридианы – отсюда и свойства картографической сетки отражены в названии проекции.

Расчет и построение

1. Рассчитать радиус глобуса в заданном масштабе: $R^1 = \frac{R}{M}$

2. Рассчитать величины радиусов для изображения параллелей по формуле:

$\rho = 2\pi R^1 \frac{90^\circ - \varphi}{360^\circ}$ где ρ – радиус параллели, широта которой φ , т.е. в соответствии с заданной густотой $\varphi = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$ и 90° , если переписать форму таким образом $\rho = \frac{2\pi R^1}{360^\circ} \cdot (90^\circ - \varphi) =$, то получается что отношение $\frac{2\pi R^1}{360^\circ}$ соответствует длине дуги большого круга (меридиана) в один градус, а выражение $(90^\circ - \varphi)$ соответствует

отрезку меридиана от полюса ($\varphi = 90^\circ$) до заданной параллели. Из этого следует, чтобы достичь равнопромежуточных свойств сетки между параллелями необходимо за величину радиуса для их построения взять отрезок меридиана от заданной параллели до полюса. Расчеты представить в виде таблицы, в которой приведенной формула решается поэтапно и проще, чем для каждой параллели.

φ	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	широта заданной параллели
$2\pi R^1$								длина большого круга
$90^\circ - \varphi$								расстояния от полюса до параллели φ
$\frac{90^\circ - \varphi}{360^\circ}$								какая часть от большого круга
ρ (мм)								искомые радиусы

3. Определить способ построения меридианов, которые делили бы параллели на равные промежутки.

Для этого достаточно любую параллель разделить по транспортиру на заданные промежутки – $\Delta\lambda = 15^\circ$

Колонка с широтой в 90° в результате будет иметь ноль. Это значит, что полюс изображается точкой. Последовательно отложив рассчитанные значения ρ – будем иметь радиусы для изображения параллелей. А, разделив одну из параллелей по транспортиру на 15° углы, можем построить меридианы в виде прямых радиальных лучей из точки полюса. Отступив от последней параллели – экватора на 5 мм проводим еще одну окружность, которая и будет рамкой карты. В ее пределах разнести оцифровку меридианов (до 2 мм). И далее по заданию.

Работа № 11. Рассчитать и построить картографическую сетку для карты полушарий в нормальной (прямой) равновеликой азимутальной проекции Ламберта, вычертить на ней географические контуры материков и океанов, эллипсы искажений и перенести с глобуса ортодромии по линии м. Горн – м. Доброй Надежды.

Условия построения:

1. Главный масштаб 1:160000000.
2. Густота меридианов и параллелей – $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 15^\circ$.

Самостоятельно сделать обоснование в соответствии с общими методическими указаниями, примером рассмотрения задания в работе № 10 и сформулировать вопросы с пояснениями к настоящему заданию.

Полная аналогия настоящего задания по сравнению с предыдущим нарушается. Вторым вопросом, который в отличие от равнопромежуточных свойств картографической сетки построенной в проекции Постеля, должен обеспечить картографической сетке в проекции Ламберта – равновеликие свойства.

Второй вопрос, т.е. величины радиусов для изображения параллелей в проекции Ламберта рассчитывают по следующей формуле: $\rho = 2R^1 \cdot \sin \frac{90^\circ - \varphi}{2}$; В этой формуле все ее члены известны и для построения параллели изображающей экватор ($\varphi = 0^\circ$) величина $2R^1$ соответствует диаметру глобуса в заданном масштабе, а все выражение описывает прямоугольный равнобедренный треугольник, у которого катеты являются

хордами дуг меридианов в 90° , а применительно к треугольнику, у которого катеты полярный и экваториальный радиусы глобуса (шара) – это гипотенуза. Именно тот факт, что хорда дуги меридиана является гипотенузой прямоугольного треугольника и использовал Ламберт для достижения равновеликости опираясь на известную теорему Пифагора, из которой следует, что гипотенуза равна хорде дуги в 90° описывает окружность, площадь круга которой равна площади половины шара. Если площадь половины шара:

$$\frac{S_{ш}}{2} = \frac{4\pi R^2}{2} = 2\pi R^2,$$

$$\text{а } S_{кр} = \pi \rho^2, \text{ где } \rho = R\sqrt{2}, \text{ то}$$

$$S_{кр} = \pi(R\sqrt{2})^2 = 2\pi R^2,$$

что и следовало доказать.

На этом основании можно утверждать, что подобными свойствами будут обладать все хорды, необходимые нам для построения параллелей, в соответствии с заданной густотой. Решение этого вопроса также удобно представить в виде таблицы:

φ	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	широта заданной параллели
$2R^1$								диаметр глобуса
$90^\circ - \varphi$								дуга меридиана
$\frac{90^\circ - \varphi}{2}$								половина угла
$\sin \frac{90^\circ - \varphi}{2}$								функция прилежащего угла
ρ (мм)								радиус для построения параллели

и далее как в работе № 10.

Работа №12. Рассчитать и построить картографическую сетку для карты России в нормальной равнопромежуточной конической проекции Птолемея, вычертить на ней контур границ России, эллипсы искажений и перенести с глобуса ортодромию по линии Ставрополь – Москва.

Условия построения:

1. Главный масштаб 1:50000000
2. Густота меридианов и параллелей – $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 10^\circ$
3. Параллель касания – $\varphi_0 = 50^\circ$ с. ш.
4. Осевой меридиан – 100° или 90° в. д.

Задание предусматривает, что конус, продольная ось которого совпадает с полярной осью глобуса, соприкасается с поверхностью глобуса по параллели $= 50^\circ$ с. ш. Эта линия будет спроектирована на поверхность конуса без искажений (линия нулевых искажений). Остальные параллели будут спроектированы с растяжением. Полнос глобуса, переходя в вершину конуса, потянет за собой приполярные отрезки меридианов, что приходится на акваторию Северного Ледовитого океана и поэтому северной рамкой карты

эта область может быть обрезана. Растяжение меридианов сопровождается их сближением, которое необходимо учитывать при построении сетки. Перечисленные особенности построения и обеспечат равнопромежуточные свойства сетки, т.е. меридианы делят параллели на равные отрезки, а параллели делят меридианы также на равные отрезки, за исключением увеличенного приполярного отрезка.

Вид картографической сетки и роль конуса определить самостоятельно.

Расчет и построение

1. Рассчитать радиус глобуса в заданном масштабе – $R^1 = \frac{R}{M}$

2. Рассчитать величину угла между меридианами с учетом сближения меридианов, т.е. угол между линиями, изображающими меридианы на конусе – δ .

$$\delta = \Delta\lambda \cdot \sin\varphi_0$$

Это значит, что угол между меридианами на глобусе (по заданию 10°) изобразится на конусе меньшим углом, но меридианы сохранят оцифровку, которая была на конусе.

3. Рассчитать величину радиуса для изображения параллели касания.

$$\rho_0 = R^1 \cdot \operatorname{ctg}\varphi_0$$

Из приведенного в приложении рисунка видно, что эта величина соответствует расстоянию от вершины конуса до параллели касания. Самостоятельно доказать это.

4. Рассчитать величину радиусов для изображения других параллелей в соответствии с заданной густотой и протяженностью территории России по широте

$$\rho = \rho_0 + \frac{2\pi R^1 (\varphi_0 - \varphi)}{360^\circ} \quad \text{где } \varphi_0 - \text{широта параллели касания и } \varphi - \text{широта параллели,}$$

для которой рассчитывается радиус – ρ . Из приведенного выражения видно, что отношение $2\pi R^1$ к 360° соответствует длине дуги меридиана в один градус. Разность $(\varphi_0 - \varphi)$ соответствует разности широты параллели касания (50° с. ш.) и широты параллели лежащей к северу или к югу от неё, т.е. величина кратная заданной густоте параллелей – $\Delta\varphi = 10^\circ$. В итоге радиусы для изображения необходимых параллелей будут отличаться на величину дуги меридиана в 10° , что и обеспечивает равнопромежуточные свойства сетки по широте (между параллелями) как и по долготе (между меридианами) из-за равенства углов между меридианами. Поэтому проще рассчитать величину отрезка меридиана в 10°

($\ell_{10^\circ} = \frac{2\pi R^1}{360^\circ} \cdot 10^\circ$) и на эту величину последовательно увеличивать или уменьшать радиус параллели касания – ρ_0 .

$$\text{Например: } \rho_{60^\circ} = \rho_0 - \ell_{10^\circ},$$

$$\text{затем } \rho_{70^\circ} = \rho_{60^\circ} - \ell_{10^\circ} \text{ или}$$

$$\rho_{40^\circ} = \rho_0 + \ell_{10^\circ} \text{ и тд.}$$

5. Построение меридианов картографической сетки

Для этого относительно осевого меридиана, который проводят через точку изображающую полюс (вершина конуса) по транспортиру отметить рассчитанные углы – в количестве соответствующем протяженности территории России по долготе и провести через них прямые линии, как радиальные лучи из точки полюса.

Следует помнить, что оцифровку меридианы сохраняют ту, что была на глобусе, а не кратную рассчитанную величине (δ).

Построение картографической сетки начинают с изображения осевого меридиана. Это прямая линия, которая делит избранное для построения пространство (лист

чертежной бумаги, страницу в тетради) по вертикали на две части. Левая должна быть на 1 см больше правой. В начале этой линии (на некотором расстоянии от края избранного листа) ставят точку. Она соответствует полюсу. Симметрично, влево и вправо от этой линии по транспортиру откладывают рассчитанные углы между меридианами. Это значит, что на изображенный осевой меридиан, долгота которого известна, положили снятый с глобуса конус спроектированной линии, соответствующей осевому меридиану.

В других случаях, разворачиваемый в плоскости конус не разместится в избранном пространстве. Через полученные отметки в пределах всей страницы строят прямые линии – меридианы, не доводя их до точки полюса на 2-3 см. Именно эта часть сгущения меридианов и будет находиться за северной рамкой карты. На осевом меридиане, считая от полюса, откладывают расстояние равное ρ_0 и этим радиусом, из точки полюса в пределах всей страницы строят параллель касания ($\varphi_0 = 50^\circ$ с. ш.). Затем, на этой же линии осевого меридиана делают отметки для построения остальных параллелей, откладывая отрезки, равные ℓ_{10° . Так получают величины радиусов для изображения параллелей с широтами 60° , 70° и 80° к северу от параллели касания ($\varphi_0 = 50^\circ$ с.ш.) и 40° , 30° – к югу от неё. Из того же центра (полюса) строят намеченные параллели в пределах всей страницы. Следует обратить внимание, что после параллели с широтой 80° остается до полюса расстояние, которое примерно в два раза больше откладываемых. Оно образовалось за счет растяжения приполярных отрезков меридианов, когда полюс спроектировался в вершину конуса.

Полученное изображение картографической сетки, это только часть конуса, попавшая на страницу, но и она больше чем территория России. Нужную территорию необходимо ограничить системой прямых взаимно-перпендикулярных линий, образующих рамку карты. Этот процесс называется компоновкой карты.

Для построения восточной границы найдите точку, в которой пересекаются меридиан в 160° в. д. и параллель 50° с. ш. и проведите через нее вертикальную линию.

Для построения западной границы найдите точку, в которой пересекаются меридиан в 30° в. д. и параллель 40° с. ш. и проведите через нее вертикальную линию.

Для построения южной границы найдите точку, в которой пересекаются меридиан в 60° в. д. и параллель 30° с. ш. и проведите через нее горизонтальную линию.

Для построения северной границы найдите точку, в которой пересекаются меридиан в 180° в. д. и параллель 80° с. ш. и проведите через нее горизонтальную линию.

Поиск перечисленных точек выполняют по карте России настенной или в Географическом атласе.

Затем все изображение сетки за пределами построения границ удаляют и, отступив везде на 5 мм, строят рамку карты, в которой разносят оцифровку меридианов и параллелей, подписывая широты у концов параллелей на западе и востоке, а долготы – у концов меридианов на севере и юге рамки карты. Над рамкой помещают название работы и под рамкой – её масштаб.

Работа № 13. Рассчитать и построить картографическую сетку для карты Ставропольского края в нормальной прямоугольной цилиндрической проекции, вычертить на ней контур границ края и указать величины искажений на крайних удаленьях от параллели сечения.

Условия построения:

1. Главный масштаб 1:2500000
2. Густота меридианов и параллелей – $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 1^\circ$
3. Параллель сечения – $\Delta\varphi_0 = 45^\circ$ с. ш.

В построении используют цилиндр, продольная ось которого совпадает с полярной осью глобуса, но главное, этот цилиндр пересекает поверхность глобуса (для карты

Ставропольского края) вдоль параллели 45° с. ш. Это значит, что она изображается на поверхности цилиндра без искажения (линия нулевых искажений). Параллели лежащие к северу от 45° при проектировании будут увеличены до ее размеров, а лежащие к югу соответственно уменьшены до ее размеров. Величины сжатия и растяжения незначительные (рассчитать) т.к. протяженность края по широте считая к северу и к югу от 45° с. ш. параллели немногим более 1° . Именно поэтому параллель в 45° с. ш. и выбрана как срединная и качестве параллели сечения. Значит все параллели будут иметь одну длину, а это малые круги.

Меридианы при проектировании на стенки Цилиндра сохраняют свою длину и являются большими кругами.

Внешний вид сетки отраженный в названии проекции – прямоугольная, объясняется тем, что отрезки меридианов и параллелей в один градус, как соответственно части больших и малых кругов образуют при пересечении их изображающих прямых линий - прямоугольник, вытянутый по широте.

Расчет и построение

1. Рассчитать радиус глобуса в заданном масштабе: $R^1 = \frac{R}{M}$
2. Рассчитать величину отрезка меридиана (промежутка между параллелями):

$$x = \frac{2\pi R^1}{360^\circ} \cdot \Delta\varphi =$$
3. Рассчитать величину отрезка параллели (промежутка между меридианами): $y = \frac{2\pi R^1 \cdot \cos\varphi_0}{360^\circ} \cdot \Delta\lambda =$
4. Определить по карте протяженность Ставропольского края с юга на север (по широте) не как разность широт его крайних точек, а кратную заданной густоте параллелей (один градус) и ее частей в минутах.
5. Определить по карте протяженность Ставропольского края с запада на восток (по долготе) не как разность долгот его крайних точек, а кратную заданной густоте меридианов (один градус) и ее частей в минутах.

Этими действиями определяют количество целых промежутков соответственно между параллелями и меридианами их частей, достаточных чтобы «накрыть» территорию края рассчитываемой сеткой, согласно размерам.

Результаты определений записывают последовательно. Например: $40^\circ + 1^\circ + 1^\circ + 20^\circ$, а под ними их величины, согласно рассчитанным значениям x или y . Согласно полученным результатам строят систему прямых взаимно перпендикулярных линий (частей параллелей и меридианов), которые образуют картографическую сетку в заданной проекции, соответствующую размерам изображаемой территории. Отступив от полученной сетки на 5 мм, строят рамку будущей карты с оцифровкой меридианов и параллелей.

Особенности построения данной сетки заключаются в том, что, рассчитав величины x и y , т.е. размеры одной ячейки картографической сетки, подсчитывают, сколько их (целых или частей) нужно, чтобы изобразить заданную территорию по широте и долготе.

Другие варианты построения картографических сеток рассмотрены на примере карты России, когда из поверхности конуса берется только его часть, соответствующая заданной территории, или на примере карт мира, где используется вся протяженность цилиндра, соприкасающаяся с глобусом по экватору.

Задание на дом: Выполнить расчеты (без построения) картографических сеток для ряда карт в соответствии с вариантами индивидуальных заданий, номер которого соответствует порядковому номеру фамилии студента в списке преподавателя.

Варианты индивидуальных заданий:

№ пп	карта мира (работа № 9)	карта северного полушария (работа № 10)	карта России (работа № 13)
1	2	3	4
1.	1:205000000	1:205000000	1:58500000
2.	1:210000000	1:200000000	1:59000000
3.	1:205000000	1:195000000	1:59500000
4.	1:220000000	1:190000000	1:60000000
5.	1:225000000	1:185000000	1:60500000
6.	1:230000000	1:180000000	1:61000000
7.	1:235000000	1:175000000	1:61500000
8.	1:240000000	1:170000000	1:62000000
9.	1:245000000	1:165000000	1:62500000
10.	1:250000000	1:160000000	1:63000000
11.	1:255000000	1:155000000	1:63500000
12.	1:260000000	1:150000000	1:64000000
13.	1:265000000	1:145000000	1:64500000
14.	1:270000000	1:140000000	1:65000000
15.	1:275000000	1:135000000	1:65500000
16.	1:280000000	1:130000000	1:66000000
17.	1:285000000	1:125000000	1:66500000
18.	1:290000000	1:120000000	1:67000000
19.	1:295000000	1:125000000	1:67500000
20.	1:300000000	1:110000000	1:68000000
	$\Delta\varphi=\Delta\lambda=20^\circ$	$\Delta\varphi=\Delta\lambda=30^\circ$	$\Delta\varphi=\Delta\lambda=15^\circ$

при $\varphi_0 = 60^\circ$ с.ш.

Методические рекомендации

1. Сформулировать задание.
2. Определить вид сетки.
3. Обосновать этапы расчетов.
4. Выполнить расчеты.

Работа №14. Завершить работу с картографическими сетками, оформить их как карты на заданную территорию и наглядно показать их математические свойства.

Методические рекомендации

Это итоговая работа, в ходе которой необходимо:

- построить на глобусе ортодрому по заданному направлению;
- перенести ее на построенную картографическую сетку;
- рассчитать значения m и n для каждой сетки;
- построить эллипсы искажений;
- выполнить анализ и описание построенных сеток по единому плану, по которому рассматриваются проекции на лекциях, для этого кратко:

рассматриваются проекции на лекциях, для этого кратко:

1. Описать принципы построения, т.е. расшифровать полное название проекции.
2. Описать вид меридианов, параллелей и промежутков между ними.
3. Описать, желательно с конкретными величинами, характер распределения искажений, отметив положительные и отрицательные их черты.

4. Отметить назначение рассматриваемой проекции.

5. Указать конкретное применение.

Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

Основная литература:

1. Куксов В.С. Основы геодезии, картографии и космоаэро съемки – М.: Изд-во Академия, 2012.
2. Раклов В.П. Картография и ГИС. – М.: Академический проект, 2011. – 214 с.
3. Чекалин С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии. – М.: Академический проект, 2013

Дополнительная литература:

4. Картоведение / Под ред. А.М. Берлянта – М.: Аспект-Пресс, 2003. – 477 с.
5. Комиссарова Т.С. Картография с основами топографии: учеб. для вузов. – М.: Просвещение, 2001 – 181 с.

Дополнительная литература:

6. Картография с основами топографии. Практикум: учеб. пособие для вузов / Е.А. Чурилова, Н.Н. Колосова. – М.: Дрофа, 2004. – 128 с.
7. Плишкина О.В. Практикум по картографии: Методическое пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 272 с.

Интернет-ресурсы:

www.geotop.ru – каталог ресурсов картографо-геодезической отрасли

www.geoblog.rgo.ru/blog/kartografia-gis/566.html – материалы по созданию картографических проекций с помощью ГИС

Тема занятия

Преобразование и распознавание картографических сеток

Цель: Завершить опыт работы с картографическими проекциями общегеографических и тематических карт четким знанием свойств картографических сеток отдельных проекций в виде итогового занятия, демонстрирующего приобретенные знания и умения.

Организационная форма занятия: индивидуальная (разбор конкретных ситуаций)

Вопросы для обсуждения

1. Какая проекция по способу построения перед Вами представлена? Определите класс проекции по виду меридианов и параллелей картографической сетки.
2. Какова разновидность представленной проекции по способу ориентировки вспомогательной проекции?
3. Какая проекция по характеру искажений перед Вами? Объясните почему.

Методические рекомендации

РАСПОЗНАВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ

Определение вида проекции, а также характера и распределения искажений, имеет практическое значение при пользовании картами. Рассмотрим общие правила для распознавания проекций по сетке для мелкомасштабных карт, охватывающих территории материков, полушария и всю земную поверхность.

Цилиндрические проекции.

Если параллели – прямые линии, а меридианы – перпендикулярные им равноотстоящие прямые, то перед нами одна из цилиндрических проекций в нормальном положении. У равнопромежуточной проекции параллели равноотстоящие; равновеликая проекция имеет промежутки между ними, уменьшающиеся к полюсам; если же промежутки между параллелями увеличиваются по мере приближения к полюсам, причем на широте 60° промежутки между параллелями в два раза больше такого же промежутка

на экваторе, то проекция равноугольная Меркатора. При более медленном нарастании промежутков между параллелями в крайних широтах можно предположить, что карта составлена в стереографической цилиндрической проекции.

Конические проекции.

В конических проекциях параллели – концентрические окружности, а меридианы – прямые (радиусы этих окружностей), причем углы между ними меньше разности долгот в натуре. При этом, если параллели равноотстоящие, то проекция равнопромежуточная, если расстояния между параллелями убывают в обе стороны, начиная от некоторой средней параллели, то перед нами равновеликая коническая проекция, а если, наоборот, увеличиваются, то – равноугольная коническая. Меридианы и параллели пересекаются в конических проекциях под прямым углом.

Азимутальные проекции.

В нормальных азимутальных проекциях параллели — концентрические окружности, а меридианы — радиусы этих окружностей с углами между ними, равными разности долгот в натуре. Нормальные сетки азимутальных проекций применяются для изображения полярных областей. При этом, если расстояния между параллелями одинаковые, то проекция—равнопромежуточная; если расстояния между ними уменьшаются от полюса к экватору и на экваторе составляют 0,7 интервала между параллелями у полюса, то это равновеликая азимутальная проекция; если расстояния между параллелями у экватора уменьшаются еще сильнее, так, что они почти сливаются, то проекция ортографическая. В равноугольной азимутальной стереографической проекции в нормальном положении расстояния между параллелями увеличиваются от полюса к экватору приблизительно в два раза, а в гномонической (центральной) проекции они возрастают до бесконечности, поэтому на картах в этой проекции возможно изобразить территорию меньше полушария.

Азимутальные проекции применяются в поперечном положении для карт полушарий. Для опознавания среди них отдельных видов проекций действуют те же правила, что и для нормальных сеток, с той разницей, что интервалы между параллелями надо определять вдоль осевого меридиана от центральной точки к полюсам. Так же должны изменяться и расстояния между меридианами, считаемые по прямолинейному экватору. Кроме того, поперечную стереографическую проекцию можно отличить от прочих по виду меридианов и параллелей, которые изображаются на ней окружностями, а поперечную гномоническую (центральную) – по виду меридианов, изображаемых параллельными прямыми.

Азимутальные проекции применяются также в косом положении для изображения материков. Для их распознавания надо измерять промежутки вдоль прямолинейного меридиана вблизи центральной точки и на краю, применяя те же правила для опознавания, что и для нормальной сетки. Проекция с круговыми параллелями – псевдоконическая проекция Бонна имеет сетку, симметричную относительно среднего прямолинейного меридиана, разделенного параллелями на равные части; параллели – концентрические окружности, разделенные криволинейными меридианами на равные части. Простая поликоническая проекция отличается от проекции Бонна по внешнему виду тем, что параллели в ней изображаются равноразделенными дугами эксцентрических окружностей.

Круговая проекция Гринтена может быть узнана по меридианам и параллелям, изображающимися окружностями, симметрично прямолинейному осевому меридиану и экватору, при этом в отличие от поперечной стереографической проекции экватор делится меридианами на равные части, расстояния между параллелями вдоль 37° осевого меридиана увеличиваются примерно в 3 раза от центральной точки к полюсам, меридианы и параллели пересекаются не под прямыми углами (кроме пересечений с осевым меридианом и экватором).

Псевдоцилиндрические проекции.

Во всех псевдоцилиндрических проекциях параллели изображаются прямыми, а меридианы различными кривыми, симметричными одному прямолинейному меридиану. При этом применяются псевдоцилиндрические проекции как с равноразделенными меридианами и параллелями, так и с неравноразделенными. В некоторых проекциях полюс изображается точкой, в других – полярной линией.

Большая группа псевдоцилиндрических проекций имеет синусоидальные меридианы. При этом, если параллели равноотстоящие и равноразделенные меридианами, а полюс изображается точкой, то это псевдоцилиндрическая равновеликая проекция Сансона.

От проекции Сансона отличаются близкие между собой по внешнему виду равновеликие синусоидальные проекции Эккерта и В. В. Каврайского, в которых интервалы между параллелями уменьшаются от экватора к полюсам, изображаемым полярными линиями, равными половине экватора, параллели равноразделенные. В равновеликой эллиптической проекции Мольвейде, согласно определению, меридианы изображаются эллипсами, разделяющими каждую параллель на равные части; полюс изображается точкой.

Оборудование

1. Географический атлас с набором разнообразных карт в различных картографических проекциях.
2. Чертежные принадлежности, ластик.

Работа № 15. Определите название картографических проекций, изучив свойства картографической сетки.

Задание 1. По предложенному преподавателем заданию из Географического атласа, содержащего общегеографические и тематические карты, выполнить работу по распознаванию свойств картографических сеток, предложенных образцов.

Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

Основная литература:

1. Куксов В.С. Основы геодезии, картографии и космоаэрофотосъемки – М.: Изд-во Академия, 2012.
 2. Чекалин С.И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии. – М.: Академический проект, 2013
- Дополнительная литература:
3. Комиссарова Т.С. Картография с основами топографии: учеб. для вузов. – М.: Просвещение, 2001 – 181 с.
 4. Серапинас Б.Б. Математическая картография: учеб. для вузов. – М.: Академия, 2005. – 336 с

Методическая литература:

5. Бурый Ю.В. Картоведение: учебно-методическое пособие – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. – 45 с.
6. Картография с основами топографии. Практикум: учеб. пособие для вузов / Е.А. Чурилова, Н.Н. Колосова. – М.: Дрофа, 2004. – 128 с.
7. Плишкина О.В. Практикум по картографии: Методическое пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 272 с.

Интернет-ресурсы:

www.geoblog.rgo.ru/blog/kartografia-gis/566.html – материалы по созданию картографических проекций с помощью ГИС

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАРТОГРАФИЯ

Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы

Направление подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры
Направленность (профиль) «Геодезическое обеспечение землеустроительных и
кадастровых работ»
Квалификация выпускника: бакалавр

Ставрополь 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение
План-график выполнения самостоятельной работы
Контрольные точки и виды отчетности по ним
Вопросы собеседования
Список рекомендуемой литературы

Введение

Самостоятельная работа студентов – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студента).

Самостоятельная работа студента является важным видом учебной и научной деятельности студента. Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования предусматривается значительный объем времени из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу. В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования – подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

Самостоятельная работа студента предполагает, прежде всего, его научно-исследовательскую и практическую деятельность, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят к самостоятельному выполнению профессиональных задач.

Цель самостоятельной работы – дополнение и углубление знаний, умений и навыков, формируемых на аудиторных занятиях по дисциплине «Картоведение», а также развитие аналитических и исследовательских умений, навыков использования справочных, научных, электронных и других источников информации.

В рамках самостоятельной работы по дисциплине «Картография» формируются компетенции:

ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания

Сформированные компетенции проверяются на дифференцированном зачете во втором семестре и на экзамене в третьем семестре по модулю, организованным особым образом.

Самостоятельная работа проводится в виде собеседования. Основной целью этих видов самостоятельной работы является улучшение профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, направленное на формирование действенной системы фундаментальных и профессиональных знаний, умений и навыков, которые они могли бы свободно и самостоятельно применять в практической деятельности.

В ходе организации самостоятельной работы решаются следующие задачи:

- углублять и расширять их профессиональные знания;
- формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- развивать познавательные способности будущих специалистов.

В ходе постановки целей и задач необходимо учитывать, что их выполнение направлено не только на формирование общеучебных умений и навыков, но и определяется рамками данной предметной области.

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Время сдачи	Объём часов на подготовку
Введение в дисциплину «Картография»	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 3	18
Основы теории искажений в картографических проекциях	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 6	18
Методы построения картографических проекций	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 7	18
Картографические проекции номенклатурных карт	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 8	17
Проекции общегеографических и тематических карт	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 9	18

Вопросы для собеседования

Базовый уровень

Тема 1. Введение в дисциплину «Картография».

1. Предмет, содержание и задачи дисциплины «Картография».
2. Классификация картографических проекций по ориентировке вспомогательной поверхности.
3. Классификация картографических проекций по характеру искажений.

Тема 2. Основы теории искажений в картографических проекциях.

1. Географическая сетка глобуса и картографическая сетка карты.
2. Задачи, решаемые с помощью глобуса. Ортодрома и локсодрома.
3. Понятие о главном и частном масштабах.
4. Эллипсы искажений и главные направления. Линии и точки нулевых искажений.
5. Общий принцип построения сетки по координатам узловых точек.

Тема 3. Методы построения картографических проекций.

1. Метод перспективного проектирования.
2. Основные формулы прямого аналитического метода.
3. Получение равноугольных проекций.
4. Получение равновеликих проекций.
5. Получение равнопромежуточных и других произвольных проекций.

Тема 4. Картографические проекции номенклатурных карт.

1. Проекция для топографических карт.
2. Проекция Гаусса-Крюгера.
3. Особенности построения, вид меридианов, параллелей и промежутков между ними в проекции международных карт мира в проекции международных карт мира масштаба 1:1000000.
4. Распределение искажений в проекции международных карт мира в проекции международных карт мира масштаба 1:1000000.

Тема 5. Проекция общегеографических и тематических карт.

1. Факторы, влияющие на выбор проекций.
2. Особенности построения, вид меридианов, параллелей и промежутков между ними.
3. Распределение искажений. Назначение и применение картографических проекций.
4. Квадратная цилиндрическая проекция.
5. Цилиндрическая равноугольная проекция Меркатора.
6. Цилиндрическая произвольная проекция Урмаева.
7. Цилиндрическая прямоугольная проекция Анаксимандра.
8. Центральная (гномоническая) проекция Фалеса.
9. Нормальная произвольная коническая проекция Красовского.
10. Нормальная равнопромежуточная коническая проекция Каврайского.

Продвинутый уровень

Тема 1. Введение в дисциплину «Картография».

1. Используемые в Математической картографии системы координат.
2. Классификация картографических проекций по виду вспомогательной поверхности.
3. Системы распределения искажений, свойственные отдельным классам проекций.

Тема 2. Основы теории искажений в картографических проекциях.

1. Географический глобус как модель земного шара.
2. Неизбежность искажений, возникающих при проектировании с глобуса на карту.
3. Виды искажений, их показатели и способы определения на картах. Изменение величины искажений в пределах карты.
4. Сущность картографической проекции.
5. Возможность построения сеток в отдельных проекциях с помощью геометрических приёмов и расчётов

Тема 3. Методы построения картографических проекций.

1. Проекция Чебышева.
2. Изыскание равноугольных проекций с приспособляемыми изоколами.
3. Производные и составные проекции.
4. Изыскание проекций по эскизам картографических сеток.

Тема 4. Картографические проекции номенклатурных карт.

1. Проекция UTM (Универсальная поперечная Меркатора).
2. Особенности построения, вид меридианов, параллелей и промежутков между ними в проекции международных карт мира масштаба 1:2500000.
3. Распределение искажений в проекции международных карт мира в проекции международных карт мира масштаба 1:2500000.

.

Тема 5. Проекции общегеографических и тематических карт.

1. Производная проекция Аитова-Гаммера.
2. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК, вариант 1950 года.
3. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК, вариант БСЭ.
4. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК, вариант ФГАМ.
5. Азимутальная поперечная стереографическая проекция Гиппарха.
6. Азимутальная поперечная ортографическая проекция Апполония.
7. Псевдоцилиндрическая произвольная проекция Урмаева.
8. Косая условная с овальными изоколами проекция ЦНИИГАиК.
9. Условная проекция ЦНИИГАиК для карт Евразии.
10. Косая цилиндрическая проекция Соловьева.

Критерии оценивания компетенций

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он показывает полные знания материала курса, умение подбирать разнообразные источники информации и рационального их использования; правильно раскрывает содержание теоретического материала, соблюдает научную и методическую логику при выполнении лабораторных заданий, обосновывает выводы, свободно владеет эмпирическими данными по предмету, показывает владение дополнительной литературой.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он показывает знания, умения и навыки, соответствующие оценке «отлично», но имеет неточности в изложении теоретического материала или в практических выводах, эмпирические знания представлены не в полном объеме, недостаточно демонстрирует использование разнообразных источников.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он показывает знания основ разделов и тем курса, но не умеет четко излагать теоретические знания, затрудняется в выводах и формулировках, нарушает логику изложения материала, делает ошибки в представлении эмпирических данных.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он не показывает знаний теоретических основ курса, не умеет отбирать и использовать основные источники информации; не соблюдает логики в описании и характеристике объектов, явлений и процессов; неправильно формулирует выводы и делает грубые ошибки в эмпирических знаниях по предмету.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ

Экзамен является неотъемлемой частью учебного процесса и призван закрепить и упорядочить знания студента, полученные на занятиях и самостоятельно. На проведение экзамена отводятся часы занятий по расписанию. Сдаче экзамена предшествует работа студента на лекционных, лабораторных практических (семинарских) занятиях и самостоятельная работа по изучению предмета. Отсутствие студента на занятиях без уважительной причины и невыполнение заданий самостоятельной работы является основанием для недопуска студента к экзамену.

Подготовка к экзамену осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернета.

При ответе на экзамене по дисциплине «Картография» студент должен:

Знать:

- многообразие видов искажений картографических проекций;
- основные виды картографических проекций по методу построения, характеру искажений;

- основные методы картографических построений.

Уметь:

- распознавать основные виды картографических проекций;
- разработать проект математической основы карты и рассчитать искажения на картографируемую территорию;
- выбирать приборы и способы позиционирования при картографировании и решении географических задач.

Владеть:

- навыками практического составления и оформления фрагментов тематических планов и карт, в том числе с использованием компьютерной техники;
- технологиями в области автоматизированного общегеографического и тематического картографирования;
- картографическим и аэрокосмическим методами в географических исследованиях;
- методами применения различных координатных систем при сборе, хранении и обработке пространственно-временной информации.

Вопросы для проверки уровня обученности

Базовый уровень

1. Предмет и задачи математической картографии.
2. История развития математической картографии.
3. Математические элементы карт.
4. Понятие о физической поверхности Земли и поверхностях относимости.
5. Системы координат, применяемые в математической картографии. Географическая и геоцентрическая системы координат.
6. Геодезические системы координат и высот, используемые при создании карт.
7. Масштабы географических карт.
8. Географический глобус, как модель земного шара.
9. Градусная (географическая) сетка глобуса и картографическая сетка карты.
10. Задачи, решаемые с помощью глобуса. Ортодрома и локсодрома.
11. Необходимость искажений при проектировании глобуса на плоскость.
12. Виды искажений и их показатели. Эллипсы искажений.
13. Сущность картографической проекции.
14. Классификация картографических проекций по характеру искажений.
15. Классификация картографических проекций по способу построения.
16. Азимутальные перспективные проекции.
17. Выбор картографических проекций.
18. Разграфка и номенклатура карт.
19. Формат и компоновки карт.
20. Координатные сетки, показываемые на картах.

Повышенный уровень

1. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК, вариант 1950 г. Принцип построения.
2. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК, вариант БСЭ. Принцип построения.
3. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК, вариант ФГАМ. Принцип построения.
4. Методика построения произвольной цилиндрической проекции Урмаева.
5. Условная проекция ЦНИИГАиК для Евразии. Методика построения.
6. Псевдоцилиндрическая проекция Н.А. Урмаева. Методика построения.
7. Методика построения косой условной с овальными изоколами проекции ЦНИИГАиК.
8. Нормальная коническая проекция Каврайского. Методика построения.
9. Нормальная коническая проекция Красовского. Методика построения.

10. Принципы построения картографических проекций многолистных карт. Проекция международной миллионной карты. Проекция Гаусса-Крюгера. Проекция Гаусса-Боага (UTM).
11. Квадратная цилиндрическая проекция. Пример расчета и построения.
12. Проекция Меркатора. Пример расчета и построения.
13. Нормальная (полярная) азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля. Пример расчета и построения.
14. Полярная равновеликая проекция Ламберта. Пример расчета и построения.
15. Нормальная коническая проекция Птолемея. Пример расчета и построения.
16. Цилиндрическая прямоугольная проекция. Пример расчета и построения.
17. Проекция Аитова-Гаммера. Принцип построения.
18. Построение картографической сетки в глобулярной проекции Арроусмита.
19. Принцип построения азимутальных перспективных проекций.
20. Построение картографической сетки в псевдоцилиндрической равновеликой проекции Сансона.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, в случае если студент полностью освоил учебный материал, ответил на все вопросы базового и продвинутого уровней, т. е. может сформулировать все основные понятия и определения по дисциплине и кроме этого самостоятельно подготовил оригинальную творческую работу и способен четко изложить ее суть, выводы, ответить на вопросы. Кроме этого студент, претендующий на отличную оценку, должен продемонстрировать аналитическое, нестандартное мышление, креативность и находчивость в ответах на дополнительные, усложненные вопросы преподавателя в рамках изучаемой дисциплины.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, в случае если студент освоил более 60% учебного материала, ответил на все вопросы базового уровня, т. е. может сформулировать все основные понятия и определения по дисциплине и кроме этого самостоятельно подготовил оригинальную творческую работу и способен четко изложить ее суть, выводы, ответить на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, в случае, если студент освоил более 50% учебного материала, ответил на большую часть вопросов базового уровня, т. е. может сформулировать все основные понятия и определения по дисциплине.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не отвечает на вопросы базового уровня и освоил менее 30% учебного материала.

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Берлянт А.М. Картография – М.: Изд-во КДУ, 2011. – 464 с.
2. Куксов В.С. Основы геодезии, картографии и космоаэрофотосъемки – М.: Изд-во Академия, 2012.
3. Раклов В.П. Картография и ГИС. – М.: Академический проект, 2011. – 214 с.
4. Серапинас Б.Б. Математическая картография: учеб. для вузов. – М.: Академия, 2005. – 336 с.

Дополнительная:

5. Берлянт А.М. Картография: учеб. для вузов. – М.: Аспект-Пресс, 2001. – 336 с.
6. Картоведение / Под ред. А.М. Берлянта – М.: Аспект-Пресс, 2003. – 477 с.
7. Картография с основами топографии: уч. пособие для вузов / Под ред. Г. Ю. Грюнберга. – М., 1991.
8. Салищев К.А. Картоведение. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 400 с.

Методическая:

9. Бурый Ю.В. Картоведение: учебно-методическое пособие – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. – 45 с.
10. Картография с основами топографии. Практикум: учеб. пособие для вузов / Е.А. Чурилова, Н.Н. Колосова. – М.: Дрофа, 2004. – 128 с.
11. Плишкина О.В. Практикум по картографии: Методическое пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 272 с.

Интернет-ресурсы:

www.geotop.ru – каталог ресурсов картографо-геодезической отрасли
www.geoprofi.ru – электронный журнал по геодезии, картографии и навигации
www.jornal.miigaik.ru – рецензируемый научный журнал Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка»
www.geoblog.rgo.ru/blog/kartografia-gis/566.html – материалы по картографии и геоинформатики

Методические указания по выполнению курсовых работ учебным планом курсовых работ по дисциплине «Картография» не предусмотрено.