

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

КАРТОГРАФИЯ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Направление подготовки
Направленность (профиль)
Год начала обучения
Форма обучения

05.03.03 Картография и геоинформатика
Геоинформатика
2026
Очная

Ставрополь, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение	3
2.	Оформление лабораторных работ	7
	4 семестр	
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
	5 семестр	

Лабораторная работа № 1. Фундаментальные понятия
геоинформатики и ГИС

Лабораторная работа № 2. Географическая информация и ее
представление в базах данных ГИС

Лабораторная работа № 3. Глобальные системы позиционирования
как источник данных

Лабораторная работа № 4. Техническое и программное обеспечение
ГИС

Лабораторная работа № 5. Элементы ГИС-технологий

Лабораторная работа № 6. Операции с данными в векторном
формате

Лабораторная работа № 7 Классификация объектов по их
атрибутивному параметру

Лабораторная работа №8. Цифровые и электронные карты

Лабораторная работа № 9 Статистические поверхности. Цифровые
модели рельефа

Лабораторная работа №10. Географический анализ

Лабораторная работа № 11 Пространственное моделирование

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 «Картография и геоинформатика» 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 05.03.03 «Картография и геоинформатика» (бакалавриат) очной формы обучения «Картография» относится к дисциплинам Обязательной части. Ее освоение происходит – в 4 и 5 семестрах.

«Входными» знаниями студентов должны быть: по «Математике» – для расчета положения узловых точек картографических сеток и других элементов картографических проекций; по «Топографии и геодезии» – при определении широты и долготы географических объектов; по «Картоведению» – для

построения и преобразования картографических произведений, основанных на изучении их свойств.

Освоение «Картографии» геоинформатиками ориентировано на последующее изучение таких дисциплин Картографического блока Обязательной части, как «Географическое картографирование», «Цифровая картография», «Математико-картографическое моделирование, а также дисциплин Вариативной части «Картографический метод исследования в географии» и «Мировые картографические школы».

Профессиональные навыки и умения, приобретенные в результате изучения Математической картографии, позволят геоинформатикам 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 05.03.03 «Картография и геоинформатика», 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 использовать базовые знания в области картографии и геоинформатики при создании картографических произведений и геоинформационных систем	ОПК-2
2.	способен применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных	ОПК-3

В результате освоения дисциплины «Картография» студенты направления подготовки 05.03.03 «Картография и геоинформатика» должны:

ЗНАТЬ	- базовые понятия в области картографии и геоинформатики; - основные картографические произведения и геоинформационные системы; - базовые картографические, геоинформационные и аэрокосмические методы исследования и базы пространственных данных
УМЕТЬ	- использовать базовые знания в области картографии и геоинформатики при создании картографических произведений и геоинформационных систем; - применять базовые картографические и геоинформационные методы при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных.
ВЛАДЕТЬ	- навыками использования базовых знаний в области картографии и геоинформатики при создании картографических произведений и геоинформационных систем; - навыками использования базовых картографических и геоинформационных методов при анализе географической информации и ее представлении в базах пространственных данных.

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.

4 семестр

Тема занятий

Основы теории искажений в картографических проекциях

Цель: 1. Ознакомятся 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) $l =$

$$\frac{2pR \cdot \cos j \cdot D\lambda}{360^\circ} = \frac{2pR \cdot \cos j}{360^\circ} \cdot D\lambda.$$

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. 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.

Интренет-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 $\theta = 82^{\circ}30'$

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

Проекция 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. Приобретя 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:

$R^1 = \frac{R}{M}$; где R – радиус Земли, для равновеликого шара – 6371116 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):

$$2pR^1 =$$

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

$$\frac{2pR^1}{2} = pR^1 =$$

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

$$x = y = \frac{2pR^1}{360^\circ} \cdot Dj(D\lambda) =$$

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): $2pR^1 =$.
3. Рассчитать величину отрезка параллели (промежутка между меридианами): $y = \frac{2pR^1}{360^\circ} \cdot D\lambda =$.
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 равное нулю означает, что посередине страницы вычерчивают экватор- начало отсчета широты размером $2pR^1$, 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: $\rho = 2pR^1 \frac{90^\circ - \varphi}{360^\circ}$ 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 $\rho = \frac{2pR^1}{360^\circ} \cdot (90^\circ - \varphi)$, то получается что отношение $\frac{2pR^1}{360^\circ}$ 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 ортодромиию 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:

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

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

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

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

$\frac{90^\circ-j}{2}$								половина угла
$\sin \frac{90^\circ-j}{2}$								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. Полюс 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 сохраняют 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 $\rho = \rho_0 + \frac{2pR^1(j_0-j)}{360^\circ}$ где φ_0 – широта параллели касания и φ – 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° ($l_{10^\circ} = \frac{2pR^1}{360^\circ} \cdot 10^\circ$) и на эту величину

последовательно увеличивать или уменьшать радиус параллели касания - ρ_0 .

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

затем $\rho_{70^\circ} = \rho_{60^\circ} - l_{10^\circ}$ ИЛИ

$\rho_{40^\circ} = \rho_0 + l_{10^\circ}$ 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 удалениях 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): $x = \frac{2pR^1}{360^\circ} \cdot Dj =$
3. Рассчитать величину отрезка параллели (промежутка между меридианами): $y = \frac{2pR^1 \cdot \cos j_0}{360^\circ} \cdot D\lambda =$
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:

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.

Интренет-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° промежутков 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. Бурым 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 05.03.03 – Картография и геоинформатика
Направленность (профиль) «Геоинформатика»
Квалификация выпускника: бакалавр

Ставрополь 2025

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:

ПК-5 – Владением методами составления, редактирования, подготовки к изданию и издания общегеографических и тематических карт, атласов и других картографических изображений в традиционной аналоговой и цифровой формах, умение создавать новые виды и типы карт;

ПК-7 – Знанием основ картографии, систем методов картографического исследования и моделирования, умение применять картографические методы познания в практической деятельности;

ПК-8 - Владением картографическим, геоинформационными и аэрокосмическим методами для решения проектно-производственных задач.

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 самостоятельно работы	Средства и технологии оценки	Время сдачи	Объём часов на подготовк у
Введение в дисциплину «Картография»	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 3	11
Основы теории искажений в картографических проекциях	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 6	16
Методы построения картографических проекций	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 9	16
Картографические проекции номенклатурных карт	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 14	17,5
Проекции общегеографических и тематических карт	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 18	16

Контрольные точки и виды отчетности по ним

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
1.	Лабораторная работа	5	15
2.	Лабораторная работа	10	20
3.	Лабораторная работа	13	20
	Итого за 4 семестр		55
	Итого		55

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
4.	Лабораторная работа	5	15
5.	Лабораторная работа	10	20

6.	Лабораторная работа	13	20
	Итого за 5 семестр		55
	Итого		55

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. Неизбежность 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 космоаэросъемки – 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. Бурым 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.

5 семестр

Лабораторная №1. Фундаментальные понятия геоинформатики и ГИС.

Компьютерные программы представляют собой последовательность команд, выполняемых процессором, для реализации какой-либо цели. Программы разделяют на **системные, прикладные и инструментальный программирования** (Основы геоинформатики, 2004).

Для управления работой компьютера используется особый тип системных программ, называемых **операционными системами**, которые обеспечивает функционирование и взаимосвязь всех компонентов компьютера, а также предоставляет пользователю доступ к его аппаратным возможностям.

Для геоинформатики наибольший интерес представляет вторая группа программных средств - **прикладные программы**. К ним относят **текстовые редакторы** (Microsoft Word, WordPerfect и др.), **электронные таблицы** (Lotus 1-2-3, Excel и др.), **системы управления базами данных** (Oracle, MS SQL Server, Access и др.), **пакеты статистической обработки** данных (STATISTICA, Statgraphics и др.), **графические пакеты** (CorelDraw, Adobe Photoshop, Autodesk 3D Studio и др.), **системы электронного документооборота** (Дело, LanDocs, Documentum и др.), **обучающие программы**. Электронные редакторы с развитыми издательскими возможностями трансформировались в **издательские системы** (Page Maker, QuarkXPress, и др.).

Основными для нашего рассмотрения являются собственно **геоинформационные пакеты**. Функциональные особенности программных средств географических информационных систем определяются их ориентацией на обработку и анализ пространственной и атрибутивной информации. Это программы сбора, ввода в машинную среду, обработки (манипулирования, анализа, моделирования, визуализации) и представления пространственно-координированных данных в форме различных (табличных, графических, картографических) выходных документов.

Структурно, программные средства ГИС включают базовые программные средства, модули приложения и вспомогательные средства (утилиты), обеспечивающие решение всей совокупности перечисленных выше задач.

Наряду с этим имеются и облегченные программные продукты, предназначенные для просмотра информации в картографическом виде и решения простейших геоинформационных задач.

Базовые программные средства осуществляют связь пространственной и атрибутивной информации, отображение пространственной и атрибутивной информации, организацию запросов для выбора или поиска необходимых пространственных объектов, редактирование атрибутивной информации и т.п.

Модули приложения работают вместе с базовыми средствами и решают специализированные задачи. Так, модуль «Поверхность» работает на базе MapInfo Professional и позволяет работать с трехмерными поверхностями, строить изолинии, выполнять триангуляцию Делоне и др.

Полнофункциональные ГИС. В настоящее время на российском рынке функционируют около двадцати ГИС, которые можно отнести к разряду полнофункциональных. Среди них - системы западного производства (**MapInfo Professional, WinGIS, ArcGIS ArcEditor, ArcGIS ArcInfo, ArcGIS ArcView, ArcView GIS, Autodesk Map, GeoMedia Professional, MicroStation/J, Manifold System Professional**), отечественные разработки (**GeoGraph, ГрафИн, «Горизонт», «ИнГео», ПАРК, GeoLink, GK32, Zulu, WinPlan, Object Land**).

Следует выделить несколько свойств, характерных в большей или меньшей степени практически для всех полнофункциональных ГИС.

1. Все системы работают на платформе Windows. Некоторые из них имеют версии, работающие под управлением других операционных систем.

2. Все системы поддерживают обмен пространственной информацией (экспорт/импорт) со многими ГИС и САПР через основные обменные форматы: SHP, E00, GEN (ESRI), **MIF (MapInfo Corp.)**, WMF (Microsoft) и др. Некоторые, в основном отечественные, системы поддерживают российские обменные форматы - F1M (*Роскартография*), SXF (*Военно-топографическая служба*).

3. Данные системы обеспечивают работу с растровой информацией, поддерживая при этом все основные форматы (**TIFF, JPEG, GIF, BMP, WMF, PCX**). Некоторые системы поддерживают несколько десятков растровых форматов. Их перечень для системы MapInfo Professional версии 6.5 выглядит так: BMP, GIF, JPEG, PCX, SPOT, TARGA, TIFF, PING, PSD, WMF, ECW, GRD/GRC, MrSID. В этом списке следует обратить внимание на формат MrSID, который обладает уникальными возможностями сжатия информации.

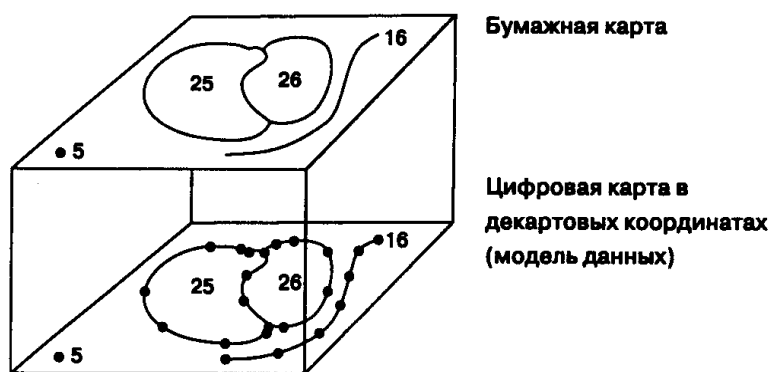
4. Более однородными являются возможности по работе с атрибутивной информацией. Большинство систем обеспечивают работу со всеми основными СУБД через драйверы ODBC, BDE. Первой в ряду поддерживаемых или используемых СУБД стоит Oracle.

5. Большинство современных полнофункциональных ГИС позволяют расширять свои возможности. Основным способом расширения возможностей является программирование на языках высокого уровня (MS Visual Basic, MS Visual C++, Borland Delphi, Borland C++Builder) с подключением DLL-и OCX-библиотек (*ActiveX*). Естественно, имеются и исключения. Так, основное средство расширения возможностей системы **MapInfo Professional** – язык **MapBasic**, а системы Arc View GIS 3,* – Avenue.

Наиболее распространенными зарубежными системами в России по разным причинам являются ArcView GIS, **MapInfo Professional**, MicroStation/J, WinGIS, Autodesk Map. Аналогичный перечень отечественных систем возглавляют Гео-Граф, Панорама (Карта 2000), ПАРК, GeoLink.

MapInfo Professional. Версии программы разрабатываются фирмой MapInfo Corp. (США) с 1992 года. Номер текущей Windows-версии 9.0. Система входит в число наиболее распространенных в России. Пакет MapInfo специально спроектирован для обработки и анализа информации, имеющей адресную или пространственную привязку. Наличие большого числа утилит существенно расширяет функциональные возможности системы.

MapInfo использует векторную нетопологическую модель данных («спагетти-модель») – простейшую векторную структуру данных, переводящую «один в один» графическое изображение карты. Изображение строится с помощью векторных графических примитивов (**точек, линий (полилиний), полигонов**) (Рис. 1). Каждый примитив - одна логическая запись в компьютере, записанная как строки переменной длины пар координат (X,Y). В этой модели соседние области должны иметь разные цепочки «спагетти» для общих сторон. То есть, не существует областей, для которых какая-либо цепочка «спагетти» была бы общей. Каждая сторона каждой области имеет свой уникальный набор линий и пар координат. Общие стороны областей, даже будучи записанными отдельно в компьютере, имеют одинаковые наборы координат.



Структура данных

Объект	Номер	Положение
Точка	5	одна пара координат (x,y)
Линия	16	набор пар координат (x,y)
Область	25	набор пар координат (x,y), первая и последняя совпадают

Рис. 1. «Спагетти-модель» векторных данных.

Как и все ГИС-пакеты MapInfo работает с двумя типами баз данных: **графической** (векторные слои карты, где географические объекты показаны с помощью трех видов графических примитивов (точек, линий и полигонов)) и **атрибутивной** (набору графических примитивов каждого слоя соответствует атрибутивная таблица, например, если слой содержит 20 объектов, то и в атрибутивной таблице будет 20 строк (строка может состоять из одного или нескольких полей (ячеек), каждая строка соответствует объекту на карте). Слой векторной карты (атрибутивная

таблица) содержат данные определенной тематики (*населенные пункты, рельеф, объекты гидрографии и т.д.*). На каждый слой (таблицу) MapInfo создает 4, а если часть полей таблицы проиндексирована (*это делается для осуществления поиска объектов на карте по какому-либо атрибуту*), добавляется файл *.IND – 5 файлов. Рассмотрим их:

<имя файла>.TAB		Представляет собой небольшой текстовый файл, который описывает структуру данных таблицы и формат файла содержащего данные
<имя файла>.DAT		Содержит табличные данные
<имя файла>.MAP		Описывает графические объекты
<имя файла>.ID		Содержит список указателей на графические объекты
<имя файла>.IND		Индексный файл, позволяющий проводить поиск объектов (улиц, городов и т.п.) по атрибуту (например, названию) на карте с помощью команды <Запрос/ Найти>

Совокупность слоев расположенных друг над другом образует **цифровую** (если карта снабжена легендой и прочими элементами оформления – **электронную**) карту.

В MapInfo карте соответствует **Рабочий Набор**, файлы рабочего набора

имеют следующий внешний вид и расширение  «Имя файла».wor. Он представляют собой текстовый файл, который содержит описание открытых окон и таблиц MapInfo, включая их размер и положение на экране, Таблицы Запросов, Тематические Карты, Окна Легенды, объекты Косметического Слоя, Подписи.

На наш взгляд не имеет смысла полностью описывать ГИС-пакет до начала лабораторных работ. Поэтому возможности ГИС-пакета MapInfo предлагается изучить самостоятельно в процессе выполнения заданий.

Вопросы и задания

1. В чем отличие геоинформационных систем от других прикладных программ?
2. Назовите особенности векторной топологической и векторной нетопологической моделей данных.
3. Используя Интернет, найдите и ознакомьтесь с сайтами посвященными описанию ГИС-пакета MapInfo, его использованию в научной и производственной деятельности.
4. Зайдите и ознакомьтесь с сайтами по адресам: <http://www.esti-map.ru/>; <http://MapInfo.narod.ru/>; <http://www.geomatica.kiev.ua/miug/>.

Лабораторная № 2. Географическая информация и ее представление в базах данных ГИС.

Открытие Списка. Для представления какого-либо слоя **Списком** нажимают клавишу F2 и в появившемся диалоговом окне выбирают нужную таблицу, или выполняют команду <Окно/ Новый список...>, или вызывают окно Списка с помощью запроса к БД <Запрос/ Выбрать...>.

Формирование структуры таблицы. Формируют структуру атрибутивной БД (*атрибутивных таблиц слоев или «Списков»*) в процессе создания нового слоя, либо перестраивая структуру уже созданной таблицы. С каждым векторным объектом слоя связана одна строка в таблице. При выделении объекта (*группы объектов*) слоя, выделяется черным цветом квадратик перед его строкой в таблице. Если выделить квадратики в Списке – выделяются соответствующие строкам объекты на Карте (Рис. 2).

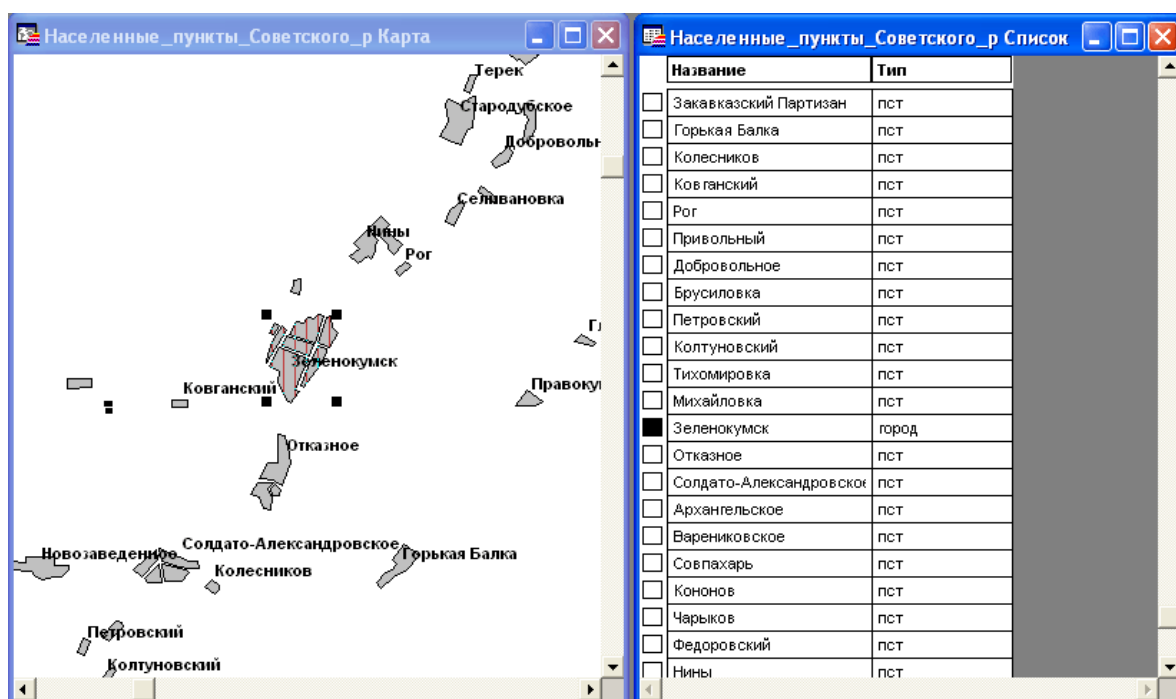


Рис. 2. Взаимосвязь объектов Карты и строки Списка.

Структуру атрибутивных таблиц всегда можно перестроить. Для этого нужно выполнить команду <Таблица/ Изменить/ Перестроить...>. В окне <Перестройка структуры таблицы> добавляют поля (*колонки таблицы*) и обязательно подбирают тип поля.

Тип поля	Свойства
Символьное	Строки до 254 символов длиной. Арифметические операции с числами, содержащимися в символьных полях выполнять нельзя.
Целое	Целое число от – 2147483648 до + 2147483647.
Короткое целое	Целое число от -32768 до +32767.

Тип поля	Свойства
Десятичное	Десятичные числа с фиксированной точкой, строка может быть длиной до 19 символов
Вещественное	Десятичные числа с плавающей точкой. Позволяет хранить огромные числа с высокой точностью. Применяются для хранения координат и прочих численных атрибутов для которых необходима высокая точность хранения.
Дата	Календарная дата в форме ММ/ДД/YYYY (месяц/день/год). Год может задаваться также двумя последними цифрами. В качестве разделителя могут использоваться символ слэша или тире. Датами могут быть следующие значения: 01/23/91; 5-6-1989; 10/07
Логическое	Значения истина или ложь. В поле такого типа появляется либо литера «Т» (TRUE) в случае значения «истина», либо литера «F» (FALSE) в случае значения «ложь»

Числовые поля могут содержать только цифры, а также символы минуса, десятичной точки и экспоненты (для вещественных чисел).

Задача №7. Создать атрибутивную таблицу для слоя «Населенные пункты Советского района».

Решение

1. Перестроим структуру таблицы «Населенные пункты Советского р-на» выполнив команду <Таблица/ Изменить/ Перестроить...>.

2. В появившемся окне <Перестройка структуры таблицы> добавим поля и выберем соответствующий тип поля:

- ID (тип поля «Короткое целое»), проиндексируем поле;
- название («Символьное» знаков – 30), проиндексируем поле;
- тип_поселения («Символьное» знаков – 30);
- площадь_км_кв («Вещественное»);
- числ_муж_1989 («Целое»);
- числ_жен_1989 («Целое»);
- оба_пола_1989 («Целое»);
- числ_муж_2002 («Целое»);
- числ_жен_2002 («Целое»);
- оба_пола_2002 («Целое»);
- плотн_нас_на_км_кв_2002 (в населенном пункте) («Вещественное»).

Нажмем ОК.

3. Выполним команду <Окно/ Новый список...>, в диалоговом окне выберем «Населенные пункты Советского р-на».

4. В открывшемся окне с таблицей внесем данные в ячейки. (Данные по площади населенного пункта, численности обоих полов за 1989 и 2002, а также плотность населения на кв. километр территории населенного пункта вносить не будем, т. к. эти показатели будут вычислены нами с использованием инструментария MapInfo. См. ниже).

5. Вычислим недостающие значения:

- Выполним команду <Таблица/ Обновить колонку...>.
- В появившемся окне «Обновить колонку» (Рис. 3) в строке <Обновить таблицу:> выберем таблицу в которой обновляем значения («Населенные пункты Советского района»), в строке

<Обновить колонку:> выберем обновляемую колонку, в которую хотим занести вычисленные значения (*оба_пола_1989*), в строке <Значения извлечь из:> выбираем таблицу, колонки которой хотим использовать для вычислений («*Населенные пункты Советского района*»).

- Нажмем кнопку <Составить>. В появившемся окне <Выражение> составим выражение для вычисления численности обоих полов. Для этого во всплывающем списке <Колонки> выберем колонку «*муж_1989*», во всплывающем списке <Операторы> выберем «+», во всплывающем списке <Колонки> выберем колонку «*жен_1989*». Нажмем ОК, ОК.
- Данные колонки «*оба_пола_1989*» вычислены.

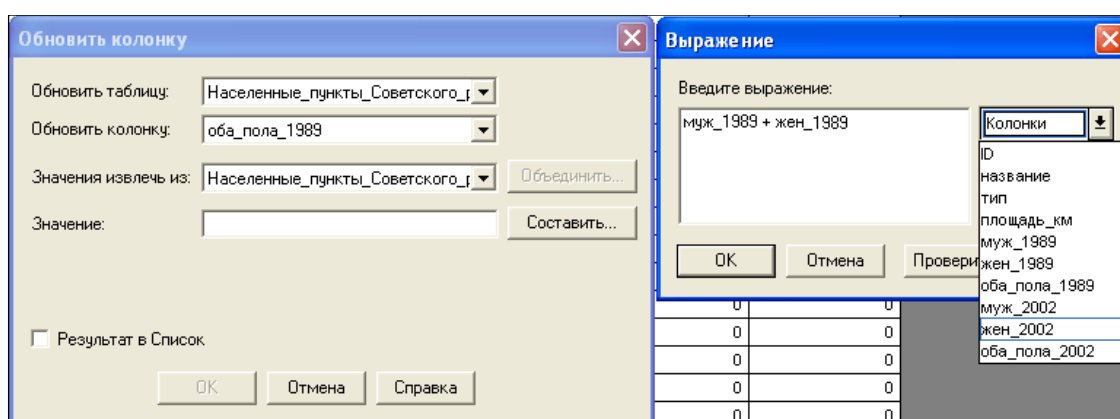


Рис. 3. Обновление данных колонки.

- Подобным образом вычисляем (обновляем) данные колонки «*оба_пола_2002*».
- Колонку «*площадь_км_кв*» (*площадь населенного пункта*) вычисляем (обновляем) составляя следующее выражение: во всплывающем списке <Функции> (окно <Выражение>) выбираем функцию «*SphericalArea(obj, «sq mi»)*» (см. Прил. 1) и меняем единицы измерения площади «*sq mi*» (*квадратные мили*) на «*sq km*» (*квадратные километры*).
- Колонку «*плотн_нас_на_км_кв_2002*» (*плотность населения на кв. километр населенного пункта*) вычисляем (обновляем) составляя выражение: *оба_пола_2002 / площадь_км_кв*.

Особенности работы в окне Списка. В окне Списка можно убрать из показа, или добавить колонки Таблицы. Для этого нажатием правой кнопки мыши вызывают контекстно-зависимое меню, в котором выбирают <Показывать поля...>. В появившемся диалоге <Внести поля в Список> (Рис. 4) с помощью кнопок <Добавить> и <Удалить> меняют содержание Списка (окошко <Колонки Списка:>). Порядок расположения колонок Списка задают с помощью кнопок <Вверх> и <Вниз>. Для смены значений выбранной колонки согласно какому-либо Выражению нажимают кнопку

<Составить...> и составляют формулу выражения (значения меняются временно и при выходе из программы не сохраняются)

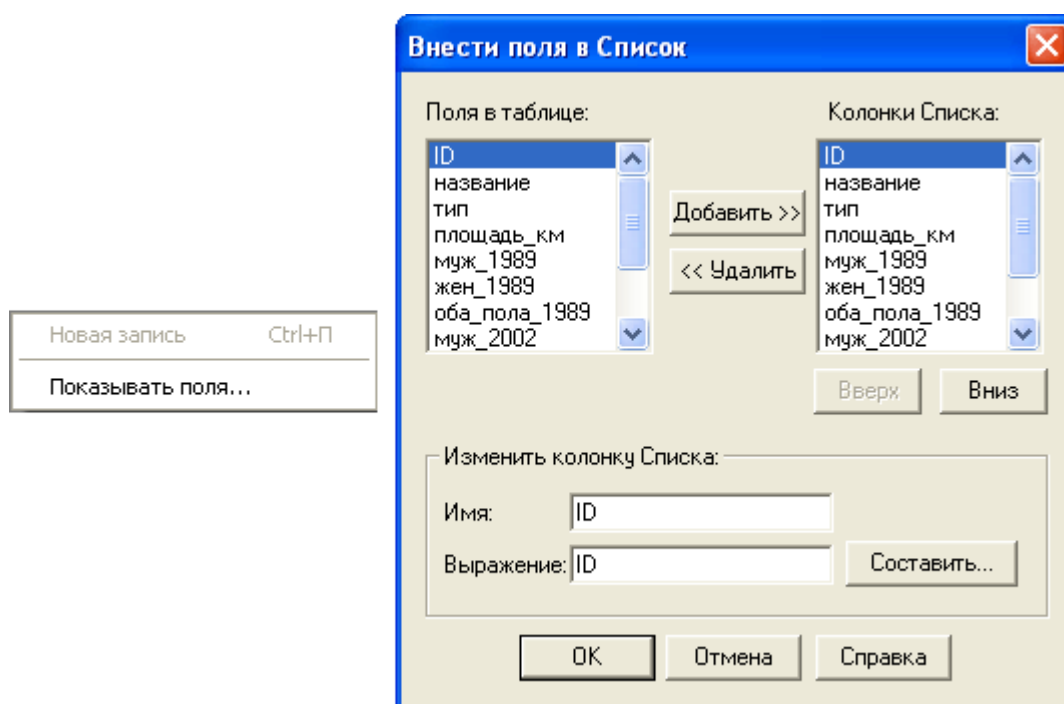


Рис. 4. Изменение содержания Списка.

Изменить стиль текста всего Списка можно с помощью инструмента Стиль текста.

Вопросы и задания

1. Перестройте структуру атрибутивной таблицы и заполните данными в соответствии с приведенным списком (в каждой таблице сделайте колонку «Легенда», в которую внесите принятые в условных обозначениях названия видов объектов карты, например для слоя «рельеф» - горизонтали основные, горизонтали основные утолщенные, дополнительные горизонтали и пр.):

- «Границы ... района», атрибутивные поля:
Легенда, Название, Площадь (км).
- «Населенные пункты ... района», поля:
Легенда, ID, Название, Тип_поселения, Площадь_км_кв, Числ_муж_1989, Числ_жен_1989, Оба_пола_1989, Числ_муж_2002, Числ_жен_2002, Оба_пола_2002, Плотн_нас_на_км_кв_2002.
- «Пути сообщения ... района», поля:
Легенда, ID, Тип (6 типов – железные дороги, автомобильные дороги с усовершенствованным покрытием, автомобильные дороги с покрытием, автомобильные дороги без покрытия, грунтовые и проселочные дороги, полевые и лесные дороги), Длина (км);
- «Рельеф ... района 500000» (с карты масштаба 1:500000), поля:
Легенда, Высота (м);
- «Рельеф ... района 100000» (с карты масштаба 1:100000), поля:
Легенда, Высота (м);

- «Реки и каналы ... района», поля:
Легенда, ID, Название (если неизвестно, то «без названия»), Тип (4 типа – пересыхающие реки, реки и каналы шириной менее 30 м., реки и каналы шириной более 30 м, реки и каналы шириной более 60 м), Длина (км).
- «Озера и водохранилища ... района», поля:
Легенда, ID, Название (если неизвестно, то «без названия»), Тип (2 типа – естественные озера, водохранилища), Соленость (2 типа – пресные, соленые), Площадь (км²).
- «Растительный покров ... района», поля:
Легенда, ID, Тип (4 типа – леса, кустарники, сады, виноградники), Площадь (км²).
- «Грунты ... района», поля:
Легенда, ID; Тип (3 типа – пески, солончаки, болота), Площадь (км²).

2. В таблице «Населенные пункты ... района» с помощью операции Обновления колонки вычислите данные в колонках: Площадь_км_кв, Оба_пола_1989, Оба_пола_2002, Плотн_нас_на_км_кв_2002.

3. Аналогичным образом вычислите длины и площади объектов в тех таблицах, где есть эти поля.

Лабораторная работа № 4. Цифровое моделирование рельефа

Алгоритмы построение поверхности. *Поверхность* – это один из четырех видов пространственных объектов (*точки, линии, полигоны, поверхности*), который представляется значением высоты *Z*, распределенной по области, определенной координатами *X* и *Y*. Параметр *Z* – это любые измеримые величины, встречающиеся на определенной территории, которые могут рассматриваться как образующие поверхность. Например, высота над уровнем моря, плотность населения, доход, атмосферное давление, осадки и т. п.

С термином поверхность связан термин **цифровая модель рельефа (ЦМР)**, под которой понимают средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (*поверхностей*) в виде трехмерных данных, образующих множество высотных отметок координаты *Z* в узлах регулярной сети с созданием **матрицы высот**, нерегулярной треугольной сети (**TIN**), или как совокупность записей горизонталей и иных изолиний (Геоинформатика. Толковый словарь..., 1999).

В стандартной версии MapInfo поверхность строят, выбрав команду <Карта/ Создать тематическую карту...> и способ построения <Поверхность>. Поверхность создается по численным атрибутам геометрических примитивов векторного слоя (*точкам, линиям, полигонам*). Точками данных, по атрибутам которых строится поверхность, для точечных объектов будет являться сама точка, для линий (полилиний) и полигонов – их центроиды. Поверхность строится с помощью **интерполяции** – **восстановлению значения функции в промежуточных точках по известным ее значениям в соседних точках (точках данных)**.

Поверхность, в отличие от других тематических карт, сохраняется в свой файл с расширением *.MIG.

Для построения поверхностей в MapInfo используются два алгоритма интерполяции: обратно пропорционально расстоянию (Inverse Distance Weighting (IDW)) и триангуляция (Triangulated Irregular Network (TIN)).

Алгоритм IDW наилучшим образом подходит для произвольных данных, которые не влияют на соседние данные и не имеют внутренних связей между собой, например, данные о численности населения. Этот метод хорошо подходит для редких, рассеянных данных. Алгоритм IDW покрывает прямоугольной сеткой всю исследуемую картируемую область. Любые изменения размера ячейки приводят к автоматическому пересчету размера поверхности (*по количеству ячеек*). Зная размер ячейки и значения в исходных точках, рассчитываются значения параметра в каждой ячейке. Рассчитанное значение определяется как средневзвешенное из значений нескольких точек, выбранных в специально заданном радиусе поиска вокруг центра ячейки. Веса значений обратно пропорциональны *n-й степени* расстояния от точки, попавшей в радиус поиска, до центра ячейки. В IDW *показатель степени* определяет, насколько сильно будет влияние каждой точки на результат осреднения. Чем выше показатель степени, тем больше влияние наиболее близких точек. Значение показателя степени может быть от 1 до 10. Также выбирается метод вычисления значений z-компоненты исходных значений, попадающих в одну и ту же ячейку. Это: среднее, количество, сумма, минимальное и максимальное значение.

Алгоритм TIN хорошо работает с данными о высотах местности и с теми данными, которые имеют линейную прогрессию или взаимосвязь самих данных в пределах поверхности, такими, как данные о рельефе, температуре воздуха. Алгоритм создает треугольники из множества исходных точек. Поверхности смежных треугольников образуют единую непрерывную поверхность. Исходные точки слоя являются вершинами смежных треугольников. Далее осуществляется пересчет полученных значений в регулярную сетку поверхности. Интерполированная поверхность является максимально приближенной по значениям к исходным данным. Искажения и сглаживание значительно меньше, чем при интерполяции методом IDW.

Настройки TIN интерполяции включают следующие параметры:

- **Допуск** – часть длины диагонали прямоугольника, описывающего соседние точки. Позволяет игнорировать слишком близко расположенные друг к другу точки.
- Значение **расстояние** управляет выводом. Для ненулевого значения расстояния выводятся только углы или треугольники, попадающие в окружность, центр которой это узел TIN, а радиус равен задаваемому расстоянию. Это полезно для построения треугольной нерегулярной сетки с заданным расстоянием; в противном случае, триангуляционная сеть будет пересекать область определения данных.
- Величина **угол** управляет размером угла (*в градусах*). Эта настройка полезна для сглаживания результирующей сетки. Если разница в углах

для соседних ячеек больше этой заданной величины, то такой угол рассматривается как «острый».

Проблемы интерполяции. При интерполяции должны учитываться количество и положение исходных точек, размер области, в пределах которой располагаются точки с известными значениями.

Количество исходных точек. Чем больше исходных точек – тем более точной будет интерполяция. Чем сложнее поверхность, тем больше точек данных требуется. А для важных объектов, таких как хребты, впадины и долины рек, требуются дополнительные точки, для гарантированного представления поверхности с необходимой подробностью. Однако существует предел числу отсчетов, которые могут быть сделаны для любой поверхности. Постепенно достигается момент снижения отдачи: большее количество точек не улучшает существенно качество результата, а лишь увеличивает время вычислений и объем данных.

Положение исходных точек. Проблема размещения отсчетов обостряется, при интерполяции по центроидам полигонов. Если полигоны имеют необычную форму, существует вероятность того, что центроид окажется на границе полигона, либо в пределах его меньшей части. Когда такое случается, наиболее легким решением является «подтягивание» центроида к наиболее подходящему положению. Это осуществляется с помощью инструмента **Стрелка** в режиме **Форма** при режиме показа центроидов.

Область расположения точек данных. Чтобы избежать *краевого эффекта* (Рис. 15) и тем самым повысить точность построения поверхности для картируемой территории, периферия области проведения интерполяции должна быть окружена дополнительными точками с известными значениями (Рис. 16б). Это делается потому, что с приближением к границе интерполируемой поверхности алгоритм интерполяции вынужден использовать исходные точки только с трех и даже двух сторон от интерполируемых ячеек, допуская систематическую ошибку вдоль границы. Для TIN интерполяции, использующей линейную прогрессию, эта проблема не столь остра, как для метода IDW. При использовании метода IDW, область расположения точек данных относительно области проведения интерполяции следует увеличить на величину радиуса поиска.

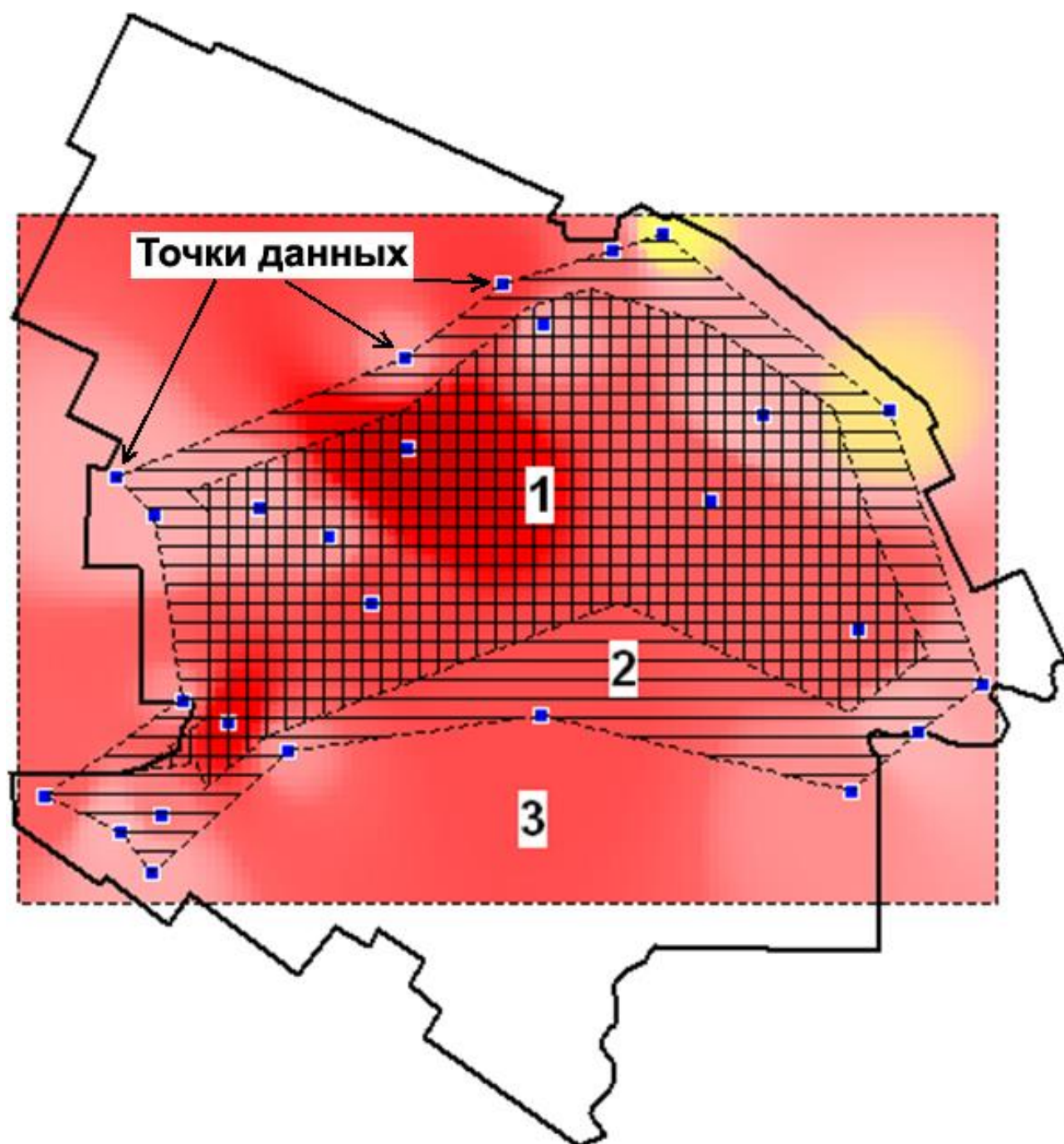


Рис. 15. Зонирование области интерполяции: 1 – зона удовлетворительного результата интерполяции, возможное появление краевого эффекта к краям зоны; 2 – зона интенсивного возрастания краевого эффекта, неудовлетворительный результат интерполяции; 3 – зона крайне резкого проявления краевого эффекта.

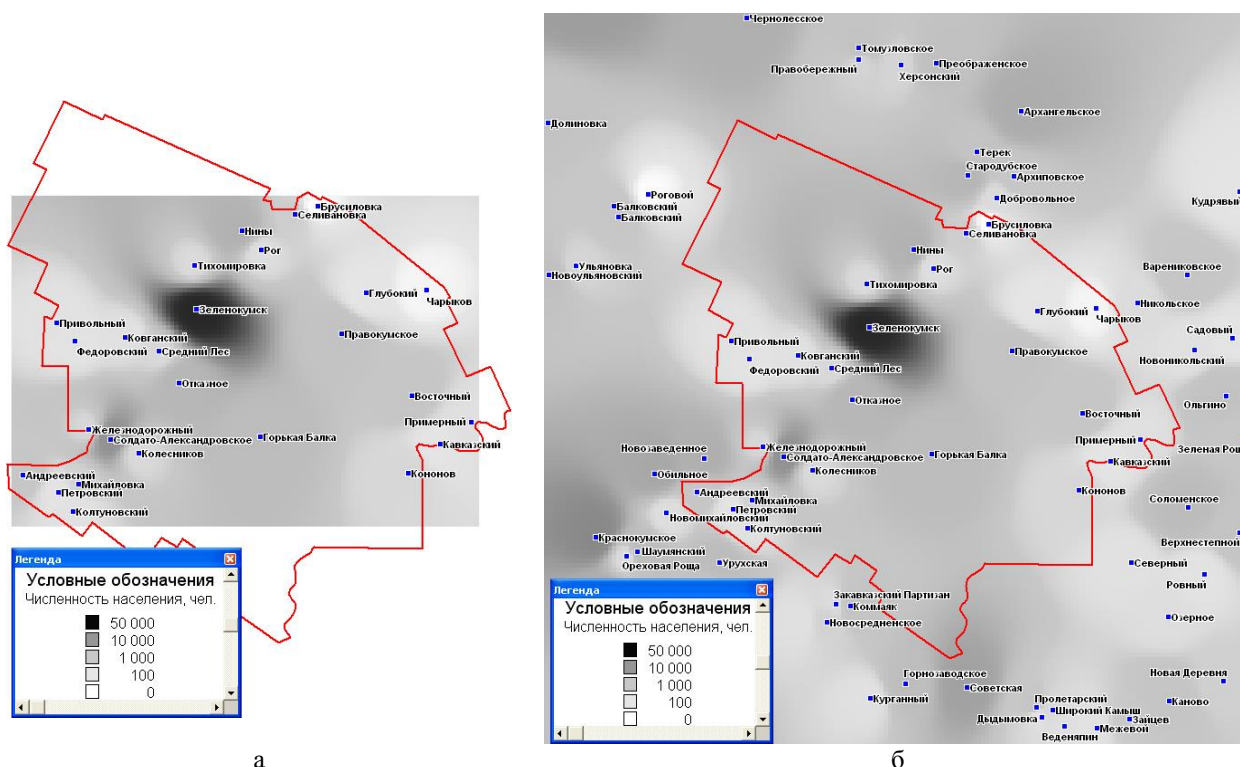


Рис. 16. Построение поверхности по численности населения в населенных пунктах Советского района: а – с использованием точек данных только в пределах района; б – с расширением области расположения точек данных на радиус поиска вокруг границ района.

Задача. Создать поверхность, используя горизонтали и отметки высот слоя «Рельеф Советского района М_100000».

Решение

1. Так как значительная часть данных о высоте местности представлена горизонталями (*полилиниями*) необходимо развалить полилинии на точки. Для этого используют программу (*утилиту*) Convert (файл «Obj_conv.mbx»), поставляемую дилером MapInfo в России – фирмой «ЭСТИ МАП». Используя команду <Программы/ Каталог программ/ Добавить.../ Размещение>, добавим эту утилиту в каталог программ и поставим флажок в колонке Загрузить.

2. Создадим копию слоя «Рельеф...». Сделаем его изменяемым и выберем все полилинии, используя выборку по шаблону $\text{Str}(\text{obj}) = \text{"polyline"}$. Выполним команду <Правка/ Развалить объект на точки>. После образования точек полилинии не удаляются, поэтому выберем их и удалим. Получился слой, где данные о высотах представлены 49917 точками (Рис. 17).

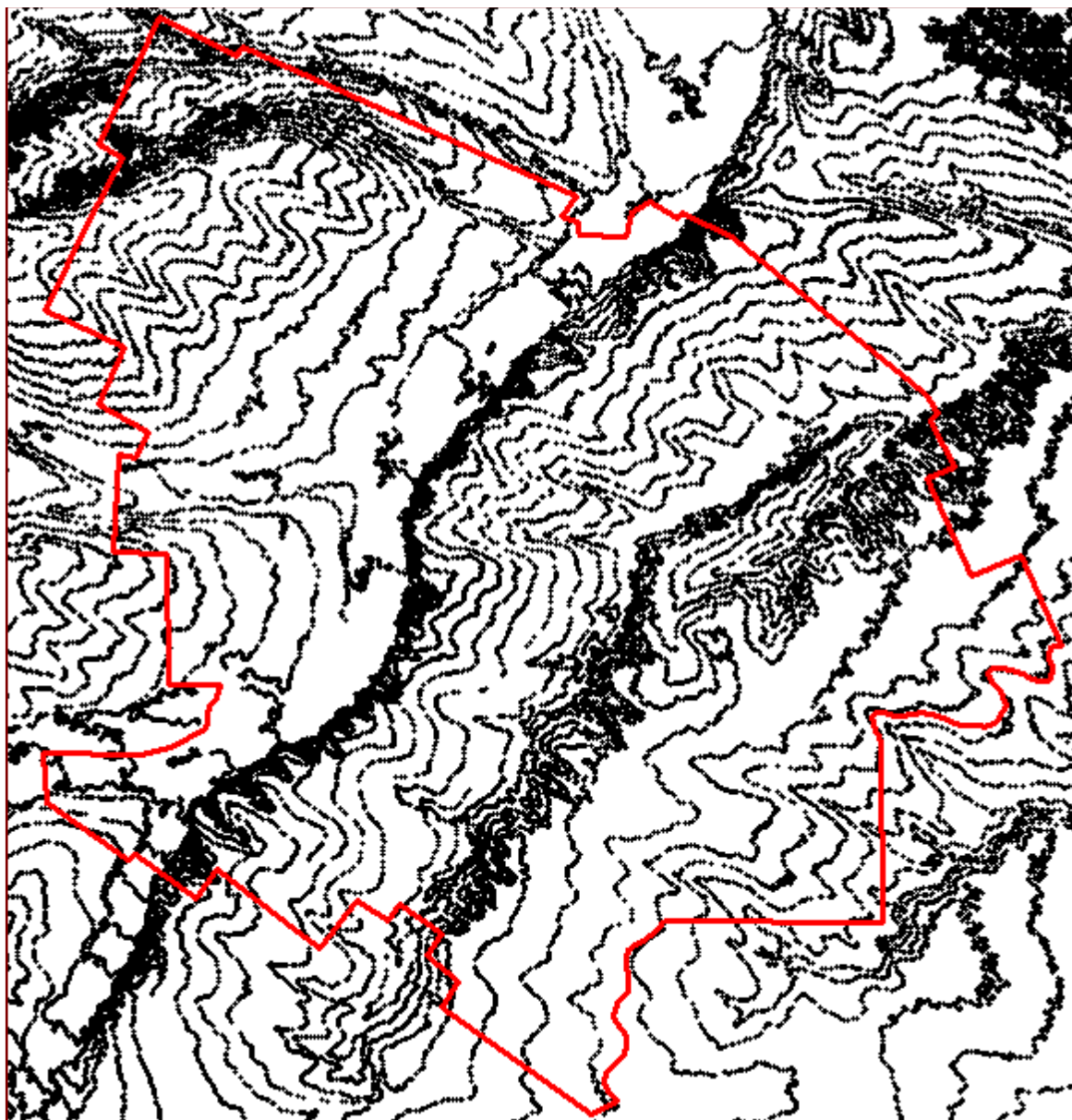


Рис. 17. Слои – границы района и рельеф района, представленный точечными объектами.

3. Выполним команду <Карта/ Создать тематическую карту...> и способ построения <Поверхность>. В окне <...Шаг 2 из 3> (Рис. 18) выберем таблицу «Рельеф ... района» и поле с данными о высоте точек. Можно также выбрать таблицу (например, «Границы района»), по площадным объектам которой необходимо обрезать поверхность. Ее выбирают во всплывающем списке <Выберите таблицу с границей отсечения:>. Можно также изменить имя файла поверхности в одноименной строке.

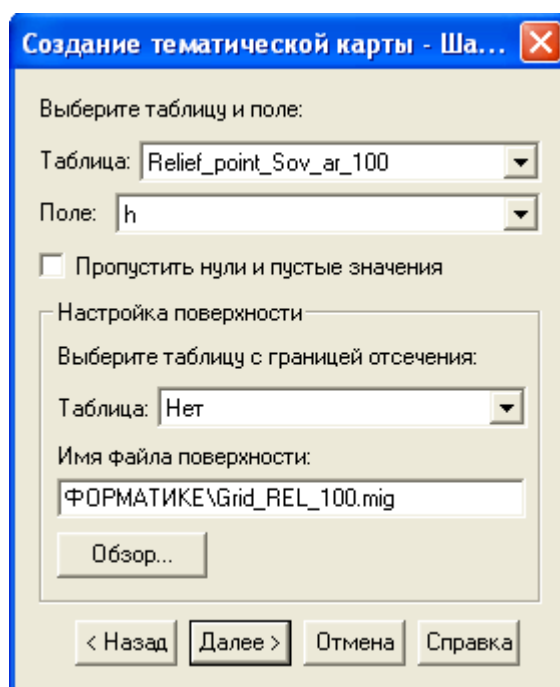


Рис. 18. Окно <Создание тематической карты (поверхности)– Шаг 2 из 3>.

4. В окне <...Шаг 3 из 3> выберем <Метод интерполяции:> – TIN. Нажмем на кнопку <Варианты...> и в окне <Настройки TIN интерполяции> произведем настройку (если это необходимо) размера ячейки, допуска, расстояния и угла (Рис. 84). Нажав кнопку <Стили...> вызовем окно <Настройка отображения поверхности> (Рис. 20) в котором выберем <Метод:> классификации ячеек поверхности Интервалы вручную. На выбор предлагаются также методы: Равное число ячеек (в каждом классе), Равные интервалы, Число ячеек вручную. Выберем число интервалов (5). В этом окне возможна также настройка Контрастности, Яркости и Прозрачности поверхности, и создание Отмывки рельефа.

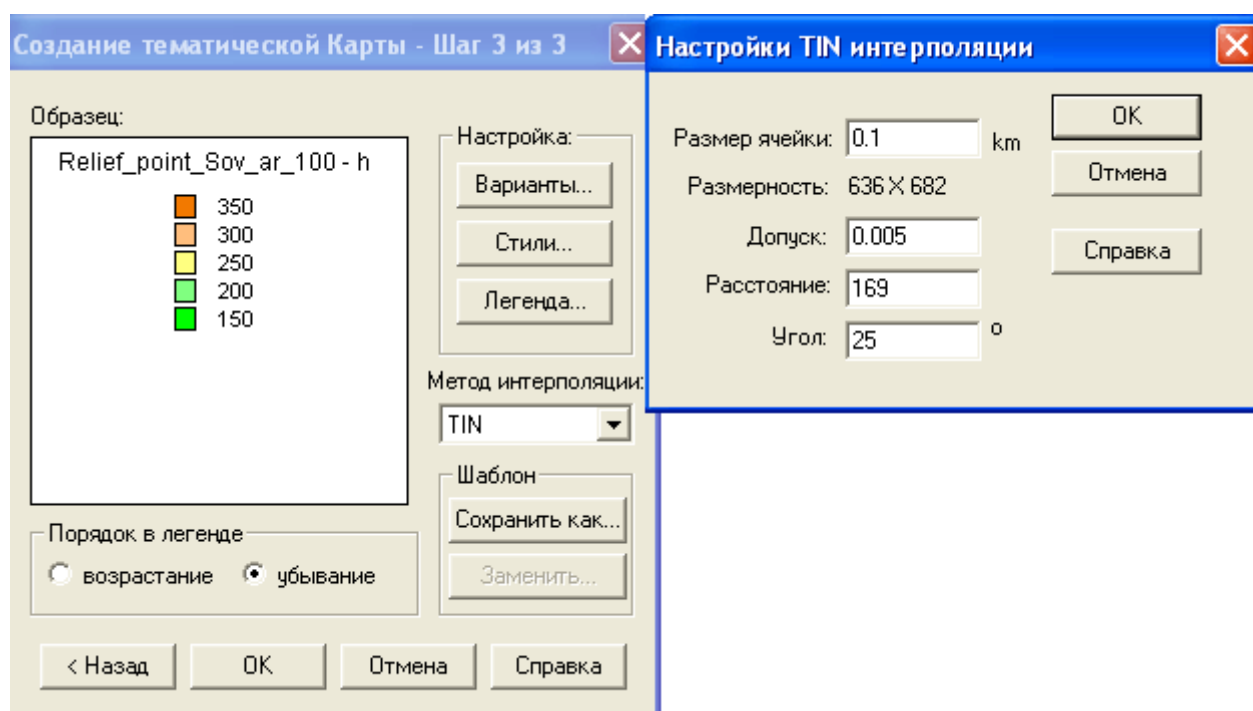


Рис. 19. Окна <Создание тематической карты (поверхности)– Шаг 3 из 3> и <Настройка TIN интерполяции>.

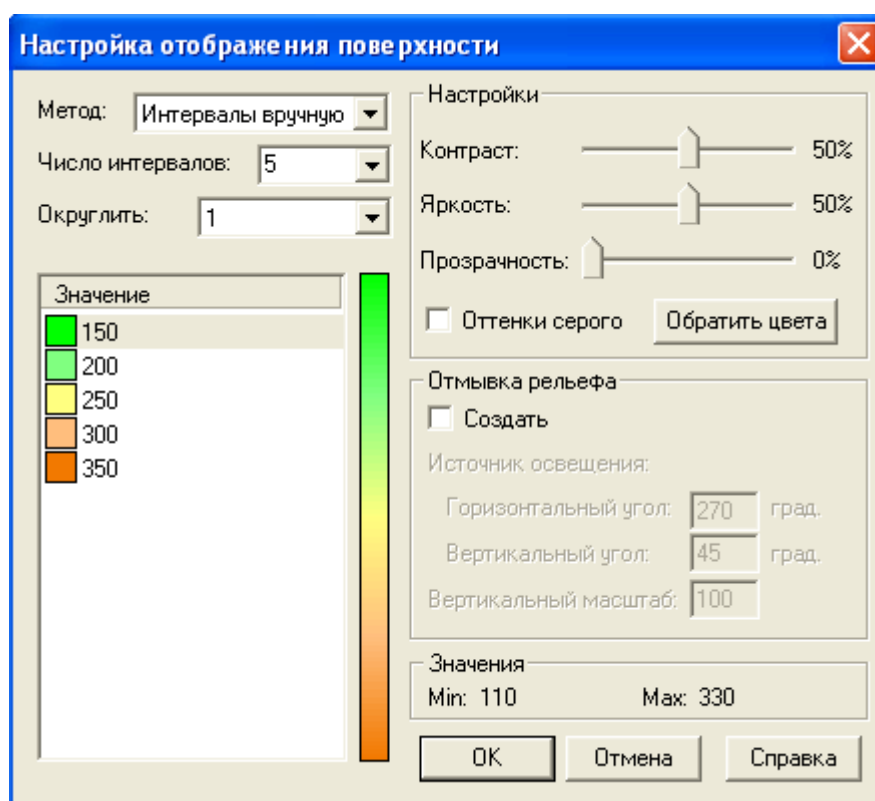


Рис. 20. Окно <Настройка отображения поверхности>.

5. Настроим легенду карты, нажмем ОК, добавим ЦКО (Рис. 21).

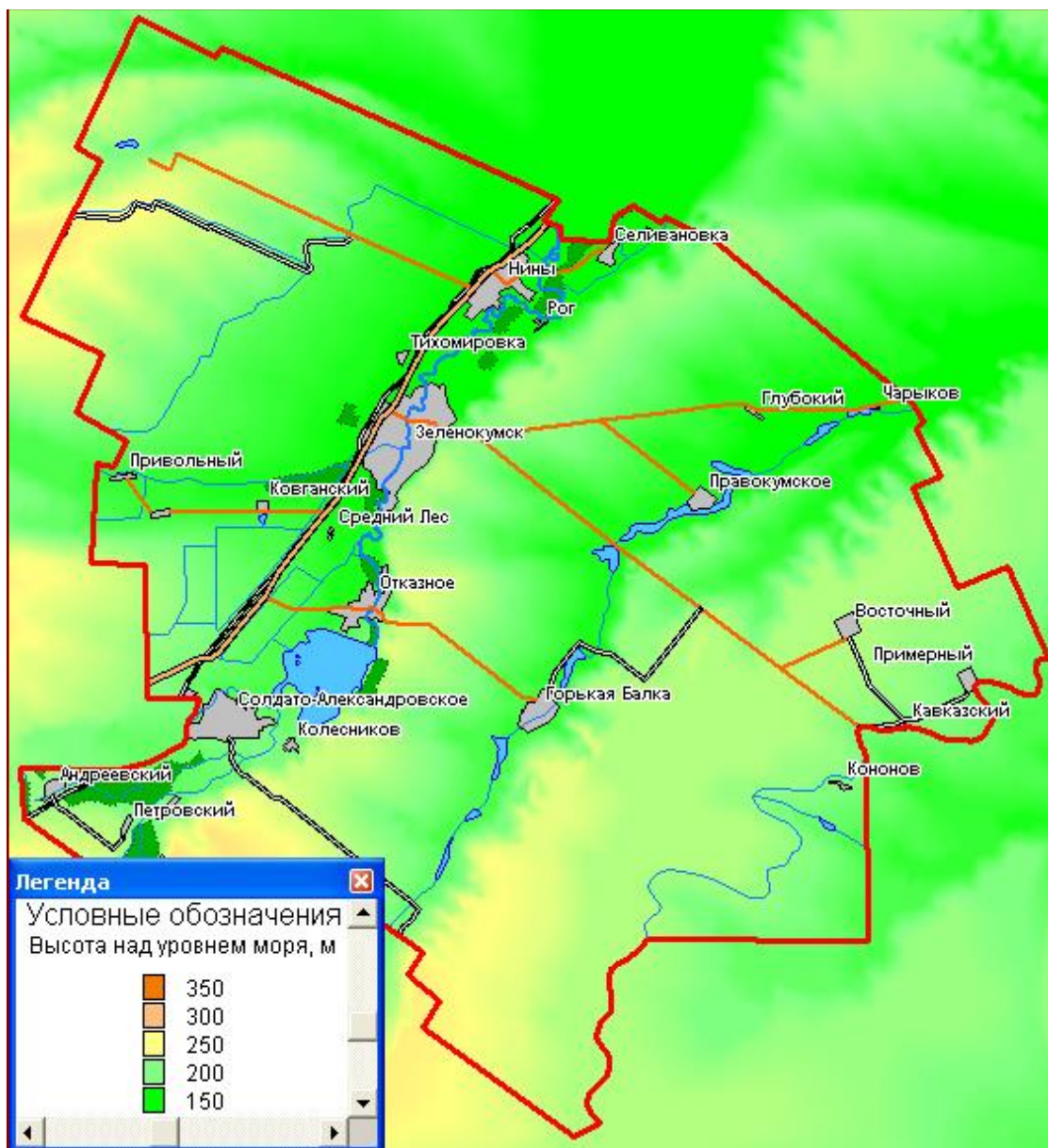


Рис. 21. Результат построения поверхности с наложенной на нее ЦКО.

Вопросы и задания

1. В чем отличие между точными и аппроксимирующими методами интерполяции?
2. Постройте **поверхность** рельефа района, используя данные отметок высот и разваленных на точки горизонталей из слоя «Рельеф ... района 100000».
3. Создайте **3D карту** по поверхности рельефа района, драпированной космическим снимком территории района.

Лабораторная работа № 5. Математико-картографическое моделирование

SQL-запросы (*SQL – Structured Query Language – структурированный язык запросов*) мощный инструмент извлечения информации. Их используют для фильтрации, сортировки, группировки данных, составления различных по сложности выражений, объединения двух таблиц. При выполнении SQL-запроса создается таблица запросов, содержащая данные, которые не присутствуют явно в исходных таблицах. Записи в ней связаны с исходной таблицей, при внесении изменений в которую, будут автоматически меняться и значения в таблице запросов. Диалог **<SQL-запрос>** (Рис. 22) – один из наиболее сложных в MapInfo, но разобравшись в значениях каждого элемента окна диалога можно формулировать достаточно сложные запросы.

Значение элементов окна **<SQL-запрос>**.

- **<Выбрать колонки:>** окно составления выражения.
- **<из таблиц:>** строка, в которой указывается таблица, или таблицы, колонки которых участвуют в создании выражений.
- **<с условием:>** окно составления выражения условий запроса.
- **<сгруппировать по колонкам:>** если какая-либо колонка таблицы имеет одинаковые записи, то записи таблицы запросов при надобности можно сгруппировать по ним, указав в строке эту колонку.
- **<порядок задать по колонке:>** в этой строке указывается колонка, по записям которой строки таблицы будут отсортированы в алфавитном порядке, либо в порядке возрастания чисел. Для задания обратного порядка сортировки после названия колонки набирают ключевое слово "desc" (например, название desc).
- **<и поместить в таблицу>** строка ввода названия для таблицы запросов.
- **<Результат в Список>** установленный флажок позволяет показать таблицу запросов в окне Списка, убранный – выделяет только объекты Карты, соответствующие параметрам выборки.
- Всплывающие списки: **<Таблица>**, **<Колонки>**, **<Операторы>**, **<Обобщение>**, **<Функции>**, позволяют выбрать соответственно: таблицы, колонки этих таблиц, операторы, функции обобщения, все остальные функции. С помощью всплывающих списков составляют выражение запроса.
- Кнопки **<Сохранить...>** и **<Загрузить...>** позволяют сохранить (для того, чтобы запрос в следующий раз не составлять заново) и загрузить шаблон выражения. Расширение файла шаблона *.QRY.
- Кнопка **<Очистить>** очищает окна составления выражений.
- Кнопка **<Проверить>** запускает алгоритм проверки синтаксиса составленного выражения.

Задача №10. Создать Таблицу Запросов на нахождение процентного отношения численности мужчин к общей численности населения за 2002 г. с условием того, что в таблицу попадают те населенные пункты Советского района, где мужчин 50% и более.

Решение

1. Выполним команду <Запрос/ SQL-запрос>. В появившемся окне <SQL-запрос> составим выражение (Рис. 66):

- в строке <из таблиц:>, используя выпадающий список <Таблицы>, укажем таблицу «Населенные_пункты...»;
- В окне <Выбрать колонки:>, используя выпадающие списки <Колонки> и <Операторы>, составим выражение
$$\text{муж_2002} / \text{оба_пола_2002} * 100;$$
- В окне <с условием:>, используя выпадающие списки <Колонки> и <Операторы>, составим выражение условия
$$(\text{муж_2002} / \text{оба_пола_2002} * 100) \geq 50$$
- Нажмем кнопку <Проверить> для проверки синтаксиса;
- В строке <порядок задать по колонке:>, используя выпадающий список <Колонки>, укажем колонку «название»;
- Для показа таблицы запросов поставим флажок напротив <Результат в список>, иначе будут выбраны только объекты карты.

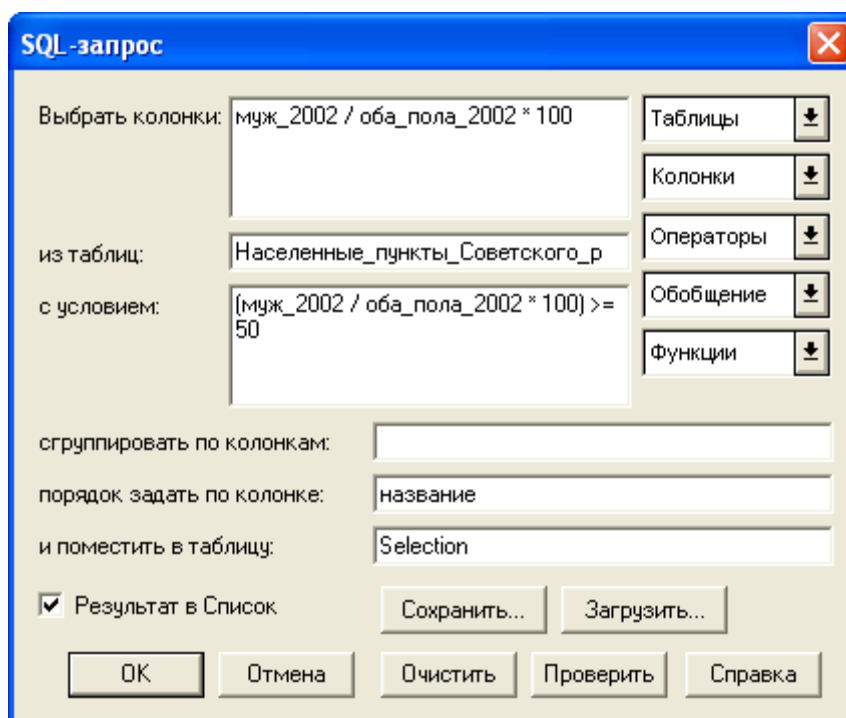


Рис. 22. Окно SQL-запроса с составленным выражением.

2. Для сохранения шаблона выражения (для того, чтобы его не составлять заново в следующий раз) нажмем кнопку <Сохранить...>. Файлы сохраняются с расширением *.QRY. Нажав кнопку <Загрузить...> шаблон выражения можно загрузить в окно <SQL-запроса>.

3. В после нажатия ОК появляется таблица запросов. Наждем посередине таблицы правой кнопкой мыши, и вызовем контекстно-зависимое, в котором меню выберем строку <Показывать поля...>. В диалоге <Внести поля в Список> добавим поле «название».

С помощью SQL-запроса можно провести *обобщение данных по записям колонки*, выбранной в качестве *колонки группировок*.

Задача №11. Создать таблицу запросов с обобщенными данными по муниципальным образованиям. Таблица должна содержать колонки с информацией по: количеству населенных пунктов в муниципальном образовании; общей численности населения муниципального образования на 2002 г.; общей площади населенных пунктов в муниципальном образовании.

Решение

1. Выполним команду <Запрос/ SQL-запрос>. В окне <SQL-запрос> составим выражение (Рис. 66):

- в строке <из таблиц:> укажем таблицу «Населенные_пункты...»;
- в окне <Выбрать колонки:> выберем колонку «муниципальное_образование», и выберем функцию обобщения Count(*) (с помощью этой функции вычисляется количество записей в группах, в качестве аргумента указывается «*» т. к. функция применяется ко всем записям таблицы), один раз нажмем пробел и напечатаем псевдоним колонки «муниципальное_образование» под названием "Колич_НП";
- Выберем функцию Sum() (функция вычисления суммы значений для всех записей группы) из списка <Обобщение>, в скобках прилагаемых к Sum поставим колонку «оба_пола_2002», нажмем пробел и напечатаем её псевдоним – "Числ_населения_2002";
- Еще раз выберем функцию Sum(), в скобках прилагаемых к Sum поставим функцию Area(obj, "sq km") из списка <Функции> (не забудьте поменять поставленные по умолчанию m на km), нажмем пробел и напечатаем псевдоним – "Площадь_МО";
- Нажмем кнопку <Проверить> для проверки синтаксиса;
- В строках <сгруппировать по колонкам:> и <порядок задать по колонке:>, укажем колонку «муниципальное_образование»;
- В строке <и поместить в таблицу:> введем название результирующей таблицы – "Муниципальные_образования". Нажмем ОК.

2. SQL-запрос и результирующая таблица (Рис. 23) имеют вид:

Выбрать колонки:

из таблиц:

с условием:

сгруппировать по колонкам:

порядок задать по колонке:

муниципальное_образование, Count(*) "Колич_НП", Sum(оба_пола_2002) "Числ_населения_2002", Sum(Area(obj, "sq km")) "Площадь_МО"	
Населенные_пункты_Советского_р_на	
муниципальное_образование	
муниципальное_образование	

и поместить в таблицу:

Муниципальные_образования



муниципальное_образование	Колич_НП	Численность_населения_2002	Площадь_МО
Восточненское МО	4	2 209	2,61814
Горько-Балковское МО	1	2 924	3,05656
Зеленокумское МО	7	42 130	22,7427
Нинское МО	3	5 610	7,55881
Отказненское МО	1	4 018	4,46007
Правокумское МО	3	1 932	1,64718
Солдато-Александровское МО	7	13 939	10,7595

Рис. 23. Результирующая таблица (таблица запросов) к задаче №11.

Использование логических и географических операторов. В

предыдущей работе мы разобрали значение математических операторов, строковых и операторов сравнения. Разберем теперь работу логических и географических операторов, которые применяются в основном при составлении SQL-запросов.

Логические операторы. Используются как составная часть выражений для проверки, которая производится над каждой записью таблицы. Результатом каждой проверки является ответ «Т» (True - да) или «F» (False - нет) (т.е. «истина» или «ложь»). Комбинируя результаты проверки каждого условия с помощью логических операторов, MapInfo выдает общий ответ: удовлетворяет ли данная запись условию выбора?

Символ оператора a	Операция	Примеры (A и B – графические объекты Карты)
And	логическое И	Принимает значение «истина» только в том случае, если оба ее аргумента (логических выражения) истинны. Другими словами, запись должна удовлетворять обоим условиям, чтобы попасть в выборку.
Or	логическое ИЛИ	Принимает значение «истина», если хотя бы один из аргументов имеет значение «истина». Другими словами, запись должна удовлетворять хотя бы одному из условий, чтобы попасть в выборку.
Not	логическое НЕ	Принимает значение «истина», если аргумент имеет значение «ложь», и наоборот. Другими словами, запись не должна удовлетворять условию, чтобы попасть в выборку.

Задача №12. Создать таблицу запросов с ответами на вопросы – имеет ли населенный пункт площадь свыше 2 км², и имеет ли населенный пункт численность населения за 2002 г. выше 5000 человек? В таблицу запросов не должны попасть населенные пункты в ранге хуторов и г. Зеленокумск.

Решение

1. В окне <SQL-запрос> составим выражение с применением логических операторов:

Выбрать колонки:	название "Название_НП", Area(obj, "sq km") > 2 Or оба_пола_2002 > 5000 "Запрос"
из таблиц:	Населенные пункты Советского р на
с условием:	not тип = "Хутор" And Not название = "Зеленокумск"
сгруппировать по колонкам:	
порядок задать по колонке:	название
и поместить в таблицу:	Выборка

При создании вычисляемой колонки, выражение используется в качестве названия колонки. В данном случае название будет следующим: «Area(obj, "sq km") > 2 or o...» (Рис. 24). Оно не удобочитаемо. Чтобы этого избежать, можно задать псевдоним – свое название колонки. Оно должно следовать сразу за выражением, отделяться от него пробелом и заключено в кавычки. Например, Area(obj, "sq km") > 2 Or оба_пола_2002 > 5000 "Запрос".

2. Результирующая таблица (Рис. 68) будет содержать ответы на заданные вопросы в виде букв «Т» (да) или «F» (нет).

Название_НП	Тип	Area(Object, "sq km")>2 or o...
Брусиловка	посёлок	F
Горькая Балка	село	T
Железнодорожный	посёлок	F
Колтуновский	посёлок	F
Михайловка	посёлок	F
Нины	село	T
Отказное	село	T
Правокумское	село	F
Селивановка	посёлок	F
Солдато-Александровское	село	T

Рис. 24. Результирующая таблица (таблица запросов) к задаче №12.

Географические операторы. В MapInfo имеется несколько географических операторов, которые используются для выбора объектов на основании их взаимного расположения в пространстве. С географическими операторами используется специальное ключевое слово «Obj» или «object». Оно определяет вычисление значения на основании графических объектов, а не соответствующих им табличных числовых полей. Географические операторы действуют на объекты, между которыми они располагаются в выражении.

Символ оператора	Операция	Примеры (А и В – графические объекты Карты)
Contains	Содержит	Выражение object A Contains object B имеет значение «Истина», если центр оид объекта В лежит где либо внутри А
Contains Entire	Содержит полностью	Выражение object A Cont ins Entire object B имеет значение «Истина», если граница объекта В целиком лежит внутри границы объекта А

Символ оператора	Операция	Примеры (А и В – графические объекты Карты)
Within	Внутри	Выражение object A Within object B имеет значение «Истина», если центроид объекта А лежит внутри границы В
Entirely Within	Полностью внутри	Выражение object A is Entirely Within object B имеет значение «Истина», если граница объекта А лежит целиком внутри границы объекта В
Intersects	Пересекает	Выражение object A Intersects object B имеет значение «Истина», если объекты А и В имеют хотя бы одну общую точку

Географические операторы работают как с объектами одной, так и двух таблиц. Данный тип операторов используется для задания условия выбора.

Задача №13. Создать таблицу запросов с логическими ответами на вопрос, – полигоны каких населенных пунктов целиком лежат в границах Советского района Ставропольского края? Для решения задачи необходимо иметь в наличии таблицы (слои) «Границы районов края» и «Населенные пункты края».

Решение

1. В строке <из таблиц:> выберем таблицы «Населенные пункты края» и «Границы районов Ставропольского края».
2. В окне <Выбрать колонки:> присвоим псевдоним "Название" колонке «Населенные пункты края» (для того чтобы ее отразить в результирующей таблице), а также укажем, что запрос должен быть основан на объекте, изображающем Советский район, составив выражение – Границы_районов_края.название = "Советский".
3. В строке <с условием:> составим выражение – Населенные_пункты_края.obj Entirely Within Границы_районов_края.obj. Полностью выражение выглядит следующим образом:

Выбрать колонки:

из таблиц:

с условием:

сгруппировать по колонкам:

порядок задать по колонке:

и поместить в таблицу:

Населенные_пункты_края.название "Название", Границы_районов_края.название = "Советский"
Населенные_пункты_края, Границы_районов
Населенные_пункты_края.obj Entirely Within Границы_районов_края.obj
Границы_районов.название

4. Результирующая таблица будет содержать ответы на заданный вопрос в виде букв «Т» (да) – если объект полностью лежит в пределах Советского района и «F» (нет) – если объект полностью лежит в пределах какого-либо другого района (если объект расположен на территории двух и более районов, то в выборку он не попадет, в таком случае лучше применять оператор Within).

Сохранение запросов. Результирующая таблица временна, и после закрытия окна программы она не сохраняется. Для ее сохранения в виде

отдельного файла запроса выполняют команду <Файл/ Сохранить запрос...>. Сохраняется два файла с расширениями *.ТАВ и *.QRY. Когда открывается результирующая таблица, то автоматически открываются таблица, на основе которой выполнялся запрос. Если сохраненная таблица открыта в виде Карты, то для того чтобы увидеть результирующую таблицу нажмите F2 и выберите ее в предлагаемом диалоге списке.

Объединение таблиц командой SQL-запрос. Допустим, что имеется слой, содержащий географические объекты, а в качестве их атрибутов имеются только «названия» и «ID». У нас есть также таблица с «названиями» («ID») и статистическими данными, но без географических объектов на Карте. необходимо объединить статистические данные с географическими объектами Карты. Объединение проводят, сопоставляя колонки с названиями или ID, имеющиеся в обеих таблицах (*ID лучше, т. к. в названии можно допустить опечатку*). Для объединения, в строке <из таблиц:> выбирают таблицы, которые будут объединяться, в окне <Выбрать колонки:> выбирают «*» из списка колонок (*звездочка * означает, что в таблицу запроса нужно включить все колонки исходных таблиц, можно также включить только интересующие колонки*), а в окне <с условием:> составляют выражение объединения:

Выбрать колонки:	*
из таблиц:	Первая_таблица, Вторая_таблица
с условием:	Первая_таблица.ID = Вторая_таблица.ID
сгруппировать по колонкам:	
порядок задать по колонке:	
и поместить в таблицу:	

При необходимости, сохраняют копию результирующей таблицы (команда <Файл/ сохранить копию...>).

Примеры SQL-запросов

1. Необходимо найти все расстояния по прямой от центроида полигона, обозначающего г. Зеленокумск до центроидов всех населенных пунктов слоя. В таблицу не должны попасть Зеленокумск (*координаты центроида рассчитываются с использованием типа поля – «вещественное» и могут иметь более 10 цифр после запятой, при округлении координат до целых чисел Зеленокумск попадет в выборку*) и все объекты ближе 1 км от центра. Центр Зеленокумска имеет координаты по X – 8410989, Y – 4919239 в координатной системе проекции Гаусса-Крюгера (Пулково 1942). Выражение будет иметь вид:

Выбрать колонки:	название "Название_НП", Distance(8410989, 4919239, CentroidX(obj), CentroidY(obj), "km")
из таблиц:	Населенные_пункты_Советского_р_на
с условием:	Round(Distance(8410989, 4919239, CentroidX(obj), CentroidY(obj), "km"), 1)
сгруппировать по колонкам:	
порядок задать по колонке:	название

и поместить в таблицу:

Расстояния_от_Зеленокумск

2. Найти в таблице «Населенные пункты Советского р-на» в колонке «название» все строки, где встречается «Зеленокумск». Поиск вести с первой строки. Составленное выражение будет иметь вид:

Выбрать колонки:

из таблиц:

с условием:

сгруппировать по колонкам:

порядок задать по колонке:

и поместить в таблицу:

*
Населенные_пункты_Советского_р_на
InStr(1,название,"Зеленокумск") > 0
Зеленокумск

3. Рассчитать выпуклость полигональных объектов по формуле:

$$CI = \frac{P\sqrt{N}}{3.54548}$$

где: CI – индекс выпуклости, P – периметр, N – площадь, 3.54548 - коэффициент, для приведения выпуклости круга к единице.

Вычисления проведите на примере объектов слоя «Озера и водохранилища...». Так как в списке функций окна <SQL-запрос> нет функции вычисления корня – $\text{sqr}()$, корень квадратный можно вычислить как $N^{0.5}$. Мера выпуклости для круга составляет 1. Чем выше значение CI , тем меньшую выпуклость имеет полигон. Составленное выражение будет иметь вид:

Выбрать колонки:

из таблиц:

с условием:

сгруппировать по колонкам:

порядок задать по колонке:

и поместить в таблицу:

Perimeter(obj, "km") / Area(obj, "sq km") ^ 0.5 / 3.54548
Озера_и_вдхр_Советского_р_на
Мера_выпуклости

Вопросы и задания

1. Используя SQL-запрос, найдите: плотность населения в населенных пунктах административного района (для расчета плотности населенный пункт должен быть показан на карте полигоном-«контуром»); периметры населенных пунктов.
2. Найдите расстояния от районного центра до населенных пунктов района.
3. Создать таблицу запросов с логическими ответами на вопросы: имеет ли населенный пункт площадь свыше 1 км²; имеет ли населенный пункт численность населения выше 2000 человек; имеет ли населенный пункт процентное отношение мужчин к общей численности населения выше 50%?

Лабораторная работа № 6. Картографическая визуализация

Тематическая картография является средством наглядного представления данных и их визуального анализа. Она сопоставляет атрибутивным данным графические образы на карте, с помощью которых

легче уловить тенденции и взаимосвязи данных, нежели с использованием табличных данных.

В MapInfo тематические карты создают с помощью семи способов – **диапазонов значений** (картограммы, способы значков и линейных знаков), **столбчатых** и **круговых диаграмм** (картодиаграммы, локализованные диаграммы), **значков**, **плотности точек** (статистический точечный способ), **отдельных значений** (качественный фон), **построения поверхности**. В отдельных случаях возможно также сочетание нескольких способов.

При построении тематических карт способом **диапазонов значений** решают задачу классификации (*группировки*) картографируемых объектов, т. е. разделения объектов на классы (*группы*) по значению какого-либо атрибута (или выражения) с выделением интервалов шкалы для их отображения. Интервалов (классов) в MapInfo может быть от 2 до 16. При автоматической группировке используют 5 методов: **равное количество записей**, **равный разброс значений**, **естественные группы**, **квантование**, **на базе дисперсии**. Возможна также классификация (*установка диапазонов*) **вручную**.

- При использовании метода **равное количество записей** (*равных классов*) устанавливают число классов, каждый класс содержит одинаковое число объектов. Если число объектов не кратно количеству диапазонов спорные объекты распределяются в те диапазоны (классы) к которым ближе значение атрибута. При слишком маленьком числе объектов результаты получаются, как правило, неудовлетворительными.
- В методе **равный разброс значений** (*равных интервалов*) разбивают значения на равные по размеру интервалы, например, по 10%.
- Метод **естественные группы** (*естественных интервалов*) устанавливает заданное число классов, не проверяя, какие они по качеству. Метод отмечает естественные провалы между значениями показателей.
- Метод **квантование** – определяет распределение переменной по некоторому сегменту данных, например, "По значению" из другой атрибутивной колонки.
- Метод **на базе дисперсии** (*стандартных отклонений*) основан на определении статистических параметров – минимального и максимального значения признака, числа объектов, общей суммы значений показателя, среднего значения, суммы квадратов отклонений от среднего (*дисперсию σ*) и стандартное отклонение ($D = \sqrt{\sigma}$).

Задача №15. Создать тематическую карту «Баллы бонитета почв сельскохозяйственных угодий колхозов Советского района» (*балл бонитета почв – это интегральный показатель плодородия почвы, измеряется от 0 до 100, в Ставропольском крае колеблется от 19 до 74*).

Решение

1. Выполним команду <Карта/ Создать тематическую карту...>, появляется окно. В окне <Создание тематической карты – Шаг 1 из 3> в столбце <Тип:> (Рис. 73) выберем способ создания тематической карты – «Диапазоны» и шаблон карты в окне <Имя Шаблона>. В окне <Образец:> показаны шаблоны с образцами шкал легенд. Нажмем кнопку <Далее>.

2. В окне <Создание тематической карты – Шаг 2 из 3> (Рис. 25) выберем таблицу и колонку, по которой будем строить тематическую карту. В нашем случае это таблица «Колхозы_Советского_р_на» и колонка «Бонитеты_СХ_УГ_2003». Поставим флажок напротив <Пропустить нули и пустые значения> для того чтобы объекты, которые имеют пустые значения в выбранной колонке не попали в диапазоны. Нажмем <Далее>.

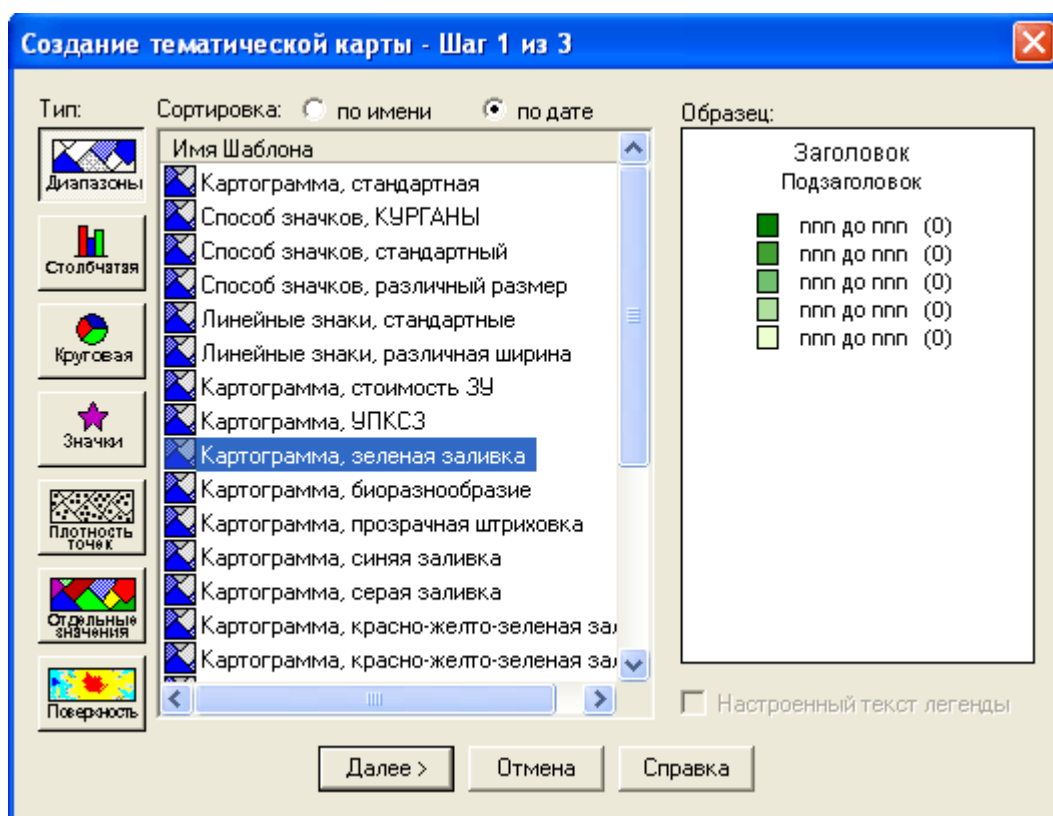


Рис. 25. Окно <Создание тематической карты – Шаг 1 из 3>.

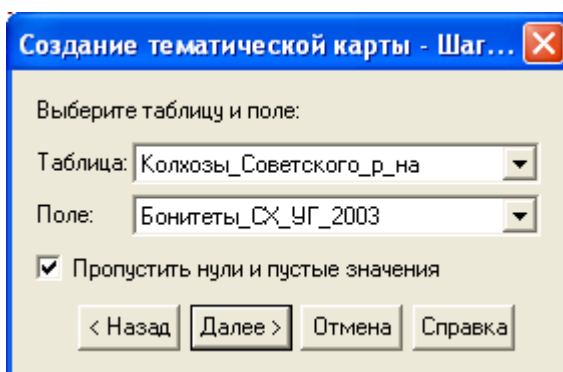


Рис. 26. Окно <Создание тематической карты – Шаг 2 из 3>.

3. В окне <Создание тематической карты – Шаг 3 из 3> (Рис. 26) нажмем кнопку <Диапазоны...> и в окне <Настройка диапазонов>

проведем настройку. В качестве метода классификации выберем естественные группы, число диапазонов: например 4 (*число диапазонов можно подобрать эмпирически в зависимости от целей построения карты*).

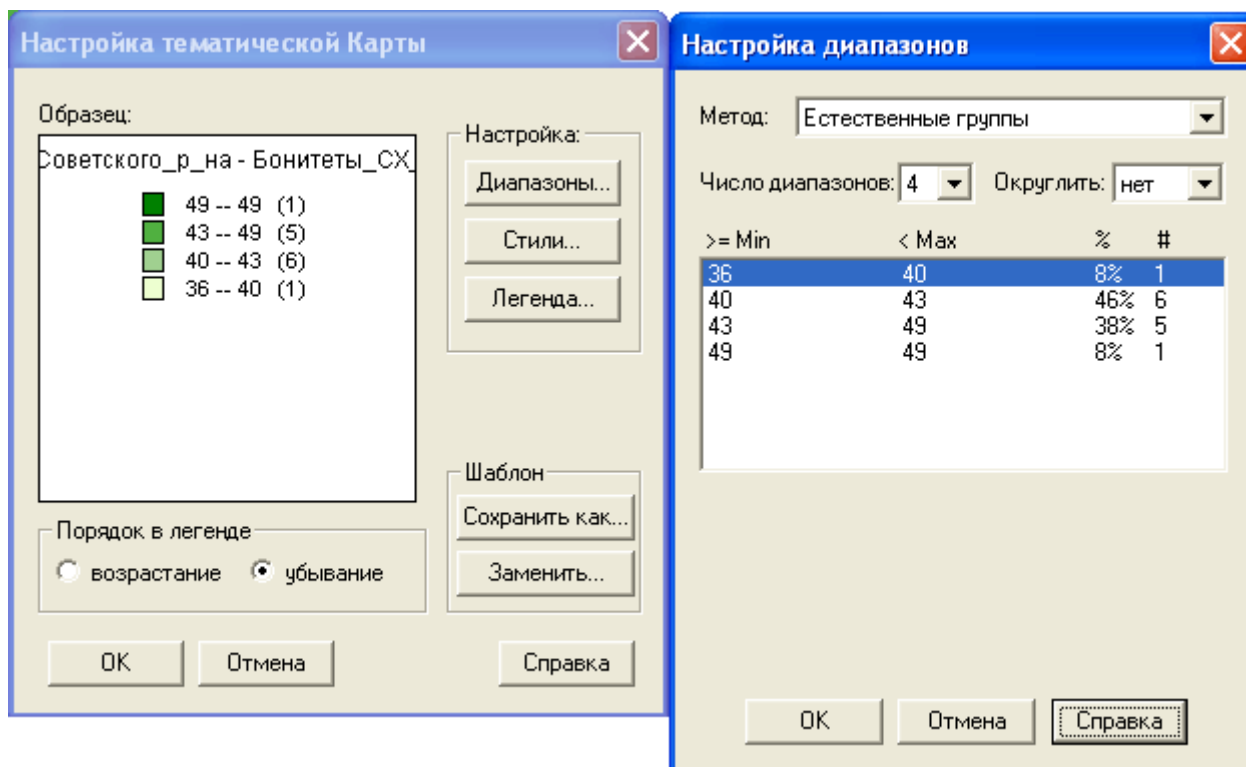


Рис. 27. Окна <Настройка тематической Карты> и <Настройка диапазонов>.

4. Настроим стили картограммы, нажав кнопку <Стили...>. В диалоге <Настройка стиля картограммы> (Рис. 27) настроим автоматическое распределение полутонов одноцветной шкалы (*например, от светло- до темнозеленого*), определив оттенок нижнему (*наиболее светлый цветовой тон в диапазоне*) и верхнему (*наиболее темный*). Для распределения цветов в ручном режиме переключатель ставят в режим <Нет>. В этом случае для каждого диапазона можно установить свой, значительно отличающийся по оттенку цвет (*например, красный-зеленый-желтый-синий*). Не делайте цвета темными, особенно если карта в дальнейшем будет распечатана!

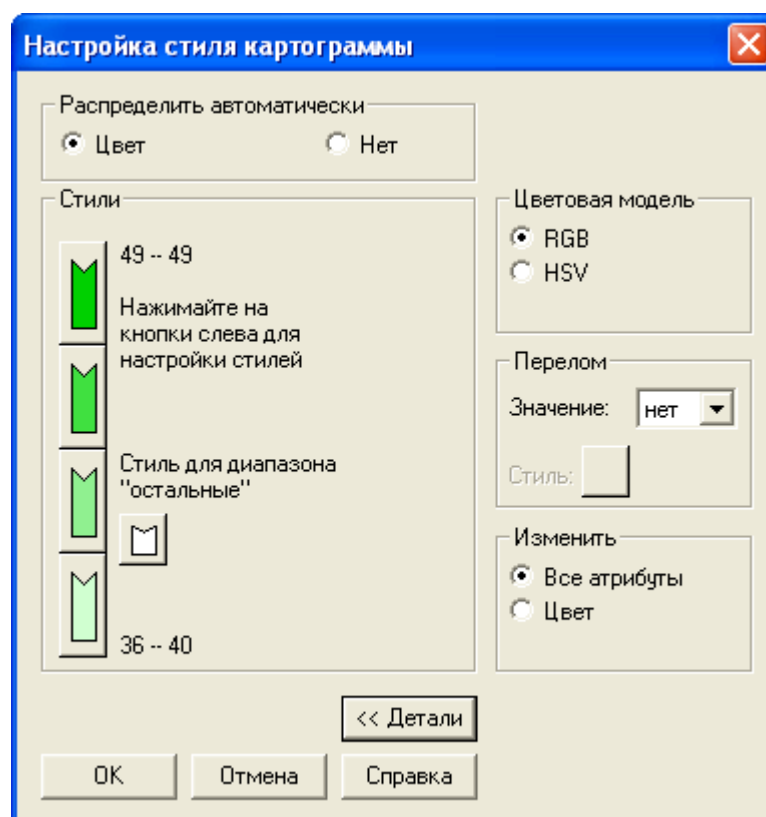


Рис. 28. Окно <Настройка стиля картограммы>.

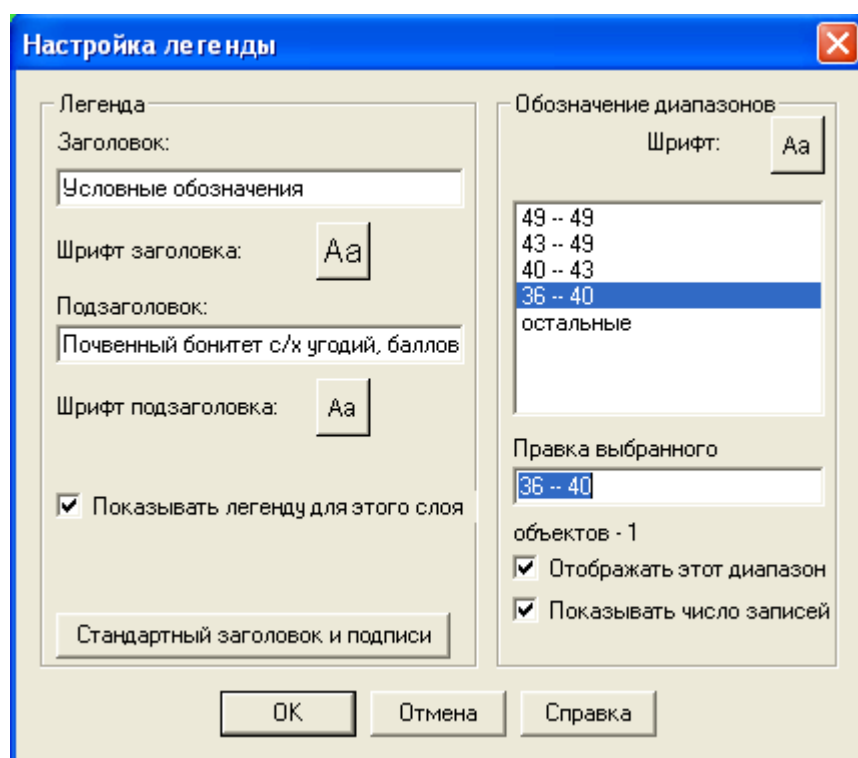


Рис. 29. Окно <Настройка легенды>.

5. Настроим легенду картограммы, нажав кнопку <Легенда...> в окне <Создание тематической карты – Шаг 3 из 3>. Появится окно <Настройка легенды> (Рис. 29). В строке <Заголовок:> напомним – «Условные обозначения», в строке <Подзаголовок:> – «Почвенный бонитет с/х угодий, баллов». Для заголовка выберем размер шрифта 12, для

подзаголовок и обозначения диапазонов – 9. В строке <Правка выбранного> возможно изменение текста выбранной в окошке <Обозначение диапазонов> строки. Флажок в строке <Показывать число записей> (в легенде) можно убрать.

6. После настройки тематической карты измененный нами шаблон можно сохранить, нажав на кнопку <Сохранить как...>. Сохраненный шаблон появится в окне <Создание тематической карты – Шаг 1 из 3> в списке шаблонов, и его в дальнейшем можно использовать для создания карт аналогичной тематики.

7. После нажатия ОК тематическая карта будет построена. Произведем автоподписывание колхозов из колонки «Название» и отобразим легенду

тематической карты, нажав кнопку  (Рис. 30).

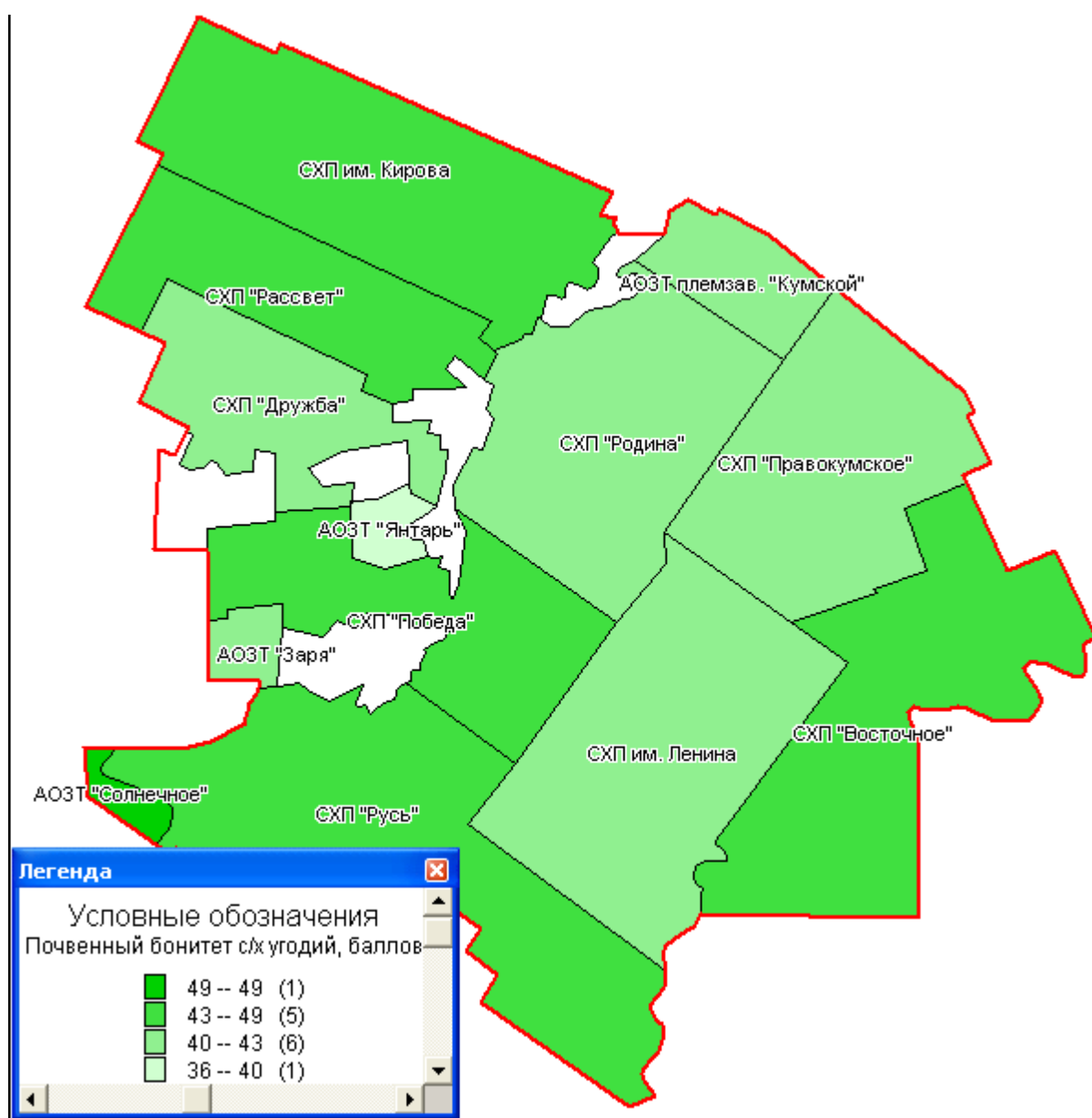


Рис. 30. Результат построения тематической карты.

Для построения тематических карт используют не только атрибутивные колонки, но и выражения.

Задача. Создать тематическую карту процентного соотношения площади агроэкологических групп пашни в колхозах Советского района.

Решение

1. Выполним команду <Карта/ Создать тематическую карту...>. Выберем способ создания тематической карты «Круговая диаграмма».

2. В окне <Создание тематической карты – Шаг 2 из 3> выберем таблицу «Колхозы_Советского_р_на» и колонку «Выражение...», располагающуюся в самом низу списка колонок. В окне <Выражение>, составим выражение на нахождение процентного отношения площади 1-й агрогруппы к общей площади агрогрупп земель:

$$I_{\text{агрогруппа}} / \text{агрогрупп_всего} * 100$$

Нажмем кнопку <Добавить>. Составленное выражение (*в качестве результирующей колонки*) добавится в окошко <Поля для диаграммы:>. Повторим составление и добавление выражений для остальных 5 агрогрупп.

3. В окне <Создание тематической карты – Шаг 3 из 3> настроим стиль диаграмм. Подберем цвет для каждого поля, вид диаграммы (*например: градуированная, полукруг*), размер (*например, диаметр 2 см. для суммы 100*) и положение диаграммы относительно центроида полигона, показывающего колхоз. Так как размер всех диаграмм одинаковый (*сумма значений равна 100%*), параметры градуировки (*задания параметров изменения диаметра диаграммы по отношению к сумме значений*) можно не выбирать.

4. Настроим легенду. В строке <Заголовок:> напомним – «Условные обозначения», в строке <Подзаголовок:> – «Соотношение агроэкологических групп земель, %». Для заголовка выберем размер шрифта 12, для подзаголовка и обозначения диапазонов – 9. В строке <Правка выбранного> исправим текст строк обозначения диапазонов, с выражения на названия агрогрупп.

5. После нажатия ОК тематическая карта будет построена и добавлена сверху тематической карты балла бонитетов почв (Рис. 79). Автоподпишем колхозы из колонки «Название» и отобразим легенду тематической карты.

Подобным образом строятся тематические карты способом **значков, плотности точек, отдельных значений**, которые мы предлагаем освоить самостоятельно.

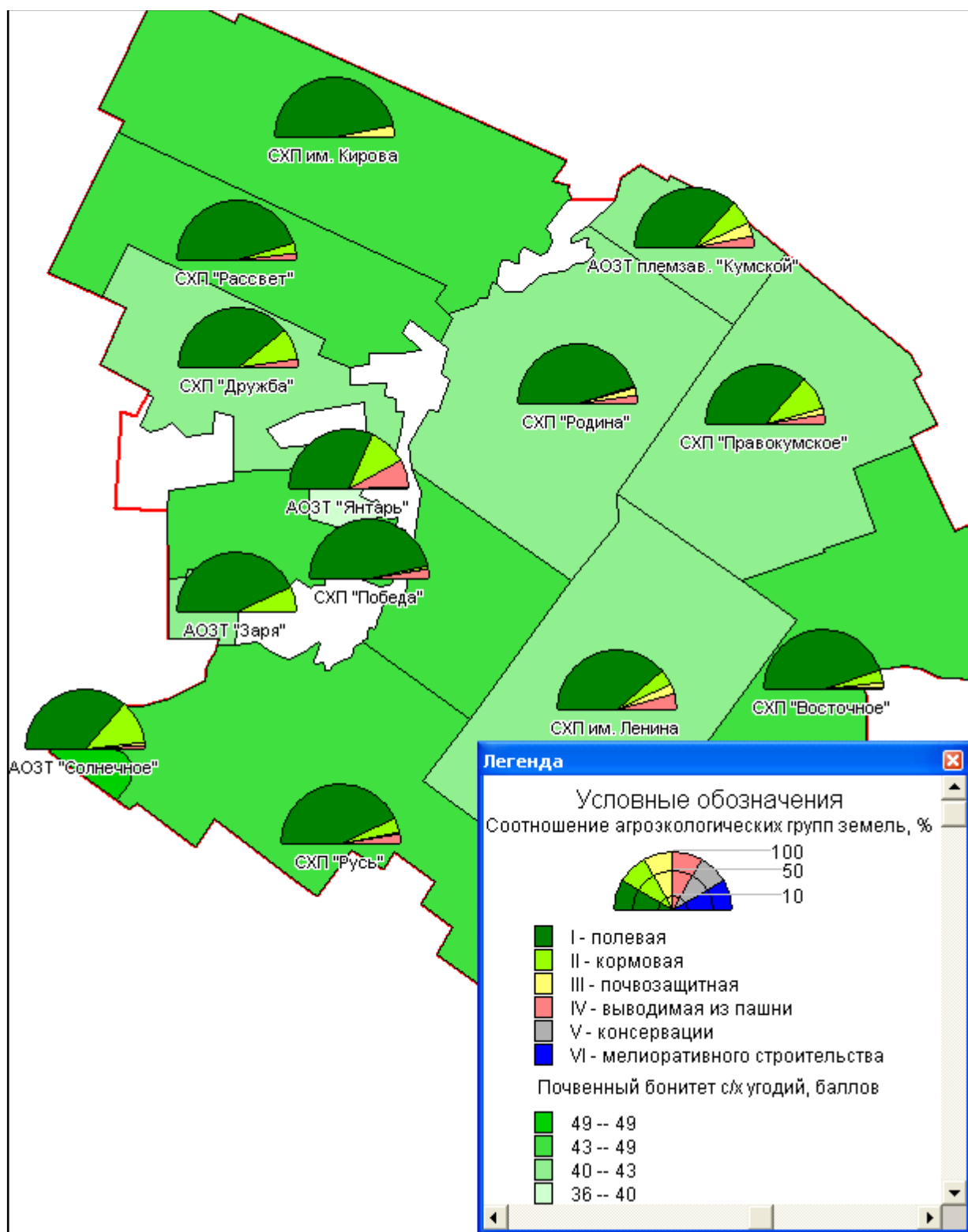


Рис. 31. Результат построения двухтемной тематической карты.

Изменение и сохранение тематической карты. Если результат построения тематической карты не устраивает, то стили карты можно легко изменить. Для этого выполните команду <Карта/ Настроить тематическую карту...>. В диалоге <Изменение тематической карты> выберите ту тематическую карту которую хотите модифицировать, и в окне <Настройка тематической карты> проведите изменение. Выбрать карту для модификации можно также двойным кликом мыши на условных

обозначениях соответствующей карты в окне <Легенда>, или на строке слоя тематической карты в окне <Управление слоями>.

! Тематическая карта сохраняется только в рабочем наборе, для этого выполните команду <Файл/ Сохранить Рабочий Набор...>!

Вопросы и задания

1. Создайте способом столбчатых диаграмм тематическую карту по полям «Численность населения 1989» и «Численность населения 2002» таблицы «Населенные пункты ... района».

2. Создайте (или используйте готовый) векторный слой «Административные районы Ставропольского края» и заполните атрибутивную таблицу данными переписи населения 2002 года. По таблице способом диапазонов значений постройте тематическую карту изменения численности населения с 1989 по 2002 гг. в %, используя соответствующее выражение.

3. Постройте способом индивидуальных значений (линий и полигонов) тематические карты по слоям «Реки и каналы ... района», «Пути сообщения ... района», «Растительный покров ... района», «Грунты ... района» и сохраните шаблоны.

Лабораторная работа № 7. Виртуально-реальностные изображения

Построение 3D Карты. Используя поверхность можно построить трехмерную карту (3D Карту). Перед построением 3D Карты из списка слоев диалога <Управление слоями> следует удалить все слои поверхностей, кроме той, по которой будет строиться 3D Карта. Иначе карта может быть построена с учетом другой поверхности. 3D Карту сохраняют в Рабочем наборе.

! Все слои, которые отображены в окне Карты над слоем поверхности, будут отображены в окне 3D Карты в качестве текстуры!

Для построение 3D Карты (Рис. 32) выполняется команда <Карта/ Создать 3D карту>. В окне <Создать 3D Карту > (Рис. 87) выбираются:

- Горизонтальный и Вертикальный углы Положения камеры относительно поверхности карты;
- Позиция и Цвет источника освещения;
- Единицы измерения (для рельефа указать метры), Разрешение поверхности (в ячейках), Масштаб (отношение вертикального масштаба к горизонтальному), Цвет фона вокруг карты.

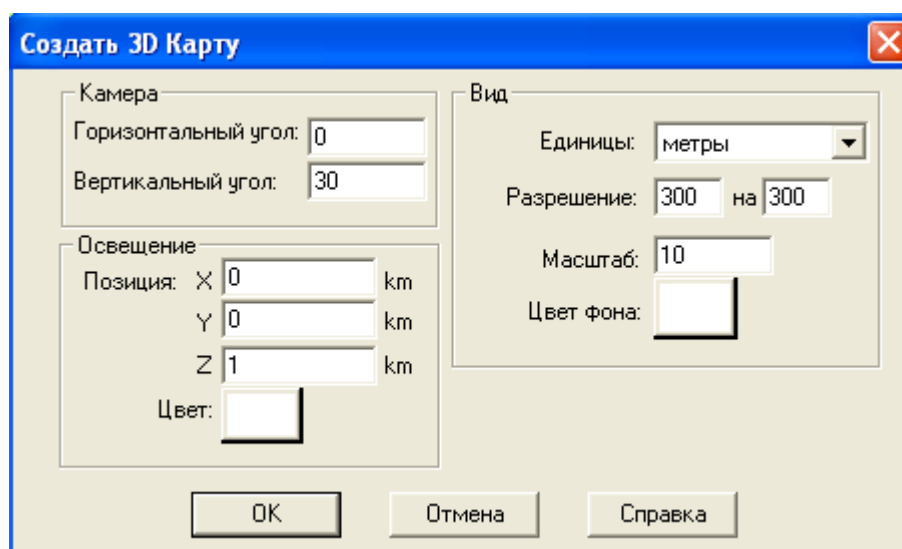


Рис. 32. Окно <Создать 3D карту>.

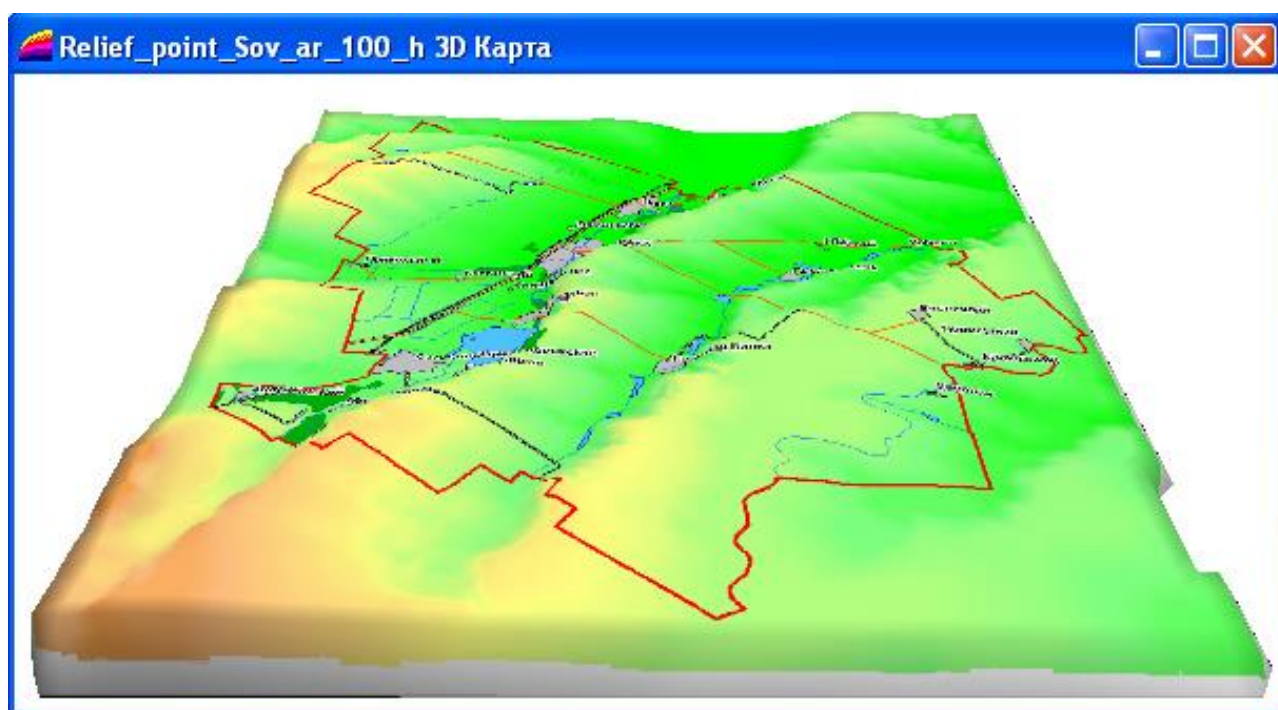


Рис. 33. Результат построения 3D карты рельефа Советского района.

Для отображения каркасной модели 3D Карты выполняют команду <3D Карта/ Каркасная модель> (Рис. 34).

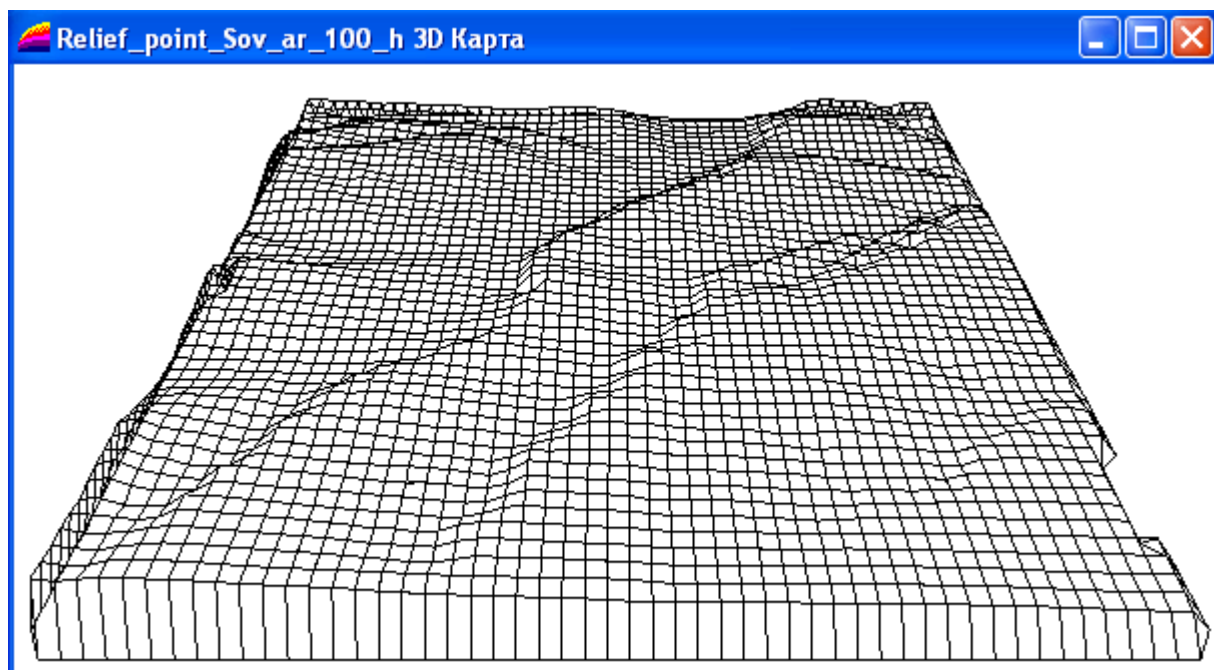


Рис. 34. Каркасная модель 3D Карты Советского района.

Изменить положение 3D Карты, можно сменой точки наблюдения. Для этого выполняют команду <3D Карта/ Точка наблюдения...> (Рис. 35).

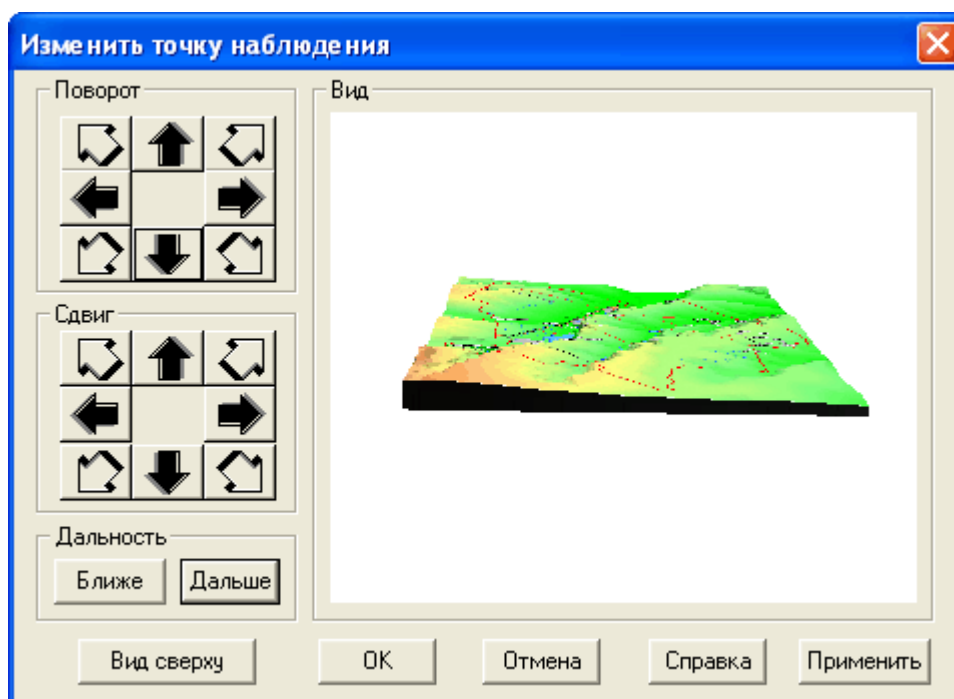


Рис. 35. Окно изменения точки наблюдения.

Для изменения положения карты рекомендуем сначала установить Вид сверху, а потом стрелками осуществлять Поворот и Сдвиг изображения. Нажатие кнопки <Применить>, позволяет просмотреть результат в окне Карты, не выходя из режима Изменения точки наблюдения. Изменить положения 3D карты можно также с помощью инструментов Стрелка (для поворота карты) и Ладощка (для перемещения карты в окне).

Построение Виртуальных Моделей Местности (ВММ). Используя технологию построения 3D Карты возможно создание достаточно реалистичных математических моделей местности, содержащих в себе информацию о рельефе земной поверхности, ее спектральных яркостях и объектах, расположенных на моделируемой территории, предназначенных для интерактивной визуализации и обладающих эффектом присутствия на местности. Пример модели, приближенной по своим свойствам к ВММ показан на рисунке 91.

Возможности стандартной версии MapInfo по построению ВММ сравнительно бедны и не позволяют создавать *объезд и облет в реальном времени*, с записью маршрута в видеофайл, использовать *векторные объекты*, в том числе и *трехмерные*, использовать спецэффекты, такие как *туман, градиентный фон, затопление сцены* и др. Существует проблема плохой читаемости подписей.

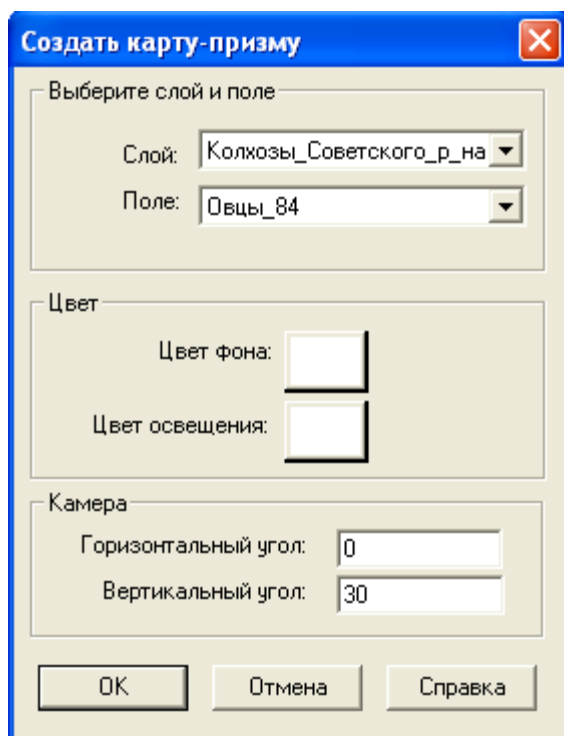


Рис. 36. Окно <Создать карту-призму>.

Построение Карты-Призмы. Карта-Призма – это один из вариантов трехмерного отображения карты, где тематическая переменная определяет высоту призмы. Каждому географическому объекту слоя соответствует своя призма. Карта-Призма создается из слоя полигонов. Для драпировки Карты-Призмы MapInfo использует изображение из окна Карты. Лучше всего создавать текстуру на основе тематических карт построенных по полигонам того же слоя, что и Карта-Призма. Гораздо хуже смотрится текстура, созданная на основе ЦКО и надписей. В этом случае объекты ЦКО разрываются отдельными призмами (Рис. 93).

Для построения Карты-Призмы выполняют команду <Карта/ Создать карту-призму...>. В окне <Создать карту-призму> (Рис. 36) выбирают Слой и Поле, по которым будет строиться карта, Цвет Фона и Освещения, а также положение Камеры относительно горизонтали и вертикали. Результат построения Карты-Призмы показан на рисунке 37.

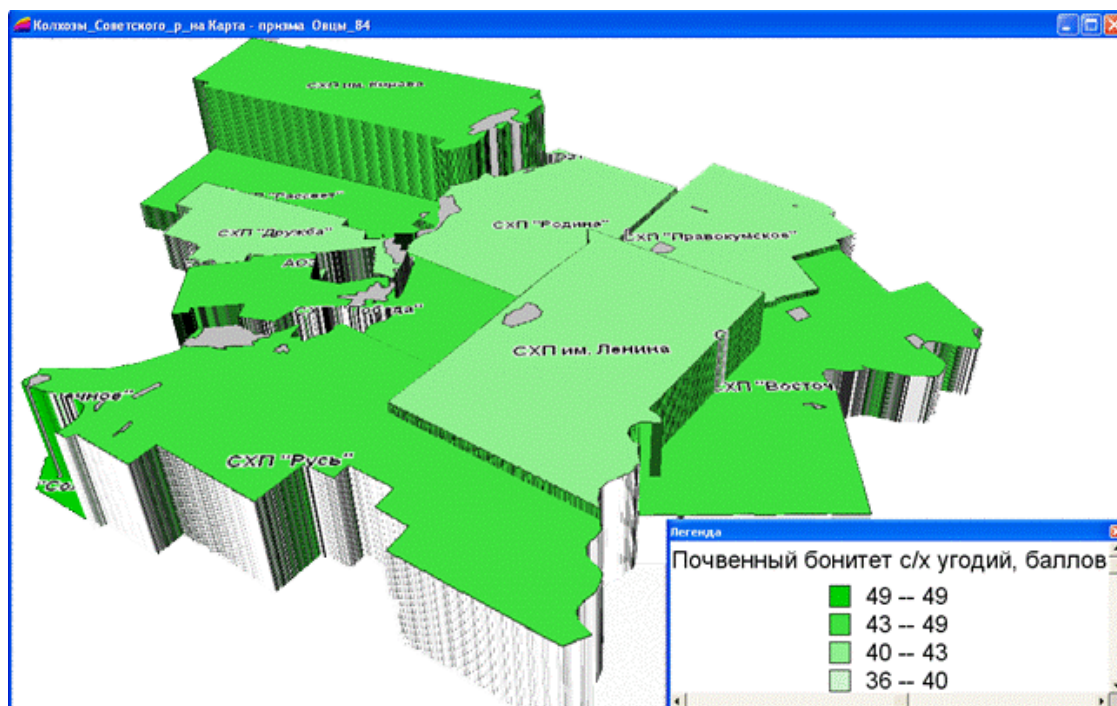


Рис. 37. Карта-Призма, показывающая количество овец в колхозах Советского района. Текстура создана на основе тематической карты бонитетов сельхозугодий (Рис. 78), подписей хозяйств и слоя населенных пунктов района.

Команды в меню <3D Карта> для Карт-Призм аналогичны. Возможно управление разными настройками, например, точкой обзора, создавать дубли окна, отображать каркасную модель, изменять свойства и др.

Вопросы и задания

1. В чем отличие между точными и аппроксимирующими методами интерполяции?
2. Постройте поверхность рельефа района, используя данные отметок высот и разваленных на точки горизонталей из слоя «Рельеф ... района 100000».
3. Создайте 3D карту по поверхности рельефа района, драпированной космическим снимком территории района.
4. Постройте Карту-Призму по численности населения административных районов края на 2002 г., драпированную тематической картой построенной методом диапазонов значений по тем же данным, что и Карта-Призма, а также подписями названий районов.

Лабораторная работа № 8. Цифровые и электронные карты

Цифровая карта – цифровая модель карты, созданная путем цифрования картографических источников, фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования, цифровой регистрации данных полевых съемок или иным способом; «цифровая модель земной поверхности, сформированная с учетом законов картографической генерализации в

принятых для карт проекции, разграфке, системе координат и высот» (ГОСТ 28441-90).

Цифровая карта состоит из двух частей, которые различаются особенностями ввода, хранения, обработки и т. д.: **цифровой картографической основы (ЦКО) и тематического содержания.**

Создание ЦКО является первым этапом составления любого картографического произведения: топографической или тематической карты, атласа и т. п. ЦКО обычно включает определенную информацию с топографической карты соответствующего масштаба и может содержать следующие слои:

- границы;
- рельеф (*горизонтали и отметки высот*);
- элементы рельефа (*скалы, обрывы и пр.*);
- гидрография и гидротехнические сооружения;
- населенные пункты;
- дорожная сеть и дорожные сооружения;
- растительный покров (*леса, кустарники и пр.*);
- грунты и пр.

Создание векторных слоев. После выполнения регистрации растрового изображения можно приступить к процессу создания векторных слоев цифровой карты.

Задача №5. Создать векторный слой «Границы Советского района».

Решение

1. Откроем зарегистрированное растровое изображение карты Советского района масштаба 1:500000.

2. Выполним команду <Файл/ Новая таблица> или нажмем на кнопку



на стандартной панели. Появится диалоговое окно <Новая таблица> в котором уберем галочку с опции <Показать Картой> и поставим флажок напротив опции <Добавить к карте>. Если этого не сделать, то новый слой появится в отдельном окне, и не будет добавлен в список слоев окна, в котором открыт растровый слой.

3. Нажмем кнопку <Создать...>. Появится окно <Создать структуру таблицы> (Рис. 5).

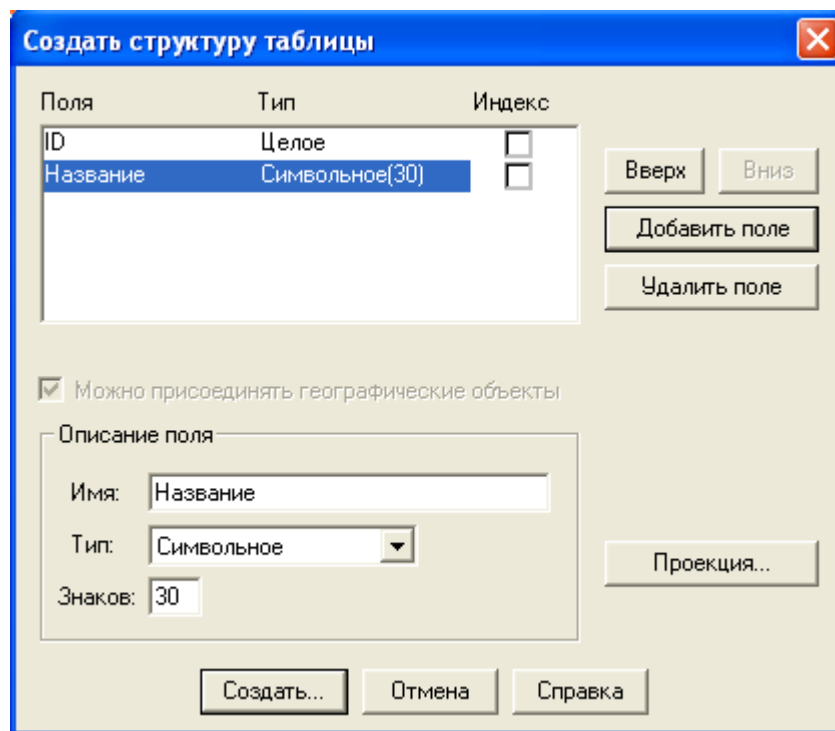


Рис. 5. Диалоговое окно <Создать структуру таблицы>.

Введем названия полей (*Поля – это колонки атрибутивной таблицы, их названия вводятся в строке <Имя>, причем знаки пунктуации и пробелы в названии поля недопустимы. Новые колонки добавляются нажатием кнопки «Добавить поле», а менять порядок их расположения можно нажатием кнопок <Вверх> и <Вниз>, при условии, что строка поля будет выделена*): «ID» (индекс, или порядковый номер объекта) и «Название». Для поля «ID» установим тип поля «Целое» (строка <Тип>), а для поля «Название» – тип поля «Символьное», количество знаков 30 (количество знаков – это количество символов, включая пробелы, которые можно ввести в ячейку таблицы, количество символов вводятся в строке <Знаков>). Проекция карты должна соответствовать проекции Раstra.

4. Нажмем кнопку <Создать...>. Появится следующее окно <Создать структуру таблицы>. В нем вводим название слоя в строке <Имя файла:>. В строке «Папка:» обязательно проверяем в той ли папке мы сохраняем файл. Далее нажимаем кнопку <Сохранить>. (Созданный слой будет отображен в окне MapInfo как пустой, его название появится в самом верху списка слоев в окне <Управление слоями>).

Нанесение векторных объектов. Концептуальная модель пространственной информации основана на представлении реальности в виде отдельных объектов. В атрибутивной таблице одному объекту слоя соответствует одна строка (*100 отдельных объектов слоя = 100 строкам таблицы*). Пространственные объекты классифицируются по виду их пространственной локализации: в точках, линиях и полигонах. Географические объекты, моделируемые с помощью цифровой карты, имеют три формы представления:

- объект в действительности (*на местности*);
- объект, представленный в базе данных;
- знак, используемый для показа объекта на карте (*т.е. условный знак*).

Все объекты векторных слоев в MapInfo можно классифицировать на точки (*объекты, имеющие положение в пространстве, но не имеющие длины*), линии (*объекты, имеющие длину, но не имеющие ширину*) и полигоны (*объекты, имеющие длину и ширину*).

Векторные слои в MapInfo создаются путем векторизации объектов, изображенных на растре, с помощью инструментов панели Пенала (*обрисовке объектов растра векторными примитивами*). Процесс нанесения векторных объектов долог, монотонен и трудоемок.

Точечные объекты (*отметки высот, пунсоны населенных пунктов и прочие, не выраженные в масштабе карты символные объекты*) наносятся



с помощью инструмента Символ

Линейные объекты (*реки, дороги, линии электропередач, горизонтали и пр. объекты, ширина которых не выражены в масштабе карты*)



наносятся с помощью инструмента Линия, если линейный объект карты прямой и не имеет изгибов (*состоит из одного сегмента*), и



Полилиния, если объект карты имеет изгибы (*состоит из нескольких сегментов*). Для нанесения строго вертикальных, горизонтальных или наклонных (*кратных 45°*) линий или сегментов полилинии удерживают клавишу <SHIFT>.

Площадные объекты (*озера, населенные пункты, лесные массивы и пр.*)



наносятся с помощью инструмента Полигон. Для нанесения на карту и план эллипсов (*при нажатой клавише <SHIFT> кругов*) или прямоугольников (*при нажатой клавише <SHIFT> квадратов*) используются



инструменты Эллипс, Прямоугольник



и Скругленный



прямоугольник.

Текстовые объекты (*названия населенных пунктов, объектов гидросети, значения отметок высот и пр.*) мы рекомендуем нанести на карту отдельным слоем. Делается это для лучшего оформления карты как графического произведения. (*Названия и прочие атрибуты объектов должны содержаться в атрибутивной таблице и их появление на карте можно вызвать с помощью функции «Автоподписывание» (см. § 3). В этом случае параметры шрифта для всех надписей будут одинаковыми*). Для



нанесения надписей используют инструмент Текст

Совмещение по узлам. Для точного совмещения узлов векторных объектов при нанесении векторных примитивов или редактировании включают английскую раскладку клавиатуры и нажимают клавишу <S> (внизу должна появиться надпись «узлы») (Рис. 6).

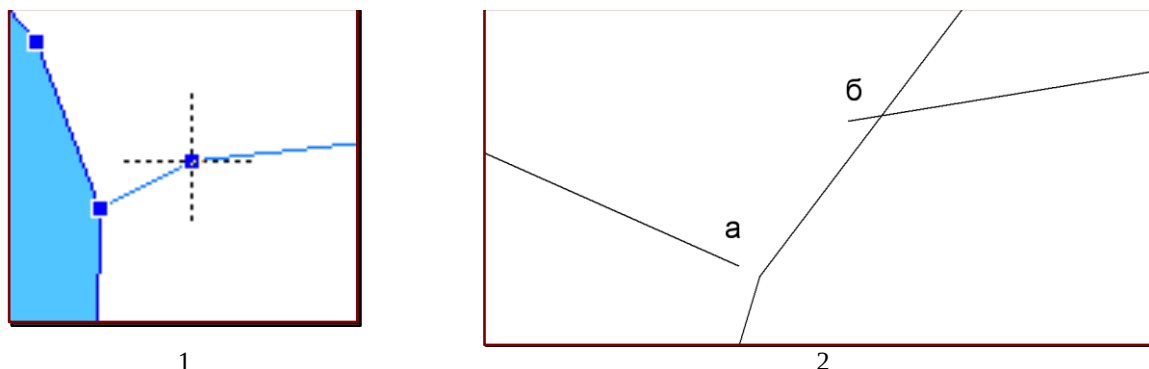


Рис. 6. Совмещение по узлам (1) и ошибки совмещения: «недолет» (2а), «перелет» (2б).

Автотрассировка. Для создания общей границы векторизуемого полигона с границей уже отвекторизованного полигона или полилинии можно применить *Автоматическую трассировку*. Автотрассировка доступна в режиме совмещения узлов (*нажата клавиша <S>*).

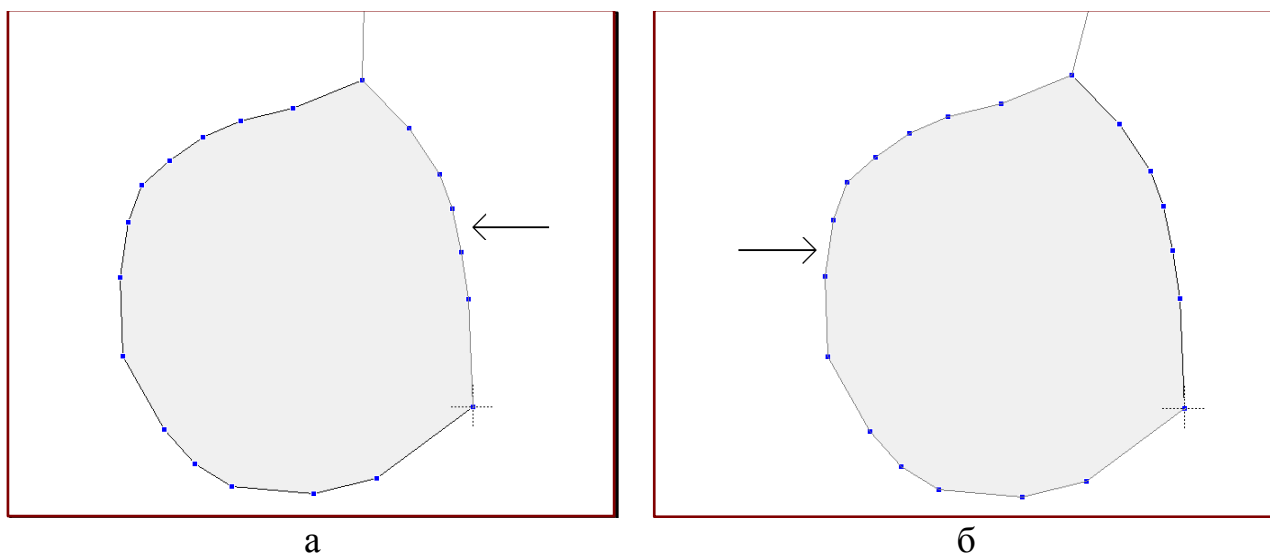


Рис. 7. Автотрассировка (на путь автотрассировки показывает стрелка):
а – при нажатой клавише <SHIFT>; б – при нажатой клавише <CTRL>.

Для ее проведения ставят узел векторизуемого полигона (*или полилинии*) на узел начала сегмента общей границы с отвекторизованным полигоном, нажимают клавишу <SHIFT> и ставят на конечный узел общего сегмента. Автотрассируемая линия (*граница*) подсвечивается (Рис. 7а). Для проведения общей границы по сегменту являющемуся частью полигона, но содержащему больше узлов, чем другая часть, нажимают клавишу <CTRL> (Рис. 7б).

Операции вырезания «островов» в областях и удаления части объекта. Для того чтобы *вырезать «остров»* в полигоне поверх него наносят полигон изображающий «остров» (*шаблон*). Полигон в котором вырезают «отверстие» выделяют с помощью **Стрелки** и делают изменяемым

с помощью команды <Объект/ Выбрать изменяемый объект> либо с помощью сочетания клавиш Ctrl + E (русская) (полигон покрывается своеобразным узором). Далее выделяют полигон-шаблон и выполняют команду <Объекты/ Удалить часть>. Шаблон удаляют, а в полигоне образуется «отверстие», полностью повторяющая очертания шаблона (Рис. 8).

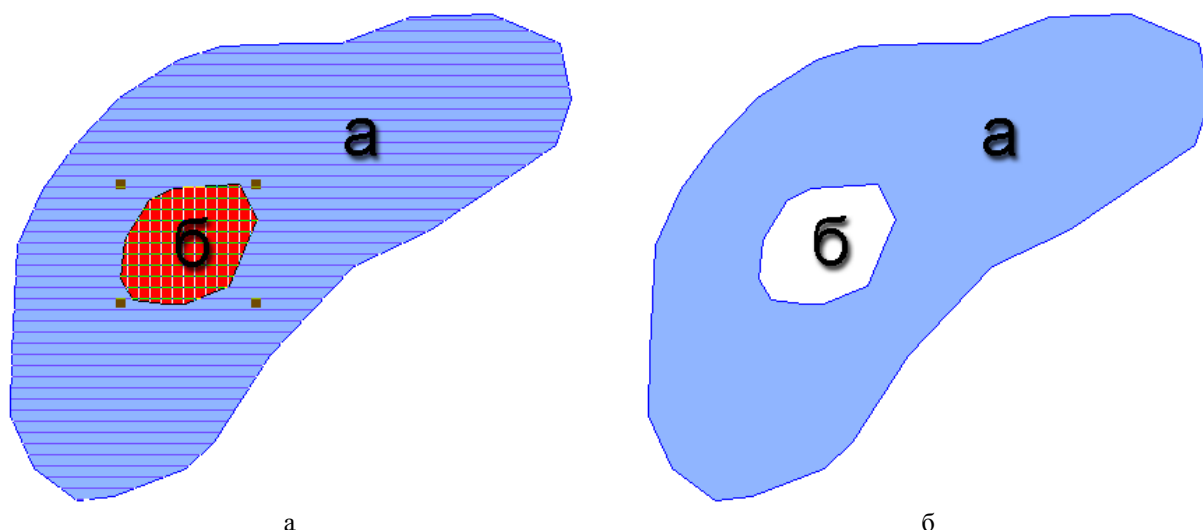


Рис. 8: а – изменяемый полигон (а) с «островом» (шаблоном) (б); б – «отверстие» (б) в полигоне (а) после выполнения операции <Удалить часть>.

Удаление части объекта (полилинии, полигона) с помощью другого объекта, перекрывающего его (по сути, тот же шаблон), аналогично операции, рассмотренной выше. С помощью операции <Объект/Выбрать изменяемый Объект/ Удалить часть> удаляется перекрываемая часть изменяемого объекта, а с помощью операции <Объект/Выбрать изменяемый Объект/ Удалить внешнюю часть> – не перекрываемая (Рис. 46).

Разрезание объекта (полилинии, или полигона) на две отдельных части (два отдельных объекта) с помощью другого объекта (шаблона), перекрывающего его, аналогична операции удаления части объекта. Выполняется с помощью операции <Объект/ Выбрать изменяемый Объект/ Разрезать>.

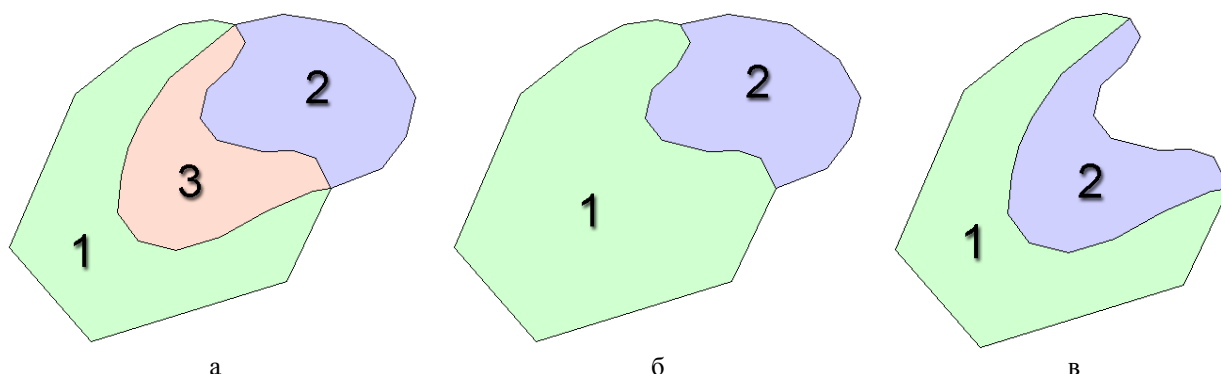
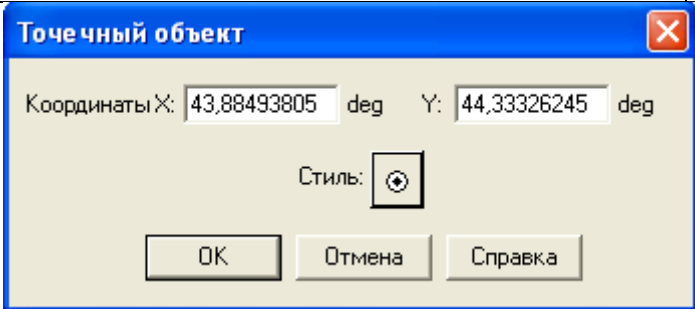
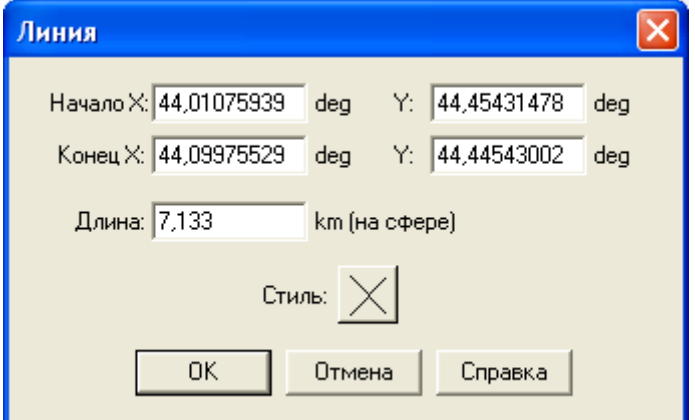
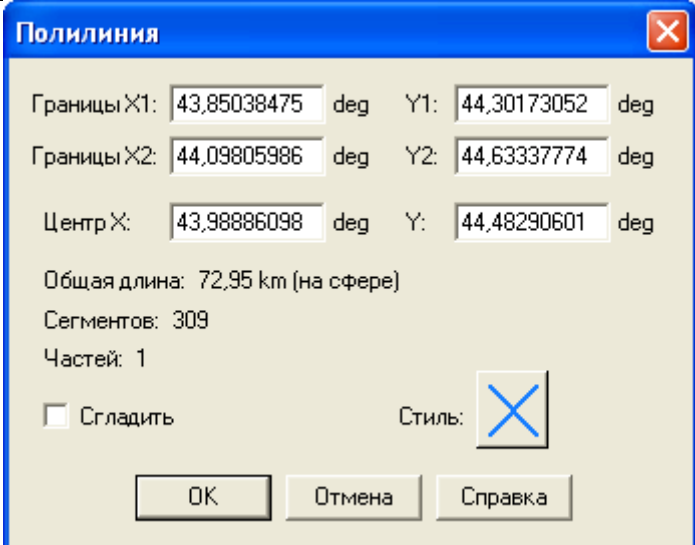
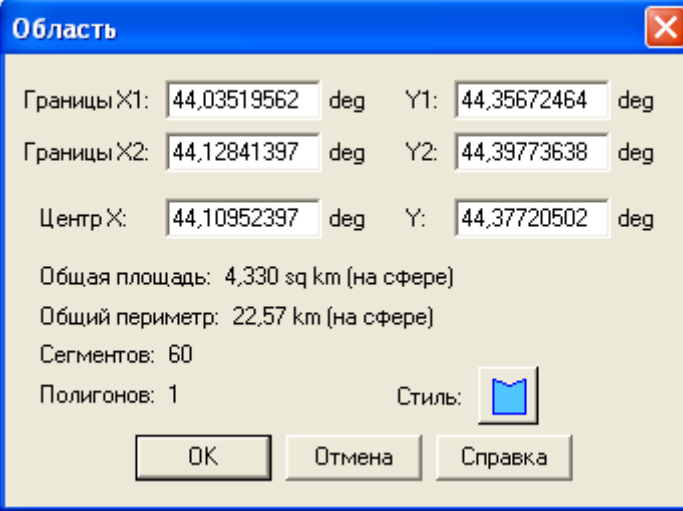
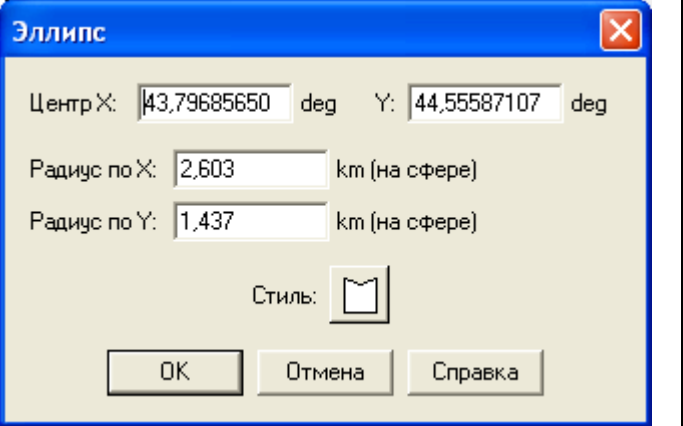
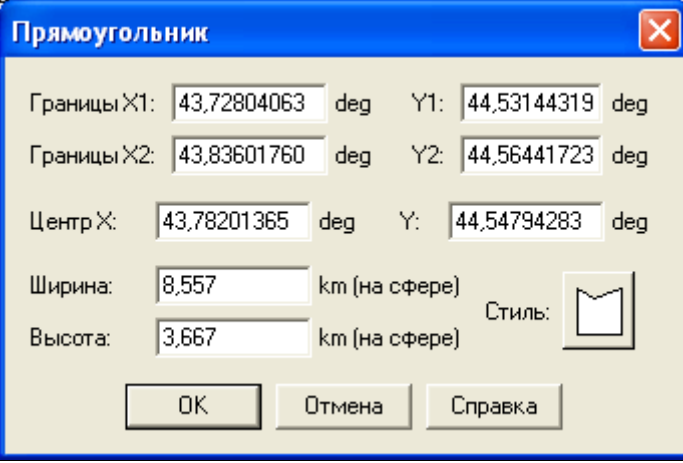


Рис. 9. Удаление части объекта: а) 1 – изменяющий объект, 2 – изменяемый объект, 3 – зона перекрытия; б) результат операции удаления части объекта; в) результат операции удаления внешней части объекта

Геоинформация. Геоинформация в Mapinfo – это пространственные данные об объекте автоматически вычисляемые компьютером, например, координаты центра, площадь, периметр и пр. Если *дважды нажать* на любой объект слоя, или выделить объект и нажать клавишу F7, или выделить объект и использовать команду панели задач <Правка/ Геоинформация...> можно вызвать окно с геоинформацией об объекте (Табл. 4). Геоинформацию можно изменить, если слой с соответствующими объектами *изменяемый*.

Таблица 4

Окно с Геоинформацией по соответствующему виду объектов	Параметры объектов
	• Координаты объекта • Стиль точечного объекта
	• Координаты начала и конца линии • Длина линии • Стиль линейного объекта
	• Координаты границ условного прямоугольника, описывающего полилинию (<i>X1, X2 – левая и правая границы. Y1 и Y2 – верхняя и нижняя</i>) • Координаты центра условного прямоугольника • Длина полилинии • Количество формообразующих узлов (<i>сегментов</i>) • Количество частей (<i>если полилинии скомбинированы, то > 2</i>) • Стиль линейного объекта • Функция сглаживания (<i>для цифровой карты лучше не применять</i>)

Окно с Геоинформацией по соответствующему виду объектов	Параметры объектов
 Область Границы X1: 44,03519562 deg Y1: 44,35672464 deg Границы X2: 44,12841397 deg Y2: 44,39773638 deg Центр X: 44,10952397 deg Y: 44,37720502 deg Общая площадь: 4,330 sq km (на сфере) Общий периметр: 22,57 km (на сфере) Сегментов: 60 Полигонов: 1 Стиль:  OK Отмена Справка	• Координаты границ условного прямоугольника, описывающего область (аналогично полилинии) • Координаты центра условного прямоугольника, описывающего область • Общая площадь области • Общий периметр области • Количество формообразующих узлов границы (сегментов) • Количество полигонов в области (если полигоны скомбинированы в одну область, то 2 и более) • Стиль полигонов области
 Эллипс Центр X: 43,79685650 deg Y: 44,55587107 deg Радиус по X: 2,603 km (на сфере) Радиус по Y: 1,437 km (на сфере) Стиль:  OK Отмена Справка	• Координаты центра эллипса • Радиус по X (ширина) • Радиус по Y (высота) • Стиль полигона, образующего эллипс
 Прямоугольник Границы X1: 43,72804063 deg Y1: 44,53144319 deg Границы X2: 43,83601760 deg Y2: 44,56441723 deg Центр X: 43,78201365 deg Y: 44,54794283 deg Ширина: 8,557 km (на сфере) Высота: 3,667 km (на сфере) Стиль:  OK Отмена Справка	• Координаты границ (X1, X2 –левая и правая границы. Y1 и Y2 –верхняя и нижняя) • Координаты центра прямоугольника • Ширина • Высота • Стиль полигона, образующего прямоугольник

Окно с Геоинформацией по соответствующему виду объектов	Параметры объектов
Скругленный прямоугольник Границы X1: 43.68853144 deg Y1: 44.49399282 deg Границы X2: 43.80711432 deg Y2: 44.56041858 deg Центр X: 43.74778905 deg Y: 44.52722081 deg Ширина: 9.400 km (на сфере) Высота: 7.386 km (на сфере) Стил<i>ь</i>:  Радиус закруглений: 0.9840 km OK Отмена Справка	• Координаты границ (X1, X2 –левая и правая границы. Y1 и Y2 –верхняя и нижняя) • Координаты центра скругленного прямоугольника • Ширина • Высота • Радиус закруглений • Стил<i>ь</i> полигона, образующего прямоугольник

Смена стиля объекта (внешнего вида) возможна в том случае, когда объект (или группа объектов, которым желательно придать один стиль)

выделен с помощью инструмента  (выделить несколько объектов можно удерживая клавишу <SHIFT>). Далее нажав кнопку стиля

соответствующего типа объектов – , , ,  в диалоговом окне <Стил*ь* ...> выбирают необходимые стили, размеры, толщины и цвета. Выбрав ячейку N в выпадающем меню <Символ>, <Стил*ь*> или <Рисунок> объект можно сделать *прозрачным*.

Задача. Отвекторизовать границу Советского района.

Решение

1. Слой, в котором наносятся или редактируются объекты, должен быть **изменяемым**. Поэтому в диалоге <Управление слоями> ставим флажок под пиктограммой **Изменяемый**  напротив слоя «Граница Советского района».

2. Выбираем инструмент **Полигон** и обводим границу района, изображенную на растре.

3. Выбираем стиль области – «Рисунок» N (*прозрачен*), стиль границы сплошная красная линия толщиной 2 пикселя (Рис. 10).

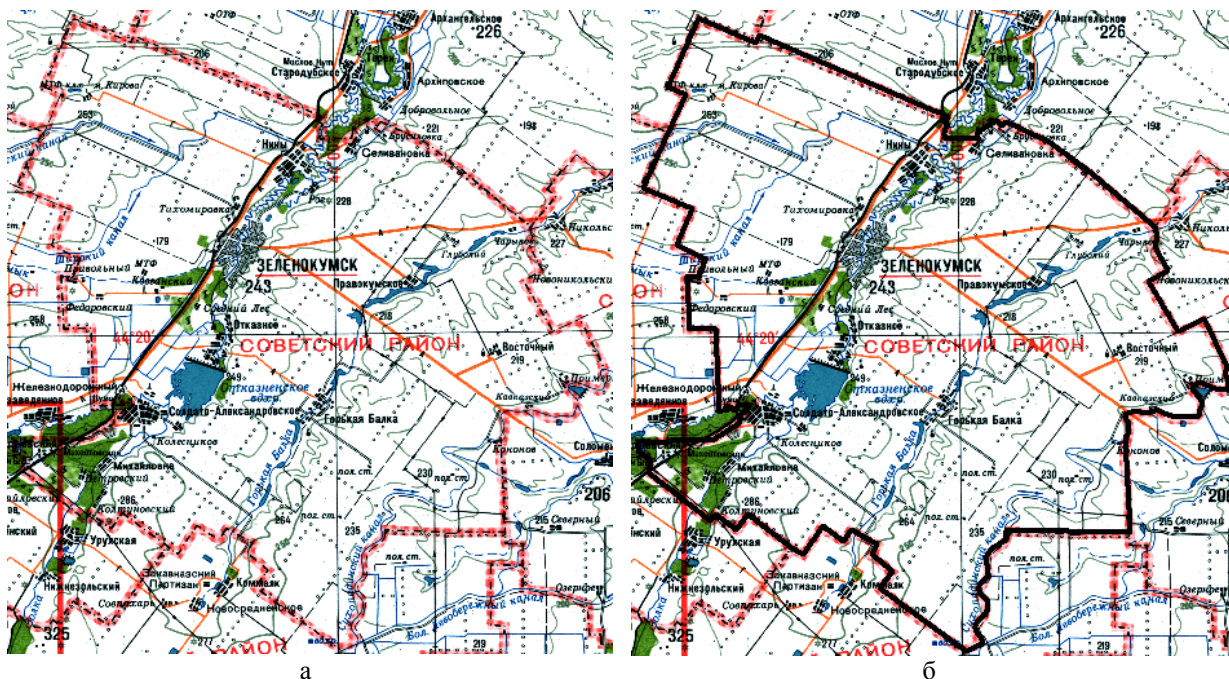


Рис. 10. Цифровая карта. а – исходный растр, б – растр с нанесенным сверху векторным слоем границ района (для контрастности с растром граница векторного полигона черная, толщиной 4 пикселя)

Редактирование векторных объектов.

- Для редактирования *положения формообразующих узлов* линий и

областей применяют инструмент **Форма** . Для того чтобы кнопка  была активна и соответственно возможна операция перемещения или удаления узла объекта, слой в котором находится объект, должен быть изменяемым, а объект выбран инструментом **Стрелка**. Объект, к которому применен инструмент **Форма**, показан на рисунке 11а. Узел выделяют и перетягивают на другое место с помощью **Стрелки**. С помощью удерживания кнопок <SHIFT> или <CTRL> можно выделить группу узлов (для этого выделяют первый и последний узел группы). Для удаления узла (или группы узлов) его выделяют и нажимают кнопку <Delete>.

Недостающий узел можно добавить с помощью инструмента **Добавить узел**



(Рис. 11б).

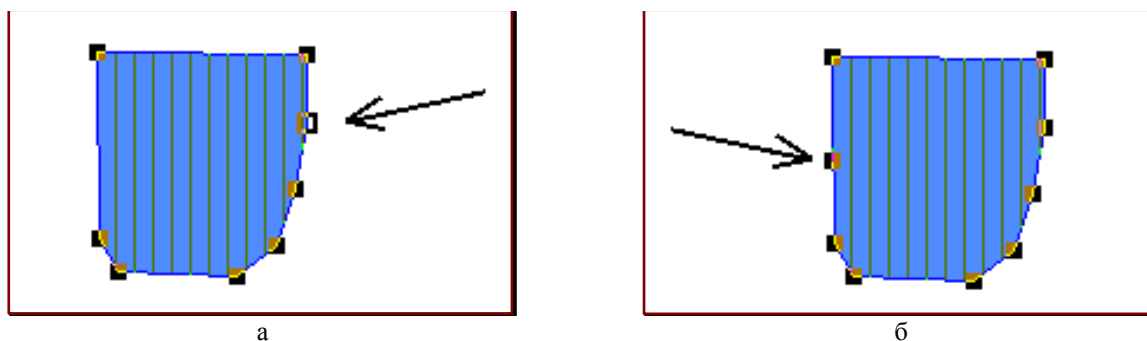


Рис. 11. Использование инструмента **Форма**.

- **Переместить** объект изменяемого слоя (символ, линию, полигон, текст) на другое место можно с помощью **Стрелки**.

- **Добавление узлов в точках пересечения** изменяемого объекта (объектов) с выделенным объектом (объектами) реализуется с помощью команды **Объекты/ Добавить узлы**. Узлы добавляются к изменяемому объекту.

- **Замыкание полилиний** позволяет создавать полигоны из полилиний там, где полилинии формируют замкнутые области (*например, из уличной сети (созданной из полилиний), где кварталы это замкнутые участки между улицами, можно сделать сеть кварталов, представленную полигонами*), для этого в качестве узлов создаваемого полигона используются точки пересечения полилиний. Полигональные объекты создаются с использованием команды **Объекты/ Замкнуть**. Слой, в котором находятся участвующие в операции замыкания полилинии, должен быть изменен, все полилинии, из которых создаются полигоны, выбраны (*выделены*). После выполнения команды **Объекты/ Замкнуть**, полилинии, служившие в качестве сторон полигонов, остаются на слое.

- **Преобразования полилиния ↔ полигон** позволяют превращать полилинии в полигоны (**Объекты/ Превратить в области**), при этом между начальным и конечным узлом полилинии по кратчайшему расстоянию создается сторона полигона (Рис. 12). С помощью этой команды в области превращают также прямоугольники, эллипсы и скругленные прямоугольники. При преобразовании полигона в полилинию (**Объекты/ Превратить в полилинии**) образуется полилиния у которой начальный и конечный узел совпадают.

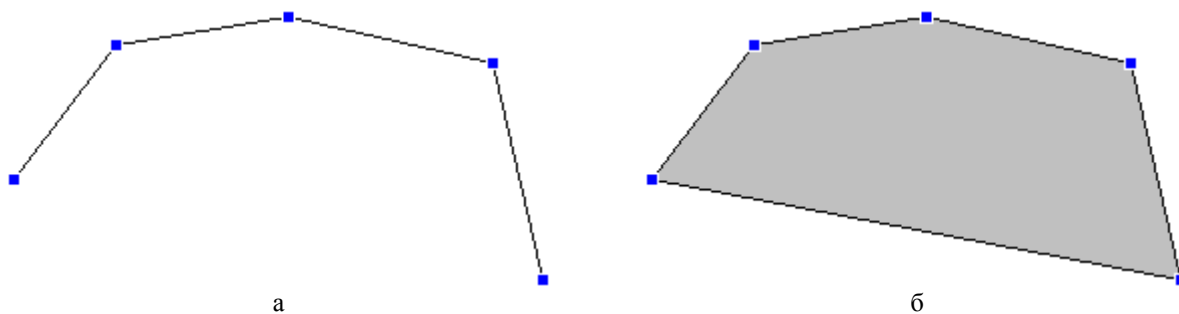


Рис. 12. Преобразование полилинии (а) в полигон (б).

- **Проверка и топологическая коррекция областей.**

Команда **Объекты/ Проверка полигонов...** (Рис. 50а) позволяет обнаружить самопересечения и перекрытия и пустоты между полигонами одного слоя (*«кучерявость» границ, возникающая при ошибках векторизации*).

Команда **Объекты/ Коррекция топологии...** (Рис. 50б) позволяет удалить самопересечения полигонов и пустоты между полигонами. Пустоты с площадью меньше максимальной будут обнаружены, или удалены.

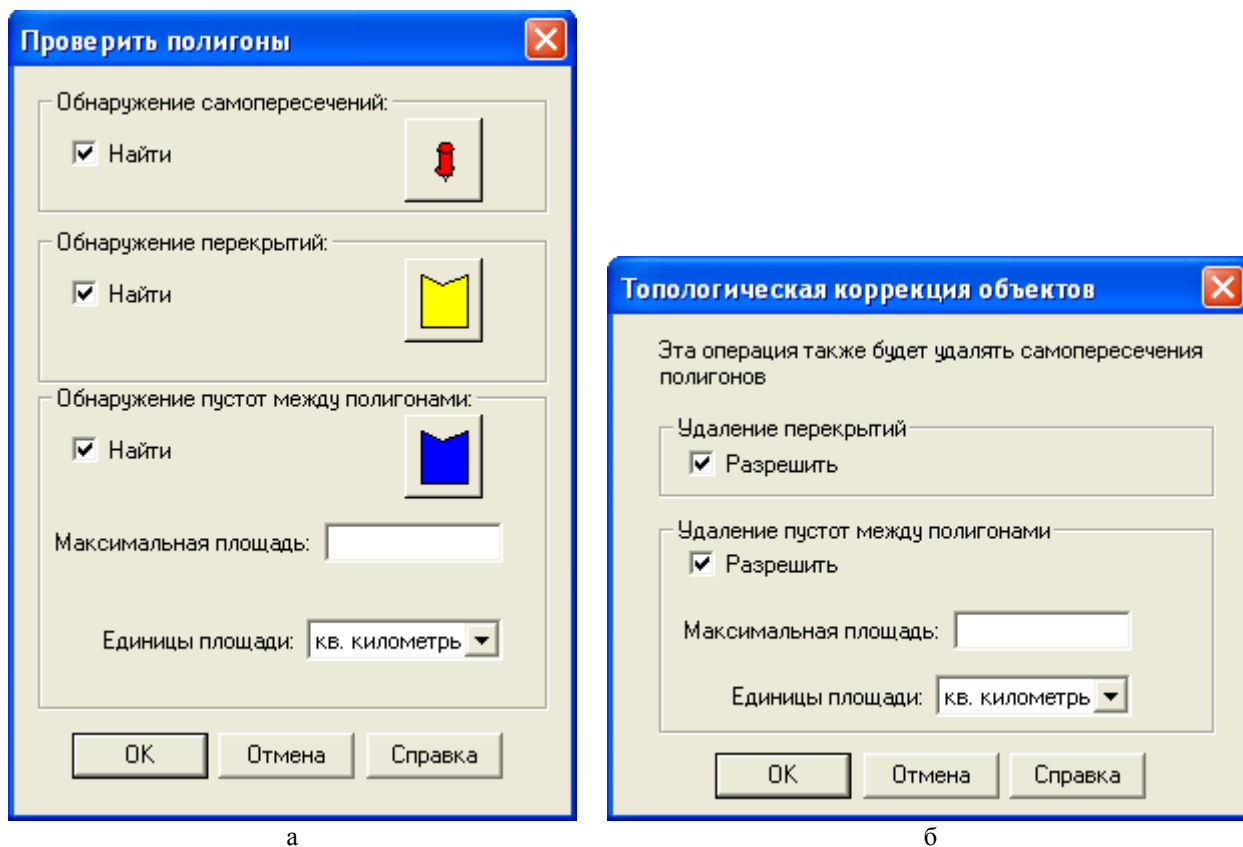


Рис. 13. Диалоги проверки (а) и топологической коррекции (б) полигонов.

• Совмещение и генерализация.

Команда <Объекты/ Совмещение и генерализация...> вызывает диалог (Рис. 14) по установке параметров для совмещения узлов и генерализации (*в данном случае под генерализацией понимается автоматическое удаление «лишнего» согласно выставленным параметрам*). Операции, запускаемые из диалога, позволяют: совместить узлы разных объектов; провести разреживание узлов согласно коллинеарному отклонению (*расстоянию между промежуточной точкой и прямой, проведенной между двумя соседними точками*); разредить узлы, если расстояние между ними меньше заданного; удалить полигоны с площадью меньше указанной по условию.

Создание точечных объектов по координатам X и Y, записанным в атрибутивной таблице. Если имеется атрибутивная таблица с колонками (тип поля «вещественное»), хранящими координаты X и Y для точечных объектов, либо для центроидов полигонов, то возможно автоматическое создание точечных объектов по имеющимся в таблице координатам. Для запуска процедуры выполняют команду <Таблица/ Создать точечные объекты...>. В диалоге <Создать точечные объекты> выбирают: проекцию будущего слоя Карты; стиль символов для объектов; таблицу, из колонок которой будут извлечены координаты; колонки содержащие координаты X и Y.

Установка параметров для совмещения узлов и генерализации

В результате операции также будут исправлены самопересечения и перекрытия полигонов

Совмещение узлов разных объектов

Узлы разных объектов, расположенные на расстоянии меньше указанного, будут совмещены

Расстояние до конечных узлов:

Расстояние до промежуточных узлов:

☒ Разрешить

Единицы измерения:

Разреживание узлов/генерализация

Удалять узлы полигонов/полилиний, если 3 узла подряд лежат практически на прямой линии или узлы находятся очень близко друг к другу.

Коллинеарное отклонение:

Максимальное расстояние:

☒ Разрешить

Единицы измерения:

Удаление избыточных полигонов:

Полигоны, площадью меньше указанной, будут удалены

Максимальная площадь:

☒ Разрешить

Единицы измерения:

OK Отмена Справка

Рис. 14. Диалог установка параметров для совмещения и генерализации.

Вопросы и задания

1. В чем разница между цифровой, электронной и компьютерной картами?
2. Дайте определение ЦКО. Каково ее назначение?
3. По заданию преподавателя создайте цифровую картографическую основу одного из административных районов в масштабе 1:500000 со слоями:
 - «Границы ... района»;
 - «Населенные пункты ... района» (контурами, а не поквартально);
 - «Пути сообщения ... района»;
 - «Рельеф ... района 500000» (*с карты масштаба 1:500000*);
 - «Рельеф ... района 100000» (*с карты масштаба 1:100000*);
 - «Реки и каналы ... района»;
 - «Озера и водохранилища ... района»;
 - «Растительный покров ... района»;
 - «Грунты ... района»;
4. Проведите редактирование слоев ЦКО, особенно топологию.

ЛИТЕРАТУРА

Рекомендуемая литература (основная):

1. Востокова А. В., Кошель С. М., Ушакова Л. А. Оформление карт. Компьютерный дизайн: Учебник/А. А. Востокова, С. М. Кошель, Л. А. Ушакова/Под ред. А. В. Востоковой. - М.: Аспект Пресс, 2002.
2. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. М.: ГИС-Ассоциация, 1999.
3. Лурье И.К. Основы геоинформационного картографирования. Учебное пособие. М.: изд-во Моск. ун-та, 2008.
4. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 1: Учеб. пособие для студ. вузов / Е.Г.Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; Под ред. В.С. Тикунова. - М.: Издательский центр «Академия», 2008.
5. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 2: Учеб. пособие для студ. вузов / Е.Г.Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; Под ред. В.С. Тикунова. - М.: Издательский центр «Академия», 2008.
6. MapInfo Professional: Руководство пользователя: Русская версия /Авт. пер. Журавлев В.И., Колотов А.Ю., Николаев В.А.// MapInfo Corporation Troy. - New York, 2013.

Рекомендуемая литература (дополнительная):

7. Берлянт А. М. Геоинформационное картографирование. М., 1997.
8. ДеМерс, Майкл Н. Географические Информационные Системы. Основы.: Пер. с англ. - М.: Дата+, 1999.
9. Лурье И. К. Моделирование в геоинформационном картографировании. // Университетская школа географической картографии. К 100-летию профессора К. А. Салищева / Под ред. А. М. Берлянта – М.: Аспект Пресс, 2005. стр. 181-189.
10. Новаковский Б.А., Прасолова А.И., Прасолов С.В. Цифровая картография: цифровые модели и электронные карты. М.: Изд-во Моск. унта, 2000.
11. Тикунов В. С. Моделирование в картографии. - М.: Изд-во МГУ, 1997.
12. Филатов Н. Н. Географические информационные системы. Применение ГИС при изучении окружающей среды: Учеб. пособие. - Петрозаводск: Изд-во КГПУ, 1997.

Вопросы для собеседования

по дисциплине Картография

Базовый уровень

Тема 1. Введение в Математическую картографию.

1. Предмет, содержание и задачи Математической картографии.
2. История развития Математической картографии в России.

3. История развития Математической картографии зарубежом.

Тема 2. Проекции общегеографических и тематических карт мира.

1. Квадратная цилиндрическая проекция (Генриха Мореплавателя).
2. Цилиндрическая равноугольная проекция Меркатора.
3. Цилиндрическая произвольная проекция Урмаева.
4. Цилиндрическая прямоугольная проекция Анаксимандра.

Продвинутый уровень

Тема 1. Введение в Математическую картографию.

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. Проекции общегеографических и тематических карт мира.

1. Производная равновеликая проекция Аитова-Гаммера.
2. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК, вариант 1950 года.
3. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК, вариант БСЭ.
4. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК, вариант ФГАМ.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он активно участвует в дискуссии по всем вопросам продвинутого уровня.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент активно участвует в дискуссии по всем вопросам базового уровня и двум вопросам продвинутого уровня.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент активно участвует в дискуссии по всем вопросам базового уровня.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент пассивно участвует в дискуссии по всем вопросам базового уровня.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент активно участвует в дискуссии по всем вопросам базового уровня.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент пассивно участвует в дискуссии по всем вопросам базового уровня.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Пример:

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя ответы на вопросы дискуссии.

Предлагаемые студенту вопросы позволяют проверить компетенции (ОПК-1, ОПК-3), сформированные в результате прохождения данного курса.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо подготовить ответы на заранее сформированные вопросы по темам курса. Ответ проходит в устной форме в течении 30 минут на одного человека, студент имеет право пользоваться на ответе только чистыми тетрадными листами, где иллюстрирует свой доклад с помощью чертежных принадлежностей. При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором и справочными таблицами.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
1.	с	Математическая картография изучает: а) технологию печатания карт, атласов и других картографических произведений б) теорию и методы художественного проектирования картографических произведений, их штрихового и красочного оформления в) теорию и методы создания картографических проекций, анализирует распределения картографических искажений в них, построение картографических сеток с заданными условиями г) теорию и методы применения картографических произведений в различных сферах практической, культурной, научной и образовательной деятельности	ОПК-2
2.	1-с 2-d 3-a 4-b	Соответствие между учеными древнего мира и созданными ими картографическими проекциями: 1) Фалес Милетский 2) Анаксимандр Милетский 3) Клавдий Птолемей 4) Аполлоний Пергский а) коническая равнопромежуточная проекция б) стереографическая проекция в) центральная (гномоническая) проекция г) цилиндрическая прямоугольная проекция	ОПК-2
3.	1-с 2-b 3-a 4-d	Соответствие между математическими элементами карты и их определением: 1) геодезическая основа 2) масштаб 3) картографическая проекция 4) компоновка а) математически определенный способ отображения поверхности земного эллипсоида на плоскости б) отношение длины линии на карте к длине горизонтальной проекции соответствующей линии на местности в) совокупность геодезических данных, необходимых для создания карт	ОПК-2

		d) взаимное размещение в пределах рамки самой изображаемой территории, ее названия, легенды, дополнительных карт и других данных	
4.	d	Основным элементом математической основы карт является: a) геодезическая проекция b) масштаб c) компоновка d) картографическая проекция	ОПК-2
5.	a c b d	В разное время эти эллипсоиды использовались на территории нашей страны для геодезических и картографических работ. Расположите их в порядке последовательности принятия для таких работ, начиная от самого раннего. a) Вальбека b) Красовского c) Бесселя d) ПЗ-90	ОПК-2
6.	относимости	Фигуры картографируемых тел обычно могут быть аппроксимированы математически правильными телами, чаще всего шаром или эллипсоидом вращения. Поверхность такого тела называют референц-поверхностью или поверхностью ####. Впишите пропущенное слово в нужном падеже	ОПК-3
7.	c, d	К моделям (структуры) представления пространственной информации, наиболее часто употребляемые в ГИС, относятся: a) графические b) тематические c) векторные d) растровые	ОПК-3
8.	Географические информационные системы	Компьютерные системы, предназначенные для сбора, хранения, дополнения, обработки, анализа, моделирования, визуализации пространственно-координированной (т.е. имеющей пространственную привязку, пространственно-распределенной) информации, а также проведения экспертиз при принятии управленческих решений, это ####. Впишите пропущенное слово в нужном падеже	ОПК-3
9.	Делоне	Треугольная полигональная сеть, образуемая на множестве точечных объектов путем их соединения непересекающимися линиями, это триангуляция ####. Впишите пропущенное слово в нужном падеже	ОПК-3
10.	диаграммы Вороного	Многоугольники близости, позволяющие проводить анализ на соседство, близость и доступность, это полигоны Тиссена или ####. Впишите пропущенное слово в нужном падеже	ОПК-3
11.	c	К вторичной информации второго вида относятся: a) фактические результаты непосредственных измерений b) информация, подвергаемая обработке: классификации, статистической обработке,	ОПК-3

		составлению таблиц, карт, атласов, диаграмм и т.д. с) научные отчеты, статьи, дипломные, диссертационные работы, обобщения, закономерности, гипотезы, теории d) рекомендации или методики, написанные доступным для неспециалистов языком	
12.	данные	Сырье, которое путем переработки можно превратить в информацию, т.е. строительный материал для создания информации, это ###. Впишите пропущенное слово в нужном падеже	ОПК-3
13.	цифровая модель рельефа	Средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей, или рельефов) в виде трехмерных данных, образующих множество высотных отметок (отметок глубин) и иных значений аппликат (координаты Z) в узлах регулярной или нерегулярной сети или совокупность записей горизонталей (изогипс, изобат) или иных изолиний, это #####. Впишите пропущенное слово в нужном падеже	ОПК-3
14.		Охарактеризуйте основные задачи математической картографии	ОПК-2
15.		Охарактеризуйте математические элементы карты	ОПК-2
16.		Географический глобус как модель поверхности Земли	ОПК-2
17.		Охарактеризуйте картографические проекции, описанные в капитальном труде «География» Клавдия Птолемея	ОПК-2
18.		Географическая и геоцентрическая системы координат, применяемые в математической картографии	ОПК-2
19.		Общая теория отображения одной поверхности на другую К.Ф. Гаусса	ОПК-2
20.		Теорема о наивыгоднейшей проекции П.Л. Чебышева	ОПК-2
21.		Дайте определение понятия «параметры картографической проекции»	ОПК-2
22.		Дайте определение понятий «эллипсы искажений», «главные направления»	ОПК-2
23.		Охарактеризуйте виды картографических искажений	ОПК-2
24.		Сущность картографической проекции	ОПК-2
25.		Охарактеризуйте виды картографических проекций по характеру искажений	ОПК-2
26.		Охарактеризуйте виды картографических проекций по способу построения	ОПК-2
27.		Охарактеризуйте картографические проекции, применяемые для создания карт мира	ОПК-2
28.		Охарактеризуйте картографические проекции, применяемые для создания карт полушарий	ОПК-2
29.		Охарактеризуйте картографические проекции, применяемые для создания карт материков	ОПК-2
30.		Принцип выбора картографических проекций для карт океанов	ОПК-3
31.		Принцип выбора картографических проекций для карт России и ее отдельных частей	ОПК-3
32.		Классификация, функции и структура ГИС	ОПК-3
33.		Дайте определения понятия «информация». Виды информации	ОПК-3

34.		Охарактеризуйте три основных подхода в теории информации	ОПК-3
35.		Охарактеризуйте картографические источники и типы данных	ОПК-3
36.		Классификация ГИС с точки зрения их программной архитектуры	ОПК-3
37.		Модели (структуры) представления пространственной информации в ГИС	ОПК-3
38.		Методы ввода векторных данных в ГИС	ОПК-3
39.		Методы ввода растровых данных в ГИС	ОПК-3
40.		Различия между растровыми и векторными моделями, их преимущества и недостатки	ОПК-3
41.		Выбор системы координат в зависимости от поставленных целей в ГИС	ОПК-3
42.		Структура экспертной системы в ГИС	ОПК-3
43.		Кадастровые данные, планы и карты для ГИС	ОПК-3
44.		Данные дистанционного зондирования для цифрового картографирования	ОПК-3
45.		Глобальные системы позиционирования, как источник данных для ГИС	ОПК-3
46.		Подсистемы глобальных систем позиционирования	ОПК-3
47.		Картометрические и геометрические функции ГИС	ОПК-3
48.		Сетевой анализ в ГИС	ОПК-3
49.		Дайте определение понятия «цифровая модель рельефа»	ОПК-3
50.		Источники данных для цифровых моделей рельефа	ОПК-3
		Семестры 4 и 5	