Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Нижегородский институт управления – филиал РАНХиГС
(наименование института (факультета))
Кафедра информатики и информационных технологий
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНО
Директор Нижегородского
института управления – филиала
РАНХиГС

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

Корпоративные информационные системы управления

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
реализуемой с применением электронного (онлайн) курса

Б1.В.13.02 ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
(индекс и наименование дисциплины (модуля), в соответствии с учебным планом)

направление подготовки
09.03.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки)

очная, заочная
(форма(ы) обучения)

2024
(год набора)

Нижний Новгород, 2024 г.

.

Автор(ы)–составитель(и):

Заведующий кафедрой информатики и информационных технологий, кандидат технических наук, доцент *(ученая степень и(или) ученое звание, должность, наименование кафедры)*	И.И. Гребенюк *(Ф.И.О.)*
Доцент кафедры информатики и информационных технологий, кандидат технических наук *(ученая степень и(или) ученое звание, должность, наименование кафедры)*	А.Б. Гордеев *(Ф.И.О.)*
Заведующий кафедрой информатики и информационных технологий, кандидат технических наук, доцент *(ученая степень и(или) ученое звание, должность, наименование кафедры)*	И.И. Гребенюк *(Ф.И.О.)*

Изменения РПД Б1.В.13.02 «Основы геоинформационных систем» одобрены на заседании кафедры информатики и информационных технологий

Протокол от 20 февраля 2024 г. № 12.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы 4

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО....5

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся....8

5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине....73

6. Методические материалы по освоению дисциплины с применением ЭК....77

7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет 80

7.1. Основная литература. 80

7.2. Дополнительная литература. 80

7.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы. 80

7.4. Нормативные правовые документы. 80

7.5. Интернет-ресурсы. 81

8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы 81

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы

1.1. Дисциплина «Основы геоинформационных систем» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Таблица 1

Код компетенции	Наименование компетенции	Код компонента компетенции	Наименование компонента освоения компетенции
ПКс-2	Способен разрабатывать и адаптировать прикладное программное обеспечение	**ПКс-2.3**	Использует приемы разработки и адаптации прикладных программных решений

1.2 В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

Таблица 2

ОТФ/ТФ/ профессиональные действия	Код компонента компетенции	Планируемые результаты обучения
ОТФ: выполнение работ и управление работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы. ТФ: • определение первоначальных требований заказчика к ИС и возможности их реализации в ИС на этапе предконтрактных работ (С/01.6); • документирование существующих бизнес-процессов организации заказчика (реверс-инжиниринг бизнес-процессов организации) в рамках проекта создания (модификации) ИС (С/07.6); • разработка модели бизнес-процессов заказчика в рамках проекта создания (модификации) ИС (С/08.6); • адаптация бизнес-процессов заказчика ИС к возможностям ИС в рамках проекта создания (модификации) ИС (С/09.6); • выявление требований к ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС (С/11.6); • разработка архитектуры ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС (С/14.6); • разработка прототипов ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС (С/15.6); • разработка баз данных ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС (С/17.6);	ПКс-2.3	На уровне знаний: –предметная область автоматизации; –программные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий организаций; –современные подходы и стандарты автоматизации организации; –возможности типовой ИС; –предметная область автоматизации; –инструменты и методы моделирования бизнес-процессов; –устройство и функционирование современных ИС; –технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии; –современные стандарты информационного взаимодействия систем; –программные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий организаций; –современные объектно-ориентированные языки программирования; –современные структурные языки программирования; –языки современных бизнес-приложений. На уровне умений: –разрабатывать документы в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС; –кодировать на языках программирования в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС. На уровне навыков: • анализировать исходную документацию.

ОТФ/ТФ/ профессиональные действия	Код компонента компетенции	Планируемые результаты обучения
• оптимизация работы ИС заказчика в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС (С/26.6). ТД: • сбор исходных данных у заказчика ИС о его бизнес-процессах в рамках проекта создания (модификации) ИС (С/09.6); • анализ функциональных разрывов и корректировка на его основе существующей модели бизнес-процессов заказчика ИС в рамках проекта создания (модификации) ИС (С/09.6); • утверждение у заказчика предлагаемых изменений его бизнес-процессов для реализации их автоматизации в типовой ИС (С/09.6); • разработка прототипа ИС в соответствии с требованиями заказчика к ИС в рамках выполнения работ и управления работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС (С/15.6).		

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Индекс дисциплины Б1.В.13.02. «Основы геоинформационных систем» является частью модуля Б1.В.13 «Автоматизация управленческих процессов в корпоративных сетях» части, формируемой участниками образовательных отношений.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов / 81 астрономический час.

По очной форме обучения: количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем составляет 48 часов, из них, лекции - 16 часов, практические занятия - 32 часов. Самостоятельная работа составляет - 56 часов, контроль – 4 часа.

По заочной форме обучения: количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем составляет 12 часов, из них, лекции – 4 часа, практические занятия – 8 часов. Самостоятельная работа составляет 92 часов, контроль – 4 часа.

Форма промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом: зачет с оценкой.

3. Содержание и структура дисциплины

3.1 Структура дисциплины

Таблица 3.

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, час.						Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л/ЭО, ДОТ*	ЛР/ ЭО, ДОТ*	ПЗ/ ЭО, ДОТ*	КСР		
Очная форма обучения								
Тема 1	Понятие географических информационных систем (ГИС). Функции ГИС.	14	2				12	О
Тема 2	Источники данных для ГИС. Ввод данных в ГИС.	18	2		6		10	О, Пз
Тема 3	ГИС и СУБД.	20	4		6		10	О, Пз
Тема 4	Типы пространственных объектов и модели пространственных данных в ГИС.	14	2		6		6	О, Пз
Тема 5	Технологии создания и реализации геоинформационных проектов и электронных векторных карт.	18	2		6		10	О, Пз
Тема 6	Сферы использования, прикладное значение ГИС.	20	4		8		8	О, Пз
Промежуточная аттестация		4						зачет с оценкой
Всего (в з.е./акад.часах/астр.часах):		**3/108/ 81**	**16/12**		**32/24**		**56/ 42**	**4/3**
Заочная форма обучения								
Тема 1	Понятие географических информационных систем (ГИС). Функции ГИС.	14	1				13	О
Тема 2	Источники данных для ГИС. Ввод данных в ГИС.	17	1		2		14	О, Пз
Тема 3	ГИС и СУБД.	21			2		19	О, Пз
Тема 4	Типы пространственных объектов и модели пространственных данных в ГИС.	14	1				13	О
Тема 5	Технологии создания и реализации геоинформационных проектов и электронных	17	1		2		14	О, Пз

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, час.						Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л/ЭО, ДОТ*	ЛР/ ЭО, ДОТ*	ПЗ/ ЭО, ДОТ*	КСР		
	векторных карт.							
Тема 6	Сферы использования, прикладное значение ГИС.	21			2		19	О, Пз
Промежуточная аттестация		4						Зачет с оценкой
Всего (в з.е./акад.часах/астр.часах):		**3/108/81**	**4/3**		**8/6**		**92/69**	**4/3**

Примечание:

** – при применении электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в соответствии с учебным планом*

*** – формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), тестирование (Т),), оценка доклада (Д), оценка работы с документами в микрогруппе (М), оценка презентации(Пр), отчет по практическим занятиям (Пз), отчет по лабораторным работам (Лб) .*

3.2 Содержание дисциплины

Тема 1 Понятие географических информационных систем (ГИС). Функции ГИС.

Определение географической информационной системы (ГИС). Данные. Информация. Знания. Компоненты ГИС. Взаимосвязь ГИС банками (базами) данных и интеллектуальными системами. Классификация ГИС. Геоинформатика как наука, технология и производственная деятельность. Функции ГИС. Аналитические операции, выполняемые ГИС. Отрасли, смежные с геоинформатикой. Геоматика. Периоды развития геоинформатики и ГИС. Характеристики современных ГИС.

Тема 2 Источники данных для ГИС. Ввод данных в ГИС.

Свойства исходных данных для ГИС. Картографические источники данных для ГИС. Данные дистанционного зондирования. Статистические материалы и сведения, данные кадастров и реестров. Способы ввода данных в ГИС. Цифрование (векторизация). Ручная, полуавтоматическая и автоматическая векторизация. Цифровая карта. Слои. Критерии качества цифровой карты.

Тема 3 ГИС и СУБД.

Понятие систем управления базами данных (СУБД). Понятие базы данных ГИС (БД ГИС). Требования к созданию БД ГИС. Уровни проектирования БД ГИС. Позиционная и атрибутивная составляющие данных в ГИС. Геореляционная модель данных. Внешние системы управления базами данных.

Тема 4 Типы пространственных объектов и модели пространственных данных в ГИС.

Цифровые модели пространственных данных. Базовые типы пространственных объектов в ГИС. Цифровое описание пространственного объекта. Типы моделей пространственных данных. Растровая модель. Регулярно-ячеистая (матричная) и квадротомическая модели. Векторная (топологическая и нетопологическая) модель. Преобразование данных из одной модели в другую. Форматы и стандарты обмена пространственными данными.

Тема 5 Технологии создания и реализации геоинформационных проектов и электронных векторных карт.

Основные этапы разработки геоинформационных проектов. Источники информации для реализации геоинформационных проектов. Формирование структуры слоев векторной электронной карты. Файлы организации данных электронной карты. Представление и вывод информации. Решение аналитических задач. Размещение векторных электронных карт в Интернет. Системы автоматизированного картографирования на базе ГИС.

Тема 6 Сферы использования, прикладное значение ГИС. ГИС в управлении территориями.

ГИС в информатизации органов власти и управления. Геомаркетинг. Геомаркетинговая информационная система. ГИС для решения транспортных и сетевых задач. ГИС в сфере недвижимости. Корпоративные ГИС. ГИС в городском планировании и моделировании.

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

4.1. В ходе реализации дисциплины «Основы геоинформационных систем» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Таблица 4.

№	Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Понятие географических информационных систем (ГИС). Функции ГИС	Опрос
Тема 2	Источники данных для ГИС. Ввод данных в ГИС.	Опрос, отчет по практическим занятиям
Тема 3	ГИС и СУБД.	Опрос, отчет по практическим занятиям
Тема 4	Типы пространственных объектов и модели пространственных данных в ГИС.	Опрос, отчет по практическим занятиям
Тема 5	Технологии создания и реализации геоинформационных проектов и электронных векторных карт.	Опрос, отчет по практическим занятиям
Тема 6	Сферы использования, прикладное значение ГИС. ГИС в управлении территориями.	Опрос, отчет по практическим занятиям

4.2. Типовые материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Материалы текущего контроля успеваемости по теме 1.

Вопросы для текущего контроля в форме опроса

1. Понятие географической информационной системы (ГИС).
2. Данные. Информация. Знания.
3. Компоненты ГИС.
4. Взаимосвязь ГИС банками (базами) данных и интеллектуальными системами.
5. Классификация ГИС.
6. Геоинформатика как наука, технология и производственная деятельность.
7. Функции ГИС. Аналитические операции, выполняемые ГИС.
8. Отрасли, смежные с геоинформатикой. Геоматика.
9. Периоды развития геоинформатики и ГИС.
10. Характеристики современных ГИС.

Материалы текущего контроля успеваемости по теме 2.

Вопросы для текущего контроля в форме опроса

1. Свойства исходных данных для ГИС.
2. Картографические источники данных для ГИС. Данные дистанционного зондирования. Статистические материалы и сведения, данные кадастров и реестров.
3. Способы ввода данных в ГИС. Цифрование (векторизация). Ручная, полуавтоматическая и автоматическая векторизация.
4. Цифровая карта. Слои. Критерии качества цифровой карты.

Практические задания

1.1 Введение

Цель задания — знакомство с моделями пространственных объектов и базой пространственных данных. Визуализация данных на карте. Оформление легенды и компоновки карты.

1.1.1 Контрольный лист

- Добавить на карту слои базы пространственных данных и оформить их
- Настроить подписи объектов
- Создать компоновку карты, легенду и координатную сетку
- Экспортировать результат в графический файл

1.1.2 Аннотация

Задание посвящено знакомству с базами пространственных данных а также созданием тематических карт на их основе. Вы научитесь извлекать из базы данных и визуализировать пространственные данные, оформлять легенду, сетку координат и зарамочные элементы карты.

1.2 Изучение данных в приложении ArcMap

1. Скопируйте папку *Ex01* с сервера в каталог под своей фамилией.
2. Откройте приложение **ArcMap** (рис. 1).

ArcMap — это основное приложение ArcGIS, предназначенное для редактирования и анализа данных, создания новых объектов и оформления карт.

Рис. 1 Приложение ArcMap

3. Откройте окно **Catalog**, нажав кнопку на панели инструментов.

Catalog (Каталог) — это файловый менеджер для управления пространственными данными. Его задачи в чем-то аналогичны *Проводнику* в Windows или *Finder* в mac OS: создание, копирование, удаление и т.д., но видит он только файлы тех форматов, которые можно использовать в ГИС.

4. Раскройте папку *D:/GIS* в дереве каталогов и найдите в ней директорию *Ex01* в вашем каталоге, содержащую исходные данные для выполнения первого задания. Если директории *D:/GIS* нет в списке, подключитесь к ней с помощью кнопки .

5. Внутри директории *Ex01* раскройте содержимое объекта под названием *Satino.gdb* — это база пространственных данных, созданная в формате *File Geodatabase* (файловая база геоданных).

База геоданных — это структурированное хранилище, внутри которого можно создавать слои данных, группировать их и связывать различными отношениями. В базе геоданных *Satino.gdb* есть две группы: General (общегеографические данные) и Thematic (тематические данные).

Внутри базы геоданных есть данные трех типов:

- — слои векторных данных (классы пространственных объектов),
- — слои растровых данных;
- — обычные таблицы;

Класс пространственных объектов (feature class) — это набор пространственных объектов одного типа геометрии (точки, линии, полигоны или объемные тела). Для класса могут быть определены атрибуты, а его представлением является таблица, содержащая как обычные столбцы (текстовые, числовые и т.д.) так и специальное поле *Shape*, в котором хранится информация о геометрии. Каждая строчка в таблице — это описание одного объекта.

Представьте, что вы работаете с двумя слоями: один содержит точки наблюдений скорости течения реки Протвы, другой — представление самой реки на меженный уровень в виде площадного объекта. Съемка точек производилась с помощью GPS-приемника, координаты измерены в виде геодезических широт и долгот на эллипсоиде *WGS-1984*. Береговая линия реки получена с топографического плана и сохранена в проекции *UTM*, координаты точек границы представлены семизначными числами в метрах.

Как совместить эти два слоя, чтобы составить карту фактического материала? Очевидно, надо преобразовать координаты одного слоя в систему координат другого слоя: либо в метры в проекции UTM, либо в градусы на эллипсоиде *WGS-1984*.

1. Дважды щелкните на слое *WaterPolygon* в группе *General* и перейдите на вкладку **XY Coordinate System**.
2. Найдите строку **Projection**.

В какой проекции хранятся координаты?

Как вы помните, проекции обладают разными искажениями. В частности, проекция *Меркатора* вытягивает все приполярные объекты вдоль меридианов, следовательно, величины плоских прямоугольных координат зависят о того, какая проекция используется.

3. Найдите строку **Linear Unit**.

В каких единицах измерения записаны координаты в проекции слоя WaterPolygon? Это могут быть градусы, метры, футы (в США) и т.д.

4. Откройте свойства слоя *HydroMeasures*, лежащего к корне базы геоданных. Этот слой хранится в *Географической системе координат (ГСК)* — широтах и долготах, отнесенных к эллипсоиду *WGS-1984*. Т.е. у него **нет проекции**.

5. Закройте свойства слоя *HydroMeasures*.

6. Перенесите в таблицу содержания (окно **Table of Contents** на Рис. 1.1) слой *WaterPolygon* из группы *General*.

Обратите внимание на то, что слой добавился под названием Гидрография (полигоны). У него был русскоязычный псевдоним (*alias*). Его можно задать в свойствах слоя в **Каталоге**.

Объекты базы геоданных, такие как слои, наборы данных, атрибутивные поля, обычно называют латинскими буквами, однако вы можете дать им русскоязычные псевдонимы, которые будут отображаться вместо названий в **ArcMap**.

7. Добавьте в таблицу содержания слой *HydroMeasures*. Обратите внимание на то, что слои совместились, несмотря на то, что у них различные системы координат!

8. Откройте панель инструментов **Tools** (инструменты), щелкнув правой кнопкой мыши вверху окна и выбрав ее из списка.

9. Попробуйте инструменты навигации с панели **Tools**: увеличить/уменьшить и переместить . Обратите внимание на то, как будет меняться масштаб вверху окна.

Для быстрого доступа к инструментам **увеличить, уменьшить и переместить** используйте клавиши Z, X и C соответственно.

10. Выберите инструмент **Identify** и щелкните мышью на любом объекте, либо растяните прямоугольник вокруг объектов.

Какую информацию позволяет узнать инструмент идентификации?

11. Откройте атрибутивную таблицу слоя *Гидрография (полигоны)*, щелкнув на нем правой кнопкой мыши и выбрав команду **Open Attribute Table**.

12. Найдите поля *Shape* и *ObjectID*.

Звездочка (*) рядом с названием поля означает, что для него внутри базы геоданных построен *индекс* — невидимая вспомогательная таблица, позволяющая быстро находить объекты по их атрибутам или местоположению. Соответственно, различают атрибутивный и пространственный индекс.

В поле *ObjectID* хранится уникальный идентификатор каждого объекта. Он нужен системе для того, чтобы каждый объект можно было гарантированно найти по некому однозначному критерию.

В поле *Shape* (вспомните, что слой полигональный) хранится список координат вершин полигона. Геометрия объектов редактируется специальными инструментами, поэтому содержимое поля *Shape* скрыто от пользователя.

13. Закройте атрибутивную таблицу.

1.3 Оформление слоя четвертичных отложений

1. Удалите из таблицы содержания слой *HydroMeasures* и добавьте слой *QDeposit* (четвертичные отложения). Перетащите его вниз списка и дважды щелкните на нем.

2. Перейдите на вкладку **Symbology** (рис. 2). Здесь вы встретите многие знакомые вам способы изображения.

Просмотрите список в левой части диалога и попробуйте назвать способы изображения, основываясь на вспомогательных иллюстрациях.

Четвертичные отложения показываются качественным фоном. В ArcGIS этот способ изображения называется **Categories** (категории).

3. Выберите пункт **Categories** в списке слева, и в нем же выберите режим *Unique values* (уникальные значения).

Вверху вы должны увидеть два списка: поле, из которого необходимо взять уникальные значения, и цветовая шкала.

4. Выберите поле *Отложения* в списке **Value Field**, и нажмите внизу диалога кнопку **Add All Values**. Программа просканирует все строчки таблицы, найдет уникальные значения, которые там есть, и подставит их в список. В крайнем правом поле отображается количество объектов каждого уникального значения (рис. 2).

Рис. 2: Диалог настройки символов для отображения слоя

Обратите внимание на то, что типам объектов были автоматически присвоены символы из той цветовой шкалы, которая выбрана справа вверху.

5. Снимите галочку **All other values**, расположенную вверху списка.

6. Разверните список цветовых шкал **Color Ramp** и выберите любую другую на свой вкус. Цвета объектов в легенде автоматически поменяются.

Существуют официальные и негласные договоренности относительно цветов, используемых на геологических, геоморфологических, почвенных, геоботанических картах. Вы можете задать каждому типу индивидуально тот цвет, который требуется. Более того, вы можете сохранить набор цветов как шкалу.

7. Щелкните дважды на любом символе в легенде. Перед вами появится диалог настройки символа, в котором вы можете поэкспериментировать.

8. Закройте диалог настройки символа и нажмите **ОК** в диалоге свойств слоя.

Теперь слой *Четвертичные отложения* показан способом качественного фона с использованием тех цветов, которые были назначены каждому типу.

1.4 Подписи

В предыдущем разделе вы изучили возможные способы изображения и показали типы четвертичных отложений способом качественного фона. Однако карты без подписей встречаются крайне редко. Если в атрибутивной таблице набора данных есть поле с теми значениями, которые надо вынести в качестве подписей, это делается автоматически.

1. Убедитесь, что включен механизм расстановки подписей **Maplex**. Для этого откройте панель инструментов **Labeling** и поставьте соответствующую галочку (рис. 3).

Рис. 3 Включение механизма расстановки подписей Maplex

2. Откройте снова свойства слоя Четвертичные отложения и перейдите на вкладку **Labels**.
3. Отметьте галочкой опцию **Label features in this layer**. Эта опция включает подписи для слоя.
4. В поле **Label Field** выберите значение *Индекс* Подписи будут браться из этого поля. Рядом расположены элементы настройки шрифта, с которыми вы можете поэкспериментировать (Рис. 4).

Рис. 4 Диалог настройки подписей объектов слоя

5. Нажмите кнопку **Placement Properties**. Появившийся диалог позволяет вам настроить, как именно будут размещены подписи относительно самих объектов. Это очень мощный инструмент, который управляет множеством нюансов расстановки подписей.
6. В диалоге **Placement Properties** нажмите кнопку **Position** и изучите возможные варианты размещения подписей.
7. Закройте все диалоговые окна, последовательно нажимая кнопку **OK** в каждом из них.
8. Нажмите кнопку на панели **Tools**, чтобы вся карта уместилась в окне просмотра. Окно приложения примет вид, примерно соответствующий тому, что показано на рис. 5.

Рис. 5 Карта четвертичных отложений с индексами в произвольной цветовой шкале

Обратите внимание, что на вашей карте все объекты подписаны одинаково. Если требуется, чтобы подписи объектов были разными в зависимости от типа объекта, на вкладке **Labels** свойств слоя необходимо сменить режим *Label all the features the same way* на режим *Define classes…* и произвести настройку.

Снимок экрана №1. Окно карты с подписями объектов

1.5 Компоновка карты

Если карту необходимо подготовить к печати, снабдить заголовком, масштабом, легендой и градусной сеткой, используется режим компоновки.

1. Выберите пункт меню **View > Layout View**. Приложение перейдет в режим компоновки.
2. Откройте панель инструментов **Layout**. С ее помощью вы можете осуществлять навигацию в режиме компоновки (рис. 6).

Рис. 6 Панель инструментов Layout

3. Откройте меню **Insert** и изучите его содержание.

Какие элементы компоновки можно создать, используя меню **Insert**?

4. Вставьте название карты (**Insert > Title**). В появившемся диалоге введите текст «Карта четвертичных отложений». Сдвиньте название в угол листа.
5. Вставьте легенду (**Insert > Legend**). Добавьте туда только слой четвертичных отложений. Разберитесь самостоятельно с мастером создания легенды.

Настройка легенды разнесена на несколько диалоговых окон. Изучите назначение каждого из них.

Сетка прямоугольных координат строго привязана к местоположению самой карты, поэтому она является ее свойством. Для того, чтобы вставить ее, выполните следующие шаги:

6. Дважды щелкните на заголовке фрейма данных **Layers** и перейдите на вкладку **Grid**.
7. Нажмите кнопку **New Grid**.

Перед вами окажется диалог с тремя типами возможных сеток. Чем они отличаются?

8. Выберите режим *Measured Grid*, который создает сетку в плоских прямоугольных координатах. Изучите модерждание каждого последующего диалога, параметры оставьте по умолчанию

9. Нажмите **ОК** в свойствах фрейма данных. Теперь поверх вашей карты должна отображаться сетка прямоугольных координат.

10. Разместите на карте линейный масштаб в метрах.

Снимок экрана №2. `Компоновка карты с легендой и масштабом`

Сохраните документ карты через команду меню **File > Save as** в свой каталог *Ex01* под названием *Ex01_<Фамилия>.mxd*.

Файл с расширением `.mxd` является файлом документа карты **ArcMap**. Он содержит перечень слоев и их настроек, созданные компоновки и ряд дополнительных параметров. Документ карты, как и входящие в него слои, не хранит сами данные, а лишь *ссылается* на них. Поэтому, перемещая проект на другой компьютер, вы должны также переместить и данные, чтобы он открылся (в вашем случае — базу геоданных, из которой вы добавляли классы объектов на карту).

1.6 Редактирование атрибутов

Атрибуты играют важную роль в геоинформационных системах. На их основе происходит визуализация данных, также они участвуют в большинстве операций пространственного анализа. Необходимо овладеть техникой их создания, редактирования и использования.

Редактирование атрибутов может понадобиться при заполнении полей для новых объектов, исправлении ошибок и заполнении пустых значений.

1. Переключитесь обратно в режим **View > Data View**.
2. Добавьте на карту слой *WaterLine* (линейные объекты гидрографии).
3. Исправьте его символ на голубую линию толщиной 1.5 пиксела, чтобы он лучше читался на карте.
4. Включите подписи по полю *RiverName* на вкладке **Labels**, задайте им синий цвет, криволинейное размещение и нажмите **OK** в диалоге свойств слоя.

Появились ли подписи ручьев?

По всей видимости, с атрибутом *RiverName* что-то не в порядке, необходимо проверить его содержимое.

5. Зажмите клавишу `Ctrl` и дважды кликните на названии слоя *Гидрография (линии)*. Откроется его атрибутивная таблица.

Таблицу также можно открыть через контекстное меню слоя, выбрав пункт **Open Attribute Table**. Свойства слоя также доступны из пункта **Properties** в контекстном меню. Однако вариант с двойным нажатием более быстрый и, скорее всего, более удобный.

Похоже, что создатель слоя забыл внести в него названия водотоков. Следует исправить этот недочет.

6. Пристыкуйте таблицу в нижнюю часть окна, чтобы она не загораживала карту.
7. Выделите в таблице содержания слой Гидрография (линии) и в его контекстном меню выберите пункт **Edit Features > Start Editing**. Включится режим редактирования, который позволяет вручную править атрибуты и геометрию объектов. Должна появиться панель редактора (рис. 7).

Рис. 7 Панель редактирования Editor

8. Чтобы не выделять лишних объектов, в контекстном меню слоя *Гидрография (линии)* выберите пункт **Selection > Make this the only selectable layer**

9. Возьмите с панели редактора инструмент выбора (отмечен на рисунке) и выделите с его помощью ручей *Язвицы* (на севере полигона). Он автоматически подсветится в таблице. Введите название в ячейку поля *RiverName* (рис. 8).

Рис. 1.8 Редактирование таблицы атрибутов слоя

10. Найдите на карте Чолоховский ручей (на юге полигона), выделите его и в контекстном меню выберите пункт **Attributes**. Перед вами откроется окно формы редактирования атрибутов — еще один способ редактирования таблицы, ориентированный на индивидуальную работу с каждым объектом (рис. 9).

Рис. 9 Форма редактирования атрибутов отдельного объекта

11. Найдите поле *RiverName* и введите название ручья.

12. Завершите редактирование, выбрав на панели редактора пункт меню **Editor > Stop Editing**. В появившемся диалоге нажмите Да.

Сохраните документ карты еще раз. Сохраните ваш отчетный файл и положите его в сетевую папку преподавателя.

1.7 Создание и вычисление атрибутов (дополнительно)

Поля можно не заполнять не только вручную, но и автоматизированно. В частности, их можно вычислять и копировать значения из других полей. Но для начала необходимо научиться их создавать.

Предположим, что бригада топографов произвела съемку границы леса в целях ее сравнения с данными 10-летней давности. Чтобы построить карту границы леса и совместить ее с другими данными, необходимо знать координаты опорных геодезических пунктов, которые участвовали в планово-высотном обосновании. Эти пункты есть в базе геоданных *Satino.gdb*.

1. Добавьте на карту слой *GeoPoints* (геодезические пункты).
2. Смените через свойства слоя значок на белый треугольник с точкой посередине (он есть в библиотеке).
3. Откройте атрибутивную таблицу слоя.

Есть ли координаты точек в таблице слоя Геодезические пункты? В каком поле они должны храниться?

Координаты объектов точечного слоя можно вывести в числовое поле. Для этого создадим два поля *X* и *Y*.

4. Выберите в окне таблицы пункт меню **Table Options — Add Field…**.
5. В диалоге введите *X* (латиницей) в название поля **Name**.
6. Теперь необходимо задать тип поля. Раскройте ниспадающий список **Type**.

Какой тип должно иметь поле для хранения координат геодезических пунктов и почему?

7. Установите тип поля *Float*. Остальные параметры оставьте по умолчанию. Нажмите **OK**.
8. Повторите операцию, создав поле *Y*.
9. Нажмите правой кнопкой на заголовке поля *X* и выберите в контекстном меню **Calculate Geometry…**.
10. В появившемся диалоге из ниспадающего списка выберите величину *X Coordinate of Point* и единицы измерения *Meters*.

Обратите внимание, что инструмент **Calculate Geometry** позволяет вам вычислять координаты не только в проекции данных (*data source*), но и в проекции карты (*data frame*).

11. Нажмите **OK**.
12. Повторите вычисление координаты для поля **Y**

Какого порядка величины получились в полях **X** и **Y**? Вспомните, куда направлена ось *X* в проеции *UTM/Гаусса-Крюгера*. Нет ли здесь противоречия?

В ArcGIS используется стандартная система плоских прямоугольных координат, в которой ось *X* направлена на восток, а ось *Y* — на север. То же самое касается и проекций Гаусса-Крюгера и UTM

Материалы текущего контроля успеваемости по теме 3.

Вопросы для текущего контроля в форме опроса

1. Понятие систем управления базами данных (СУБД).
2. Понятие базы данных ГИС (БД ГИС).
3. Требования к созданию БД ГИС.
4. Уровни проектирования БД ГИС.
5. Позиционная и атрибутивная составляющие данных в ГИС.
6. Георелляционная модель данных.
7. Внешние системы управления базами данных.

Практические задания

Цель задания — знакомство с моделями пространственных объектов и базой пространственных данных. Визуализация данных на карте. Оформление легенды и компоновки карты.

Параметр	Значение
Теоретическая подготовка	Модели пространственных данных, модели пространственных объектов, базы пространственных объектов, картографические проекции
Практическая подготовка	Не требуется
Исходные данные	Картографическая база данных на территорию Швейцарии
Результат	Общегеографическая карта Швейцарии в масштабе 1:1 750 000.
Ключевые слова	Модели пространственных данных, модели пространственных объектов, базы пространственных данных, классы пространственных объектов, визуализация пространственных данных

Контрольный лист

- Добавить на карту слои базы пространственных данных и оформить их
- Настроить подписи объектов
- Создать компоновку карты и легенду
- Экспортировать результат в графический файл

Аннотация

Задание посвящено знакомству с базами пространственных данных а также созданием тематических карт на их основе. Вы научитесь извлекать из базы данных и визуализировать пространственные данные, оформлять легенду, сетку координат и зарамочные элементы карты.

Начало работы

1. Запустите приложение **ArcMap** и откройте окно **Catalog**
2. Подключитесь к рабочему каталогу *Ex02* в окне **Catalog**.

В каталоге *Ex02* находится база геоданных *MapData.gdb*, содержащая исходные данные для выполнения задания. Внутри базы геоданных могут быть объекты следующих типов:

- — слои векторных данных (классы пространственных объектов),
- — слои растровых данных;
- — обычные таблицы;

3. Раскройте базу данных *MapData.gdb* и изучите ее содержимое (рис. 1).

Рис. 1 База данных `MapData.gdb`

Векторные слои базы данных *MapData.gdb*:

Слой	**Содержание**
Airports	Аэропорты
Borders	Границы
Cities	Города
Countries	Страны
Frame	Рамка (фрейм)
Heights	Высотные отметки
Lakes	Озера
Railroads	Железные дороги
Rivers	Реки
Roads	Дороги
Snow	Ледники и снежники
UrbanAreas	Урбанизированные территории

Растровые слои базы данных *MapData.gdb*:

Слой	**Содержание**
Elevation	Высоты рельефа
Hillshade	Отмывка рельефа

Оформление рельефа

1. Добавьте на карту слой *Elevation* из базы данных *MapData.gdb*.
2. В настройках оформления растрового слоя установите способ градиентной окраски со следующими параметрами:

Параметр	**Значение**
Шкала	Surface
Растяжение гистограммы	Минимум-Максимум (Minimum-maximum)

3. Установите передискретизацию слоя на вкладке **Display** в режим кубической свертки — *Cubic Convolution* (рис. 2). Результат:

Рис. 2 Гипсометрическая окраска рельефа

4. Наложите отмывку поверх гипсометрической окраски. Для этого добавьте на карту слой отмывки *Hillshade* и установите для него следующие параметры:

Параметр	**Значение**
Прозрачность	50%
Режим передискретизации	Кубическая свертка

5. Остальные параметры оставьте по умолчанию и нажмите **ОК**.
6. *Результат* (рис. 3):

Рис. 3 Гиспосметрическая окраска и отмывка рельефа

Сохраните документ карты через команду меню **File > Save as** в свой каталог *Ex02* под названием *Ex02_<Фамилия>.mxd*.

Файл с расширением `.mxd` является файлом документа карты **ArcMap**. Он содержит перечень слоев и их настроек, созданные компоновки и ряд дополнительных параметров. Документ карты, как и входящие в него слои, не хранит сами данные, а лишь *ссылается* на них. Поэтому, перемещая проект на другой компьютер, вы должны также переместить и данные, чтобы он открылся (в вашем случае — базу геоданных, из которой вы добавляли классы объектов на карту).

Оформление векторных слоев

Добавьте на карту и оформите векторные слои, содержащиеся в базе данных *MapData.gdb*, все кроме слоя *Countries*. Для каждого слоя выберите единый символ. В качестве образца оформления используйте рисунок ниже (рис. 4).

Рис. 4: Образец оформления карты (крупно)

Учтите, что:

- Слой *Snow* располагается между отмывкой и цветовой окраской рельефа. Это позволяет показать заснеженные территории, но при этом сохранить светотеневую пластику.
- При выборе значка для аэропорта следует воспользоваться поиском по символам, набрав ключевое слово *«airport»*

Результат (рис. 5):

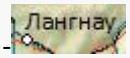
Рис. 5 Образец оформления карты (полный охват)

Создание подписей

1. Установите масштаб карты равным 1:1 750 000.
2. Включите **Maplex** для размещения подписей и переведите его в режим *Best*
3. Сделайте подписи для слоев *Cities*, *Heights*, *Rivers*, *Lakes* со следующими параметрами:

Cities:

Параметр	**Значение**
Шрифт	Calibri
Размер	10
Цвет	Черный
Начертание	Обычный
Размещение	По умолчанию

Параметр	Значение
Образец	

Heights:

Параметр	Значение
Шрифт	Calibri
Размер	7
Цвет	Серый 80%
Начертание	Курсивный
Размещение	По умолчанию
Образец	

Rivers:

Параметр	Значение
Шрифт	Calibri
Размер	10
Цвет	Синий Dark Navy
Начертание	Курсивный
Размещение	Regular Placement > Offset Curved
Образец	

Lakes:

Параметр	Значение
Шрифт	Calibri
Размер	8
Цвет	Синий Dark Navy
Начертание	Курсивный
Размещение	Regular Placement > Curved
Образец	

Результат должен выглядеть примерно следующим образом (рис. 6):

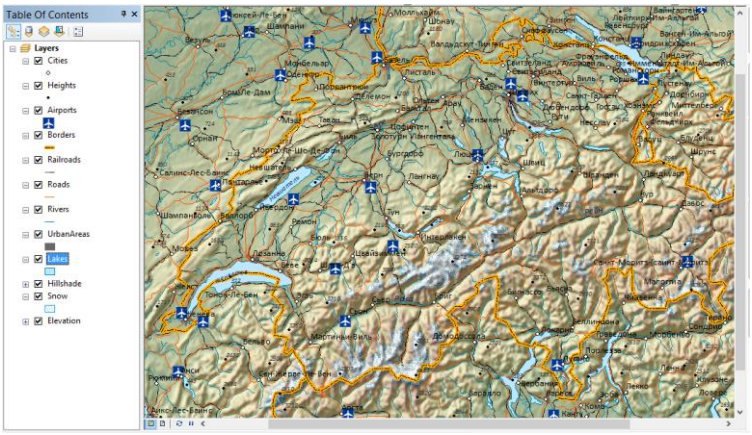


Рис. 6 Картографическое изображение с подписями

Классификация населенных пунктов

Недостатком полученной карты является то, что все населенные пункты показаны одинаково. Чтобы исправить этого, необходимо разделить их по категориям численности населения. Для этого:

1. В диалоге настройки символов слоя включите режим отображения **Categories (unique values)**, используя значения поля *Население_диапазон*
2. Отсортируйте классы численности в нужном порядке, используя стрелочки.
3. Настройте размер кружка таким образом, чтобы его диаметр менялся от 3 до 7 пунктов

Результат (рис. 7):

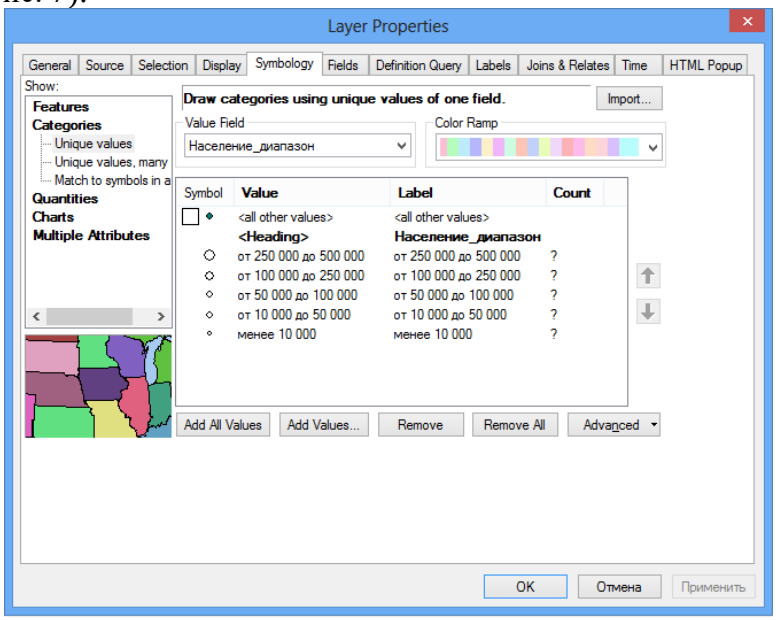


Рис. 7 Настройка шкалы размеров значков населенных пунктов

4. Перейдите на вкладку **Labels** и переключите подписи в режим нескольких классов.
5. Импортируйте классы с помощью кнопки **Get Symbol Classes**.
6. Настройте подписи следующим образом:
   - Шрифт *Calibri* черного цвета
   - Размер шрифта должен увеличиваться от низшего класса (менее 10 000) до самого крупного (от 250 000 до 500 000) с 8 до 12 пунктов.

- Подписи городов крупнее 100 000 человек должны быть жирным шрифтом.

Результат (рис. 8):

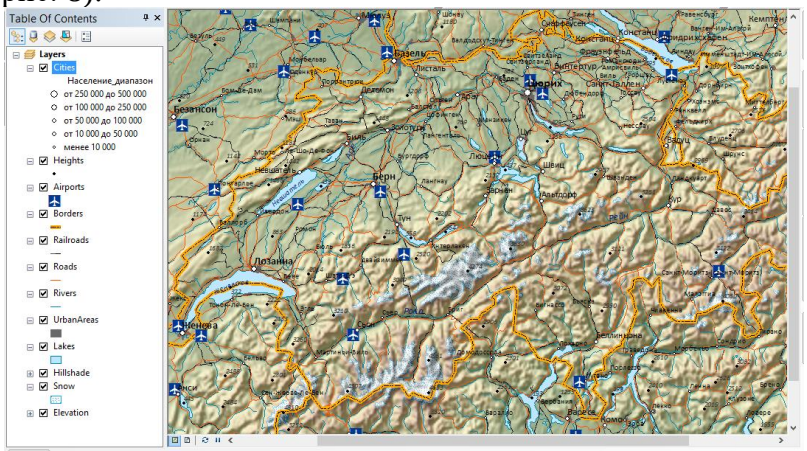


Рис. 8 Классифицированные населенные пункты на карте

Маска и подписи стран

1. Добавьте на карту слой *Countries* и расположите его между слоями *Hillshade* и *Snow*.
2. Настройте отображение слоя способом **Categories (unique values)** по полю *Name*.
3. Установите следующие параметры отображения:

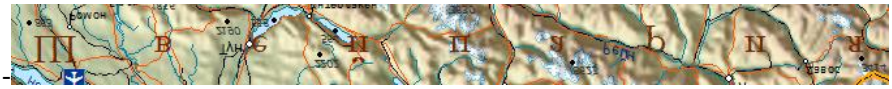
Параметр	**Значение**
Цвет заливки	Швейцария — нет заливки, остальные страны — серый 50%
Цвет обводки	Нет
Прозрачность слоя	50%

4. Включите подписи стран по полю *Name*, используя следующие параметры:

Параметр	**Значение**
Шрифт	Garamond
Размер	24
Цвет	Коричневый/Бордовый
Начертание	Обычный

5. Также установите следующие параметры размещения:

Параметр	**Значение**
Позиция	Type > Land Parcel Placement
Растяжка	Распределять символы (Spread Characters)
Плотность размещения	Подписывать только крупнейшую часть (Label largest feature part)
Разрешение конфликтов	Никогда не удалять (Never Remove)

Параметр	Значение
Образец	

Результат (рис. 9):



Рис. 9 Маскированная территория Швейцарии на картографическом изображении

Настройка компоновки карты

1. Переключитесь в вид компоновки
2. Настройте макет листа следующим образом:
   - Размер А4
   - Альбомная ориентировка
3. Подгоните размер фрейма данных таким образом, чтобы карта оказалась в верхней части листа
4. Установите масштаб равным 1:1 750 000

Результат (рис. 10):

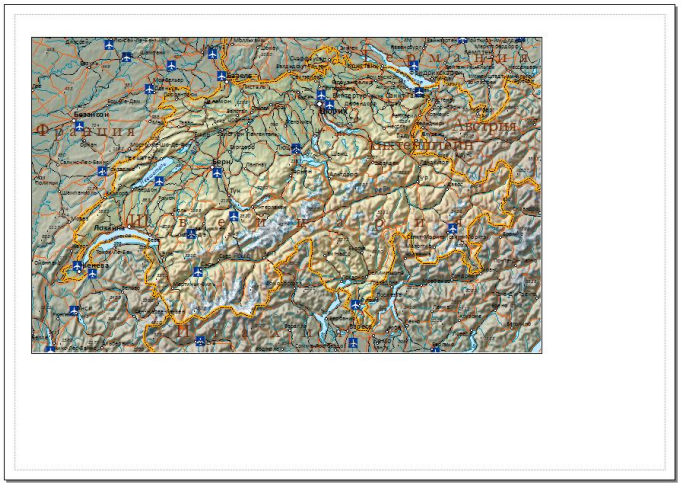


Рис. 10 Размещение карты в пределах листа

5. Используя настройки по умолчанию, вставьте легенду, включив в нее все слои, кроме *Elevation*, *Countries* и *Hillshade*

Результат (рис. 11):

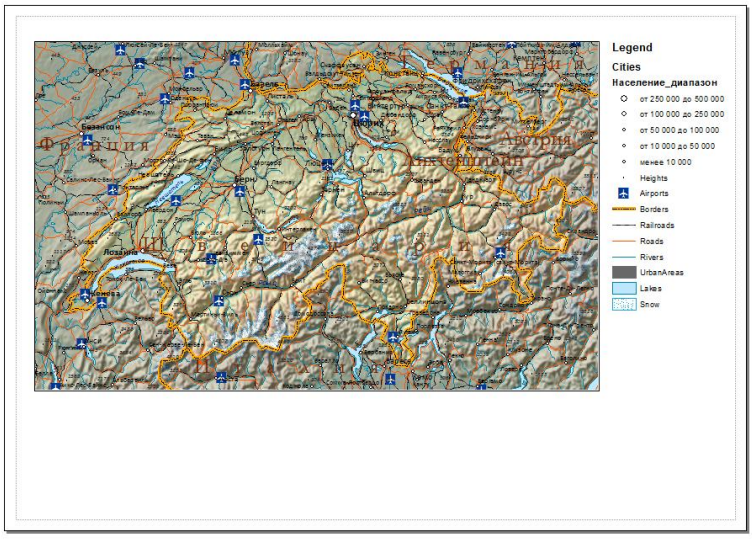


Рис. 11 Карта с легендой

6. Измените название показателя для слоя *Cities* на «число жителей». Уменьшите размер шрифта до 9 и сделайте его курсивным.
7. Уменьшите размер шрифта для стиля названия слоя *Cities* до 10 пунктов.
8. Переименуйте все слои в таблице содержания на русский язык в соответствии с таблицей в начале упражнения. Обратите внимание на то, что в легенде они переименуются автоматически.
9. Переименуйте заголовок легенды на русский язык.
10. Увеличьте интервал между слоями в легенде до 10 пунктов.

Результат (рис. 12):

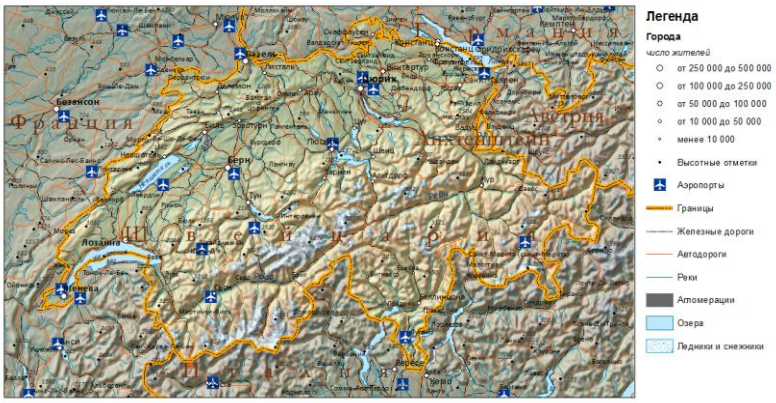


Рис. 12 Расширенный интервал между элементами легенды

11. Вставьте на карту координатную сетку типа **Graticule** с шагом 1° по широте и долготе. Отключите для градусной сетки показ минут и секунд.
12. Вставьте название карты над картой по центру, используя следующие параметры:

Параметр	**Значение**
Шрифт	Arial
Размер шрифта	16
Начертание	Полужирный

Параметр	Значение
Разрядка	10 пунктов

13. Вставьте *километровую* масштабную линейку по нижеприведенному образцу (рис. 13):

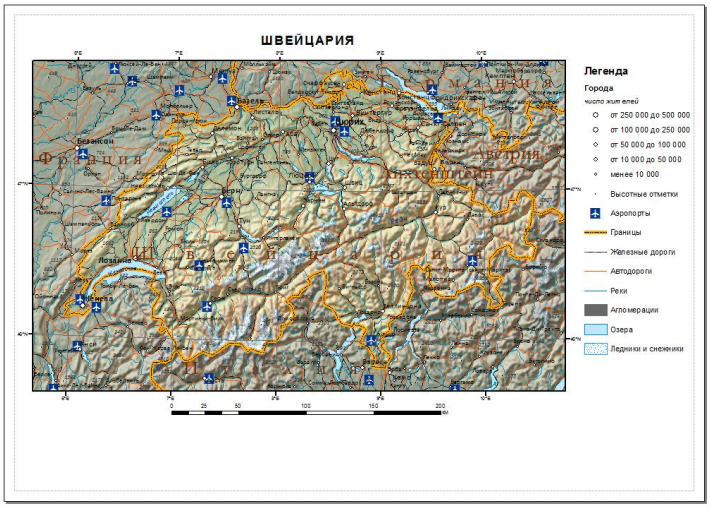


Рис. 13 Карта с градусной сеткой, названием и масштабной линейкой

14. Добавьте свою фамилию и инициалы справа внизу под легендой.

2.9 Экспорт в графический файл

Экспортируйте карту из режима компоновки в формат `PNG` с разрешением 300 точек на дюйм.

Материалы текущего контроля успеваемости по теме 4.

Вопросы для текущего контроля в форме опроса

1. Цифровые модели пространственных данных.
2. Базовые типы пространственных объектов в ГИС.
3. Цифровое описание пространственного объекта.
4. Типы моделей пространственных данных. Растровая модель. Регулярно-ячеистая (матричная) и квадротомическая модели. Векторная (топологическая и нетопологическая) модель.
5. Преобразование данных из одной модели в другую.
6. Форматы и стандарты обмена пространственными данными.

Практические задания

Цель задания — знакомство с моделями пространственных объектов и базой пространственных данных. Визуализация данных на карте. Оформление легенды и компоновки карты.

Параметр	Значение
Теоретическая подготовка	Не требуется
Практическая подготовка	Модели пространственных данных, модели пространственных объектов, базы пространственных объектов, картографические проекции
Исходные данные	Климатические пояса по Алисову (полигональный слой), границы морей и

Параметр	Значение
	океанов IHO (International Hydrographic Organization), направления основных течений OSCAR (Ocean Surface Current Analyses – Real time), крупнейшие мировые реки и озера, города (данные Esri).
Результат	Тематическая карта «Климат и основные объекты гидросферы» масштаба 1:90 000 000
Ключевые слова	Модели пространственных данных, модели пространственных объектов, базы пространственных данных, классы пространственных объектов, визуализация пространственных данных, геоинформационное картографирование

Контрольный лист

- Добавить на карту слои базы пространственных данных и оформить их
- Настроить подписи объектов
- Создать компоновку карты, легенду и координатную сетку
- Экспортировать результат в графический файл

Аннотация

Задание посвящено знакомству с базами пространственных данных а также созданием тематических карт на их основе. Вы научитесь извлекать из базы данных и визуализировать пространственные данные, оформлять легенду, сетку координат и зарамочные элементы карты.

3.2 Начало работы

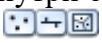
1. Запустите приложение **ArcMap** и откройте окно **Catalog**, нажав кнопку  на панели инструментов
2. Найдите вашу папку в дереве каталогов в ней директорию *Ex03*.

Если вашей директории или вышестоящей директории *D:/GIS* нет в списке, подключитесь к ней с помощью кнопки .

В каталоге *Ex03* находится база геоданных *MapData.gdb*, содержащая исходные данные для выполнения задания.

База геоданных — это структурированное хранилище, внутри которого можно создавать слои данных, группировать их и связывать различными отношениями.

Внутри базы геоданных могут быть объекты следующих типов:

-  — слои векторных данных (классы пространственных объектов),
-  — слои растровых данных;
-  — обычные таблицы;

Класс пространственных объектов (feature class) — это набор пространственных объектов одного типа геометрии (точки, линии, полигоны или объемные тела). Для класса могут быть определены атрибуты, а его представлением является таблица, содержащая как обычные столбцы (текстовые, числовые и т.д.) так и специальное поле Shape, в котором хранится информация о геометрии. Каждая строчка в таблице — это описание одного объекта. В поле ObjectID хранится уникальный идентификатор каждого объекта.

3. Раскройте базу данных *MapData.gdb* и изучите ее содержимое, состоящее из следующих классов:

Класс	***Содержание***
Cities	Города
Climates	Климатические зоны

Класс	***Содержание***
Coast	Побережье
Countries	Страны
Currents	Данные о течениях
Lakes	Озера
Rivers	Крупнейшие реки
Seas	Моря

4. К какому типу геометрии относятся данные классы?

5. Дважды щелкните на слое *Climates* и перейдите на вкладку XY Coordinate System.

Внимательно прочитайте информацию. Этот слой хранится в *Географической системе координат (GCS)*, отнесенной к эллипсоиду WGS-1984. Это означает, что координаты каждого объекта зафиксированы в виде широты и долготы. В любой момент этот слой можно спроецировать в любую проекцию. При этом координаты будут представлены в метрических единицах, а система координат получит название *Проецированной системы координат (PCS)*.

Оформление базовых слоев

1. Ознакомьтесь с главой **Оформление векторного слоя** в разделе описания функций.

2. Добавьте в таблицу содержания карты слой *Countries*, просто перетащив его из окна каталога.

3. Дважды щелкните на названии слоя *Countries* и перейдите на вкладку **Symbology** (рис. 1).

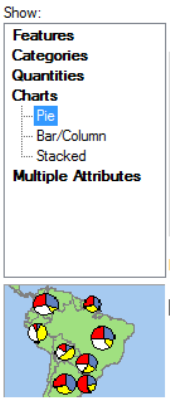


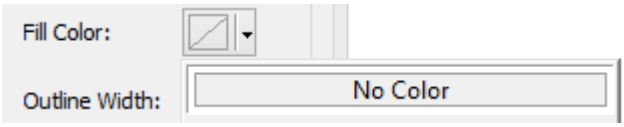
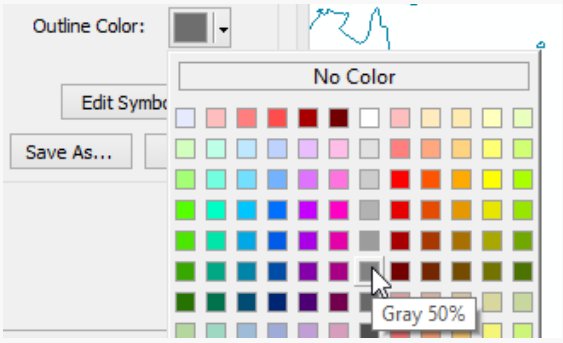
Рис. 1 Возможности отображения полигонального слоя

4. Внимательно изучите перечень вариантов отображения слева. Они разделены на категории **Features** (единый символ), **Categories** (качественные характеристики), **Quantities** (количественные характеристики), **Charts** (диаграммы), **Multiple Attributes** (визуализация по нескольким атрибутам).Разверните каждую группу и щелкните на каждом способе. Сопоставьте их с традиционной классификацией способов изображения.

5. Выберите способ единого символа (**Features > Single symbol**)

6. Щелкните на кнопке с изображением символа и измените оформление в диалоге настройки символа (рис. 2) следующим образом:

7.

Параметр	**Значение**
Цвет заливки (Fill Color)	Без заливки 
Цвет обводки (Outline Color)	Серый 50% 
Толщина обводки (Outline width)	0,5 

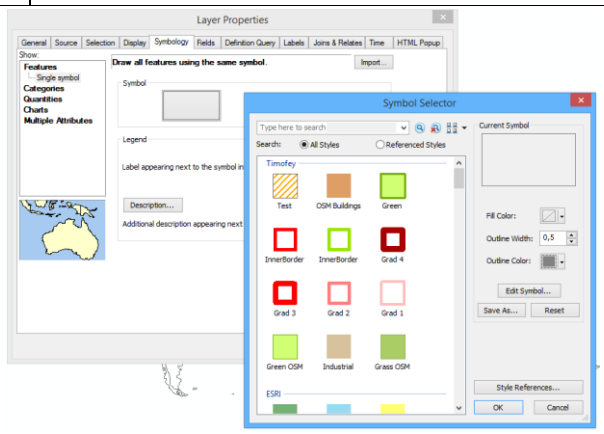


Рис. 2 Диалог настройки символа

8. **Результат** (рис. 3):

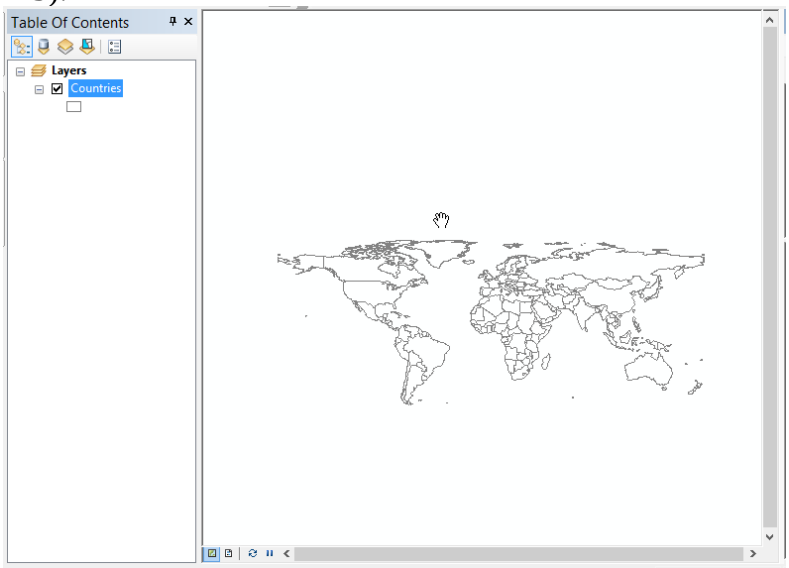


Рис. 3 Результат визуализации слоя стран

9. Используя инструкции в разделе **Изменение проекции** поменяйте проекцию карты на *проекцию Робинсона (Robinson)*. Ее можно найти в группе **Projected Coordinate Systems > World**. Обратите внимание на то, как изменятся очертания объектов (рис. 4):

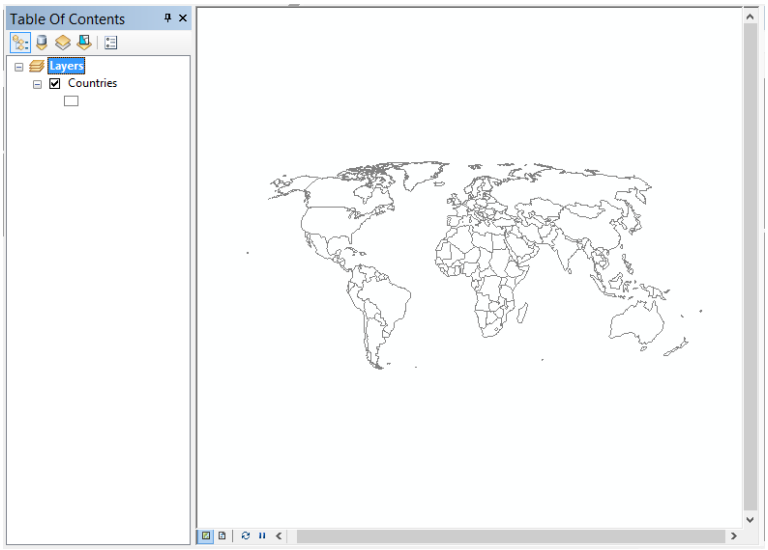


Рис. 4 Картографическое изображение в проекции Робинсона

10. Добавьте на карту слой *Coast*, расположите его поверх слоя *Countries* и измените цвет линии на *Delft Blue* (рис. 5):

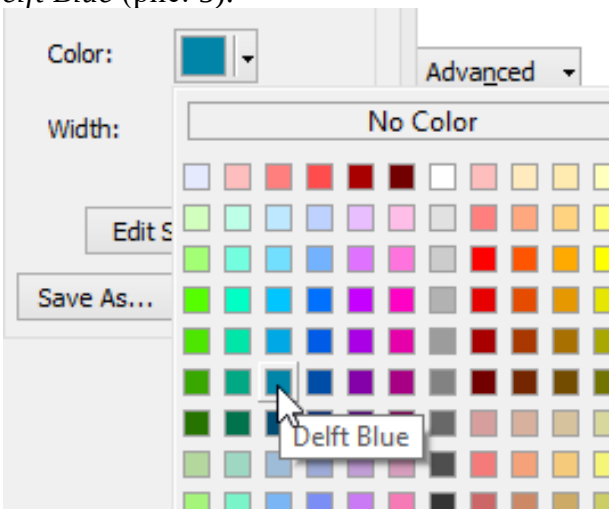


Рис. 5 Выбор цвета из палитры

11. Добавьте на карту слой *Rivers* расположите его поверх слоя *Coast* и измените цвет линии на *Delft Blue*, а толщину сделайте равной 0,5 пиксела.

12. Добавьте на карту слой *Lakes*, расположите его поверх слоя *Rivers* и измените его оформление следующим образом:

Параметр	**Значение**
Цвет заливки	Sodalite Blue
Цвет обводки	Delft Blue
Толщина обводки	0,5

13. **Результат** (рис. 6):

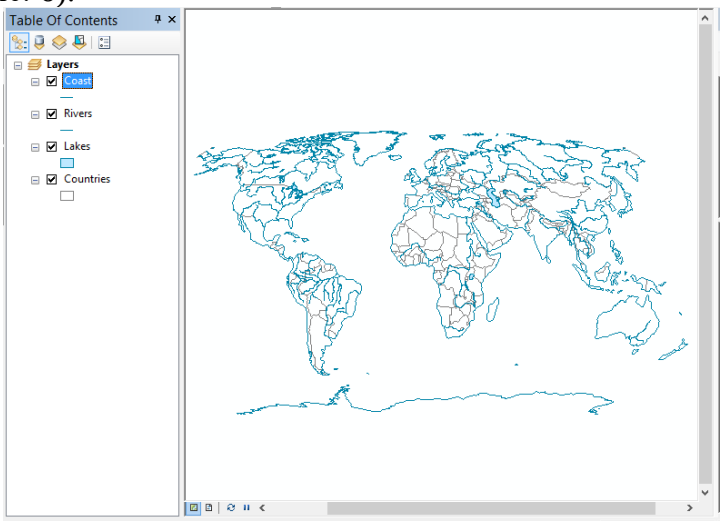


Рис. 6 Реки и озера на картографическом изображении

14. Сохраните карту в свою директорию *Ex03*.

15. Добавьте на карту слой *Cities*, расположите его поверх слоя *Lakes* и измените его параметры следующим образом (рис. 7):

Параметр	**Значение**
Символ	Circle 1
Цвет	Черный
Размер	4

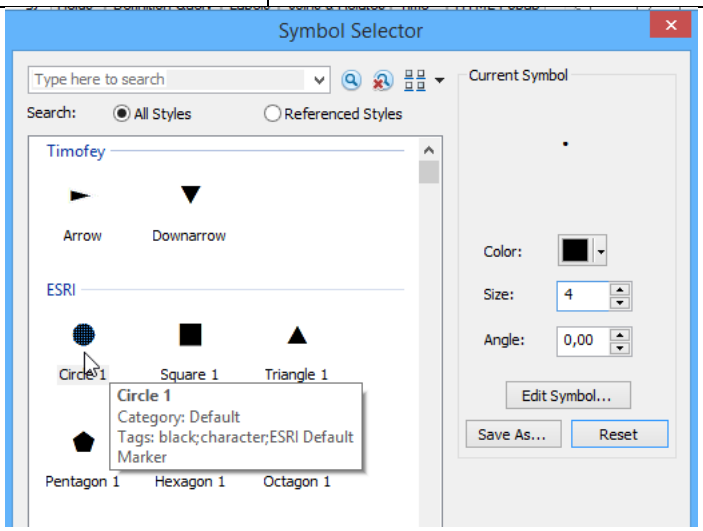


Рис. 7 Выбор и настройка символа для отображения населенных пунктов

16. Добавьте на карту слой *Seas*, расположите его внизу таблицы содержания и измените его параметры следующим образом:

Параметр	**Значение**
Цвет заливки	Нет заливки
Цвет обводки	Серый 50%
Толщина обводки	0,5

Параметр	Значение
Прозрачность	50%

17. **Результат** (рис. 8):

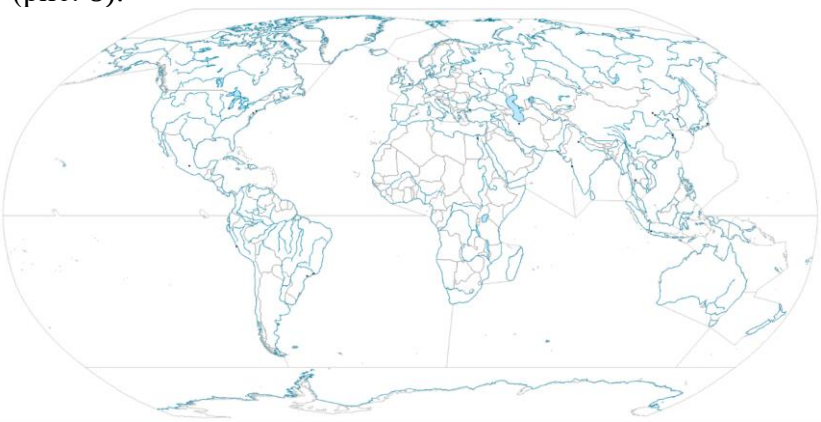


Рис. 8: Границы океанов на картографическом изображении

Оформление данных о климате и морских течениях

1. Добавьте на карту слой *Climates*, расположите его внизу таблицы содержания.
2. Откройте таблицу атрибутов слоя *Climates*, щелкнув на его названии правой кнопкой мыши и выбрав команду **Open Attribute Table**. Найдите в ней столбец *Type*, просмотрите его значения. Это поле таблицы хранит информацию о типе климата для каждой области. Вы будете использовать ее для классификации при отображении данного слоя.
3. Найдите поля *Shape* и *ObjectID*.

В поле *ObjectID* хранится уникальный идентификатор каждого объекта. Он нужен системе для того, чтобы каждый объект можно было гарантированно найти по некому однозначному критерию.

В поле *Shape* (вспомните, что слой полигональный) хранится список координат вершин полигона. Геометрия объектов редактируется специальными инструментами, поэтому содержимое поля Shape скрыто от пользователя.

4. Климатические пояса показываются на картах способом *качественного фона*. Для этого измените оформление слоя *Climates* следующим образом:

Параметр	Значение
Тип визуализатора	Categories > Unique values
Поле классификации	Type
Сортировка значений	От арктического к экваториальному
Цвета полигонов	Традиционные цвета климатических поясов (выберите вручную)
Обводка полигонов	Нет обводки
Показывать остальные значения	Нет

5. Диалог настройки символики слоя должен выглядеть следующим образом (рис. 9):

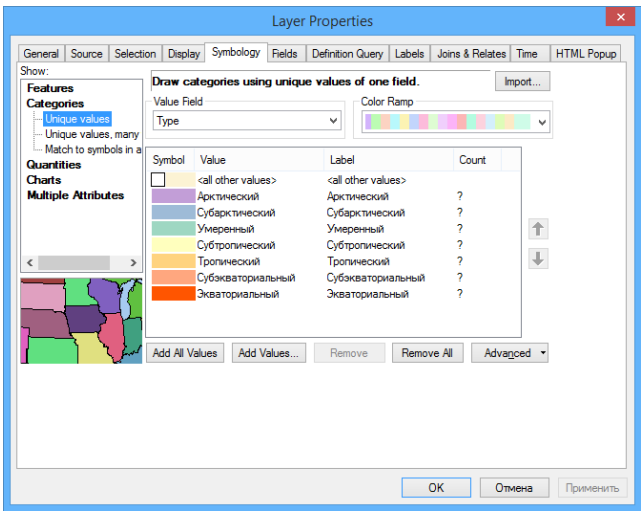


Рис. 9 Настройка символов для отображения типов климата

6. Добавьте на карту слой *Currents*, расположите его поверх слоя *Climates*. Этот слой содержит данные о течениях *OSCAR (Ocean Surface Current Analyses – Real time)*, осредненные с 1993 по 2021 год.

Течения относятся к векторным полям. Существует множество способов визуализации векторных полей. В картографии распространен способ **градиентного поля**, при котором стрелки размещаются по регулярной сетке, их поворот соответствует направлению векторного поля в точке, а длина — скорости. Для реализации способа градиентного поля вам нужно выбрать символ (стрелку), а также указать атрибутивные поля слоя, в соответствии с которыми будет меняться их направление и длина.

7. Измените тип символа слоя на символьный маркер и задайте его параметры следующим образом (рис. 10):

Параметр	**Значение**
Шрифт	Esri Geology
Символ	Unicode 83
Размер	28
Цвет	Серый 70%

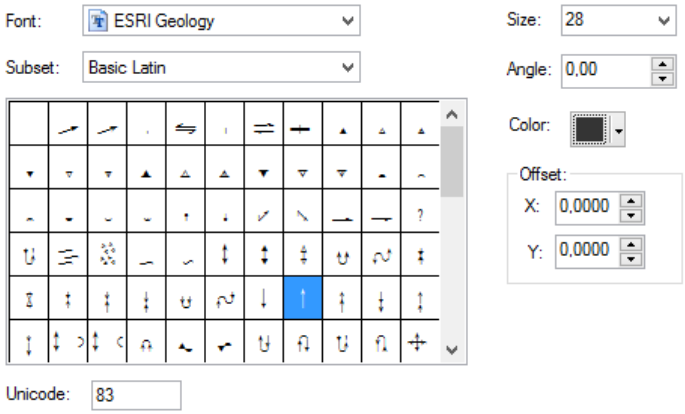


Рис. 10 Выбор значка для отображения направления течения

8. Нажмите *ОК* и еще раз *ОК*.

9. Чтобы задать направление стрелки, не выходя из диалога свойств слоя на вкладке **Symbology** нажмите **Advanced > Rotation…** и настройте следующие параметры вращения:

Параметр	**Значение**
Поле	Direction
Направление	Арифметическое

10. Для изменения размера стрелки в зависимости от скорости течения нажмите **Advanced > Size…** Выберите в списке поле *Length* и нажмите **ОК**. Результат (рис. 11):

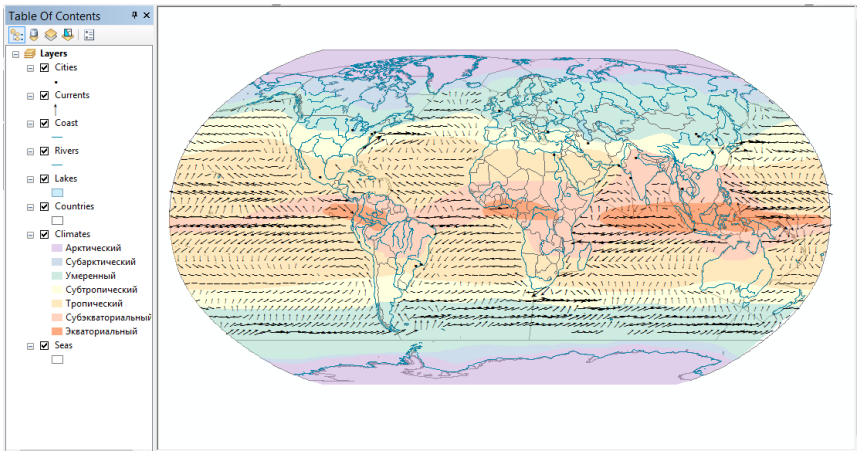


Рис. 11 Отображение течений на карте

Сохраните документ карты через команду меню **File > Save as** в свой каталог *Ex03* под названием *Ex03_<Фамилия>.mxd*.

Файл с расширением `.mxd` является файлом документа карты **ArcMap**. Он содержит перечень слоев и их настроек, созданные компоновки и ряд дополнительных параметров. Документ карты, как и входящие в него слои, не хранит сами данные, а лишь *ссылается* на них. Поэтому, перемещая проект на другой компьютер, вы должны также переместить и данные, чтобы он открылся (в вашем случае — базу геоданных, из которой вы добавляли классы объектов на карту).

3.5 Настройка подписей

1. Включите механизм размещения подписей **Maplex** на панели **Labeling** (рис. 12):

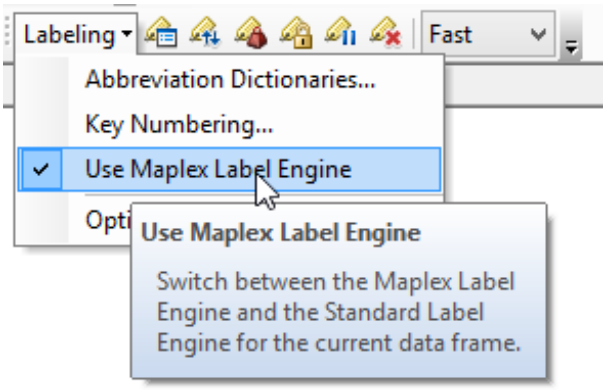


Рис. 12 Включение механизма размещения подписей Maplex

2. Дважды щелкните на слое *Cities*, и перейдите на вкладку *Labels*.
3. Включите подписи для слоя *Cities* (Рис. 13):

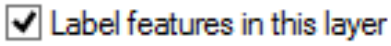


Рис. 13: Включение подписей

4. Настройте параметры подписей следующим образом (рис. 14):

Параметр	**Значение**
Label Field	Название
Размер	7
Цвет	Черный
Разрешение конфликтов	Never remove (никогда не удалять)

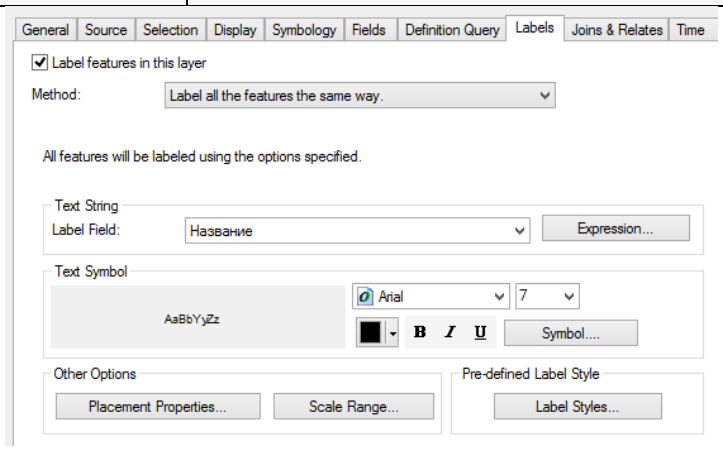


Рис. 14 Параметры настройки подписей населенных пунктов

5. Включите подписи для слоя *Rivers* со следующими параметрами:

Параметр	**Значение**
Label Field	Title
Размер	8
Цвет	Delft Blue
Начертание	Курсивное
Размещение	Curved (криволинейно вдоль)
Удалять дубликаты	Да

6. Включите подписи для слоя *Seas* со следующими параметрами:

Параметр	**Значение**
Поле	Name
Размер	7
Цвет	Delft Blue

7. Переименуйте все слои на русский язык следующим образом:

Исходное название	**Результирующее название**
Cities	Города
Climates	Климат

Исходное название	Результирующее название
Coast	Побережье
Countries	Страны
Currents	Течения
Lakes	Озера
Rivers	Реки

8. Результат (рис. 15):

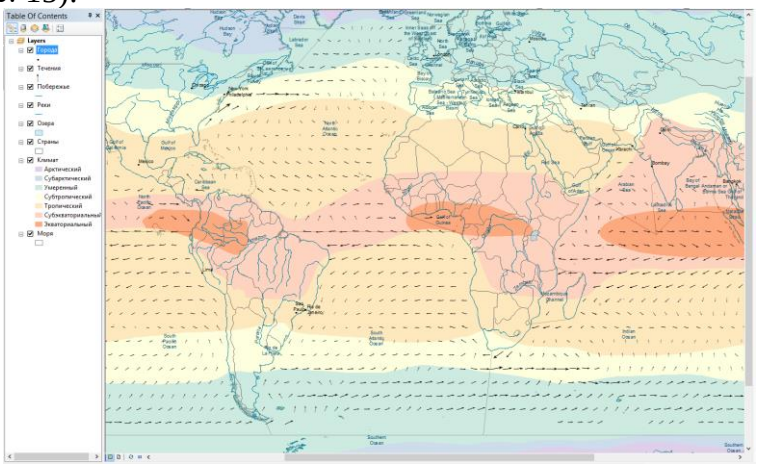


Рис. 15 Отображение подписей на карте

9. Сохраните карту.

Настройка компоновки

1. Переключитесь в вид компоновки с помощью команды меню *View — Layout View*.
2. Настройте макет страницы следующим образом:
   - Размер A3
   - Альбомная ориентировка
3. Подгоните размер фрейма данных таким образом, чтобы карта заняла площадь всего листа с небольшим запасом.
4. Установите масштаб равным `1:90 000 000` и отцентрируйте карту в пределах листа.

Результат (рис. 16):

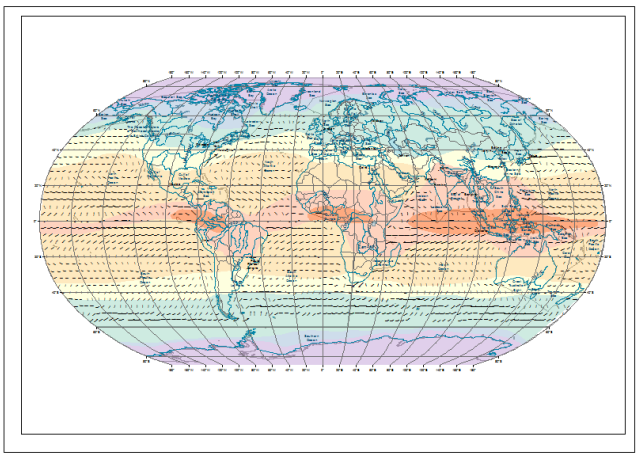


Рис. 16 Итоговый охват карты

5. Добавьте на карту легенду с помощью команды **Insert > Legend**, включив в нее только слои *Климат* и *Течения* (рис. 17):

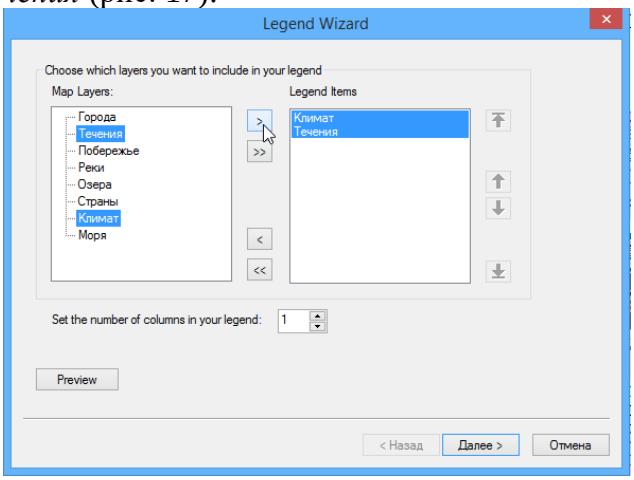


Рис. 17 Добавление слоев *Климат* и *Течения* в состав легенды

6. В следующем диалоге название легенды оставьте пустым (рис. 18):

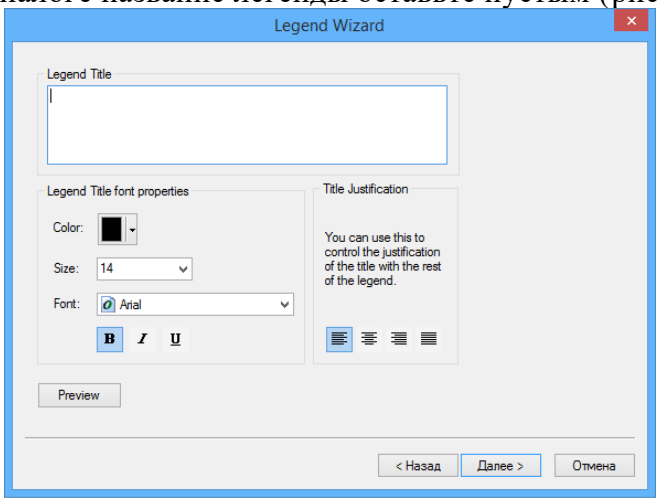


Рис. 18 Пустой заголовок легенды

7. Далее все параметры оставьте по умолчанию.
8. Уберите заголовок поля для слоя *Климат*, выделив его мышью, нажав `F2` и стерев содержимое (рис. 19):

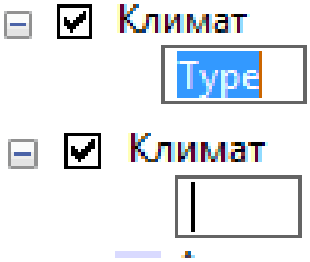


Рис. 19 Удаление заголовка поля для слоя *Климат*

9. Добавьте градусную сетку координат со следующими параметрами:

Параметр	**Значение**
Шаг по X	20

Параметр	Значение
Шаг по Y	20

10. Измените начало расстановки линий сетки для оси *Y* на 0.
11. Отключите **отображение нулевых минут и секунд**.
12. Разместите над картой текст «КЛИМАТ И ОСНОВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ГИДРОСФЕРЫ».
13. Разместите под картой по центру численный масштаб `1:90 000 000`.
14. Разместите в правом нижнем углу карты текст «Выполнил» и свое ФИО.

Результат (рис. 20):

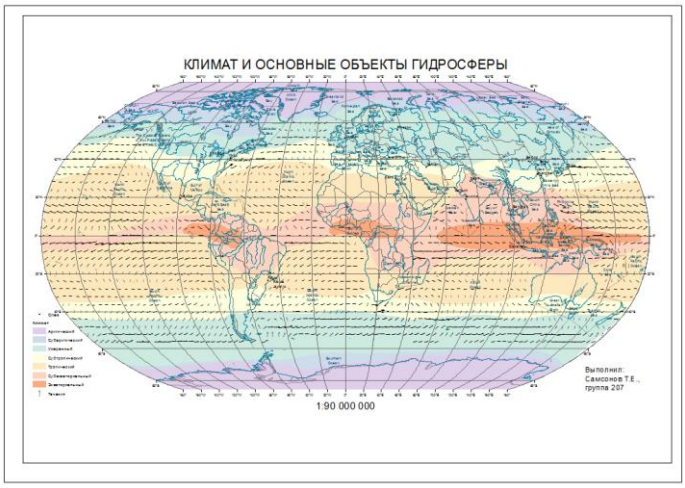


Рис. 20 Итоговая карта

15. Сохраните карту.

3.7 Экспорт в графический файл

1. Экспортируйте карту из режима компоновки в формат `PNG` с разрешением 300 точек на дюйм с помощью команды **File > Export Map**. Сохраните его в свою директорию.
2. Вставьте карту в отчетный файл.

Материалы текущего контроля успеваемости по теме 5.

Вопросы для текущего контроля в форме опроса

1. Основные этапы разработки геоинформационных проектов.
2. Источники информации для реализации геоинформационных проектов.
3. Формирование структуры слоев векторной электронной карты.
4. Файлы организации данных электронной карты.
5. Представление и вывод информации.
6. Решение аналитических задач.
7. Размещение векторных электронных карт в Интернет.
8. Системы автоматизированного картографирования на базе ГИС.

Практические задания

Цель задания — знакомство с привязкой, трансформированием и векторизацией растровых геоизображений.

Параметр	Значение
Теоретическая подготовка	Системы координат и проекции на картах, привязка геоизображений, трансформирование геоизображений, цифрование геоизображений. Методы

Параметр	Значение
	трансформации: аффинное, проективное, полиномиальное, метод резинового листа (сплайны).
Практическая подготовка	Знание основных компонент интерфейса ArcGIS Desktop (каталог, таблица содержания, карта). Работа с базой геоданных. Настройка символики и подписей объектов.
Исходные данные	Растровые карты для привязки, база пространственных данных на территорию Швейцарии.
Результат	База данных со следующими слоями: границы природных зон; линии туристического маршрута; остановки вдоль маршрута; проект карты карта с компоновкой
Ключевые слова	Системы координат, проекции, трансформирование координат, пространственная привязка, цифрование, векторизация, классы пространственных объектов, база пространственных данных,

Контрольный лист

- Привязать растровые карты к опорным данным
- Создать базу геоданных и классы пространственных объектов
- Наполнить классы пространственных объектов путем векторизации привязанных карт
- Наполнить атрибуты объектов значениями
- Разработать символику и подписи для слоев карты
- Подготовить компоновку карты
- Экспортировать карту в графический файл

Аннотация

Задание посвящено знакомству с привязкой растровых карт, созданием и наполнением баз пространственных данных путем их векторизации, оформлением карт на их основе.

В задании предлагается привязать в координатную систему карту природных зон и карту туристического маршрута по территории Швейцарии. По результатам векторизации этих карт вы составите туристскую карту, показывающую прохождение маршрута по разным природным зонам.

Привязка карт

1 Карта физико-географических регионов

1. Внимательно прочтите раздел **Привязка растровых данных (Georeferencing)** в разделе **Описание функций**.
2. Добавьте на карту слой *Countries* из базы данных практического занятия 3.
3. Добавьте на карту растр *SwissRegions.gif*. Появится диалог, предупреждающий вас, что добавляемый файл не имеет пространственной привязки. Нажмите **ОК** (рис. 1):

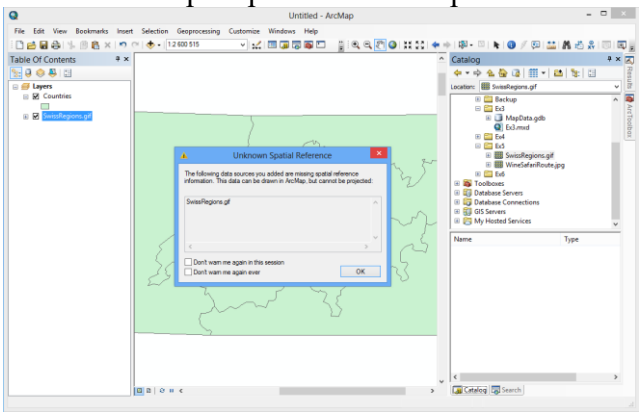


Рис. 1 Предупреждение о неизвестной пространственной привязке

4. Убедитесь, что контур страны отображается примерно посередине экрана.
5. Откройте панель инструментов **Georeferencing**. Выберите в меню команду **Fit to Display**, чтобы переместить непривязанный растр на середину области отображения (рис. 2):

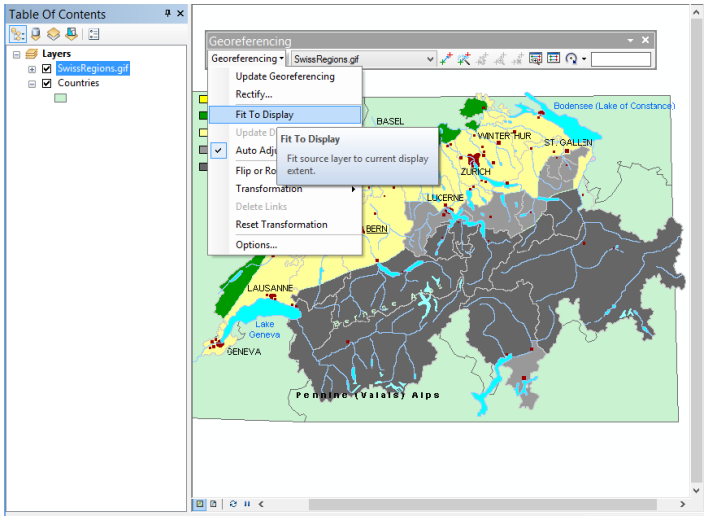


Рис. 2 Вписывание изображения в экран с помощью панели Georeferencing

6. Сделайте растровый слой прозрачным на *50%*.
7. Используя **инструмент расстановки контрольных точек**, укажите *3-6* соответствующих точек по границе страны на характерных выступах контура (рис. 3):

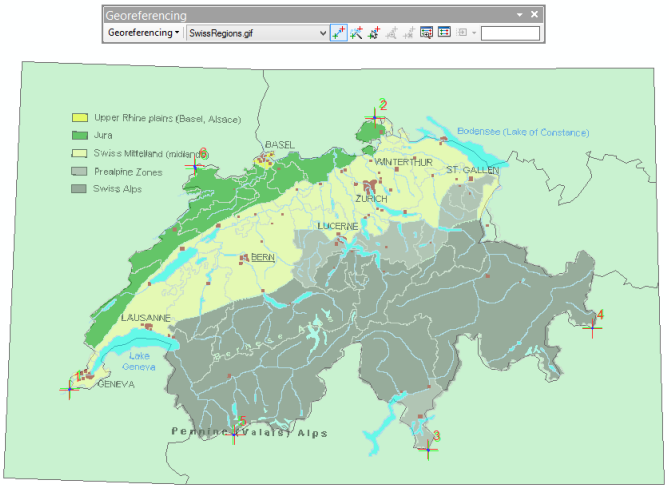


Рис. 3 Инструмент расстановки контрольных точек

8. Выберите команду меню **Georeferencing > Update Georeferencing**, чтобы завершить привязку растра. При этом по умолчанию будет применено аффинное преобразование с минимизацией среднеквадратической ошибки отклонения исходных и целевых координат (рис. 4):

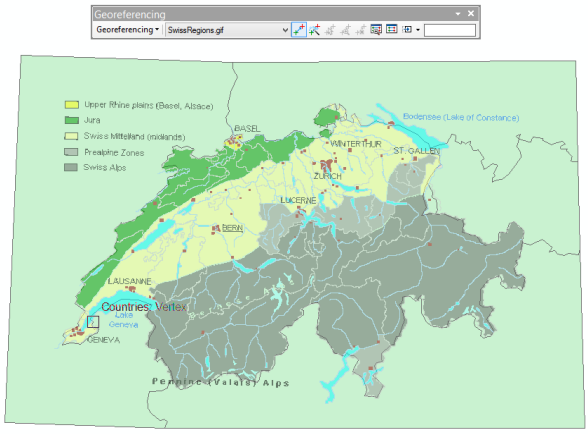


Рис. 4 Привязанная карта физико-географических регионов

2 Карта туристического маршрута

1. Добавьте на карту слой *WineSafariRoute.jpg*.
2. Выберите его в списке на панели **Georeferencing** (рис. 5):



Рис. 5 Выбор слоя для привязки

3. Отключите слой *SwissRegions.gif* в таблице содержания.
4. Привяжите растр *WineSafariRoute* аналогично предыдущему растру, используя контрольные точки (рис. 6):

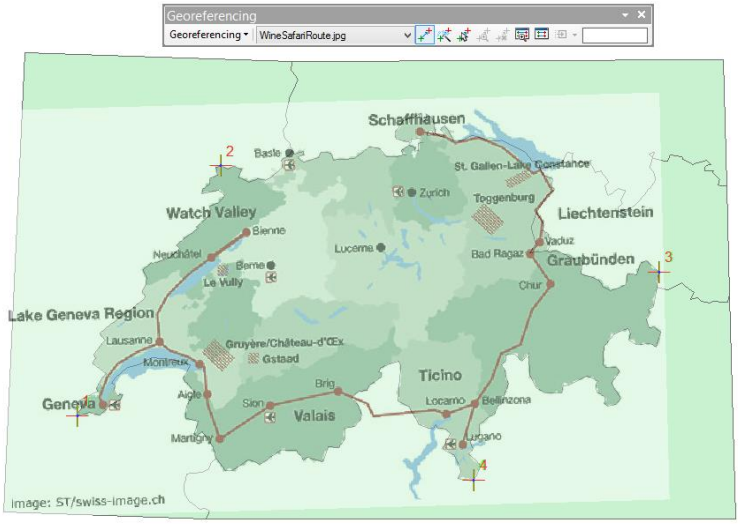


Рис. 6 Привязка карты маршрута по контрольным точкам

5. Выберите команду **Georeferencing > Update georeferencing**, чтобы завершить привязку второго растра.

Создание базы данных и классов пространственных объектов

1. Прочитайте параграф **База геоданных** в разделе **Описание функций**.
2. Создайте в папке *Ex05* базу геоданных под названием *RouteMap.gdb*.

3. Создайте в базе данных *классы пространственных объектов* со следующими параметрами:

Название	**Модель пространственных объектов**	**Атрибутивные поля**	**Проекция**
Regions	Полигональная (polygon features)	NAME (text)	WGS_1984_UTM_Zone_32N (импортируйте у слоя карты)
Routes	Линейная (line features)	-	WGS_1984_UTM_Zone_32N (импортируйте у слоя карты)
Places	Точечная (point features)	NAME (text)	WGS_1984_UTM_Zone_32N (импортируйте у слоя карты)

По завершению создания слоёв они автоматически будут добавлены в таблицу содержания карты (рис. 7):

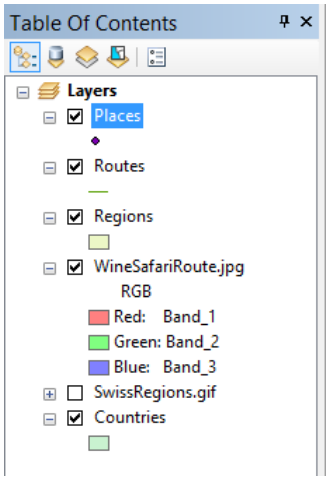


Рис. 7 Созданные слои в таблице содержания карты

Векторизация регионов

1. Прочитайте параграф **Редактирование** в разделе **Описание функций**.
2. Оставьте включенными только слои *Regions*, *SwissRegions* и *Countries*.
3. Уберите *прозрачность* у слоя *SwissRegions*.
4. Откройте сеанс редактирования для слоя *Regions*. Появится панель редактирования **Editor**, а также окно шаблонов объектов **Create Features** (рис. 8):

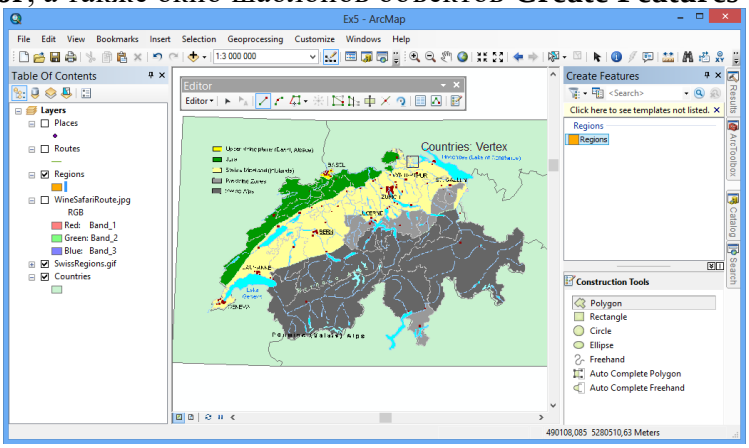


Рис. 8 Панель Editor и окно Create Features

5. Щелкните на шаблоне объекта *Regions* в окне **Create Features** и выберите режим создания объектов **Polygon** (рис. 9):

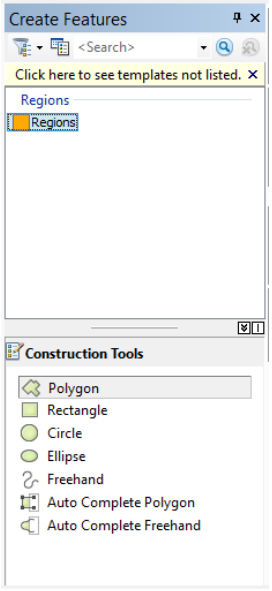


Рис. 9 Выбор режима создания объектов

6. Последовательно щелкая мышкой на точках вдоль границы, обведите регион *Prealpine Zones* (Предальпийские зоны) в центре карты. По завершению дважды щелкните мышкой (рис. 10):

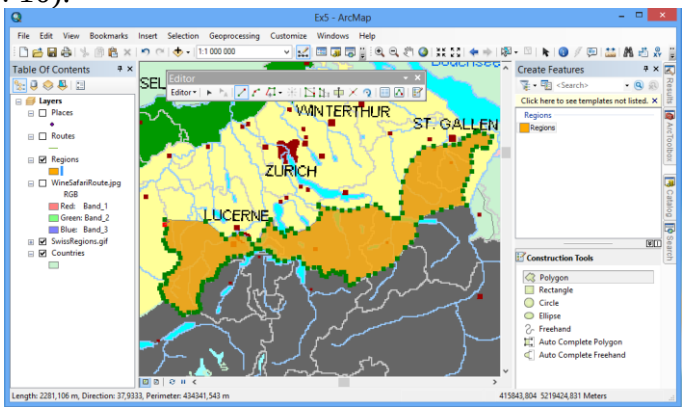


Рис. 10 Ручная векторизация границы Предальпийской зоны

7. Чтобы появилась возможность пристыковать остальные регионы к границам стран, **выделите** в слое *Countries* все страны, кроме Швейцарии, **скопируйте** их в буфер обмена и **вставьте** в слой *Regions* (рис. 11):

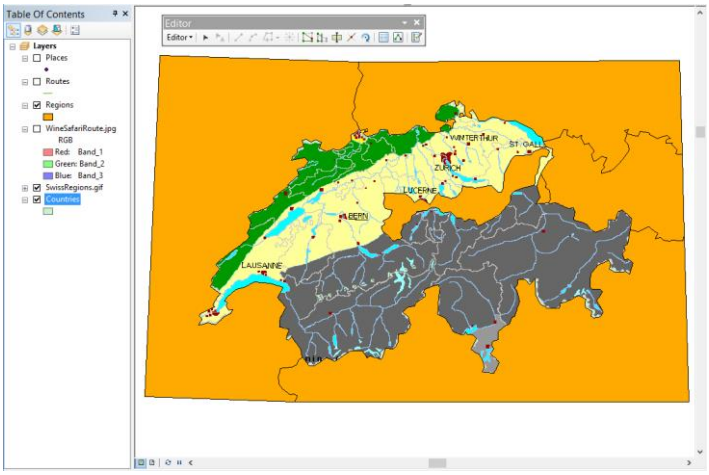


Рис. 11: Вставка границ стран в слой с границами физико-географических зон

8. Выделите опять шаблон *Regions* в окне **Create Features**.
9. Используя режим **Auto-Complete Polygon**, оцифруйте границы оставшихся регионов в следующем порядке:

- Сначала небольшие регионы, примыкающие к границам (рис. 12):

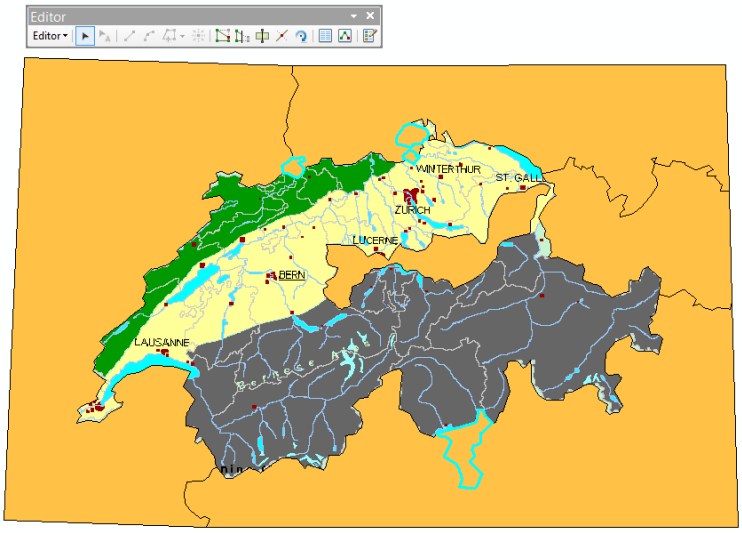


Рис. 12 Регионы, примыкающие к границе

- Затем область второго порядка дальности от границы (горы *Юра*, рис. 13):

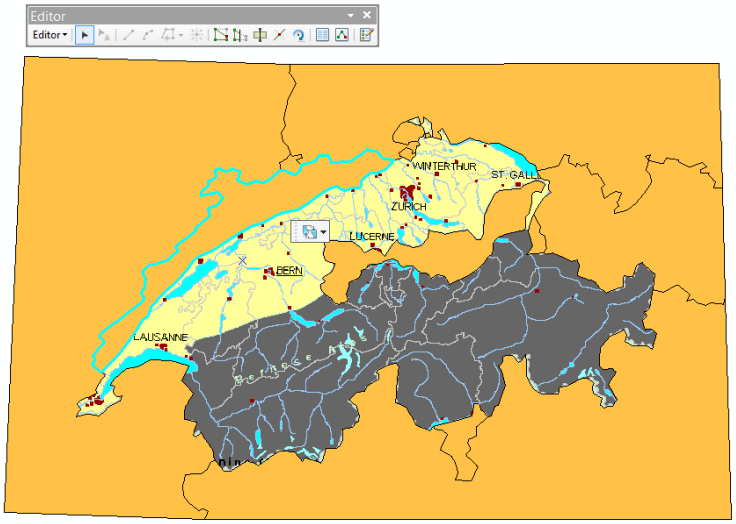


Рис. 13 Векторизация региона гор Юра

- Наконец, границу между центральными регионами (рис. 14):

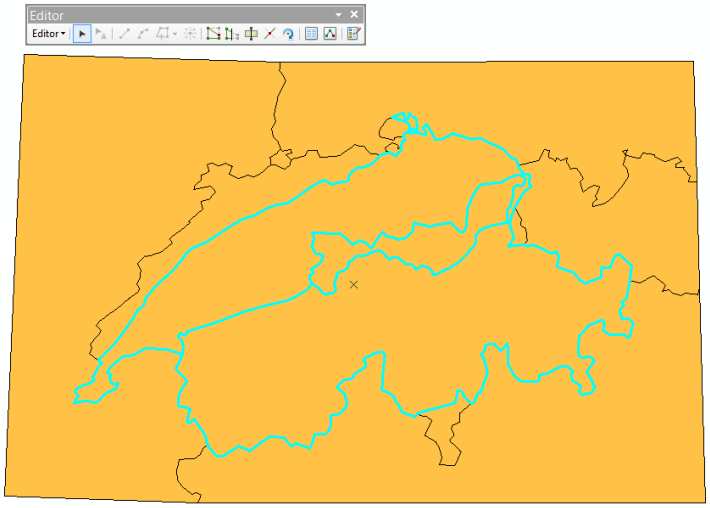


Рис. 4 Граница между центральными регионами

10. Выделите в слое *Regions* границы стран и удалите их.
11. Выберите команду **Editor > Save Edits**, чтобы сохранить результаты редактирования (рис. 15).

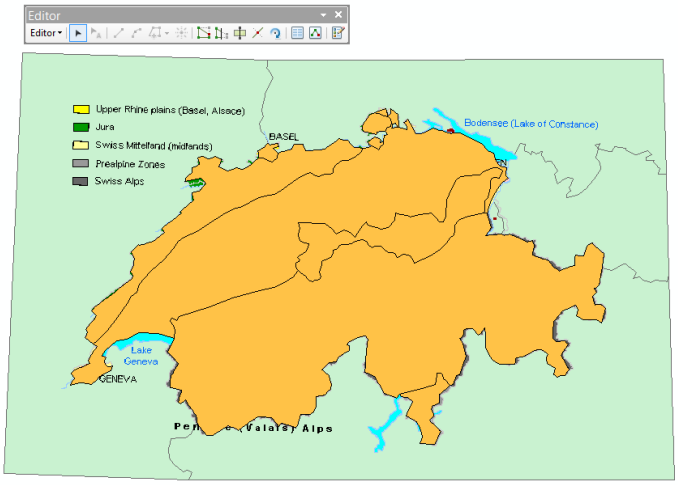


Рис. 15 Результат векторизации границ физико-географических регионов

Атрибутирование регионов

1. Уберите заливку регионов, линии сделайте толщиной 1.5-2 пиксела (рис. 16):

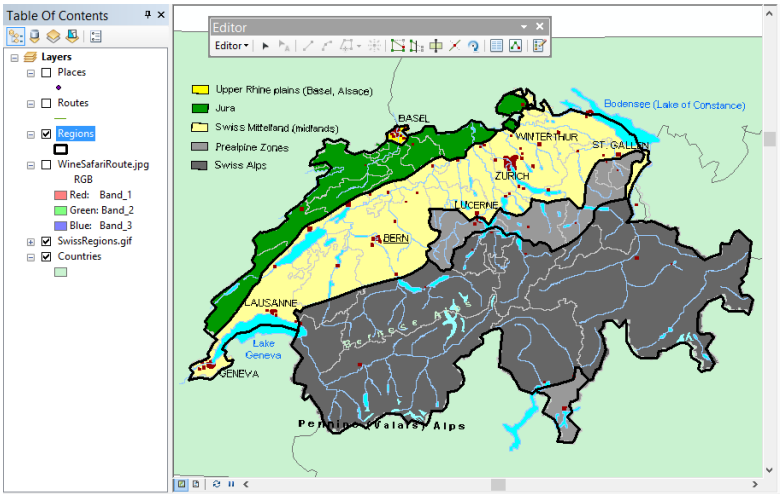


Рис. 16: Оформление границ регионов

2. Откройте атрибутивную таблицу слоя *Regions*.
3. Поочередно выделяя каждый объект в таблице или на карте, заполните его атрибуты в соответствии с легендой (рис. 17):

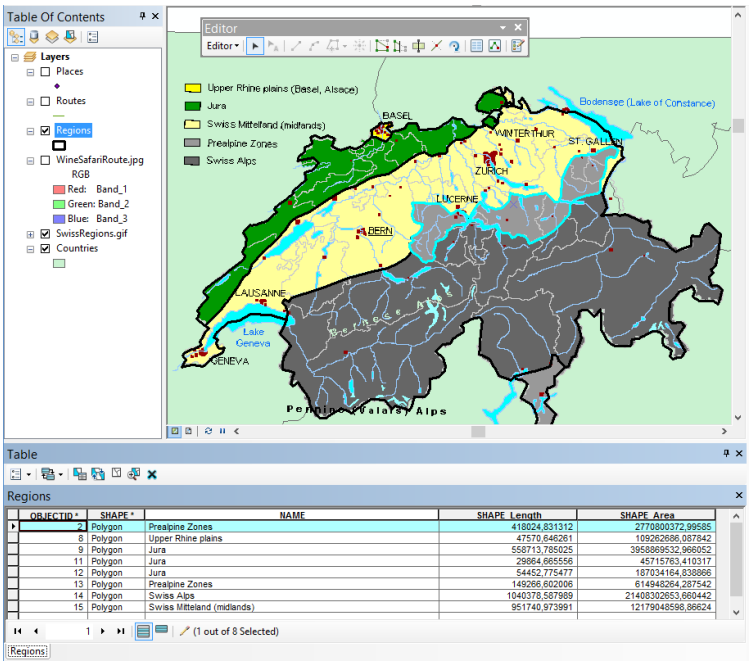


Рис. 17: Заполнение атрибутов объектов

Сохраните изменения и завершите сеанс редактирования.

Цифрование маршрутов и точек интереса

1. Выключите слои *Regions* и *SwissRegions.gif*.
2. Включите слои *WinSafariRoute*, *Routes* и *Places*.
3. Оцифруйте объекты слоев *Places* и *Routes*, используя инструменты панели **Create Features**:
   - Начните с расстановки точек населённых пунктов (рис. 18):

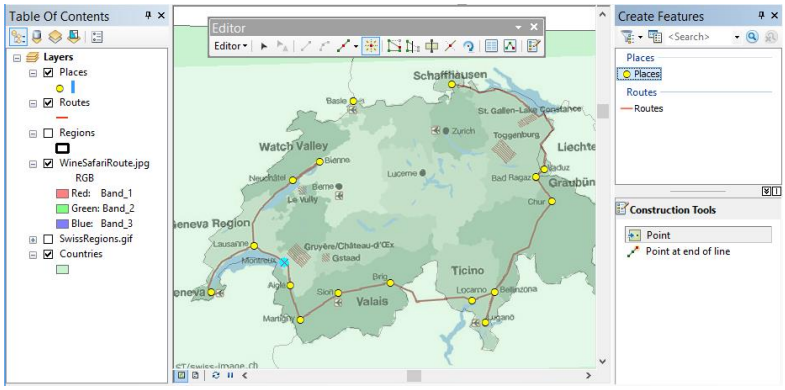


Рис. 18 Расстановка точек населенных пунктов

- Увеличьте масштаб, чтобы были хорошо видны изгибы линий (рис. 19):

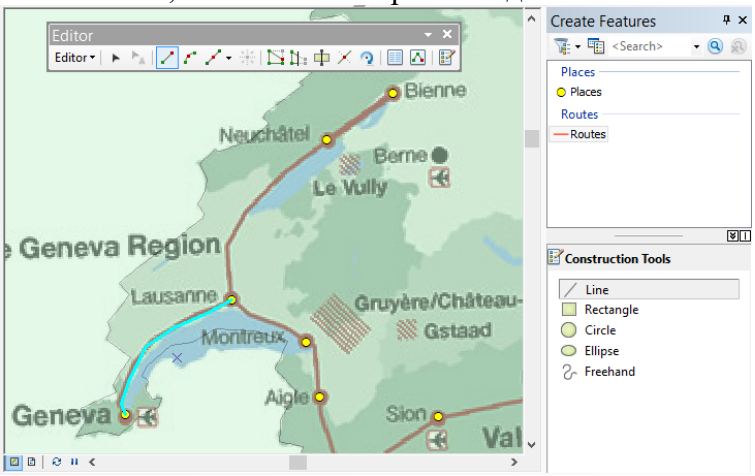


Рис. 19 Линии маршрутов при увеличенном масштабе

- Проведите линии через получившиеся точки, повторяя контур исходной линии на растровой подложке. Каждую линию начинайте в точке и завершайте двойным щелчком в перекрестке (рис. 20):

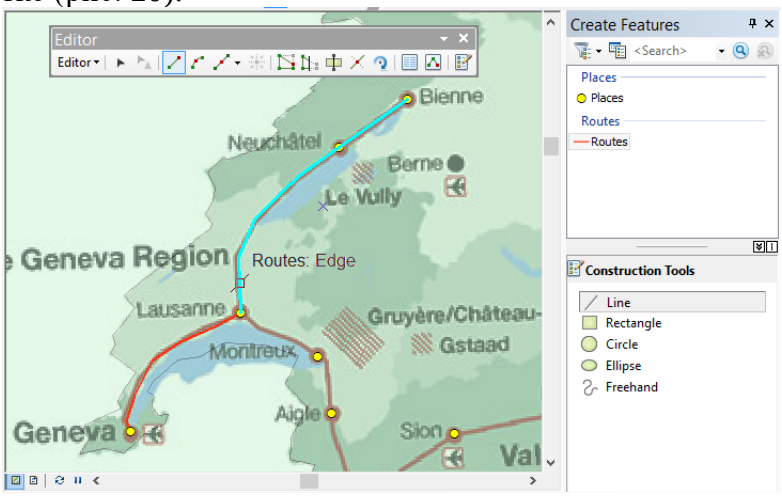


Рис. 20 Векторизация линий маршрутов

После выполнения ручной векторизации всех маршрутов изображение должно принять примерно следующий вид (рис. 21):

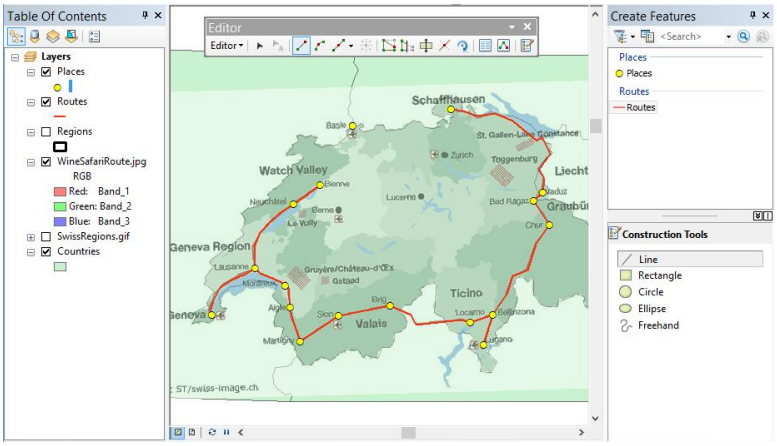


Рис. 21: Векторизованные линии маршрутов

4. Заполните названия городов в слое *Places* (рис. 22).

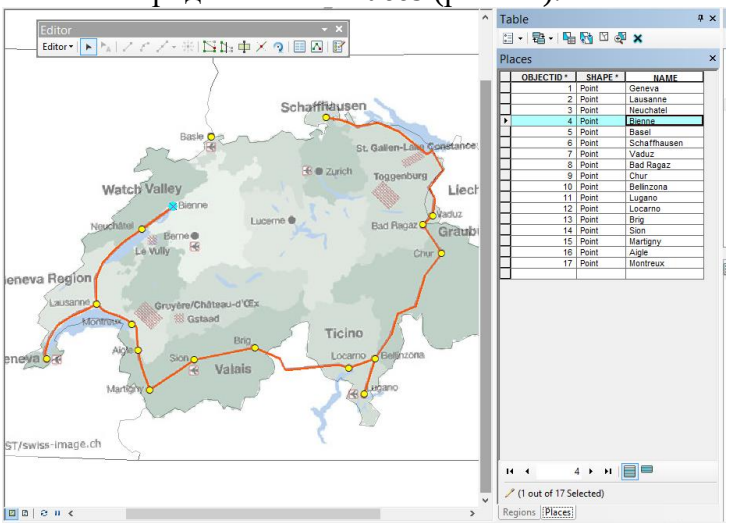


Рис. 22 Заполнение названий городов в атрибутах точек

5. Сохраните изменения и завершите сеанс редактирования.

Оформление карты

1. Оставьте включенными слои *Regions*, *Routes*, *Places* и *Countries*. Остальные слои выключите.
2. Уберите заливку у слоя *Countries*.
3. Оформите слой *Regions* методом категорий по полю *NAME* (рис. 23):

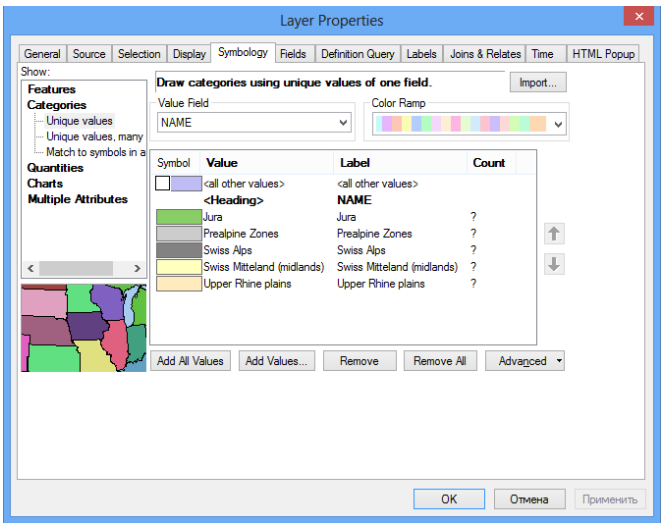


Рис. 23 Настройка визуализации слоя Regions

4. Оформите слои *Routes* и *Places* по аналогии с нижеприведенным фрагментом (рис. 24):

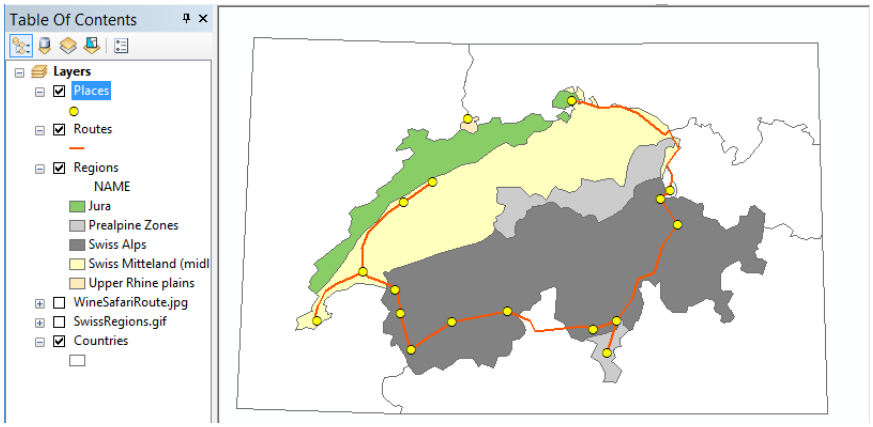


Рис. 24 Образец оформления слоёв Routes и Places

5. Откройте панель **Labeling** и включите **Maplex** для размещения подписей.
6. Включите подписи для слоя *Places* со следующими настройками:

Параметр	**Значение**
Поле для подписей	NAME
Шрифт	Tahoma
Кегль (размер)	12
Цвет	Черный
Начертание	Обычное

7. После настройки подписей картографическое изображение должно принять приблизительно следующий вид (рис. 25):

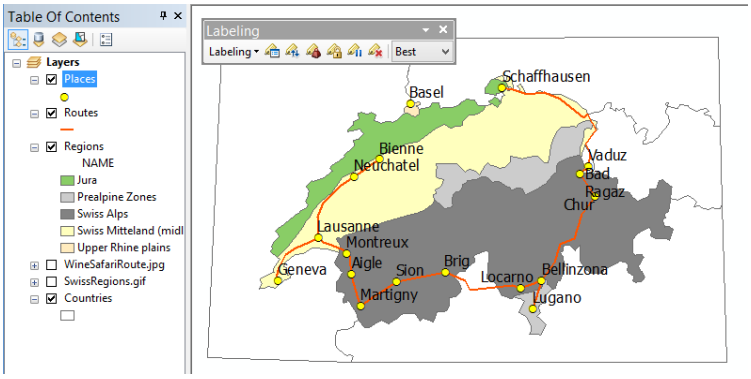


Рис. 25 Подписи населенных пунктов

Некоторые подписи могут быть размещены не очень удачно. Чтобы они не перекрывали линии маршрута и значки выполните следующие действия:

1. Откройте *настройки весов подписей* **Label Weight Ranking** на панели **Labeling**
2. Установите вес равным *1000* слоям *Places* и *Routes* (рис. 26):

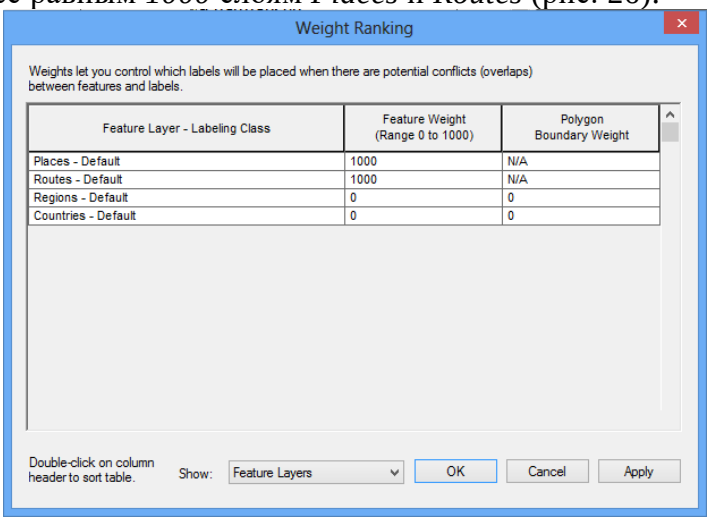


Рис. 26 Редактирование весов для слоёв карты

После настройки весов слоев количество графических конфликтов должно существенно уменьшиться (рис. 27):

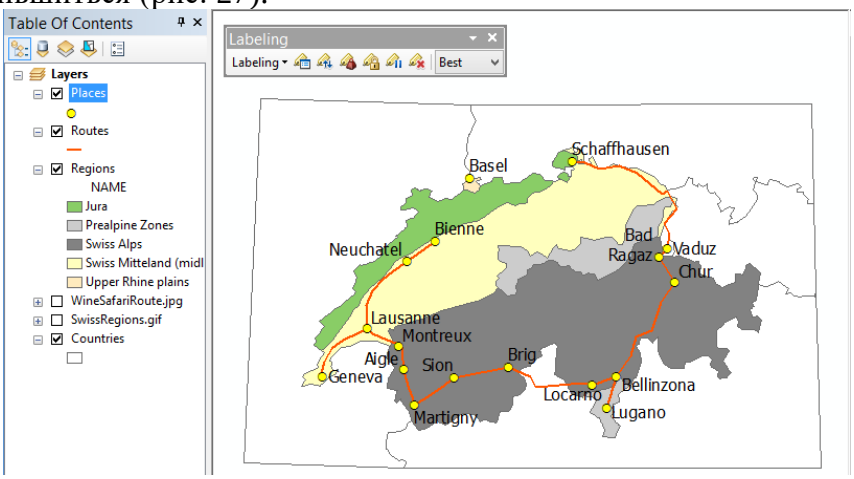


Рис. 27 Отображение подписей после настройки весов слоёв

3. Добавьте на карту слой аналитической отмывки рельефа *Hillshade* из базы данных упражнения 3, разместите его над слоем Regions и установите прозрачность *80%* (рис. 28):

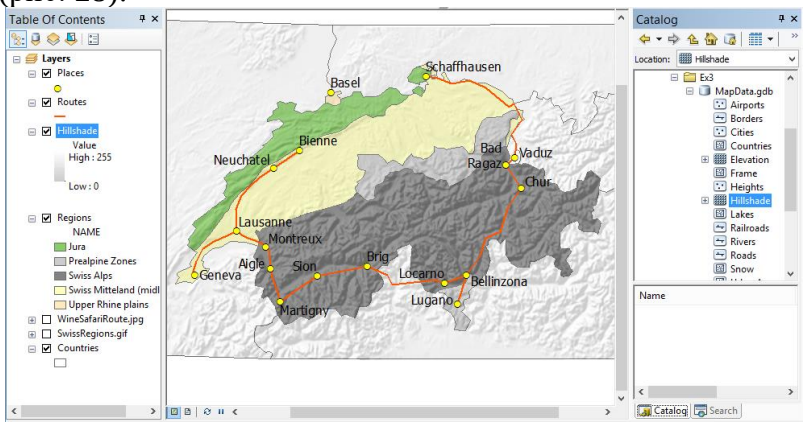


Рис. 28 Карта со слоем аналитической отмывки

4. Добавьте на карту слой *Lakes* и присвойте ему символ полигона с голубой заливкой без обводки (рис. 29).

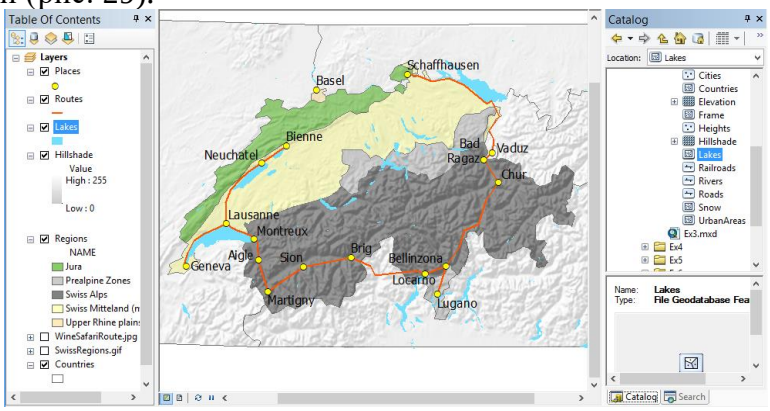


Рис. 29 Карта со слоем озёр

Компоновка карты

1. Переключитесь в **режим компоновки**.
2. Установите альбомную ориентировку листа.
3. Оформите компоновку в соответствии с нижеприведенным образцом (рис. 30):

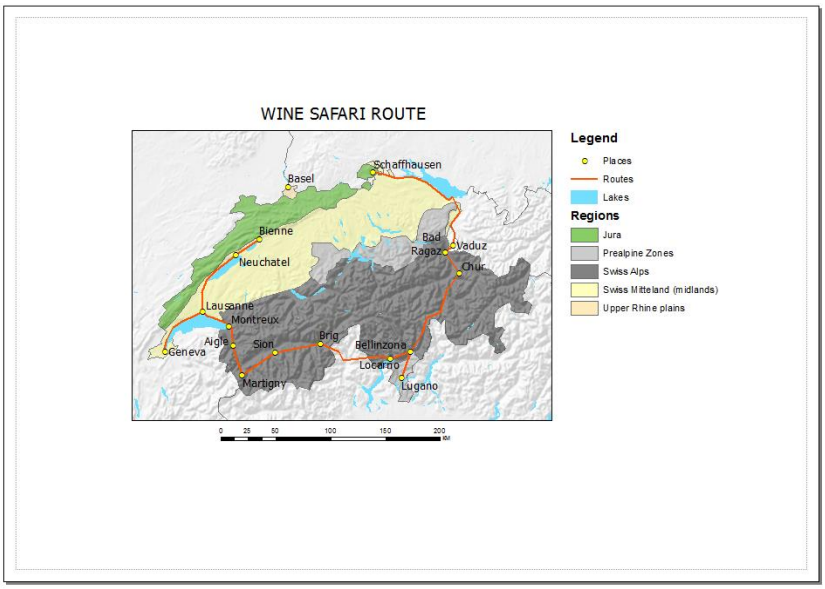


Рис. 30 Образец компоновки карты

4. Экспортируйте карту в формат `PNG` с разрешением *300 dpi*.
5. Сохраните документ карты.

Материалы текущего контроля успеваемости по теме 6.

Вопросы для текущего контроля в форме опроса

1. ГИС в информатизации органов власти и управления.
2. Геомаркетинг. Геомаркетинговая информационная система.
3. ГИС для решения транспортных и сетевых задач.
4. ГИС в сфере недвижимости.
5. Корпоративные ГИС.
6. ГИС в городском планировании и моделировании.

Практические задания

Цель задания — знакомство с привязкой, трансформированием и векторизацией геоизображений, элементами базовых технологий ГИС (оверлей, пространственные запросы).

Параметр	Значение
Поток	Гидрометпоток, Физпоток
Теоретическая подготовка	Системы координат и проекции на картах, привязка геоизображений, трансформирование геоизображений, векторизация геоизображений. Методы трансформации: аффинное, проективное, полиномиальное, метод резинового листа (сплайны). Пространственные запросы, атрибутивные запросы, оверлей.
Практическая подготовка	Знание основных компонент интерфейса ArcGIS Desktop (каталог, таблица содержания, карта). Работа с базой геоданных. Настройка символики и подписей объектов.
Исходные данные	Слои картографической основы (карт масштаба 1:2 500 000), растровая карта гидрогеологического районирования на район среднего течения Дона.
Результат	Слой гидрогеологического районирования в базе данных. Слой рек, обогащенный данными о принадлежности участков рек к артезианским бассейнам (*дополнительно*). Проект карты с оформленной компоновкой

Параметр	Значение
Ключевые слова	Системы координат, проекции, трансформирование координат, пространственная привязка, векторизация, оверлей, пространственные запросы, атрибутивные запросы

6.1.1 Контрольный лист

- Привязать растровую карту к опорным данным
- Создать в базе геоданных класс пространственных объектов для районов
- Наполнить класс районов путем цифрования растровой карты
- Заполнить названия районов и выполнить пространственный запрос рек по пересечению с разными бассейнами
- Осуществить оверлей с целью разбить реки на участки, принадлежащие разным бассейнам, выполнить атрибутивный запрос по принадлежности
- Подготовить проект гидрогеологической карты с компоновкой

6.1.2 Аннотация

Задание посвящено знакомству с привязкой растровых карт, созданием и наполнением баз пространственных данных путем векторизации растра, использованию оверлея, пространственных и атрибутивных запросов (дополнительно). Эти методы входят в число базовых технологий геоинформатики. В задании предлагается перевести в векторный вид карту гидрогеологического районирования среднего течения Дона и далее наполнить этой информацией участки рек, чтобы в дальнейшем определять источник питания участков рек по их принадлежности артезианским бассейнам.

Артезианские воды представляют собой одну из компонент питания рек. К артезианским водам относятся подземные воды, находящиеся в водоносных горизонтах, перекрытых и подстилаемых водоупорными (или относительно водоупорными) слоями горных пород, и обладающие гидростатическим напором.

6.2 Оформление базовых слоев

1. Скопируйте каталог *Ex06* в свою папку.
2. Откройте приложение **ArcMap**, создайте новый документ карты и сохраните его в свою папку *Ex06*.
3. Подключитесь в окне каталога к папке *Ex06*. Убедитесь, что в ней находится база геоданных *Don.gdb* и растровый файл *DonArtesian.png*.
4. Раскройте базу геоданных и перенесите на карту классы *Lakes* и *Rivers*
5. Присвойте слою *Lakes* символ с голубой заливкой и синей обводкой.
6. Настройте оформление слоя *Rivers* следующим образом:
   - Выберите метод *Unique values* (уникальные значения).
   - В качестве поля для отображения используйте атрибут *Tun*. Нажмите **Add All Values**.
   - Покрасьте все реки в синий цвет. Для этого щелкните на заголовке первого столбца **Symbol** и вызовите команду **Properties for all symbols**. Выберите *точно такой же цвет*, что вы использовали для обводки озер.
   - Установите следующие параметры толщины линий:

Слой	Толщина линии
Реки постоянные крупные	2 пункта
Реки постоянные средние	1,5 пункта
Остальные классы	1 пункт

7. Диалог примет следующий вид (рис. 1):

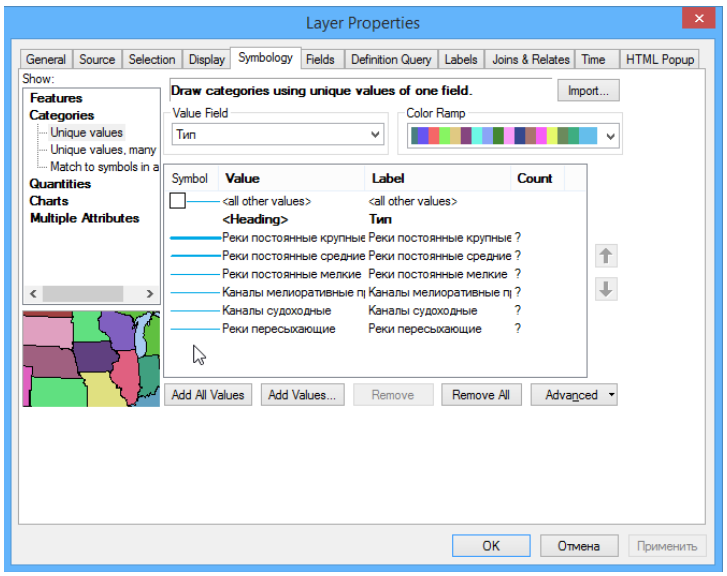


Рис. 1 Настройка параметров толщины линий

8. Включите опцию подписи рек. Перейдите на вкладку **Labels** и отметьте флажок **Label features in this layer**. Выберите поле *Название* в качестве поля для подписей, смените их цвет на темно-синий и установите криволинейное размещение вдоль линии. Нажмите OK. В результате операции все реки будут подписаны.

9. Чтобы были подписаны только крупнейшие реки, необходимо использовать определяющий запрос на языке **SQL**. Для этого откройте снова свойства слоя и на вкладке **Labels** выберите метод «*Define classes of features and label each class separately*». Нажмите кнопку **SQL query…** и введите в поле следующий текст запроса:

```
"CLASS" = 2 OR "CLASS" = 3
```

Чтобы избежать ошибок ввода, вы можете дважды щелкнуть на поле `CLASS` в списке слева — оно подставится в запрос. Добавьте знак `=`. Далее нажмите кнопку **Get unique values** и найдите 2-й класс. Щелкните на нем дважды — после этого название поля подставится в текст запроса. После этого введите оператор `OR` и повторите ввод для 3-го класса. Диалог примет следующий вид (рис. 2):

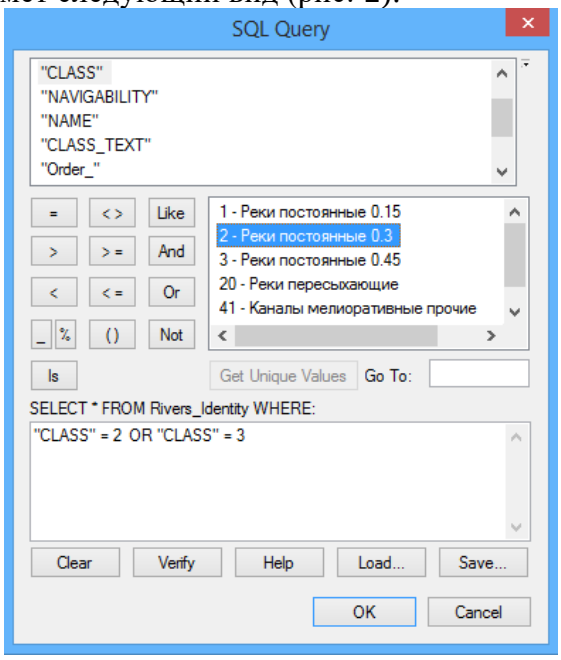


Рис.2 Диалог SQL-запроса

10. Нажмите **Verify**, чтобы проверить корректность введенного запроса. Если ответ положительный, закройте всплывшее сообщение. Если появляется сообщение об ошибке в запросе, убедитесь, что он введен в соответствии с примером.

11. Нажмите **ОК** в диалоге свойств слоя. Карта примет следующий вид (рис. 3):

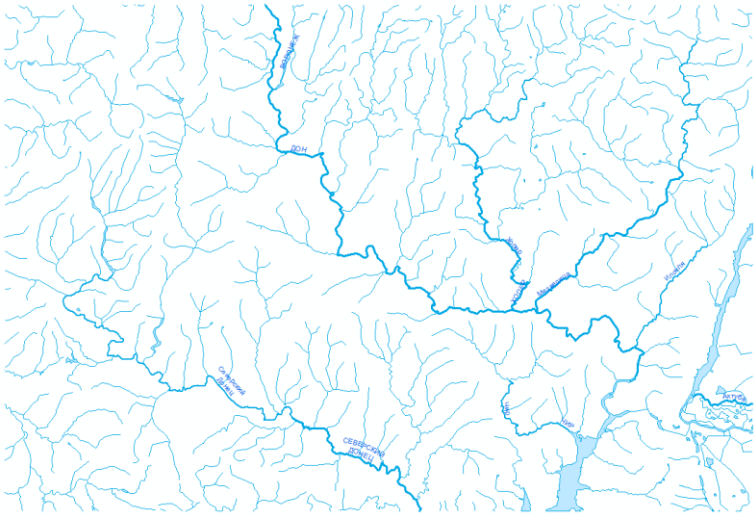


Рис. 3 Диалог SQL-запроса

12. Сохраните документ карты в *свою* папку *Ex06* под именем *Don.mxd*.

6.3 Привязка растровой карты по контрольным точкам

1. Добавьте на карту из базы данных слой *DonArtesian.png* и поместите его непосредственно под слоем Rivers. При добавлении слоя появится диалоговое окно, предупреждающее о том, что файл не имеет привязки. Закройте его.

2. Поместите карту в центр окна **ArcMap**.

Для выполнения дальнейшей работы прочтите раздел **Привязка растровых данных** в приложении.

3. Откройте панель инструментов **Georeferencing**. Убедитесь, что в ее списке выбран файл *DonArtesian*. Выберите в ее меню команду **Fit to Display**, чтобы переместить непривязанный растр на середину области отображения.

4. Поместите растр непосредственно под слоем *Rivers*.

5. Используя инструмент расстановки контрольных точек, укажите пять контрольных точек в разных частях карты. Желательно, чтобы точки были равномерно распределены по полю карты (по краям и в центре) и *не располагались на одной линии* — это обеспечит хорошие коэффициенты трансформации. В качестве точек используйте места впадения притоков и впадения рек в водохранилища. Например, можно использовать точку впадения реки Хопёр в реку Дон (рис. 4 и 5):

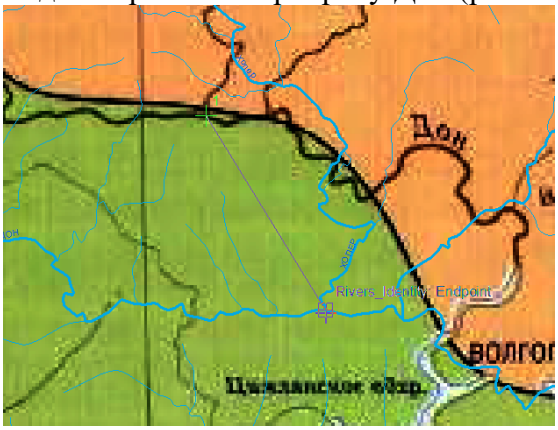


Рис. 4 Расстановка одной пары контрольных точек

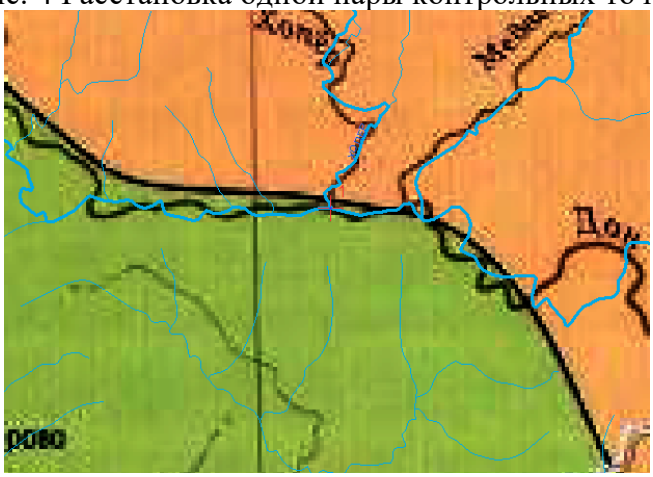


Рис. 5 Результат привязки изображения в окрестности одной пары контрольных точек

6. Ознакомьтесь с доступными методами трансформирования по контрольным точкам. Для этого в меню **Georeferencing** выберите команду **Transformation**. По умолчанию выбрано аффинное преобразование.

Какие еще виды трансформирования доступны? Чем проективное преобразование отличается от аффинного?

Оставьте выбранным аффинное преобразование.

7. Осуществите трансформирование растра. На панели инструментов **Georeferencing** выберите команду меню **Georeferencing** > **Update Georeferencing**. Контрольные точки удалятся.

Картографическое изображение примет следующий вид (рис. 6):

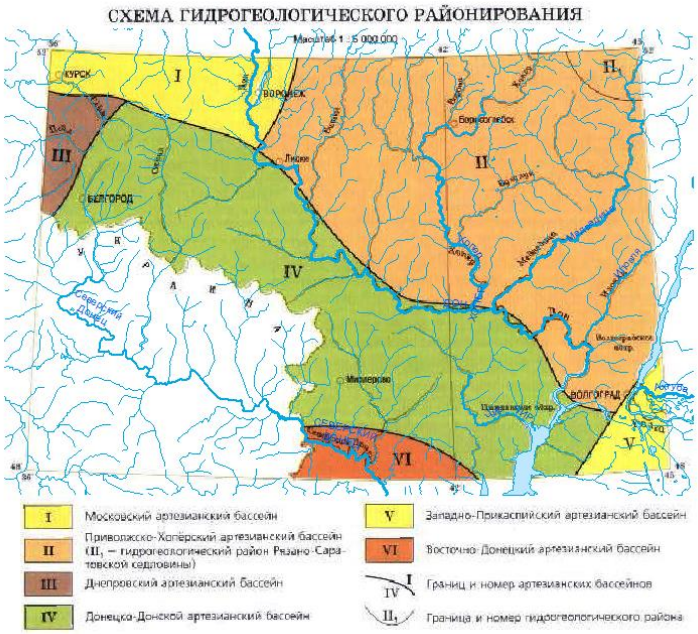


Рис. 6 Привязанная растровая карта

8. Сохраните документ карты в формате mxd в папке отчета.

6.4 Векторизация слоя гидрогеологического районирования

1. **Создайте** новый класс пространственных объектов в базе геоданных *Don.gdb*. Для этого:
   - На первом шаге назовите слой *Artesian*, выберите площадную модель пространственных объектов (*Polygon features*).
   - На втором шаге выберите систему координат. Оптимально использовать ту же систему, что используется в базовых данных. Для этого ее можно импортировать у существующего слоя. Нажмите **Add Coordinate Systems > Import**, найдите и укажите любой слой в базе данных *Don.gdb*.
   - На 3-м и 4-м шагах оставьте все параметры по умолчанию.
   - На 5-м шаге добавьте в первую пустую строку новое поле *Basin*. Тип поля — *Text*. В этом поле вы будете хранить название гидрогеологического бассейна.
   - Нажмите **Finish**.
2. Добавьте получившийся слой на карту и разместите его вверху таблицы содержания.
3. Отключите слои рек и озер.

Для выполнения дальнейшей работы прочтите раздел **Редактирование** в приложении.

4. Включите режим редактирования слоя. Для этого в его контекстном меню выберите команду **Edit Features > Start Editing**.
5. Откройте список шаблонов слоя и посмотрите доступные опции редактирования в нижней части окна.
6. Векторизуйте все бассейны, обведя их границы. Выполняйте работу в следующей последовательности:
   - Сначала векторизуйте *Донецко-Донской бассейн (IV)* с помощью обычного инструмента **Polygon**.
   - Далее последовательно пристыкуйте к нему оставшиеся бассейны с помощью инструмента **Auto Complete Polygon**. Замкните их по границе листа.
7. После того как векторизация районов завершена, сохраните изменения, выбрав команду **Editor > Save Edits**.
8. Откройте таблицу атрибутов слоя районов. Поочередно выделяя каждый из них (для этого щелкните в самом начале строки), введите в поле *Basin* его название, ориентируясь по выделению на карте. Слово «бассейн» не вводите (рис. 7):

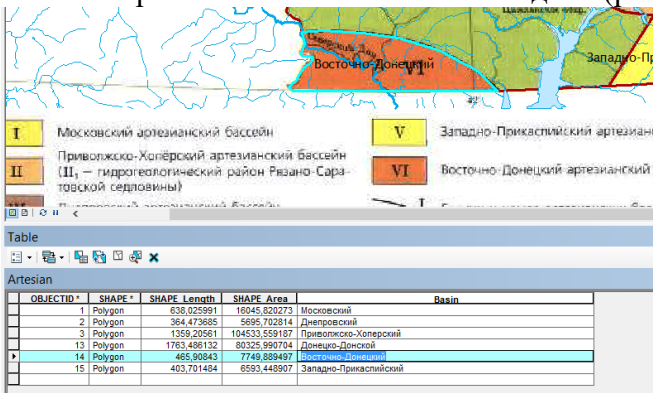


Рис. 7 Редактирование атрибута выбранного объекта

9. После ввода названий снова сохраните изменения.
10. Завершите редактирование, выбрав команду **Editor > Stop Editing**.
11. Измените оформление слоя в соответствии с цветами на исходном растре.
12. Включите подписи районов по полю *Basin*.

13. Отключите слой растровой карты. Включите снова слои рек и озер и переместите их вверх таблицы содержания. Картографическоем изображение примет следующий вид (рис. 8):

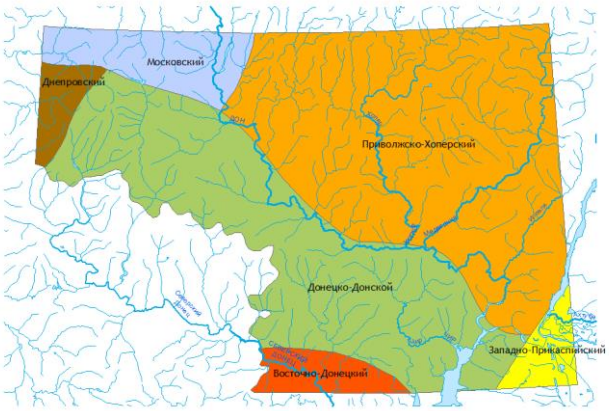


Рис. 8 Векторизованный слой артезианских бассейнов

14. Сохраните документ карты в папке отчета.

6.5 Оформление карты

1. Добавьте на карту слои *Boundaries* (границы) и *Cities* (города). Используйте для их отображения способ **Categories** и настройте отображение разными символами классов границ, а также городов в соответствии с численностью населения. При оформлении подписей городов используйте метод **классифицированных подписей**. Пример результирующего изображения (рис. 9):

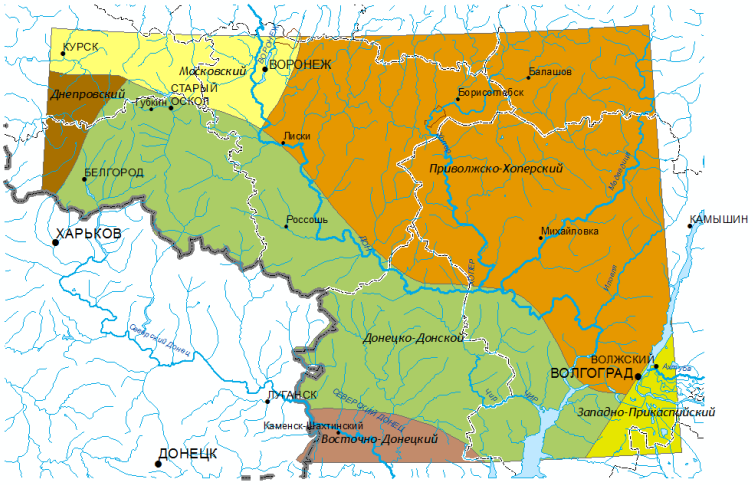


Рис. 9 Оформленное картографическое изображение

2. Переключитесь в режим компоновки и оформите легенду карты. Добавьте название «*Гидрогеологическое районирование среднего течения Дона*», а также масштаб и свои ФИО.

3. Экспортируйте результирующую карту в файл в формате *PNG* и вставьте ее в отчет.

Следующие разделы являются дополнительными и выполняются на усмотрение преподавателя. Перед их выполнением целесообразно ознакомиться с разделом **Выборка объектов** в приложении.

6.6 Пространственный запрос (дополнительно)

Для получения информации о взаимном положении объектов или поиске объектов, основанном на их местоположении, вы можете использовать три метода:

- Вычисление расстояний
- Пространственный запрос
- Оверлей

Вычисление расстояний позволяет оценить попарные расстояния между объектами, найти для каждого объекта ближайший к нему. Пространственный запрос осуществляет выборку объектов, находящихся в указанных топологических отношениях с другими объектами. Например, вы можете сказать «*выбрать реки, находящиеся целиком внутри (completely within) Московского артезианского бассейна*» или смягчить запрос, указав «*выбрать реки, пересекающие (intersect) Московский артезианский бассейн*». Частным случаем пространственного запроса также является поиск объектов по координатам, диапазону координат или произвольно заданной области. В этом случае пользователь чаще всего обводит на карте прямоугольником интересующую его зону, при этом выбираются объекты, пересекающие или находящиеся целиком внутри выделенной зоны.

Рассмотрим, как можно выберать реки, принадлежащие Приволжско-Хоперскому бассейну.

1. Выделите на карте Приволжско-Хоперский бассейн, используя инструмент  на панели **Tools**.
2. Откройте диалог пространственной выборки (**Selection > Select by Location**)
3. Выберите в диалоге пространственной выборки слой *Rivers* в качестве выбираемого (**target**) и слой *Artesian* в качестве выбирающего (**source**). Отметьте галочкой пункт **Use Selected Features** — это позволит выбирать с использованием уже выбранных объектов.
4. Выберите метод выборки *intersect the source layer feature* — пересечение.
5. Нажмите **Apply**. Будут выбраны реки, пересекающие выбранный артезианский бассейн (рис. 10):

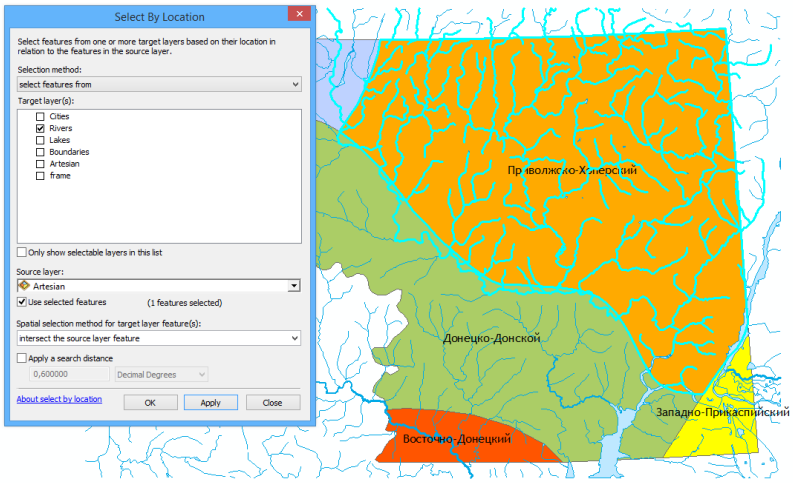


Рис. 10 Пространственная выборка по правилу пересечения (intersect)

6. Выберите метод выборки *are completely within the source layer feature* (полностью внутри).
7. Нажмите **Apply**. Будут выбраны реки, находящиеся полностью внутри выбранного бассейна (рис. 11):

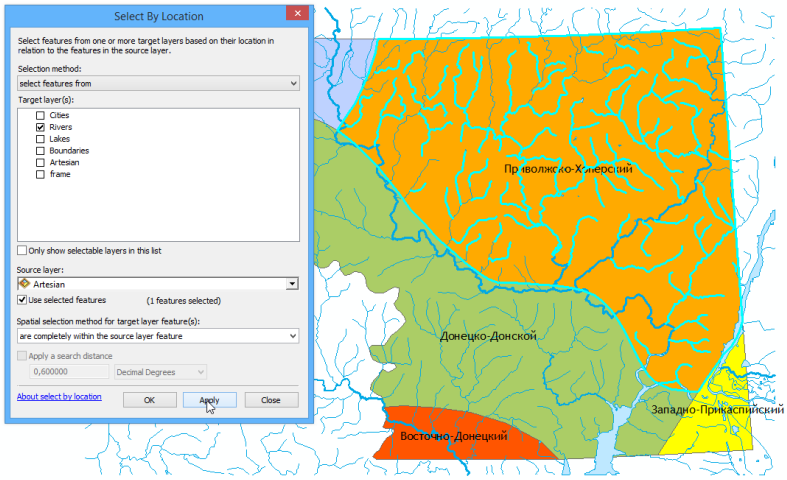


Рис. 11 Пространственная выборка по правилу нахождения внутри (completely within)

8. Очистите выборку с помощью инструмента **Clear Selected Features** (рис. 12):

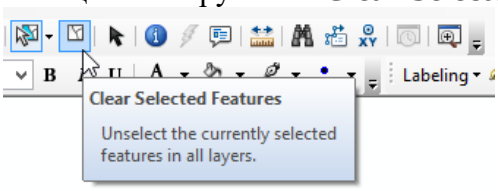


Рис. 12 Кнопка очищения текущей выборки

6.7 Оверлей (дополнительно)

Оверлей (от англ. *overlay* — наложение), в отличие от пространственного запроса, создает новые данные путем геометрической композиции входных слоев. Полученные участки наследуют атрибуты от каждого слоя. Эта операция базируется на стандартных отношениях множеств, таких как пересечение, объединение и симметрическая разность. Оверлей позволяет понять, какие комбинации объектов встречаются в пространстве. Так, если в качестве аргументов служат реки и бассейны, то в результате выполнения оверлея реки будут разрезаны на участки в соответствии с границами бассейнов.

Для выполнения оверлея вы будете использовать инструменты **геообработки**.

Геообработка (geoprocessing) в терминологии ArcGIS — это анализ и преобразование пространственных данных. Инструменты геообработки находятся в Арктулбоксе (ArcToolbox), где они сгруппированы по назначению. Некоторые наборы инструментов, такие как Spatial Analyst и 3D Analyst, с которыми вы познакомитесь на следующих занятиях, являются дополнительными модулями ArcGIS.

С помощью оверлея можно разбить речную сеть на сегменты, принадлежащие разным бассейнам, а полученным сегментам автоматически присвоить название бассейна.

1. Щелкните по базе данных *Don.gdb* правой кнопкой мыши и выберите пункт **Make Default Geodatabase**. Эта команда указывает системе, что все результаты обработки данных (новые слои) следует помещать в выбранную базу геоданных.

2. Откройте **ArcToolbox** с помощью кнопки  на главной панели инструментов.

3. Раскройте группу инструментов **Analysis Tools > Overlay**. Здесь можно найти различные режимы оверлея.

4. Запустите инструмент **Identity**, который находит геометрическое пересечение двух слоев и присваивает атрибуты второго слоя участкам первого слоя.

5. Заполните его параметры следующим образом:

Параметр	**Значение**
Input features	Rivers
Identity Features	Artesian
Output Feature Class	<Ваша папка>\Ex06\Don.gdb\Rivers_Identity
JoinAttributes	ALL

6. Диалог инструмента примет следующий вид (рис. 13):

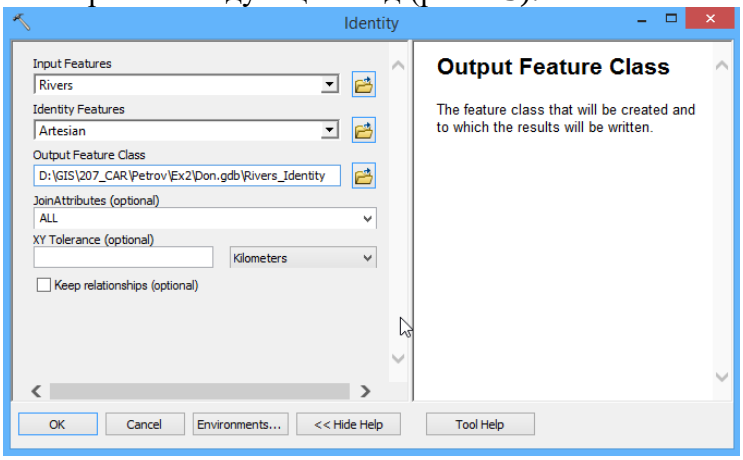


Рис. 13 Параметры инструмента оверлея методом Identity

После выполнения инструмента слой будет добавлен на карту. Раскройте его таблицу атрибутов, чтобы убедиться, что каждому участку реки присвоена принадлежность к артезианскому бассейну — часть строк будет пустой, так как созданный вами слой артезианских бассейнов покрывает не всю территорию (рис. 14):

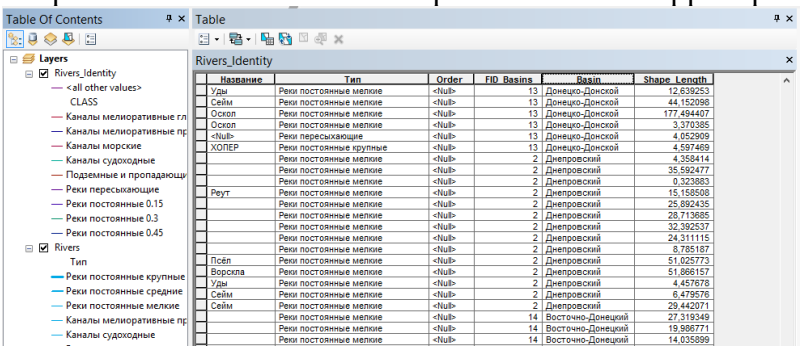


Рис. 14 Атрибутивная таблица слоя рек с идентификацией принадлежности участков к артезианским бассейнам

6.8 Атрибутивный запрос (дополнительно)

Атрибутивный запрос позволяет искать объекты по значениям их атрибутов. В результате выполнения оверлея вы можете найти участки рек, принадлежащие артезианским бассейнам, по информации, содержащейся в поле *Basin*.

1. Откройте диалог атрибутивной выборки (меню **Selection > Select by Attributes**).
2. Выберите в качестве выбираемого слой *Rivers_Identity*.
3. Введите следующий текст запроса:

```
"Basin" = 'Приволжско-Хоперский'
```

4. На карте будут выделены водотоки, принадлежащие данному артезианскому бассейну. Обратите внимание на то, что выборка теперь полностью совпадает с границами бассейна.

5. Откройте таблицу атрибутов слоя *Rivers_Identity* и укажите опцию **Show Selected records**, чтобы показывать только выбранные объекты (рис. 15):

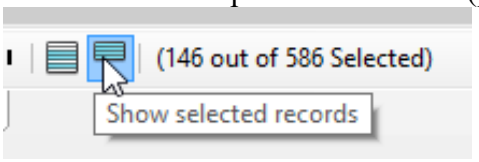


Рис. 15 Кнопка переключения в режим отображения в таблице только выбранных объектов

6. Скомпонуйте окна приложения таким образом, чтобы было видно одновременно окно атрибутивного запроса, таблицу атрибутов слоя со столбцом *Basin*, а также картографическое изображение с выделенными реками. Окно приложения примет следующий вид (рис. 16):

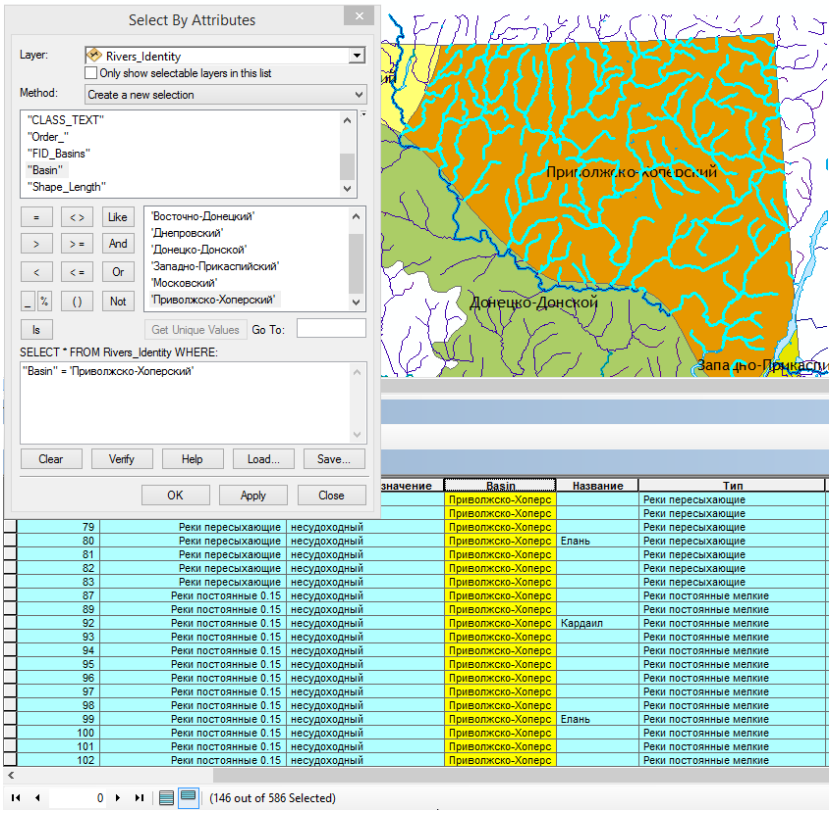


Рис. 16 Выборка участков рек по атрибуту принадлежности артезианскому бассейну

7. Сохраните документ карты.

Работа 7 Привязка и векторизация (административная карта)

Цель задания — знакомство с привязкой, трансформированием и цифрованием геоизображений, элементами базовых технологий ГИС (оверлей, пространственные запросы).

Параметр	**Значение**
Теоретическая подготовка	Системы координат и проекции на картах, привязка геоизображений, трансформирование геоизображений, цифрование геоизображений. Методы

Параметр	Значение
	трансформации: аффинное, проективное, полиномиальное, метод резинового листа (сплайны). Пространственные запросы, атрибутивные запросы, оверлей.
Практическая подготовка	Знание основных компонент интерфейса ArcGIS Desktop (каталог, таблица содержания, карта). Работа с базой геоданных. Настройка символики и подписей объектов.
Исходные данные	Слои картографической основы OpenStreetMap, растровая карта районов Лондона.
Результат	База данных со слоем границ районов Лондона. Результаты выборки и статистика по количеству отелей в пределах каждого района. Картодиаграммы по числу отелей в каждом районе. Проект карты с оформленной компоновкой
Ключевые слова	Системы координат, проекции, трансформирование координат, пространственная привязка, цифрование, оверлей, пространственные запросы, атрибутивные запросы, библиотеки символов, картодиаграммы

7.1.1 Контрольный лист

- Привязать растровую карту к опорным данным
- Дополнить класс районов путем цифрования растровой карты
- Заполнить названия новых районов
- Определить путем пространственного запроса количество отелей в каждом районе.
- Построить картодиаграммы по полученным значениям с использованием нестандартных библиотек символов
- Подготовить проект карты с компоновкой

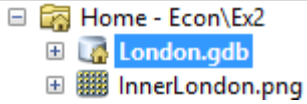
7.1.2 Аннотация

Задание посвящено знакомству с привязкой растровых карт, созданием и наполнением баз пространственных данных путем цифрования, оформлением карт на основе баз данных. В этом задании вы также познакомитесь с запросами, с помощью которых можно ограничивать число отображаемых объектов.

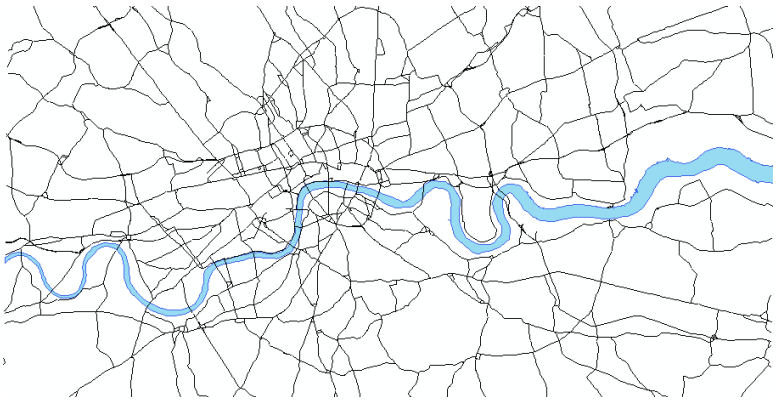
В задании предлагается выполнить координатную привязку карты районов Лондона и оцифровать недостающие районы для создания персональной БГД «Административные районы Лондона». Далее, используя запросы к БГД, по каждому району определить количество входящих в него отелей, и построить социально-экономическую карту, которая показывает способом картодиаграмм количество отелей в каждом районе. Работа завершается оформлением компоновки карты.

7.2 Добавление референцных данных

1. Скопируйте каталог *Ex07* в свою папку и разархивируйте внутри него файл *London.zip* — он содержит базу геоданных для выполнения упражнения.
2. Подключитесь в окне Каталога к вашей папке *Ex07*. Убедитесь, что в ней находится база геоданных *London.gdb* и растровый файл *InnerLondon.png*:



3. Раскройте базу геоданных и перенесите на карту класс пространственных объектов *Roads*, присвойте ему символ в виде черной линии толщиной 0,5 пункта.
4. Добавьте на карту также слой *Water* и присвойте ему символ *Lake* (голубой полигон с синей обводкой). Картографическое изображение примет следующий вид:



5. Сохраните документ карты в *свою* папку *Ex07* под именем *London.mxd*.

7.3 Привязка карты

1. Добавьте на карту из окна каталога слой *InnerLondon.png* и поместите его под слои *Water* и *Roads*. При добавлении слоя появится диалоговое окно, предупреждающее о том, что файл не имеет привязки. Закройте его.

2. Расположите карту в центре окна **ArcMap**.

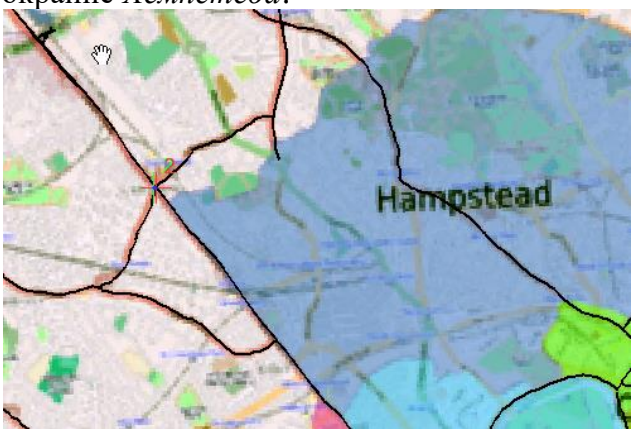
Для выполнения дальнейшей работы прочтите раздел **Привязка растровых данных** в приложении.

3. Откройте панель инструментов **Georeferencing**. Выберите в ее меню команду **Fit to Display**, чтобы переместить непривязанный растр на середину области отображения.

4. Используя инструмент расстановки контрольных точек на панели **Georeferencing**, укажите по крайней мере 3 контрольные точки в разных частях города:

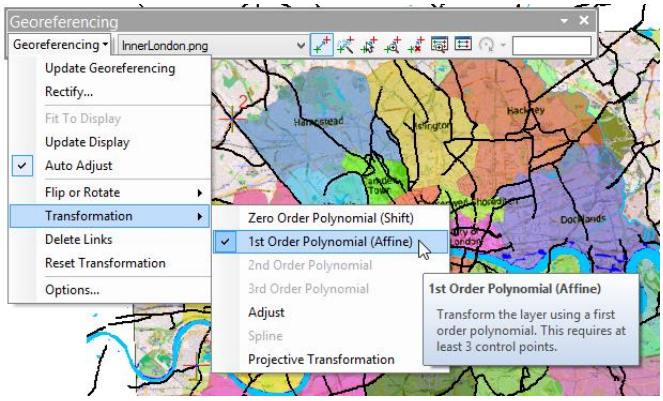


Щелкайте сначала на растре, затем на векторном слое. В качестве точек используйте перекрестки дорог, которые вы можете найти как на растре, так и на картографической основе. Например, и на растре и на основе хорошо распознается перекресток на западной окраине *Хемпстеда*:



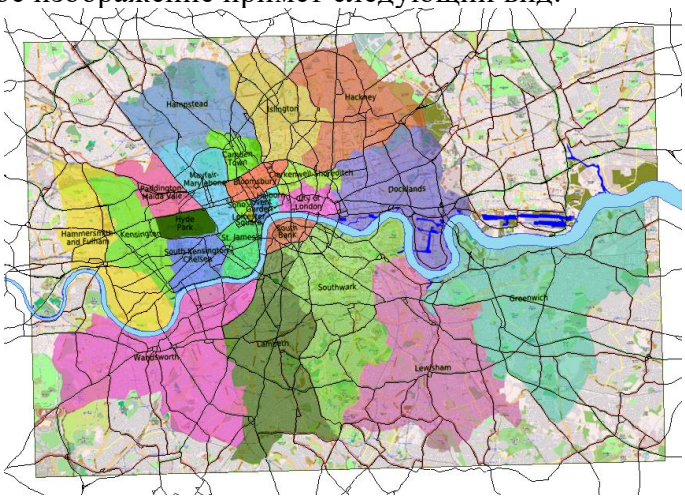
Желательно, чтобы точки были равномерно распределены по полю карты (по краям и в центре) и не располагались на одной линии — это обеспечит хорошие коэффициенты трансформации.

5. Ознакомьтесь с доступными методами трансформирования по контрольным точкам. Для этого в меню на панели **Georeferencing** выберите команду **Transformation**. По умолчанию выбрано аффинное преобразование. При пяти контрольных точках будет доступно также проективное преобразование. Оставьте выбранным аффинное преобразование:



6. Осуществите трансформирование растра. Для этого на панели инструментов **Georeferencing** выберите команду меню **Georeferencing > Update Georeferencing**. После выполнения трансформирования контрольные точки удалятся.

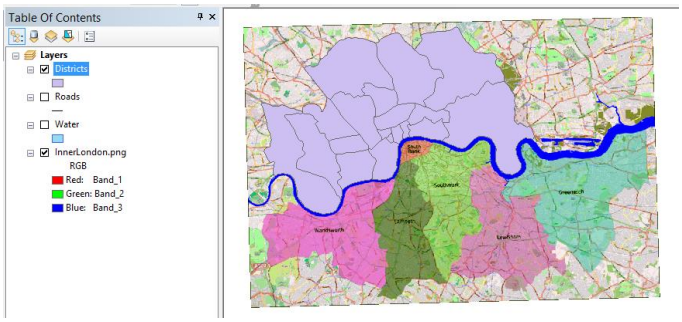
Картографическое изображение примет следующий вид:



7. Сохраните документ карты в папке отчета.

7.4 Создание слоя городских районов

1. Отключите слой дорог и слой гидрографии, оставив видимой только подложку.
2. Добавьте на карту класс пространственных объектов *Districts*. Он содержит районы северного берега Темзы. Вам необходимо его дополнить, оцифровав районы южного берега реки:



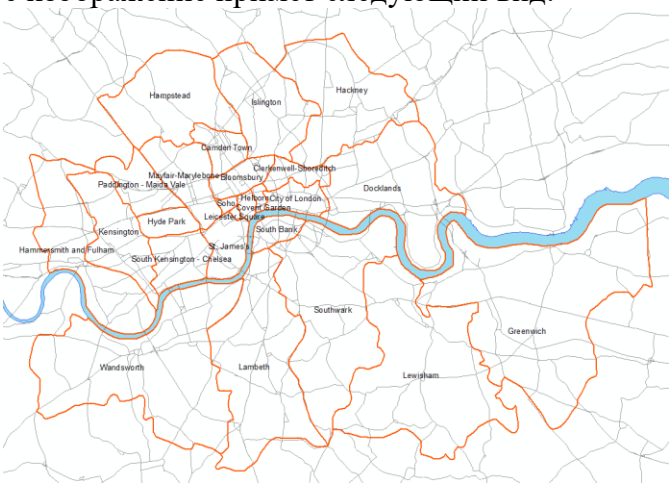
Для выполнения дальнейшей работы прочтите раздел **Редактирование** в приложении.

3. Включите режим редактирования слоя *Districts*. Для этого в его контекстном меню выберите команду **Edit Features > Start Editing**.
4. Откройте список шаблонов слоя, нажав кнопку **Create Features** на панели **Editor** и посмотрите доступные опции.
5. Оцифруйте недостающие городские районы. Выполняйте работу в следующей последовательности:

- Сначала оцифруйте район *Wandsworth* с помощью обычного инструмента **Polygon**.
- Далее последовательно пристыкуйте к нему оставшиеся районы южного берега с помощью инструмента **Auto-Complete Polygon**.
- Участки, примыкающих к реке, аккуратно проведите по береговой линии аналогично районам северного берега.

6. После того как редактирование районов завершено, сохраните изменения, выбрав команду **Editor > Save Edits**.
7. Откройте таблицу атрибутов слоя районов (`Ctrl` + двойной щелчок мышью по названии слоя). Поочередно выделяя каждый из новых районов, введите в поле *Name* его название, ориентируясь по карте.
8. После ввода названий снова сохраните изменения.
9. Завершите редактирование, выбрав команду **Editor > Stop Editing**.
10. Измените оформление слоя следующим образом: сделайте пустую заливку, а обводку сделайте оранжевого цвета толщиной 1,5 пункта.
11. Включите подписи районов по полю *Name*.
12. Отключите слой растровой карты.
13. Включите слой дорог и установите ему прозрачность, равную *60%*.

Картографическое изображение примет следующий вид:



14. Сохраните документ карты.

7.5 Расчет статистики по районам

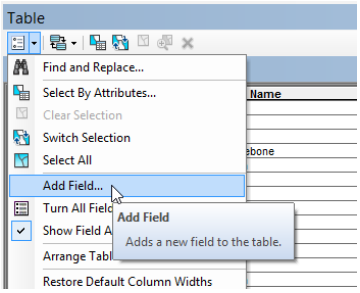
В данной части работы предлагается определить количество отелей, которые попадают в пределы каждого района, затем построить картодиаграммы по полученным значениям. Для этого будет использован следующий алгоритм:

- Выбрать текущий район.
- Выбрать здания, попадающие в его пределы (*пространственный запрос*).
- Из полученной выборки оставить только здания, являющиеся отелями (*атрибутивный запрос*).
- Записать число отобранных зданий в атрибут *Hotels* текущего района.

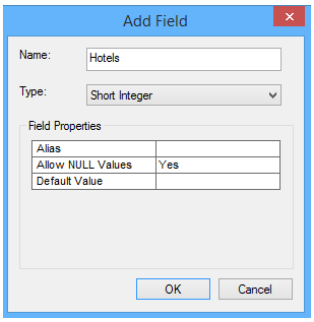
Эти операции необходимо повторить для каждого района.

Перед выполнением анализа следует создать атрибутивное поле, в котором будет храниться число отелей. Для этого:

1. Остановите сеанс редактирования, если это не было сделано ранее (**Editor > Stop Editing**).
2. Откройте таблицу атрибутов слоя.
3. Выберите команду меню **Add Field…** (если она не активна, это значит, что вы не остановили сеанс редактирования на панели **Editor**).



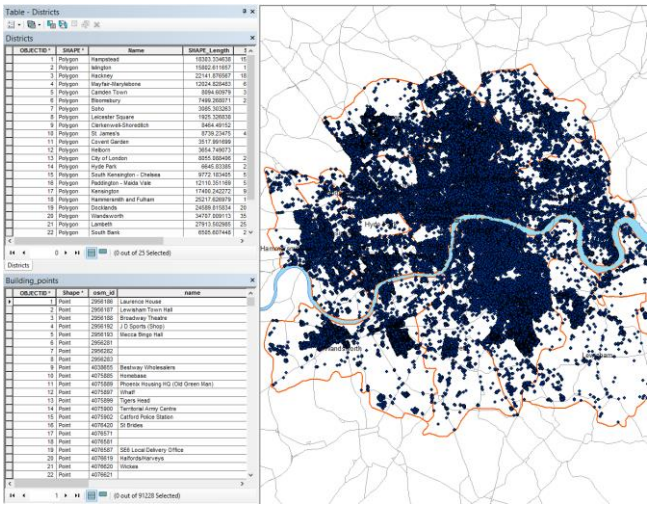
4. Введите название поля *Hotels* и тип поля **Short Integer**. Диалог примет следующий вид:



5. Нажмите **ОК**. Поле будет добавлено в слой.

6. Добавьте на карту класс *building_points* из базы геоданных *London.gdb*. Разместите его под слоем *districts*. В данном слое каждая точка соответствует зданию.

7. Откройте атрибутивные таблицы слоев *districts* и *buildings* и расположите их друг над другом в левой части окна:

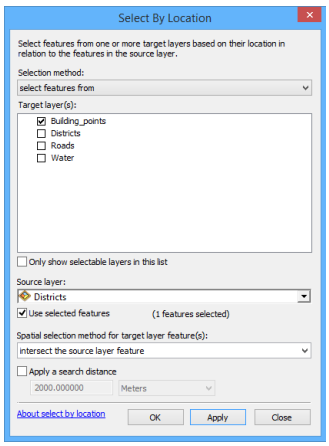


8. Включите редактирование слоя *districts* и выберите в его таблице первую строчку (нужно щелкнуть на заголовке слева от строки).

Для выполнения дальнейшей работы прочтите раздел **Выборка объектов** в приложении.

9. Откройте диалог пространственной выборки (**Selection > Select by Location**) и диалог атрибутивной выборки (**Selection > Select by > Attributes**). Расположите их рядом.

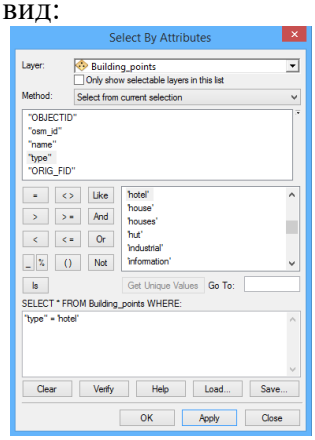
10. Выберите в диалоге пространственной выборки слой *building_points* в качестве выбираемого (**target**) и слой *districts* в качестве выбирающего (**source**). Отметьте галочкой пункт **Use Selected Features** — это позволит выбирать с использованием уже выбранного района. Диалог примет следующий вид:



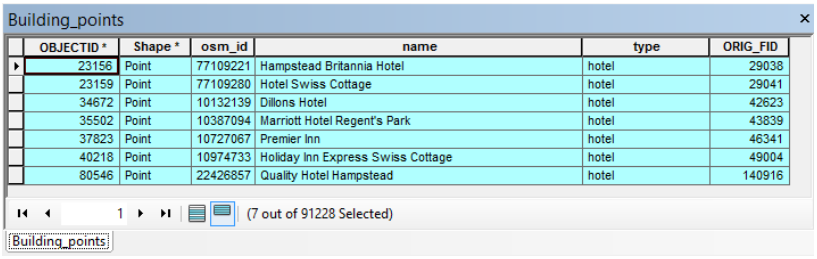
11. Нажмите кнопку **Apply** — на карте должны выбраться здания, попавшие в пределы выбранного района. Не закрывайте диалог.

12. Перейдите в диалог атрибутивной выборки. В качестве выбираемого слоя укажите *building_points* и смените режим выборки на **Select from current selection**. В этом режиме будет осуществляться подвыборка среди уже выбранных объектов.

13. Введите следующий атрибутивный запрос, чтобы отобрать отели: `type = 'hotel'` Диалог примет следующий вид:



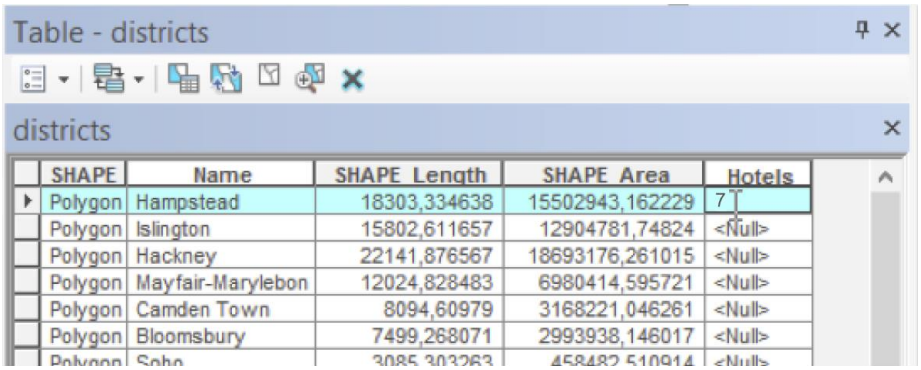
14. Нажмите **Apply**. *Не закрывайте диалог атрибутивной выборки*. На карте останутся выбранными только те здания текущего района, которые являются отелями. Чтобы ознакомиться с их списком, перейдите в атрибутивную таблицу слоя *building_points* и включите режим показа только выбранных объектов (**Show selected records**):



OBJECTID *	Shape *	osm_id	name	type	ORIG_FID
23156	Point	77109221	Hampstead Britannia Hotel	hotel	29038
23159	Point	77109280	Hotel Swiss Cottage	hotel	29041
34672	Point	10132139	Dillons Hotel	hotel	42623
35502	Point	10387094	Marriott Hotel Regent's Park	hotel	43839
37823	Point	10727067	Premier Inn	hotel	46341
40218	Point	10974733	Holiday Inn Express Swiss Cottage	hotel	49004
80546	Point	22426857	Quality Hotel Hampstead	hotel	140916

Внизу таблицы вы можете увидеть число выбранных объектов (на рисунке их 8, у вас может получиться другое число, если выделен другой район).

15. Внесите указанное число в атрибутивную таблицу слоя *districts* для текущего выбранного района:



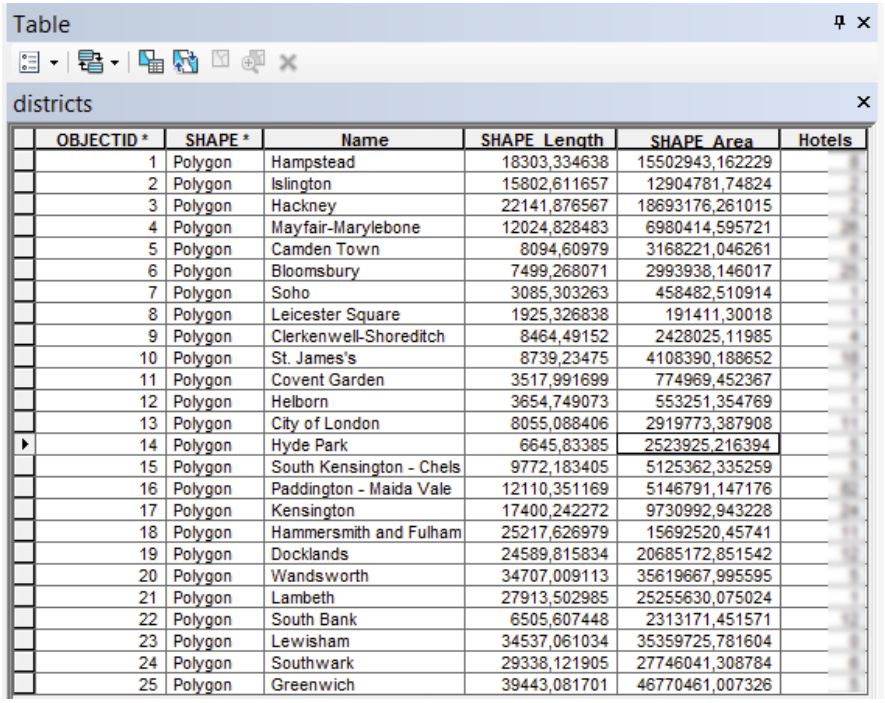
SHAPE	Name	SHAPE_Length	SHAPE_Area	Hotels
Polygon	Hampstead	18303,334638	15502943,162229	7
Polygon	Islington	15802,611657	12904781,74824	<Null>
Polygon	Hackney	22141,876567	18693176,261015	<Null>
Polygon	Mayfair-Marylebon	12024,828483	6980414,595721	<Null>
Polygon	Camden Town	8094,60979	3168221,046261	<Null>
Polygon	Bloomsbury	7499,268071	2993938,146017	<Null>
Polygon	Soho	3085,303263	458482,510914	<Null>

16. Выберите следующий район в таблице слоя *districts* (на рисунке выше это будет район *Islington*).

17. Повторите шаги 5–10 для всех оставшихся районов. На всем протяжении выполнения этих операций у вас должны быть открыты таблицы обоих слоев, а также диалоговые окна атрибутивной и пространственной выборки.

18. Сохраните документ карты

Законченная таблица должна содержать в поле *Hotels* число отелей для каждого района:

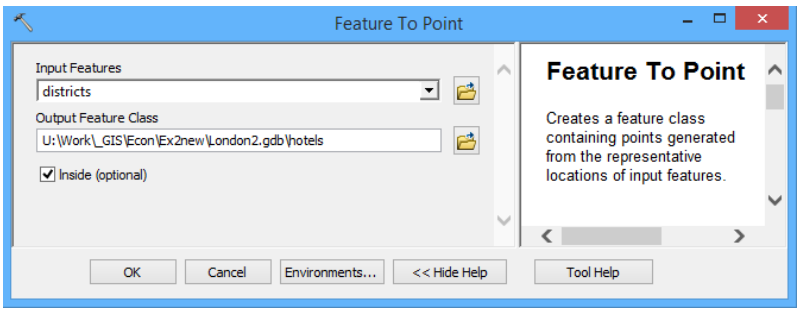


OBJECTID *	SHAPE *	Name	SHAPE_Length	SHAPE_Area	Hotels
1	Polygon	Hampstead	18303,334638	15502943,162229	
2	Polygon	Islington	15802,611657	12904781,74824	
3	Polygon	Hackney	22141,876567	18693176,261015	
4	Polygon	Mayfair-Marylebone	12024,828483	6980414,595721	
5	Polygon	Camden Town	8094,60979	3168221,046261	
6	Polygon	Bloomsbury	7499,268071	2993938,146017	
7	Polygon	Soho	3085,303263	458482,510914	
8	Polygon	Leicester Square	1925,326838	191411,30018	
9	Polygon	Clerkenwell-Shoreditch	8464,49152	2428025,11985	
10	Polygon	St. James's	8739,23475	4108390,188652	
11	Polygon	Covent Garden	3517,991699	774969,452367	
12	Polygon	Helborn	3654,749073	553251,354769	
13	Polygon	City of London	8055,088406	2919773,387908	
14	Polygon	Hyde Park	6645,83385	2523925,216394	
15	Polygon	South Kensington - Chels	9772,183405	5125362,335259	
16	Polygon	Paddington - Maida Vale	12110,351169	5146791,147176	
17	Polygon	Kensington	17400,242272	9730992,943228	
18	Polygon	Hammersmith and Fulham	25217,626979	15692520,45741	
19	Polygon	Docklands	24589,815834	20685172,851542	
20	Polygon	Wandsworth	34707,009113	35619667,995595	
21	Polygon	Lambeth	27913,502985	25255630,075024	
22	Polygon	South Bank	6505,607448	2313171,451571	
23	Polygon	Lewisham	34537,061034	35359725,781604	
24	Polygon	Southwark	29338,121905	27746041,308784	
25	Polygon	Greenwich	39443,081701	46770461,007326	

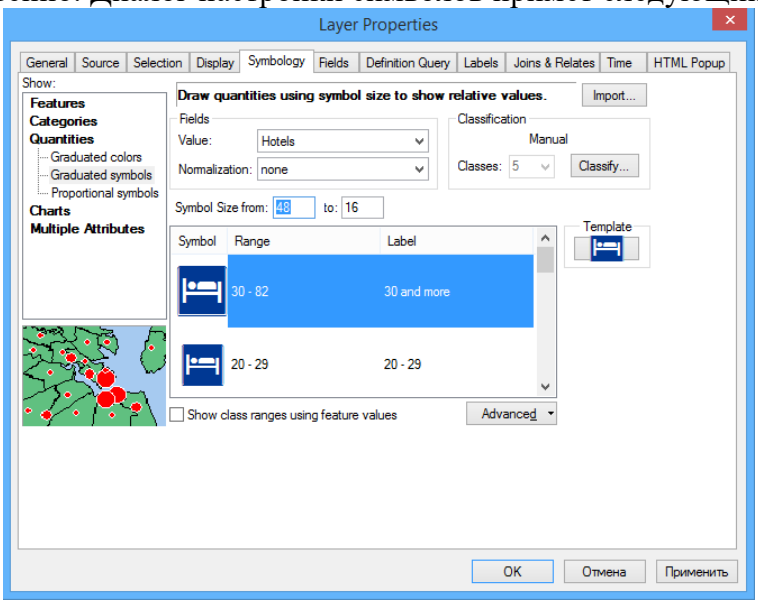
7.6 Построение картодиаграмм

1. Отключите слой *building_points*.
2. Создайте точки для размещения картодиаграмм числа отелей. Для этого

- Щелкните правой кнопкой мыши по базе данных *London.gdb* и выберите пункт **Make Default Geodatabase**, чтобы результаты обработки складывались в эту базу.
- Откройте **ArcToolbox** и запустите инструмент геообработки **Data Management Tools > Features > Feature to Point**.
- Укажите в качестве **Input Features** слой *Districts*. Исправьте название выходного класса на *Hotels*. Диалог примет следующий вид:



3. Нажмите **ОК**. Созданный слой точек будет добавлен на карту.
4. Создайте картодиаграммы на основе полученных точек. Для этого:
   - Включите режим **Graduated Symbols** на вкладке **Symbology**.
   - Выберите поле *Hotels* в качестве поля по которому будет производиться классификация.
   - Аналогично первому упражнению, отредактируйте границы классов. Предлагается выделить следующие классы: менее *5*, *5-9*, *10-19*, *20-29*, *30* и более. Для этого необходимо нажать кнопку **Classify** и заменить границы первых четырех классов на *4*, *9*, *19*, *29*. Максимальное значение не трогайте. Нажмите **ОК**.
   - Измените шаблон картодиаграммы на значок отеля. Для этого сначала прочтите разделы Подключение библиотек символов и поиск символов по названию в разделе **Описание функций**. Нажмите кнопку **Template** на вкладке **Symbology**. Далее подключите библиотеку *Civic* и найдите в ней символ *Hotel Information 1*. Выберите его и нажмите **ОК**.
   - Отредактируйте подписи классов, изменив первый на «*less than 5*», а последний — на «*30 and more*».
   - Измените максимальный и минимальный размер значка на *48* и *16* соответственно. Диалог настройки символов примет следующий вид:



5. Нажмите **ОК**.
6. Сохраните документ карты

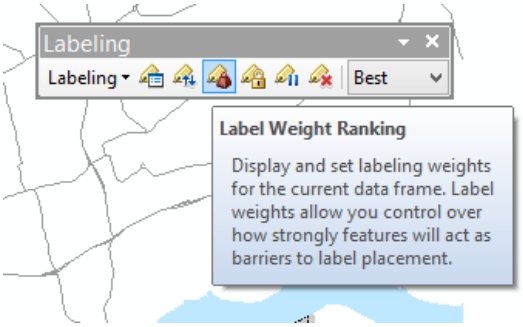
7.7 Настройка оформления других слоев

Требуется отредактировать оформление слоев, чтобы получить картографическое изображение хорошего стиля и качества.

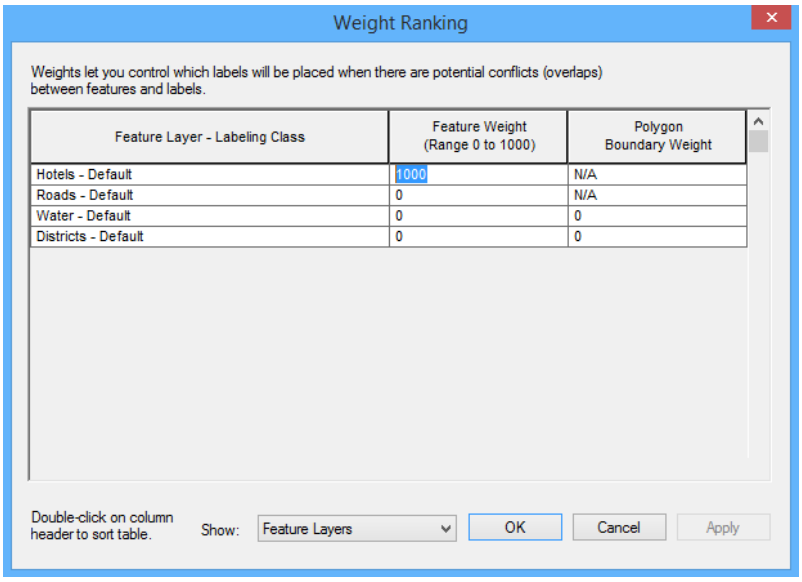
1. Расположите слои в следующем порядке сверху вниз: *Hotels* — *Roads* — *Water* — *Districts* — *InnerLondon*.
2. В настройках слоя *Districts*:

- Измените цвет заливки на серый *10%*.
- Измените символ обводки на *Boundary, County*. Увеличьте его толщину до *6* пунктов, а цвет установите серый *20%*.
- Замените стандартный шрифт подписей на более современный *Euphemia*, установите размер *8* и **жирное** начертание. Включите гало подписей, чтобы они хорошо читались на фоне.

3. Для слоя *Water* отключите обводку, оставив только голубую заливку.
4. Необходимо запретить подписям районов перекрывать значки картодиаграмм. Для этого откройте панель **Labeling**, откройте на ней меню **Labeling** и убедитесь, что включен механизм размещения подписей **Maplex**. Далее нажмите кнопку **Label Weight Ranking**:

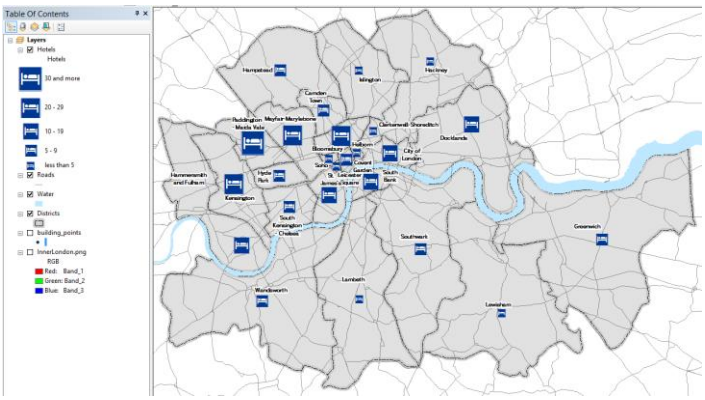


В открывшемся диалоге исправьте значение **Feature Weight** для слоя *Hotels* на *1000*.



Любому слою может быть присвоен вес от *0* до *1000*. Чем выше вес, тем меньше вероятность, что слой будет перекрываться подписями.

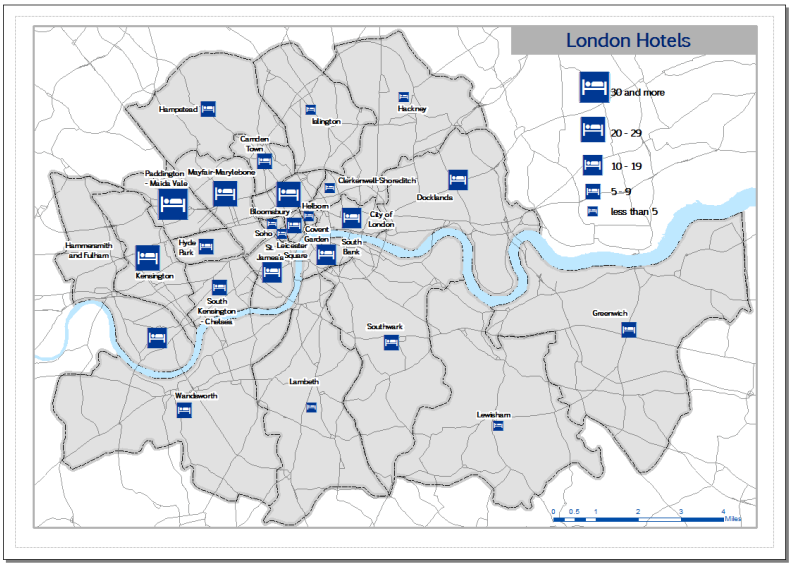
Нажмите **ОК**. Картографическое изображение примет следующий вид:



5. Сохраните документ карты

7.8 Компоновка

Оформите компоновку карты с легендой в соответствии со следующим образцом.



Для этого:

1. Установите масшта равным *1:100 000*.
2. Для заголовка карты используйте также шрифт *Euphemia* синего цвета.
3. Под заголовок подложите прямоугольник серого цвета *30%*.
4. Добавьте масштабную линейку в милях синего цвета.
5. Добавьте легенду к слою *Hotels*, отключите в ней названия самого слоя и единиц измерения, чтобы остались только плашки и их подписи.
6. Добавьте к фрейму данных рамку серого цвета *30%*. Для этого в свойствах фрейма данных на вкладке *Frame* выберите границу *Border* и измените ее параметры. Выровняйте прямоугольник названия по верхнему правому углу карты.

По завершению оформления **Экспортируйте карту** в файл формата *PNG* в вашей директории *Ex07* с разрешением *150* точек на дюйм, чтобы вставить ее в отчет.

5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Зачет с оценкой проводится с применением следующих методов (средств): проведение устного зачета, включающего теоретическую часть и практико-ориентированное задание, требующее демонстрации уровня владения умениями/навыками.

5.2. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Таблица 5.

Показатели и критерии оценивания

Компонент компетенции	Промежуточный индикатор оценивания	Критерий оценивания
ПКс-2.3 Использует приемы разработки и адаптации прикладных программных решений	ИПКс-2.3 Владеет приемами разработки и адаптации прикладных программных решений	Осуществляет разработку и адаптацию прикладных программных решений

Перечень теоретических вопросов к ***зачету***

1. Понятие ГИС. Компоненты ГИС
2. Периоды развития ГИС
3. Классификация ГИС
4. Геоинформатика и связанные с ней отрасли
5. Системы координат в ГИС
6. Характеристики современных ГИС
7. Характеристики и особенности ArcGIS
8. Основные функции ГИС
9. Источники данных для ГИС, их краткая характеристика
10. Базовые типы пространственных объектов в ГИС
11. Векторная модель пространственных данных
12. Растровая модель пространственных данных
13. Регулярно-ячеистая и квадротомическая модели пространственных данных
14. Понятие электронной карты. Физическая структура слоев ГИС. Файлы организации электронной карты.
15. Основные этапы создания электронных векторных карт
16. Формирование структуры слоев электронной карты
17. Формирование таблиц атрибутивной информации в ГИС. ГИС и СУБД
18. Ввод данных в ГИС. Экспорт/импорт информации в ГИС. Обмен информацией между различными ГИС и БД.
19. Сферы использования (применения) ГИС
20. Геомаркетинг и геомаркетинговая информационная система
21. Основные вопросы, связанные с созданием цифровой картографической основы муниципальных и региональных ГИС
22. Формирование растровой основы ГИС. Понятие базовых, детальных и тематических электронных (цифровых) карт
23. Организационные мероприятия, связанные с разработкой цифровой картографической основы территории
24. Роль ГИС в создании муниципальных информационных систем и управлении городскими территориями

Перечень практико-ориентированных (практических) заданий к экзамену

ПКс-2.3 *- использует приемы разработки и адаптации прикладных программных решений:*

1. На основе растрового изображения, предоставленного преподавателем, создать набор слоев, позволяющих составить карту определенного района Нижегородской области.

Создаваемые слои:

Наименование слоя	Возможные типы пространственных объектов
Границы района	Полигон
Лесные зоны	Полигон
Железные дороги	Линия
Автомобильные дороги	Линия
Водные объекты	Линия, полигон
Населенные пункты	Точка, полигон

Для каждого слоя должна быть создана и заполнена таблица с атрибутивными данными следующей структуры:

Наименование поля	Тип данных	Дополнительные комментарии
ID	Целое	Заполняется произвольными уникальными значениями
Наименование объекта	Символьное	Количество символов – не менее 20. Заполняется значениями с растрового изображения. Если таковые отсутствуют – ячейка остается незаполненной.

По итогам выполнения задания все слои должны быть сохранены в рабочий набор.

2. В таблицу с атрибутивными данными для слоя RUS_OBL карты России добавить следующие столбцы:

Наименование поля	Тип данных	Дополнительные комментарии
Площадь региона	Десятичное	Общее количество знаков – 10, после запятой – 2. Заполняется с помощью функции «Area»
Плотность населения	Десятичное	Общее количество знаков – 10, после запятой – 2. Формула для вычисления плотности населения – численность населения (sum_1995)/площадь региона. Следует отметить, что численность населения в указанном примере измеряется в тысячах человек.

2. Для карты России создать тематическую карту, на которой каждый из регионов будет окрашен в собственный цвет.

3. Для карты России создать тематическую карту, на которой регионы будут объединены в 3 группы в зависимости от численности населения (sum_1995).

Регионы, относящиеся к каждой из групп, должны быть окрашены в определенный цвет.

4. Для карты России создать тематическую карту, на которой для каждого из регионов в виде круговой диаграммы будет выводиться половая структура населения (Men, Women).

5. Для карты России создать тематическую карту, на которой для каждого из регионов в виде столбчатой диаграммы будет выводиться возрастная структура населения.

Следует отметить, что в таблице с атрибутивными данными для слоя RUS_OBL указанная информация присутствует в разбивке по половому признаку (Men_1v, Men_2v, Men_3v, Women_1v, Women_2v, Women_3v).

Для выполнения задания сначала необходимо добавить в таблицу столбцы, в которых указанные данные по каждой возрастной группе будут суммироваться.

Шкала оценивания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (дифференцированного зачета - зачет с оценкой) без применения балльно-рейтинговой системы оценивания - посредством аттестационных испытаний в форме традиционного зачета.

Результаты промежуточной аттестации оцениваются по традиционной балльной системе оценивания («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), или традиционной балльной системе оценивания.

Наряду с оцениванием учебных достижений обучающихся по принятой образовательной организации системе оценок и использованием ее при оформлении официальных дипломов Академии о высшем образовании, вводят повышенный («Excellent» и «Good») и базовый («Very good» и «Satisfactory») уровень оценок «отлично» и «хорошо» для использования при оформлении ЕПД, согласно Положению об оформлении и выдаче ЕПД.

Таблица 6.

Соответствие академической оценке

<table>
<tr><td colspan="2">Академическая оценка</td><td colspan="2">Оценка по шкале ESTS</td></tr>
<tr><td rowspan="5">зачтено</td><td rowspan="2">отлично</td><td rowspan="5">Passed</td><td>A (Excellent)</td></tr>
<tr><td>B (Very Good)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">хорошо</td><td>C (Good)</td></tr>
<tr><td>D (Satisfactory)</td></tr>
<tr><td>удовлетворительно</td><td>E (Sufficient)</td></tr>
<tr><td>не зачтено</td><td>неудовлетворительно</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>

Критерии оценивания в ходе промежуточной аттестации

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся:

– если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает его на экзамене, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение; учебные достижения и результаты текущего контроля успеваемости демонстрируют высокую степень сформированности соответствующих компетенций.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся:

– если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения; учебные достижения и результаты текущего контроля успеваемости демонстрируют хорошую степень сформированности соответствующих компетенций.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся:

– если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ; учебные достижения и результаты текущего контроля успеваемости демонстрируют удовлетворительную степень сформированности соответствующих компетенций.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся:

– если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы; учебные достижения и результатами текущего контроля успеваемости демонстрируют низкую степень сформированности соответствующих компетенций.

6. Методические материалы по освоению дисциплины с применением ЭК

Обучение по дисциплине предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции, практические) и самостоятельной работы студентов. Практические занятия предполагают их проведение в различных формах с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций.

Подготовка к лекции студентами заключается в следующем:

– повторить материал предыдущей лекции, прочитав его повторно;

– ознакомиться с темой предстоящей лекции (в рабочей программе учебной дисциплины);

– ознакомиться с учебными материалами по данной теме в соответствии с предложенным списком литературы в рабочей программе учебной дисциплины или с электронными материалами, предложенными лектором;

– записать возможные вопросы, которые можно будет задать лектору.

Подготовка к практическим (семинарским) занятиям:

– внимательно прочитать материал лекций относящихся к данному занятию, ознакомиться с учебными материалами, включая электронные в соответствии с предложенным списком литературы в рабочей программе учебной дисциплины;

– выполнить задания, если они предусмотрены в письменной форме;

– понять, что для вас осталось неясными и постараться получить на них ответ заранее;

– готовиться к практическим/семинарским занятиям можно как индивидуально, так и в составе малой группы;

– рабочую программу учебной дисциплины необходимо использовать в качестве основного ориентира в организации обучения;

– электронная версия рабочей программы по дисциплине размещена на сайте Нижегородского института управления, к ней предоставлен авторизованный доступ.

Самостоятельная работа обучающегося:

Самостоятельная работа призвана закрепить теоретические знания и практические навыки, полученные на лекциях, практических и семинарских занятиях.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Эффективность лекционных, семинарских и практических занятий по дисциплине во многом зависит от качества самостоятельной работы обучающихся, от их самоподготовки.

Часть времени, отведенного на самостоятельную работу должна использоваться на подготовку к аудиторным занятиям, другая часть на выполнение домашней работы, осмысление и оформление результатов практических занятий.

При подготовке к занятиям студенту полезно:

- изучить теоретический материал по данной теме (конспект занятия);
- ознакомиться с литературой, рекомендованной преподавателем;
- выполнить задания, предложенные преподавателем, к занятию;
- составить перечень вопросов, вызывающих затруднения, неясности или сомнения, обсудить их с преподавателем или на занятии;
- заниматься самостоятельным поиском дополнительной литературы по изучаемой теме.

Подготовка к зачету. К зачету необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. В самом начале учебного курса познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

– программой дисциплины;
– перечнем знаний и умений, которыми студент должен владеть;
– тематическими планами лекций, семинарских занятий;
– учебником, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
– перечнем и тематикой письменных работ, а также методическими рекомендациями по их выполнению;
– перечнем вопросов.

Систематическое выполнение всех видов заданий на лекциях, практических занятиях, а также самостоятельная работа позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи зачета.

Вопросы для самостоятельной подготовки к занятиям

1. Какие типы геометрии допустимы для слоев в базе геоданных?
2. Что хранят системные поля Shape и ObjectID?
3. Если у слоя нет проекции, то в какой системе координат он хранится и в каких единицах измерения выражены координаты?
4. Как добавить слой базы данных на карту в ArcMap? Опишите последовательность действий.
5. Как получить доступ к настройкам отображения слоя? Опишите последовательность действий.
6. Чем отличается вид компоновки от вида данных?
7. Какая команда меню позволяет создать легенду?
8. Если открыта таблица слоя, что нужно включить, чтобы отредактировать значение в ячейке?
9. Какие типы геометрии допустимы для слоев в базе геоданных? К каким типам относятся слои, использованные вами в работе?
10. В какой системе координат хранились данные, которые вы использовали для составления карты?
11. Какая проекция была использована вами в работе? К какому типу по характеру искажений она относится?
12. Где хранятся данные, которые используются для классификации символов при отображении?
13. За что отвечают системные поля *Shape* и *ObjectID*?
14. Чем отличается вид компоновки от вида данных?
15. Какие типы геометрии допустимы для слоев в базе геоданных? К каким типам относятся слои, использованные вами в работе?
16. В какой системе координат хранились данные, которые вы использовали для составления карты?

17. Какая проекция была использована вами в работе? К какому типу по характеру искажений она относится?

18. Где хранятся данные, которые используются для классификации символов при отображении, изменения их размера и направления?

19. За что отвечают системные поля *Shape* и *ObjectID*?

20. Чем отличается вид компоновки от вида данных? Для чего требуется каждый из них?

21. Какова последовательность действий при создании каждой контрольной точки? Каково оптимальное расположение контрольных точек?

22. Какой метод трансформирования изображения вы использовали в работе?

23. Как пристыковать один полигон к другому, не оцифровывая их общую границу? Опишите последовательность действий.

24. В какой последовательности расставляются контрольные точки при привязке данных? Каково их оптимальное расположение?

25. Какой метод трансформирования изображения вы использовали в работе? В чем его суть?

26. Как пристыковать один полигон к другому, не обводя их общую границу? Опишите последовательность действий.

27. Что позволяют делать атрибутивная и пространственная выборки? (*дополнительно*)

28. В чем суть операции оверлея слоев? Чем эта операция отличается от пространственной выборки? (*дополнительно*)

29. В какой последовательности расставляются контрольные точки при привязке данных? Каково их оптимальное расположение?

30. Какой метод трансформирования изображения вы использовали в работе?

31. Как пристыковать один полигон к другому, не оцифровывая их общую границу? Опишите последовательность действий.

32. Что такое атрибутивная и пространственная выборка? В чем их отличие?

33. Каким требованиям должны отвечать таблицы для их успешной загрузки в ГИС?

34. Что такое соединение таблиц? Опишите последовательность действий для соединения таблиц в ArcGIS?

35. Где хранятся числовые данные, которые используются для построения картограмм и картодиаграмм?

36. Как должны быть организованы данные показателей в таблице для построения структурных картодиаграмм?

37. Что такое геокодирование?

38. Можно ли получить доступ к базовым картам и инструментам геокодирования по сети, не имея их на своем компьютере? Если да, то что для этого необходимо сделать?

39. В чем заключается процесс ручного сопоставления адресов и почему возникает необходимость в этом?

40. Какой метод интерполяции вы использовали в работе для построения поля распределения? В чем заключается принцип его работы? (для ответа прочтите справку инструмента)

7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

7.1. Основная литература.

1. Волков А.В. Географические информационные системы : учебное пособие / Волков А.В., Орехов М.М.. — Санкт- Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 76 с. — ISBN 978-5-9227-0600-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/58532.html (дата обращения: 18.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Зеливянская, О. Е. Геоинформационные системы : учебное пособие / О. Е. Зеливянская. — Ставрополь : СКФУ, 2017. — 159 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/155093 (дата обращения: 18.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2. Дополнительная литература.

1. Котиков, Ю. Г. Геоинформационные системы : учебное пособие / Ю. Г. Котиков. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 224 с. — ISBN 978-5-9227-0626-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/63633.html (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Карманов, А. Г. Геоинформационные системы территориального управления : учебное пособие / А. Г. Карманов, А. И. Кнышев, В. В. Елисеева. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 121 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/91484 (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

1. Электронные информационно-образовательные ресурсы Нижегородского института управления – филиала РАНХиГС - http://sdo.niu.ranepa.ru/

2. Геоинформационные системы : лабораторный практикум / составители О. Е. Зеливянская. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 159 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/75569.html (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Современные географические информационные системы проектирования, кадастра и землеустройства: Учебное пособие / Шевченко Д.А., Лошаков А.В., Одинцов С.В. - Ставрополь: СтГАУ, 2017. - 199 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/976627 (дата обращения: 26.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

7.4. Нормативные правовые документы.

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации"

2. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" (с изменениями и дополнениями)

3. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 152-ФЗ "О персональных данных" (с изменениями и дополнениями)

4. Приказ Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 №301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по

образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»

5. Образовательный стандарт ФГБОУ ВО «Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», утвержденный приказом ректора Академии от 07.09.2023 № 01-24607 и разработанного на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 №922 (зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 12.10.2017, регистрационный номер № 48531) и приказа Минобрнауки России от 26 ноября 2020 г. № 1456 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования» (зарегистрировано в Минюсте России 27.05.2021 г., регистрационный № 63650).

7.5. Интернет-ресурсы.

1. Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации - http://www.gisa.ru/news.html
2. GIS-Lab: Геоинформационные системы и Дистанционное зондирование Земли - https://gis-lab.info/
3. GIStechnik сайт о ГИС и её применении - http://www.gistechnik.ru/
4. Дата+. Геоинформационные системы для бизнеса и общества - http://www.dataplus.ru
5. Справка ArcGIS 10.1. - . – Режим доступа: https://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#//00qn0000001p000000
6. ГИС Аксиома -– Режим доступа: https://axioma-gis.ru/
7. Основы работы в OpenOffice. Web: http://www.intuit.ru/department/office/openofficebasics .
8. Основы работы с Яндекс. Web: http://www.intuit.ru/department/internet/bwyandex/.
9. Работа в Интернет с Microsoft Internet Explorer. Web: http://www.intuit.ru/department/internet/internetcert .
10. Современные офисные приложения. Web: https://trashexpert.ru/software/ms-office/the-best-office-suites/ .

8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

8.1. Материально-техническая база

Перечень материально-технического обеспечения:

1. Учебные аудитории, оборудованные для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, коллоквиумов, мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, в том числе мультимедийным оборудованием для демонстрации электронных презентаций и аудио- и видеоматериалов.
2. Компьютерные классы для выполнения групповых тестовых и иных заданий, а также для самостоятельной работы обучающихся оснащенные компьютерной техникой и обеспечением доступа к сети «Интернет» и доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
3. Специализированные аудитории и лаборатории.
4. Библиотека с обеспечением печатными изданиями или электронно-

библиотечная система обеспечивающая доступ к электронным изданиям (электронная библиотека).

5. Читальный зал.

6. Технические средства обучения: персональные компьютеры; компьютерные проекторы; звуковые динамики; программные средства, обеспечивающие просмотр видеофайлов в форматах AVI, MPEG-4, DivX, RMVB, WMV и др.

8.2. Информационные технологии, программное обеспечение:

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется информационные технологии и программное обеспечение:

1. Современная операционная система.
2. Kaspersky Endpoint Security (или аналог).
3. Средство просмотра файлов формата pdf.
4. Современные офисные средства (текстовые и табличные редакторы, средства работы с презентационными материалами и т.д.).
5. Архиватор 7-Zip.
6. Система дистанционного обучения.
7. Автоматизированная библиотечная система.
8. СУБД PostgreSQL.
9. ArcGIS 10.1
10. Аксиома.ГИС

8.3. Информационные справочные системы:

1. https://www.urait.ru –Электронно-библиотечная система [ЭБС] Юрайт;
2. http://www.iprbookshop.ru – Электронно-библиотечная система [ЭБС] «IPR SMART» (ранее – IPRBooks)
3. https://e.lanbook.com - Электронно-библиотечная система [ЭБС] «Лань».
4. https://znanium.com - Электронно-библиотечная система [ЭБС] «Znanium.com».
5. https://www.book.ru - Электронно-библиотечная система [ЭБС] «Book.ru».
6. https://ibooks.ru - Электронно-библиотечная система [ЭБС] «ibooks.ru».
7. https://www.ezproxy.ranepa.ru:2443/login?url=https://dlib.eastview.com/ – East View. Полные тексты российских научных и практических журналов, а так же газет центральной прессы России.
8. https://www.ezproxy.ranepa.ru:2443/login?url=https://grebennikon.ru/ - Полные тексты 38 научно-практических журналов по маркетингу, менеджменту, финансам и управлению персоналом ИД «Гребенников»
9. http://www.consultant.ru/ - Справочно-правовая система «Консультант».
10. http://www.garant.ru/ Справочно-правовая система «Гарант».