

ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ С ГЕОГРАФИЧЕСКИМИ
ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ДАННЫМИ

ГЕОИНФОРМАТИКА

Е. Г. ЧЕРЕПАНОВА, С. В. ПЬЯНКОВ, А. Н. ШИХОВ,

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е.С. Черепанова, С.В. Пьянков, А.Н. Шихов

ГЕОИНФОРМАТИКА:
**ОСНОВЫ РАБОТЫ С ГЕОГРАФИЧЕСКИМИ
ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ДАННЫМИ**

*Допущено методическим советом Пермского государственного
национального исследовательского университета
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлениям подготовки бакалавров «Картография
и геоинформатика», «География», «Гидрометеорология»,
«Прикладная гидрометеорология»*

Пермь 2017

Черепанова Е.С., Пьянков С.В., Шихов А.Н. Геоинформатика: основы работы с географическими пространственными данными: уч. пособие / Е.С. Черепанова, С.В. Пьянков, А.Н. Шихов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2017. – 94 с.: ил.

ISBN 978-5-7944-2979-4

Учебное пособие по курсу «Геоинформатика» посвящено основам применения ГИС в географических исследованиях. Описаны начальные способы работы с пространственными данными. Рассмотрены способы пространственной привязки данных, способы оцифровки и редактирования данных, работа с атрибутивными таблицами. Также описаны простейшие операции оверлейного анализа данных, а также организация многостраничной компоновки конечного продукта. Пособие разработано на базе программного обеспечения ArcGIS (Esri, США).

Для студентов географического факультета, обучающихся по направлениям «Картография и геоинформатика», «География» «Гидрометеорология» «Прикладная гидрометеорология».

УДК 528.942

ББК 26.17+32.81

Печатается по решению редакционно-издательского совета Пермского государственного национального исследовательского университета

Рецензенты:

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск;

к.г.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Алексеенко Н.А.

ISBN 978-5-7944-2979-4

© Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2017

© Черепанова Е.С., Пьянков С.В., Шихов А.Н., 2017

СОДЕРЖАНИЕ**ВВЕДЕНИЕ**

4

ОРГАНИЗАЦИЯ ДАННЫХ В ГИС-ПРОЕКТЕ

6

1. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ПРИВЯЗКА ДАННЫХ

11

1.1. Привязка растровых карт

12

1.2. Преобразование проекций

31

2. ВВОД ДАННЫХ В ГИС

42

3. ЗАГРУЗКА GPS-ДАННЫХ В ГИС

68

4. ОПЕРАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

71

5. МНОГОСТРАНИЧНЫЕ КОМПОНОВКИ

86

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

93

ЛИТЕРАТУРА

94

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое учебное пособие предназначено для обеспечения практикума по курсам «Геоинформатика» и «Геоинформационные системы», для студентов 2-го курса бакалавриата географического факультета, обучающихся по направлениям подготовки «Картография и геоинформатика», «География», «Природопользование». Эти дисциплины входят в базовый блок дисциплин учебных планов вышеперечисленных направлений подготовки и реализуют общепрофессиональную компетенцию ОПК-7 «Владеть современными геоинформационными технологиями, уметь применять их в профессиональной сфере».

Практический материал пособия направлен на освоение первоначальных навыков работы в геоинформационных системах. Перечисленные дисциплины изучаются студентами на втором обучении. Основная цель данного пособия – методическое сопровождение обучения студентов в период усвоения дисциплины, а также формирование базовых знаний в области использования ГИС и применения ГИС-технологий в исследованиях природной среды. Содержание пособия должно обеспечить:

- > получение знаний об основных алгоритмах работы в ГИС;
- > выработку у студентов профессиональных навыков, реализуемых на основе современных компьютерных и ГИС-технологий;
- > владение основными способами хранения и моделирования пространственных данных с применением ГИС-технологий;
- > умение применить изученные методы для решения практических задач.

Настоящее пособие рассчитано на студентов, не имеющих начальных знаний в области геоинформатики. В пособии рассматриваются такие вопросы, как ввод данных в ГИС, пространственная привязка растровых данных, работа с атрибутивными таблицами, основные способы картографического отображения и создание простейших тематических карт в ГИС.

В каждом разделе рассматриваются теоретические основы решения данного класса задач, приведены различные примеры с иллюстрациями и пошаговыми инструкциями для выполнения. Инструкции составлены для программного обеспечения ArcGIS 10. Большинство примеров и иллюстраций приведено для территории учебно-научной базы (УНБ) «Предуралье», где студенты подготовки «Картография и геоинформатика», «География», «Природопользование» проходят учебную практику по окончании 2-го курса обучения.

Авторы считают необходимым выразить благодарность компании ESRI Inc. (США) и ООО «ESRI CIS» за предоставленное в рамках программы поддержки вузов программное обеспечение, справочный материал и учебные данные ArcGIS 10. Справочный материал, поддерживаемый ООО «ESRI-CIS», является необходимым, удобным и важным способом передачи основных функциональных особенностей геоинформационной системы ArcGIS. Поэтому необходимо отметить обширное применение в данном учебном пособии теоретических справочных разделов ArcGIS, реализованных как в справке настольного приложения, так и в справке, размещенной в сети Интернет.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДАННЫХ В ГИС-ПРОЕКТЕ

Геоинформатика – это наука, технология и производственная деятельность. Как наука геоинформатика имеет **объект, предмет и метод исследования**.

Объектом изучения науки геоинформатики являются геосистемы, **предметом изучения** – их функционирование, действительная реальность. **Метод** геоинформатики, с помощью которого познается объект исследования, – создание цифровой модели. Таким образом, создание и исследование цифровых геоинформационных моделей подразумевает разработку моделей объектов реальности, моделей данных и моделей как средства предметного исследования [1].

Если геоинформатику рассматривать как технологию, то акцент делается на совокупности технологических схем и приемов реализации геоинформационных технологий (ГИС-технологий). Под **ГИС-технологиями** понимается совокупность программно-технических средств получения новых видов информации об окружающем мире и предназначены для повышения эффективности хранения, представления и обработки информации.

Как производственная деятельность геоинформатика рассматривает прикладные аспекты обеспечения производственного процесса в самых разнообразных практических приложениях.

ГИС работает с пространственными данными, включающими **пространственную** (геометрическую) и **атрибутивную** (описательную) составляющие. Пространственные данные используются в векторной и растровой формах. Они могут располагать дополнительными сведениями (привязка к реальному пространству, топологические связи и т.д.) [4].

В разных ГИС физическая организация данных (виды файлов, папок, их форматы, места реального размещения) может значительно различаться, поэтому при работе с конкретной системой необходимо обращать внимание как на физическую, так и на логическую структуру организации данных.

В теории геоинформатики принято выделять **три концептуальные модели представления реальности** (представления пространственной информации), основанные на разных свойствах реальности, необходимых для ее интерпретации и анализа [2]:

- > **объектно-ориентированную модель;**
- > **сетевую модель;**
- > **модель географических полей.**

Объектно-ориентированная модель подчеркивает индивидуальность явления и хорошо подходит для моделирования реальности. Размер и форма объекта определяются задачами их тематической интерпретации и генерализации в заданном масштабе исследования. Границы объектов фиксируют смену их семантической характеристики, а в пределах объекта семантическая характеристика считается постоянной.

Сетевая модель хорошо подходит для представления и изучения транспортных потоков и их оптимизации, в гидрологии, в задачах, связанных с изучением коммуникаций, средств связи и т.д. Такая модель представляет объекты в виде связанных геометрических сетей, анализ которых требует четкого отображения топологических связей (справа, слева, пересекает, включает и т.п.).

Модель географических полей предназначена для показа и исследования реальных и непрерывных географических распределений. Такие модели дают возможность представлять явления «сплошного» распространения, но они зависят от дискретности снятия отсчетов и от выбранного метода интерполяции их семантического показателя.

Таким образом, выбор концептуальной модели представления реальности в ГИС связан с характером и сущностью объектов. В теоретических аспектах геоинформатики принято выделять пять основных моделей пространственных объектов. Понимание модели объекта означает правильность интерпретации результатов анализа объектов.

Построение моделей (цифровых описаний) объектов реальности – это процесс преобразования реального географического разнообразия в набор дискретных объектов.

Цифровое описание пространственного объекта включает:

- > наименование (идентификатор) объекта;
- > указание или описание местоположения (локализации);
- > качественные или количественные характеристики объекта;
- > пространственные отношения с окружающими объектами (топологические связи).

Местоположение объектов описывают в терминах геометрических образов (геометрических примитивов). С геометрией всегда ассоциированы атрибуты этого объекта – **качественные и количественные характеристики**. Основные формальные модели пространственных объектов базируются на понятиях пространственной размерности: точка, линия, область (полигон), объемная фигура, ячейка.

Точка характеризуется положением в пространстве, имеет координаты этого пространства, но не имеет длины. Соответственно, ее называют «нульмерным» объектом. **Линия** состоит из двух и более нульмерных объектов, имеет длину и относится к одномерным объектам (можно измерить длину). **Полигон** обозначен, как минимум, тремя нульмерными и тремя одномерными объектами, первая и последняя точки совпадают. Соответственно, у полигона будет два измерения (двумерный объект) – периметр и длина.

Объект, состоящий, как минимум, из четырех двумерных объектов, относится к типу объемных фигур и является трехмерным. **Ячейка** – объект или часть объекта, представленные элементом разбиения земной поверхности линиями регулярной сети (двумерный). Все эти способы моделирования приближенны, но построенная модель позволяет дальше работать с пространственными объектами как с наборами цифровой информации – позиционной и непозиционной.

Построение моделей объектов реальности – это процесс преобразования реального географического разнообразия в набор дискретных объектов (дискретизация). Способы дискретизации и описания пространственных данных соотносятся с методами выборочного обследования территорий. Плотность обследования определяет пространственное разрешение данных. Дискретные объекты в цифровой модели содержат позиционную и непозиционную составляющие. **Позиционная составляющая** объекта представляет собой местоположение и форму объекта в координатном пространстве и хранится в системном поле SHAPE.

Непозиционная часть – семантическая – описывает свойства объектов, их качественные и количественные характеристики. Эти различные характеристики хранятся в пользовательских полях.

Совокупность пространственных объектов представляет собой **пространственные данные**. В геоинформатике различают две базовые группы моделей пространственных данных – векторные модели (топологические и нетопологические) и растровые и регулярно-ячеистые. **Векторная модель** описывается набором координатных пар в двух или трехмерном пространстве и ассоциированными с ними атрибутами. Векторная модель данных реализует представление дискретных объектов в соответствии с объектно-ориентированной концептуальной моделью. **Растровая модель** данных представляет геометрию пространственных объектов в виде совокупности ячеек растра (пикселов). Значения ячеек могут быть результатами измерений, вычислений или интерполяции (поиска неизвестных значений по известным). Растровые модели используют для описания и анализа данных, распределенных непрерывно на некоторой области в соответствии с моделью географических полей.

Совокупность данных о пространственных объектах образует множество пространственных данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными, и составляет содержание базы пространственных данных (в терминологии ERSI – «база геоданных»). Выбор формальной модели пространственных объектов определяет физическую структуру базы данных и программную модель управления ею в компьютерной реализации. Как правило, ГИС создаются на основе уже существующих коммерческих **систем управления базами данных (СУБД)** – комплекса программ и языковых средств, предназначенных для создания, ведения и использования баз данных [3].

В основе организации пространственных данных в ГИС лежит послойное описание пространственных объектов в базах данных. Каждый слой представляет собой регистрацию изменения одного признака, способ регистрации определяется выбранным способом дискретизации, описываемым соответственно векторной или растровой моделью пространственных данных. **Слой** представляет собой один тип таких объектов (точечных, линейных или полигональных) или группу концептуально взаимосвязанных типов объектов.

При добавлении файлов в систему они становятся слоями. Слой по своей сути является ссылкой на файл, который физически записан на диске. Под разными слоями понимаются сведения, которые с точки зрения предметной области рассмотрения имеют различное назначение и характеристики (обычно структуры базовой атрибутивной информации). Поэтому в одних задачах некоторая информация может попасть в один слой (дороги), а в других она будет разделена на несколько слоев (например, автострады, шоссе, улицы и прочие дороги). Часто в разные слои разносятся данные, имеющие различный характер локализации даже в случае их содержательного единства. Например, реки могут быть разделены на два слоя – линейных и площадных объектов.

Слои, объединенные по каким-либо соображениям, называют фреймом данных (рабочей областью). Для фрейма данных можно задавать различные характеристики. Таким образом, один фрейм данных может содержать множество слоев.

Фрейм данных, содержащий один или множество слоев, сохраняется в так называемый проект карты. **Проект карты** имеет расширение ***.mxd**. Проект карты может включать в себя несколько фреймов данных. Важным моментом является то, что при копировании проекта карты важно копировать все данные, на которые ссылается данный проект (а они могут храниться в разных директориях). В противном случае, при переносе данных на другие носители, проект может потерять ссылки на данные и потребовать восстановления ссылок.

Все вышеперечисленные теоретические положения необходимо знать для того, чтобы начать работать в ГИС и выполнять одну из самых главных ее функций – возможности анализа данных.

1. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ПРИВЯЗКА ДАННЫХ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ГИС определяется как информационная система, обеспечивающая сбор, ввод, хранение, обработку (анализ), отображение и распространение пространственно-координированных данных и получение на основе их использования новой информации и новых знаний. Одним из центральных понятий данного определения является понятие **пространственно-координированных данных**.

Географическая привязка данных – первая и важнейшая процедура в создании ГИС. Если данные не имеют пространственной привязки и не скординированы в пространстве, то над ними не может быть проведена важнейшая для ГИС операция по подготовке данных к анализу – создание запросов по пространственному расположению. Возможности анализа в ГИС – это то, ради чего они существуют и созданы.

Позиционной базой для локализации как топографических, так и тематических элементов БД ГИС может служить либо **цифровая карта-основа** на исследуемую территорию, обеспечивающая привязку тематических данных с известной точностью, либо оцифрованный с высоким разрешением **плановый аэроснимок**.

Пространственная привязка данных может быть двух видов: прямая и косвенная. **Косвенная привязка** основана на присвоении объекту уникального индекса, с помощью которого можно по таблицам определять географические координаты. **Прямая привязка** данных осуществляется с помощью географических или декартовых координат. Именно этот тип привязки данных и описан в настоящем пособии.

Для осуществления привязки данных необходимо задать **географическую систему координат, проекцию и масштаб**, после чего изображение трансформируется. Совокупность таких процедур и есть координатная привязка (калибровка, регистрация).

В пакете программного продукта ArcGIS координатная привязка карт осуществляется в приложении ArcMap, предназначенного для редактирования данных. Панель инструментов, необходимая пользователю, называется **«пространственная привязка»**.

1.1. ПРИВЯЗКА РАСТРОВЫХ КАРТ

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Для полноценной работы с растровой картой необходимо осуществить пространственную привязку карты. В результате привязки будет получено трансформированное изображение с координатами, которое можно будет перевести в цифровой вид и использовать в ГИС для анализа территории.

УПРАЖНЕНИЕ:

ПРИВЯЗКА ПО АЛГОРИТМУ "РАСТР-К-ВЕКТОРУ"

Запустите приложение ArcCatalog, пред назначенное для изучения и управления пространственными геоданными. В дереве каталога раскройте папку EX1 и изучите данные.

В дереве каталогов перейдите на шейп-файл **stream_I** (поток – с англ.) и перейдите на закладку **Просмотр**. Изучите географические и атрибутивные свойства линейного слоя рек Пермского края. В нижней части окна просмотра в списке Просмотр необходимо выбрать «**Таблица**». В окне просмотра будет отображена атрибутивная таблица шейп-файла **stream_I**.

Изучите атрибуты линейного слоя рек Пермского края. Некоторые объекты имеют названия. Для того чтобы увидеть эти названия, на заголовке столбца **Name** вызовите контекстное меню и отсортируйте столбец по убыванию. Просмотрите список объектов, имеющих имена.

Выберите шейп-файл **aqua_a** и в окне просмотра перейдите на закладку **Просмотр**. В данном источнике содержится географическая информация о полигональных водных объектах Пермского края. Аналогично просмотрите атрибутивную таблицу слоя и отсортируйте столбец по убыванию, чтобы просмотреть записи объектов, имеющих названия.

Для корректной привязки растрового изображения необходимы топографические основы, имеющие принадлежность к определенной системе координат. Также необходим слой, в котором объекты на местности представлены виде пересечений. Так, у слоя **stream_I** есть пересечения объектов – это места впадения одних рек в другие. На растровом изображении отыскиваются места впадения одной реки в другую (устья) и, аналогично, на электронном слое (токооснове) отыскиваются пересечения этих же рек.

Правой клавишей мыши вызовите контекстное меню на шейп-файле **stream_I** и перейдите на закладку **Системы координат**.

Для этих данных определена система координат: **проекция Гаусса-Крюгера** (проекция Гаусса-Крюгера – геодезическая проекция, условно разделенная на всю поверхность Земли 60 зонами меридианами, проведенными через 6° , где форма зоны – сферический двугранный). Зона для Пермского края – **10N** (10-я северного полушария). Географическая система координат, на которой основана проекция Гаусса-Крюгера: **Пулково – 1942 года**.

Далее в таком же порядке изучите данные файла **PO_C22_1_2.jpg** и убедитесь, что эти данные привязки не имеют. Соответственно, в качестве топографической основы (целевого слоя) будут использованы **stream_I.shp** и **aqua_a.shp**, в качестве исходного – **PO_C22_1_2.jpg**.

Следующий шаг, необходимый для выполнения задачи, – изучить изображение, которое вы хотите привязать. Необходимо отыскать на нем географические объекты – реки, населенные пункты и т.д., для того чтобы правильно сориентировать изображение на топографической основе. В нашем случае особое внимание необходимо обратить на реки и озера, так как именно данные такого типа содержатся в шейп-файлах, выступающих в качестве токоосновы (рис. 1.1).

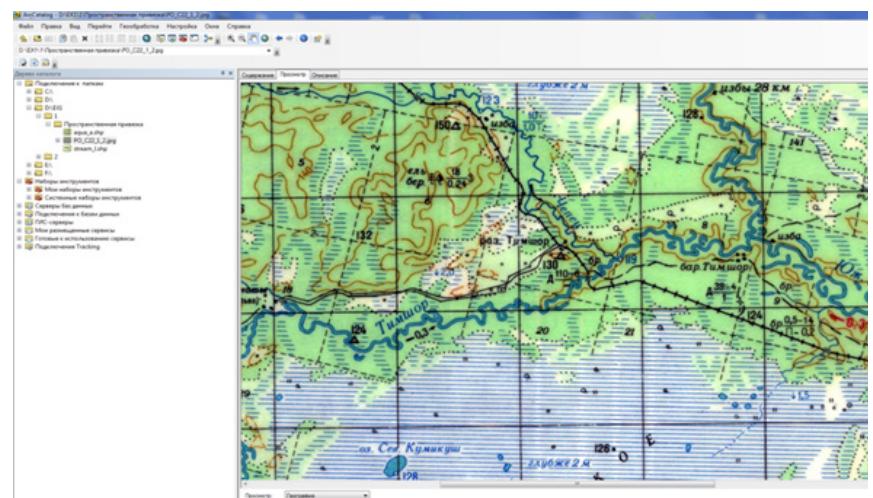


Рис. 1.1. Детали изображения карты в окне приложения ArcCatalog

Закройте приложение ArcCatalog.

Запустите приложение ArcMap и начните работу с новой пустой карты. Прежде чем добавлять данные в проект, необходимо помнить, что **фрейм данных** (рабочая область карты) наследует ту систему координат, данные с которой в него были добавлены первыми. Соответственно, для корректной пространственной привязки необходимо добавить в проект сначала **токоосновы**, а затем привязываемое **растровое изображение**. Добавьте в проект шейп-файлы **stream_l.shp** и **aqua_a.shp**.

Задайте необходимые цвета добавленным слоям: **линейным объектам** – красный, **полигональным объектам** – оранжевый. Яркие цвета необходимы для цветового контраста с растровым изображением, которое необходимо привязать. Сохраните документ карты ArcMap в своей директории, в папке «**Пространственная привязка**».

Добавьте в проект карты растровое изображение карты. Сгенерируется предупреждение (рис. 1.2). Это предупреждение говорит о том, что у данных, которые вы собираетесь добавить в проект, отсутствует система координат. Данные в проект добавлены будут, но не будут показаны на топографических основах, добавленных в проект ранее. Никогда не отмечайте пункты, расположенные в нижней части окна-предупреждения. Сообщения такого рода всегда означают неполадки с данными и заслуживают внимания.

Нажмите кнопку OK. Теперь проект выглядит следующим образом (рис. 1.3). Заметьте, что изображение карты не появилось.

Для того чтобы ее увидеть, на имени слоя **PO_C22_1_2.jpg** вызовите контекстное меню и вызовите команду «**Приблизить к слою**». Данная команда позволяет перемещаться к слоям, которые не видны на данном экстенте (отображении), потому что изображение не имеет привязки и не было спроектировано.

Далее, аналогично, вызовите контекстное меню на слое **stream_l** и выберите команду «**Приблизить к слою**». Вы вернулись на экстент отображения слоев **stream_l** и **aqua_a**. Теперь необходимо найти место, соответствующее привязываемой карте.

Для проведения данной операции необходимо воспользоваться таблицей атрибутов и найти место на карте, соответствующее положению индентичных географических объектов.

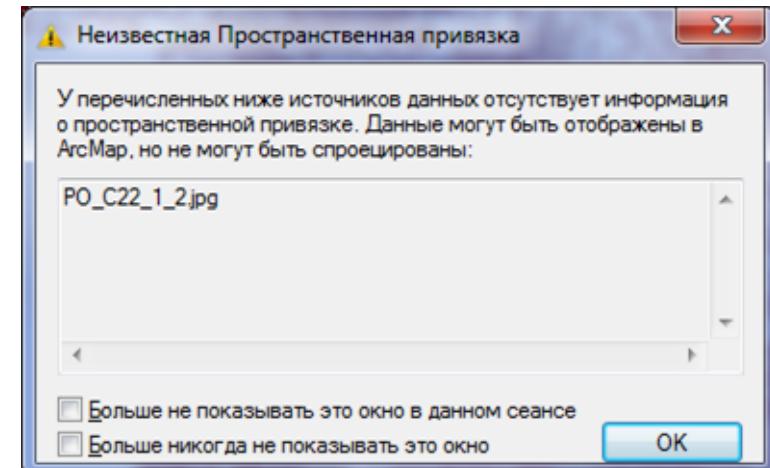


Рис. 1.2. Предупреждение о проблемах с привязкой

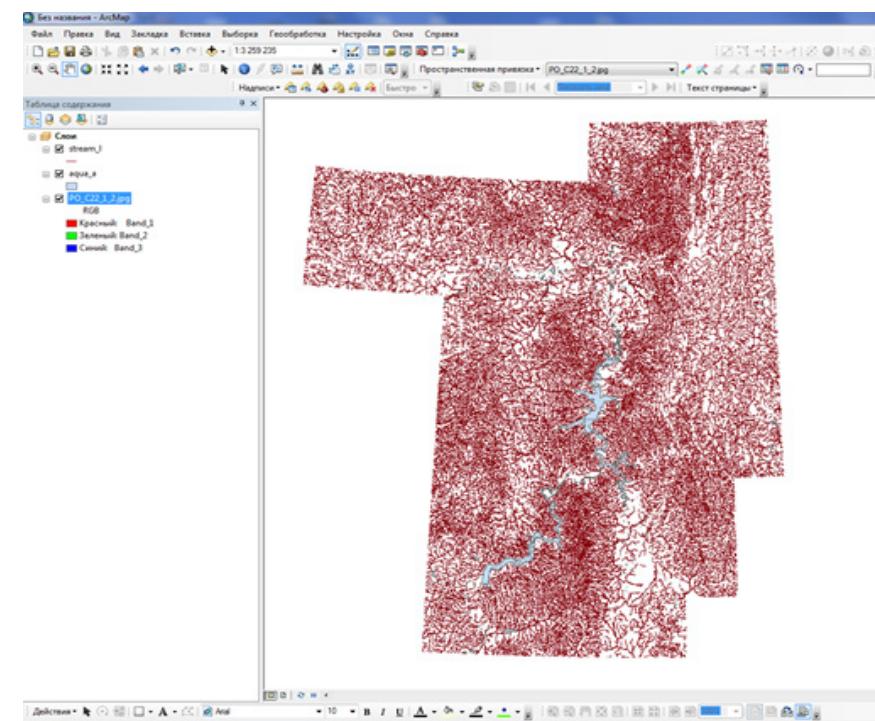


Рис. 1.3. Окно приложения ArcMap

На растровом изображении самыми примечательными объектами являются реки Тимшер, Чепец и Южная Кельтма. Соответственно, на топографических основах также необходимо отыскать эти реки. Для этого следует организовать запрос по атрибуту.

Откройте таблицу атрибутов слоя **stream_I**, и нажмите кнопку **Опции таблицы – Выбрать по атрибуту** (рис. 1.4). В окне задания запроса сформируйте «NAME» = ‘Тимшер’. Нажмите Применить. В таблице атрибутов выберите режим просмотра только выбранных записей (рис. 1.5).

Закройте таблицу атрибутов. Инструментами навигации необходимо приблизить изображение. Через пункт главного меню **Закладка** создайте закладку данного экстента (после операции приближения). Данная опция позволит вернуться всегда к именно этому экстенту карты (рис.1.6).

В проект карты добавьте панель инструментов **Пространственная привязка**, щелкнув правой клавишей мыши на сером поле (рис. 1.7). Панель инструментов Пространственная привязка выглядит следующим образом (рис. 1.8).

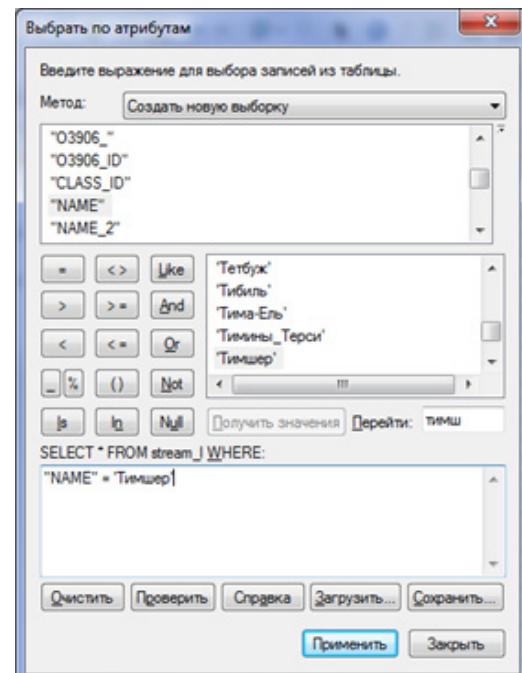


Рис. 1.4. Окно создания запроса по атрибуту

ID	NAME	NAME_2	WIDTH_M
5110	Голенемих	1403	1401
5112	Голенемих	1401	1432
5114	Голенемих	1432	1455
5116	Голенемих	1455	1403
5118	Голенемих	1468	1444
5119	Голенемих	1455	1468
5120	Голенемих	1468	1471
5121	Голенемих	1471	1475
5122	Голенемих	1475	1491
5123	Голенемих	1491	1479
5124	Голенемих	1483	1433
5125	Голенемих	1433	1461
5126	Голенемих	1461	1471
5127	Голенемих	1471	1453
5128	Голенемих	1453	1405
5129	Голенемих	1405	1495
5130	Голенемих	1495	1492
5131	Голенемих	1492	1501
5132	Голенемих	1501	1508
5133	Голенемих	1508	1536
5134	Голенемих	1536	1544
5135	Голенемих	1544	1546
5136	Голенемих	1546	1558
5137	Голенемих	1558	1605
5138	Голенемих	1605	1625
5139	Голенемих	1625	1688
5140	Голенемих	1688	1722
5141	Голенемих	1722	1762
5142	Голенемих	1762	1792
5143	Голенемих	1792	1896
5144	Голенемих	1896	1858
5145	Голенемих	1858	53
5146	Голенемих	53	74
5147	Голенемих	74	93
5148	Голенемих	93	120
5149	Голенемих	120	158
5150	Голенемих	158	207
5151	Голенемих	207	214
5152	Голенемих	214	214

Рис. 1.5. Выбранные записи

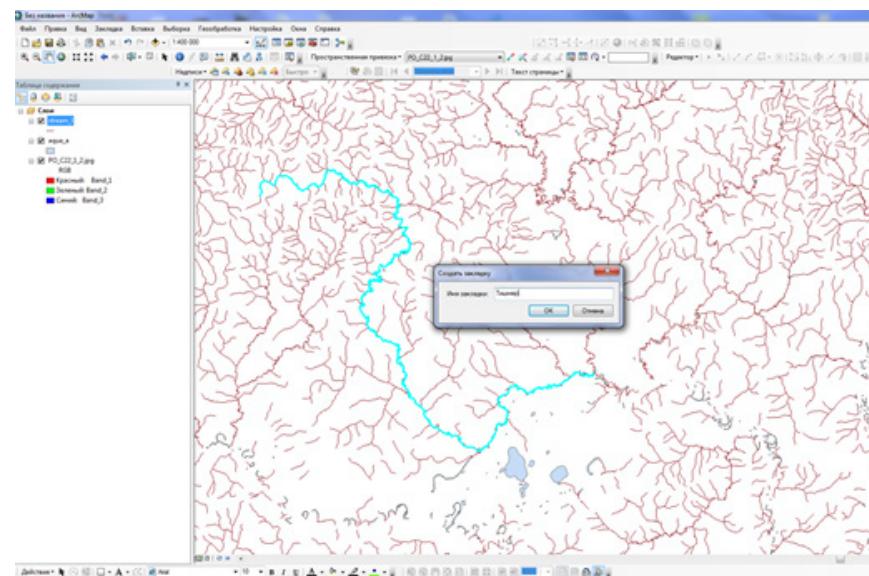


Рис. 1.6. Создание закладки

В окне задач указан тот файл, к которому будут применяться все операции пространственной привязки. Далее располагается кнопка **Добавить опорные точки**, с помощью которой расставляются связи смещения.

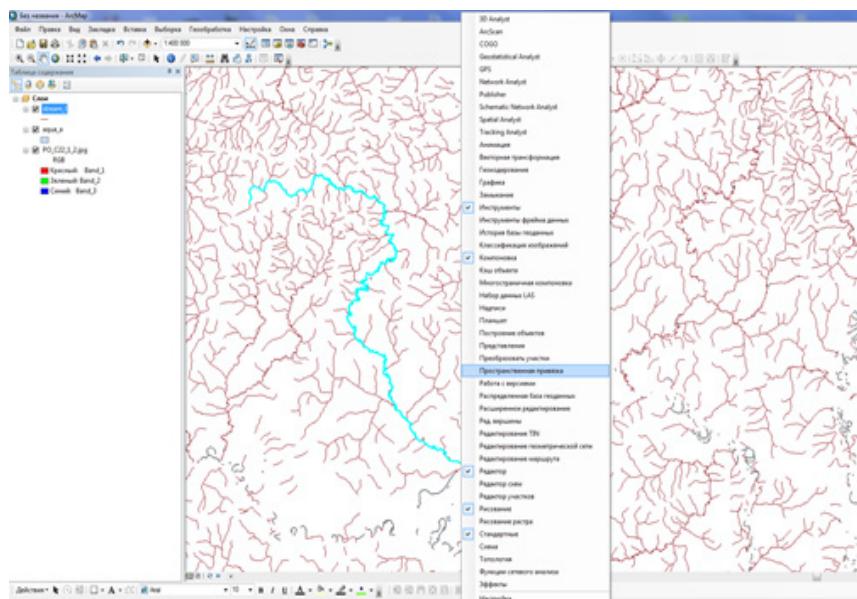


Рис. 1.7. Добавление панели инструментов

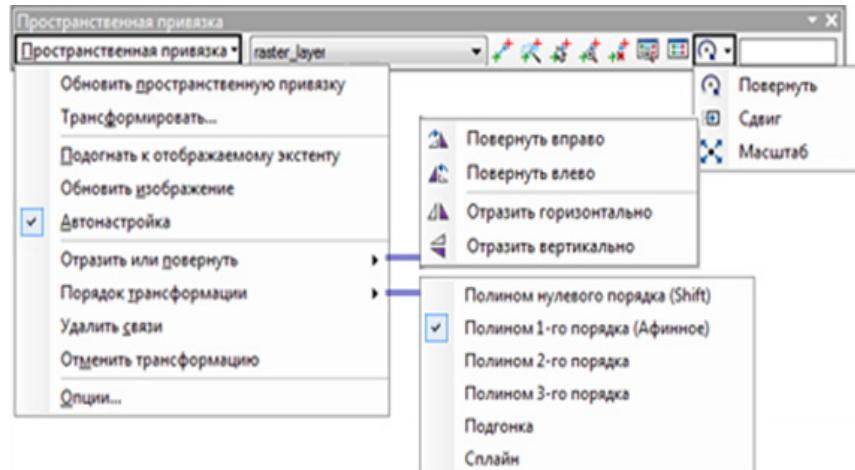


Рис. 1.8. Опции панели инструментов Пространственная привязка

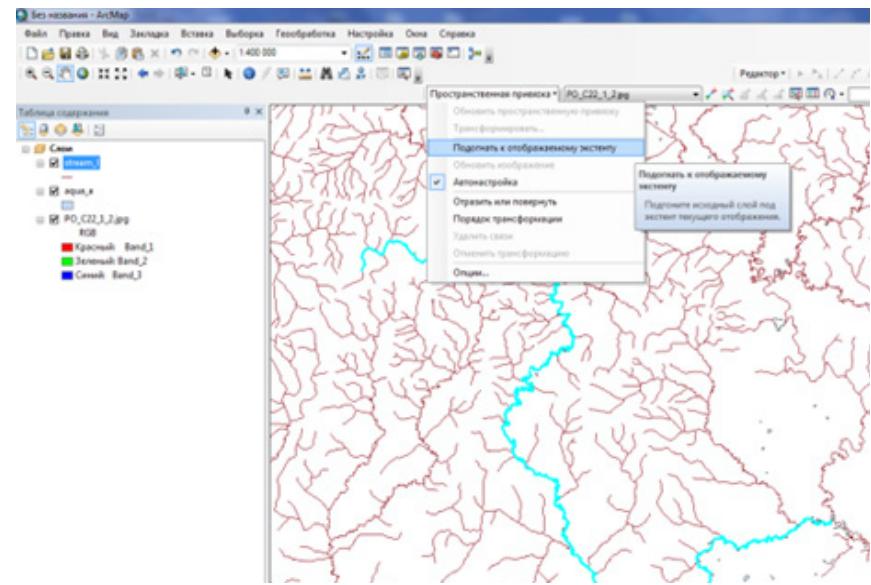


Рис. 1.9. Подгон к экстенту отображения

Нажмите кнопку **Пространственная привязка** и вызовите команду **Подогнать к отображаемому экстенту** (рис. 1.9).

Примечание: не нужно путать команды **Приблизить к слою** и **Подогнать к отображаемому экстенту**. Команда **Приблизить к слою** означает, что вы переместитесь к данным, относительно которых была вызвана эта команда. Напротив, команда **Подогнать к отображаемому экстенту** означает, что вы переместите данные, которые были отображены, но не спроектированы к тому экстенту, где будет осуществляться привязка. То есть, в нашем случае, именно к реке Тимшер, которые мы обнаружили при исследовании на исходном и целевом слоях данных.

После выполнения команды **Подогнать к отображаемому экстенту**, ваш проект выглядит следующим образом (рис. 1.10).

Пользоваться этой командой можно многое количество раз – столько, сколько потребуется для того, чтобы увидеть совпадающие опорные точки-связи между исходным и целевым слоем.

При пространственной привязке рекомендуется использовать вспомогательный инструмент в главном меню **Окна – Увеличитель**. Он позволяет осуществлять навигацию, просмотр и работу с картой при нескольких разных масштабах.

Кроме того, для удобства расстановки опорных связей идентичности (опорных точек), можно подписать объекты векторного слоя на карте.

Расстановка связей идентичности (опорных точек). Точки необходимо ставить по принципу «от исходного слоя к целевому». Исходный слой – то, что привязывается, целевой слой – то, к чему привязывается. В нашем случае исходный слой – растровая карта, целевой – шейп-файлы.

Первую точку на карте поставим на пересечении рек Тимшер и Чепец. Найдите с помощью увеличителя пересечение рек на карте, поставьте с помощью кнопки **Добавить опорные точки** первую точку. Далее переместитесь на векторную основу и завершите установку первой точки.

Далее переместите увеличитель к пересечению рек Тимшер и Южная Кельтма и поставьте вторую точку (рис.1.11). По результатам корректной установки двух точек растровое изображение должно с небольшой долей сдвига совпасть.

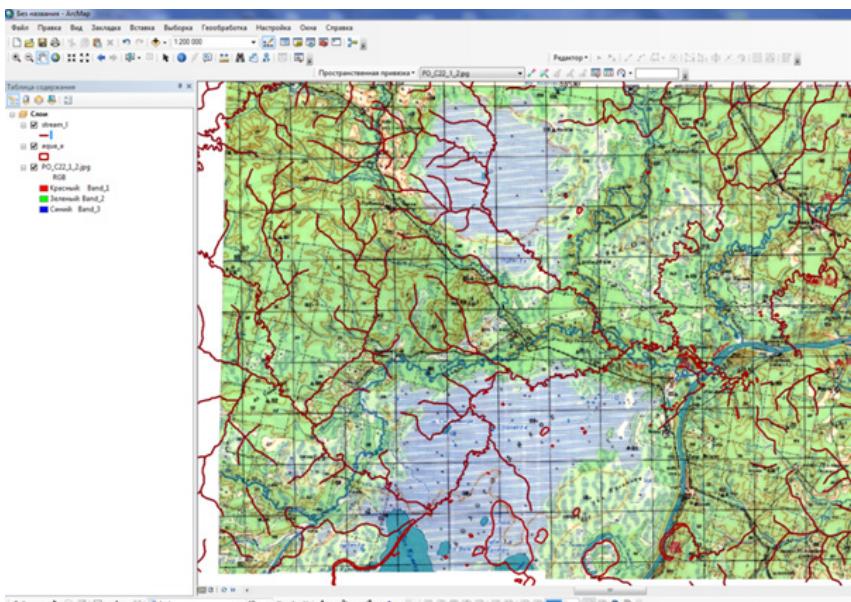


Рис. 1.10. Вид проекта после осуществления операции Подогнать к экстенту

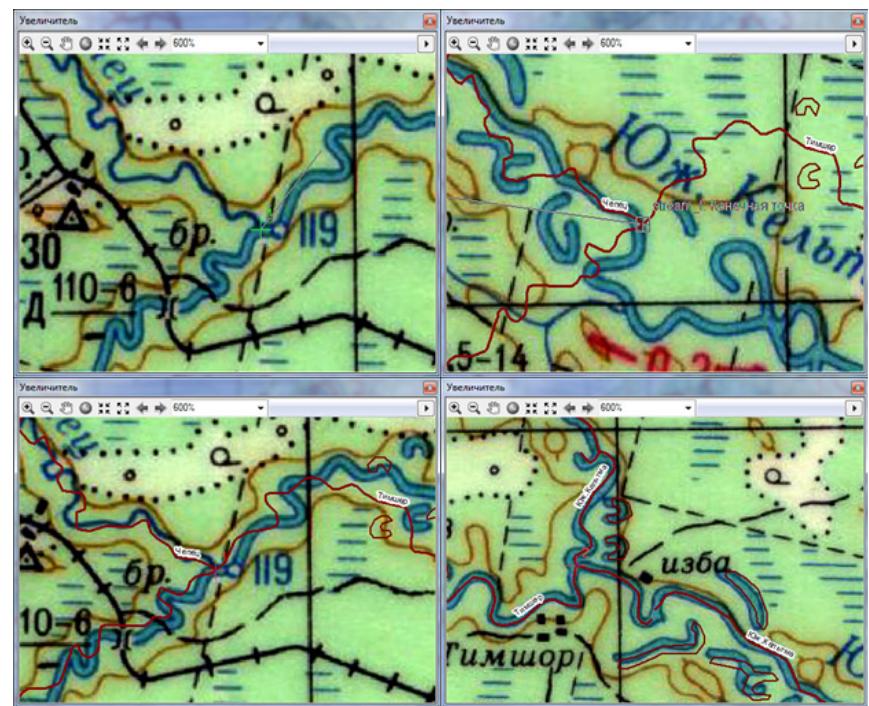


Рис. 1.11. Расстановка опорных точек

Добавьте столько связей, сколько необходимо для типа применяемого преобразования. Необходимое количество связей зависит от сложности преобразования, которое вы планируете использовать для привязки набора растровых данных к карте. Добавление дополнительных связей не обязательно повышает точность преобразования. Если возможно, то лучше равномерно распределить связи по всему набору растровых данных, а не концентрировать их в одном месте. Обычно, наличие одной связи в каждом углу раstra и нескольких посередине обеспечивает наилучший результат.

ТИПЫ ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ (порядка трансформации) [5]

Полином нулевого порядка будет использован для смещения ваших данных. Это часто используется в ситуации, когда ваши данные уже имеют пространственную привязку, но небольшой сдвиг лучше выровняет ваши данные. Для выполнения смещения ваших данных полиномом нулевого порядка необходима только одна ссылка. Рекомендуется сделать несколько связей, затем выбрать ту, которая выглядит наиболее точной.

Используйте **трансформацию первого порядка** (аффинную) для сдвига, изменения масштаба или поворота набора растровых данных. Это обычно позволяет сохранить прямые линии исходного раstra в трансформированном наборе растровых данных. Таким образом, квадраты и прямоугольники набора растровых данных обычно деформируются в параллелограммы, одновременно со случайным изменением масштаба и угловой ориентации.

Всего с тремя связями, математическое выражение, используемое в трансформации первого порядка, может точно привязать каждую точку раstra к целевым данным. Использование более трех связей вносит искажения, или невязку, которые распределяются по всем связям. Однако следует задавать более трех связей, поскольку, если одна из них окажется позиционно неверной, это окажет гораздо большее влияние на процесс преобразования. Следовательно, несмотря на увеличение математической ошибки трансформации при увеличении числа связей, общая точность трансформации также будет увеличиваться.

Чем выше порядок трансформации, тем более сложные искажения могут быть скорректированы. Однако трансформация выше третьего порядка используется очень редко. Трансформации высокого порядка требуют большее количество связей и, следовательно, больше времени на обработку. Как правило, если набор растровых данных необходимо растянуть, повернуть или изменить его размер, следует использовать трансформацию первого порядка. Для более сложного преобразования применяются трансформации второго или третьего порядка (рис 1.12).

Трансформация методом сплайна - это истинный метод резинового листа, оптимизированный для обеспечения локальной, но не глобальной точности привязки. Она основана на **сплайн-функции** – кусочном полиноме, который обеспечивает гладкие непрерывные переходы между соседними

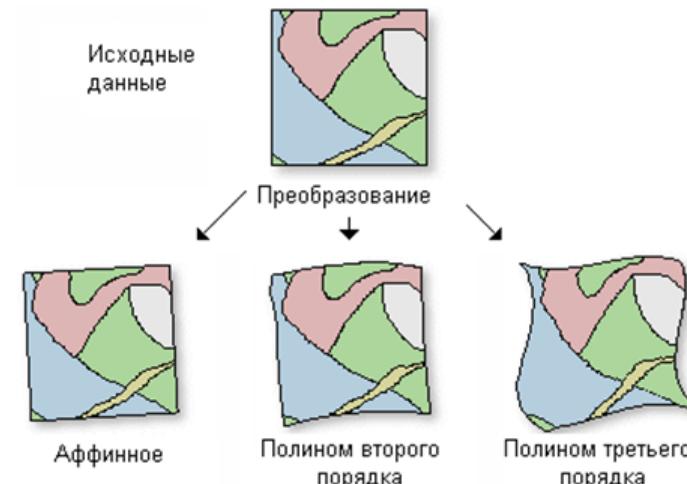


Рис. 1.12. Искажения, которые принимают данные в зависимости от выбранного типа трансформации

полиномами. Она обеспечивает точное совмещение исходной и конечной опорных точек, но точность совпадения удаленных пикселов не гарантируется. Эта трансформация удобна, если правильное размещение опорных точек имеет первостепенное значение. Добавление дополнительных опорных точек может увеличить общую точность сплайн-трансформации.

Трансформация методом подгонки подходит для соблюдения как общей точности (метод наименьших квадратов, LSF), так и для локальной. Она построена на алгоритме, который оптимизирует методы интерполяции полиномиальной трансформации и нерегулярной триангуляционной сети (TIN). Полиномиальная трансформация выполняется с помощью двух наборов опорных точек, которые располагаются максимально точно с учетом техники интерполяции TIN. Для подгонки границ необходимо, как минимум, три опорных точки.

Проективное преобразование может сохранить линии так, что они останутся прямыми. При этом параллельные линии могут оказаться непараллельными. Проективное преобразование особенно полезно для скосенных изображений, сканированных карт и спутниковых снимков Landsat или Digital Globe. Для выполнения проективного преобразования необходимо, как минимум, четыре ссылки. При наличии четырех ссылок ошибка RMS будет равняться нулю. При наличии большего количества ссылок ошибка RMS будет чуть выше нуля.

Для преобразования методом полиномов или подгонки необходимо минимум 3 связи, для проективной трансформации – 4, для преобразования с использованием полинома второго порядка – 6 связей, а для преобразования с использованием полиномов третьего порядка или сплайнов – 10.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ

Когда общая формула выведена и применена к опорным точкам, производится измерение ошибки – невязки. Эта ошибка является разницей между реальным и вычисленным положением «точки k ». Общая ошибка вычисляется из квадратного корня (RMS) суммы ошибок всех связей. Это значение описывает степень согласования трансформации между всеми опорными точками (связями). Если ошибка слишком велика, для ее уменьшения можно удалить или добавить опорные точки.

Хотя ошибка RMS является хорошей оценкой точности трансформации, не следует путать маленькую величину ошибки RMS с точностью привязки. Например, результат преобразования может иметь значительные неточности из-за неверного выбора опорных точек. Чем больше правильных опорных точек вы используете, тем более точным будет результат конвертации исходных данных. Обычно трансформация методом подгонки границ и сплайн-трансформация дают ошибку RMS около нуля или ноль; однако это не означает, что изображение точно привязано в пространстве.

Прямое смещение показывает ошибку в тех же единицах измерения, что и установлены пространственной привязкой фрейма данных. Обратные смещения отображают ошибку в пикселях. Прямое и обратное смещение – это мера точности, которая отображается в пикселях. Значения смещений, близкие к нулю, рассматриваются как более точные.

В нашем случае мы используем полином первого порядка (аффинное преобразование) (рис. 1.13).

Для трансформации (пересчета) изображения необходимо через панель инструментов Пространственная привязка вызвать команду **Обновить пространственную привязку** или **Трансформировать**, в зависимости от желаемого результата. При обновлении пространственной привязки преобразование

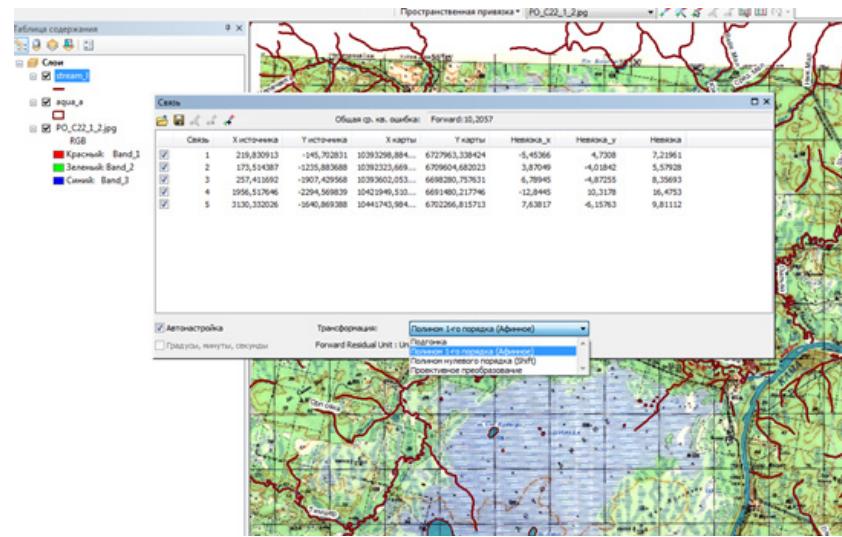


Рис. 1.13. Выбор типа трансформации

будет сохраняться в отдельном файле – новый набор растровых данных создан не будет, как это происходит при сохранении преобразования набора растровых данных. Для набора растровых данных в виде файла, такого как TIFF, преобразование обычно будет записываться во внешний файл формата XML с расширением .AUX.XML. Если набор растровых данных является необработанным изображением, таким как BMP, а преобразование является аффинным, он будет записан в world-файл (world file). Если набор растровых данных хранится в базе геоданных, при выполнении команды Обновить пространственную привязку, преобразование также будет сохранено в базе в виде дополнительной информации, относящейся к этому набору растровых данных.

В нашем случае появятся два новых файла, содержащие информацию об обновлении привязки (рис. 1.14). Но при этом само изображение не было трансформировано (пересчитано) в координаты. Такой способ трансформирования удобен в случае, если существует потребность в экономии места на физическом диске на компьютере, так как файл сохраняет свой первоначальный размер. Если же необходимо сохранить текущую привязку в новом наборе данных (при данной операции величина файла значительно увеличивается), то необходимо вызвать команду Трансформировать.

aqua_a.avf	Файл "AVF"	2 КБ
aqua_a.dbf	Файл "DBF"	801 КБ
aqua_a.prj	Файл "PRJ"	1 КБ
aqua_a.sbn	Файл "SBN"	38 КБ
aqua_a.sbx	Файл "SBX"	4 КБ
aqua_a.shp	Файл "SHP"	1 504 КБ
aqua_a.shp.CHEREPANOVAPC.S420.5292...	Файл "LOCK"	0 КБ
aqua_a.xml	Файл "XML"	11 КБ
aqua_a.shx	Файл "SHX"	27 КБ
PO_C22_1_2.jpg	Файл "JPG"	3 666 КБ
stream_lavl	Файл "AVL"	2 КБ
stream_ldbf	Файл "DBF"	17 454 КБ
stream_lprj	Файл "PRJ"	1 КБ
stream_lisbn	Файл "SBN"	573 КБ
stream_lsbx	Файл "SBX"	42 КБ
stream_lshp	Файл "SHP"	16 558 КБ
stream_lspx.CHEREPANOVAPC.S420.529...	Файл "LOCK"	0 КБ
stream_lshp.xml	Файл "XML"	13 КБ
stream_lspx	Файл "SHX"	472 КБ

Рис. 1.14. Просмотр данных привязки через Проводник

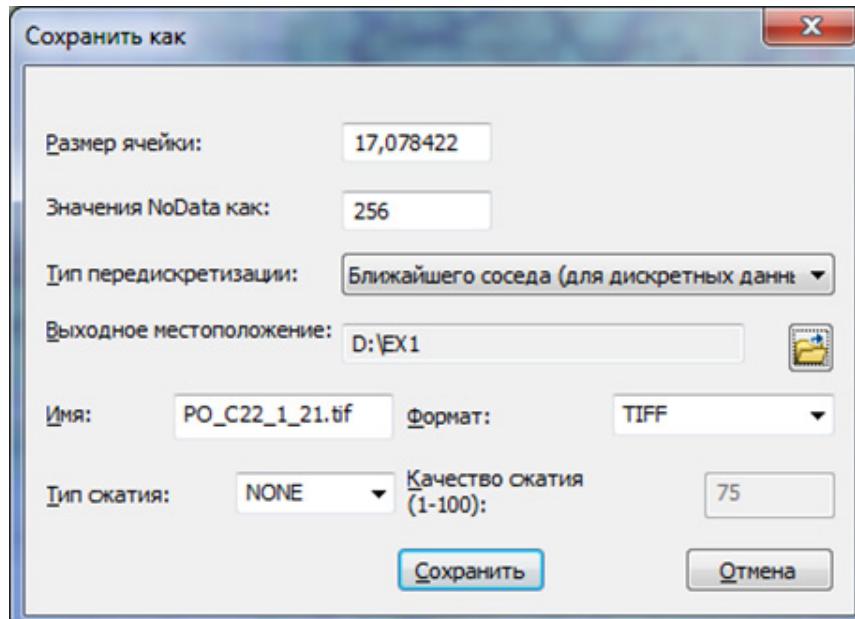


Рис. 1.15. Опции сохранения изображения

Далее необходимо задать опции сохранения. Тип передискретизации (тип пересчета раstra) устанавливается в зависимости от исходных данных. **Метод ближайшего соседа** применяется по умолчанию, является наиболее быстрым методом и не меняет значения ячеек (если они являются категорийными). Этот метод не используется для непрерывных данных (например, поверхностей рельефа), но рекомендуется для данных с цветовой картой, сканированных карт и псевдоцветных изображений. **Метод билинейной интерполяции** или **кубической свертки** используется для непрерывных данных, таких как спутниковые изображения или аэрофотоснимки. В данной работе нам подойдет **метод пересчета Ближайшего соседа**. В качестве выходного местоположения указывается директория, куда будут сохранены новые наборы данных (обычно это папка с проектом) (рис. 1.15).

После сохранения текущего вида деформации (привязанного изображения) проект не изменится. Чтобы проверить, сохранились ли данные и насколько они корректны, необходимо добавить их в проект. Если не появилось сообщение о неизвестной привязке, если данные «легли» в то место, куда осуществлялась привязка, то задачу можно считать выполненной.

УПРАЖНЕНИЕ:

ПРИВЯЗКА «РАСТР-К-РАСТРУ»

При выполнении привязки типа «растр-к-растру» алгоритм выполнения не меняется. Появляются лишь дополнительные нюансы, которые следует учитывать при работе. Данные для упражнения находятся в папке EX1/2.

Необходимо привязать топографическую карту на территорию УНБ «Предуралье». Перед работой с данными необходимо изучить данные – **топокарты** и **космический снимок** – в приложении ArcCatalog и определить их статус (какие данные являются исходными, а какие – целевые). Также следует определить **опорные точки**, которые четко идентифицируются на снимке и на карте. Это необходимо для отображения нужного экстента целевых данных для того, чтобы подогнать к нему исходные данные. Запустите новый проект карты ArcMap и добавить в него данные – космический снимок (рис. 1.16) и топографическую карту в необходимой последовательности (см. выше). Откройте свойства фрейма данных и убедитесь, что система координат для фрейма данных установлена как **WGS_1984_UTM_zone_40N**.

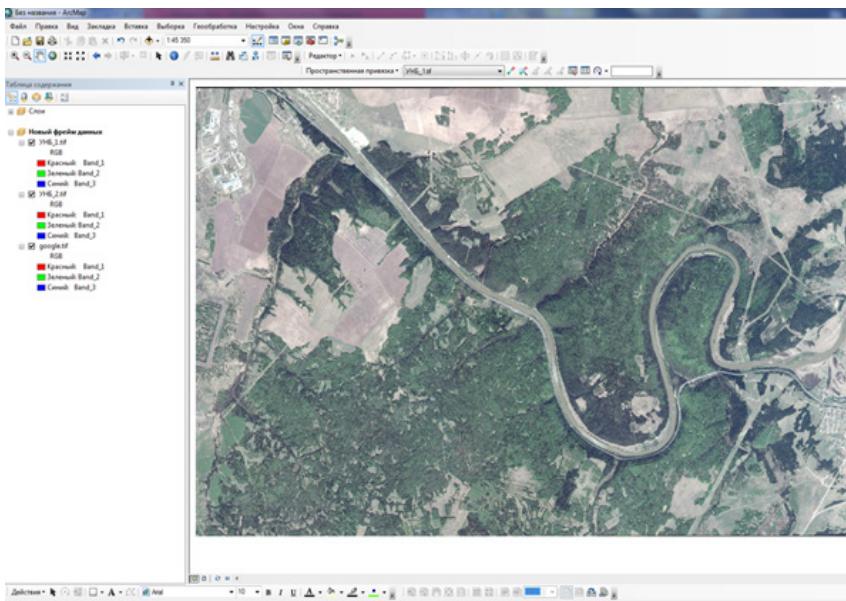


Рис. 1.16. Космический снимок, добавленный в проект карты

Совершите операцию подгонки к экстенту исходных данных. В качестве слоя, для которого будут совершаться все операции пространственной привязки выберите слой УНБ_1. Это один из двух листов карты, необходимых для привязки в данном упражнении.

Определите экстент карты и подгоните к нему исходные данные УНБ_1. Для удобства работы с двумя растрами можно для исходного слоя (топокарты) настроить прозрачность. Через контекстное меню, вызванное на слое УНБ_1, в меню Свойства откройте закладку отображение и назначьте прозрачность 30%. Далее воспользуйтесь набором кнопок Повернуть на панели инструментов Пространственная привязка и выберите Сдвиг. Передвиньте изображение топокарты относительно снимка так, чтобы их положение максимально соответствовало друг другу. Помните, что командой Подогнать к отображаемому экстенту можно пользоваться множество раз. Эти манипуляции облегчают поиск связей идентичности (опорных точек) на исходном и целевом слоях.

После установки экстента необходимо с помощью операций включения/выключения слоев и инструмента Увеличитель найти опорные точки. При поиске опорных точек рекомендуется обращать внимание на пересечения дорог, линии электропередач, капитальные строения, четко идентифицируемые на привязываемой топографической карте (рис. 1.17). Как правило, первые две-три поставленные опорные точки в дальнейшем удаляются, потому что при длительной работе с картой и снимком исследователь лучше видит и воспринимает информацию. Также можно добавлять в проект привязанные карты других масштабов, векторные данные для лучшей привязки данных.

Расставьте равномерно несколько (6-8-10) опорных точек.

После расстановки точек, изучения таблицы связей и удаления точек с наибольшей погрешностью необходимо трансформировать изображение и сохранить его под именем УНБ_1_ref.tif в папке EX1.

Привязка карты – неотъемлемая процедура ввода данных в ГИС.

1.2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Часто при загрузке данных в ГИС пользователь сталкивается с ситуацией, когда необходимые данные находятся в разных системах координат. В функционале ГИС реализованы технологии, которые позволяют мгновенно изменить параметры географической системы координат и системы координат проекции, основанной на ней (т.н. операция Перепроектирование на лету). В результате проведения такого рода операций пользователь преобразует данные под решение своих задач.

Для выполнения упражнения необходимо скопировать данные в папку EX2 в рабочую папку студента.

УПРАЖНЕНИЕ «ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ»

В ГИС реализованы два основных типа систем координат – географические системы координат и системы координат проекций. **Географическая система координат** задается на параметрах референц-эллипсоида, определяемых большой, малой полуосью, и их соотношением (коэффициент сжатия) и датумом (исходными геодезическими датами). Также обязательно наличие нулевого меридиана для отображения параметров проекции. Географические системы координат используют сферическую поверхность Земли для отображения объектов и снятия координат в угловых единицах измерения. На географической системе координат основаны системы координат проекции. Для перехода от сферы к плоскости используется набор специальных математических формул (картографическая проекция).

Системы координат проекции используют плоскость для отображения положения объектов и плоские единицы измерения – метры, футы и т.д.

Начните работу с создания рабочей области, в которой будут сохранены результаты. Для этого запустите ArcCatalog, создайте в вашей директории с результатами работ новую папку и назовите ее **Проекции и системы координат**. Скопируйте с помощью ArcCatalog все содержимое папки «Проекции и системы координат» из директории с заданиями, в вашу рабочую область. Копирование займет некоторое время, так как в исходных

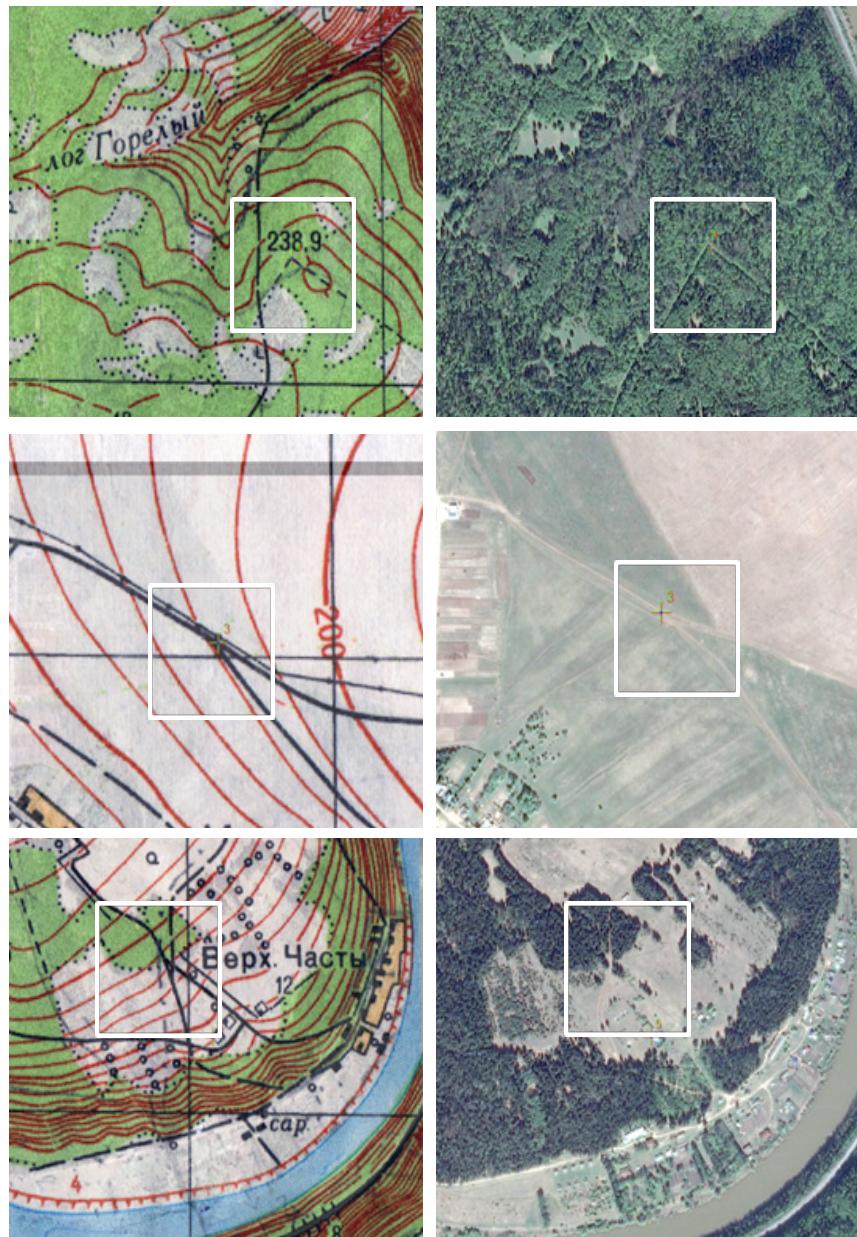


Рис. 1.17. Расстановка опорных точек

данных содержатся растровые файлы большого объема (данные дистанционного зондирования Земли (космические снимки) и ЦМР (цифровые модели рельефа). В исходных данных находятся следующие папки:

- > Торо-WGS84 – векторные слои цифровой топографической карты на территорию Пермского края в системе координат WGS-1984;
- > Торо-Pulkovo42 – векторные слои цифровой топографической карты на территорию Пермского края, в проекции Гаусса-Крюгера, система координат 1942 г.;
- > SPOT – снимок со спутника SPOT4;
- > Eros – снимок со спутника EROS-B;
- > Srtm_48_01 – цифровая модель рельефа;
- > XY_data – таблица, содержащая координаты объектов (точки).

С помощью ArcCatalog просмотрите исходные данные (векторные слои, космические снимки). Обратите внимание на то, что данные в папках Торо-WGS84 и Торо-Pulkovo42 отображаются по-разному.

Запустите ArcMap и добавьте в проект следующие шейп-файлы из папки Торо-WGS84: boundary.shp, water_region.shp, roads.shp. В результате отобразятся слои: границ Пермского края; озер и водохранилищ; дорожной сети. Характер отображения слоев не совсем такой, как мы привыкли видеть на обычных картах (рис. 1.18).

Обратите внимание на окно масштаба, которое находится под главным меню программы. Введите в окне масштаб 1:100 000 и нажмите Enter. В строке состояния в правом нижнем углу отображаются значения координат в десятичных градусах, которые изменяются при перемещении курсора. Переместите стрелку мыши в район г. Перми и посмотрите координаты.

Изменить формат отображения координат можно в свойствах фрейма данных. Вызовите свойства фрейма данных Слои и перейдите на закладку Общие. В группе Единицы измерения в раскрывающемся списке Отображение выберите вместо Десятичных градусов Градусы Минуты Секунды и нажмите Применить (рис. 1.19), затем OK. В строке состояния способ отображения координат изменится.

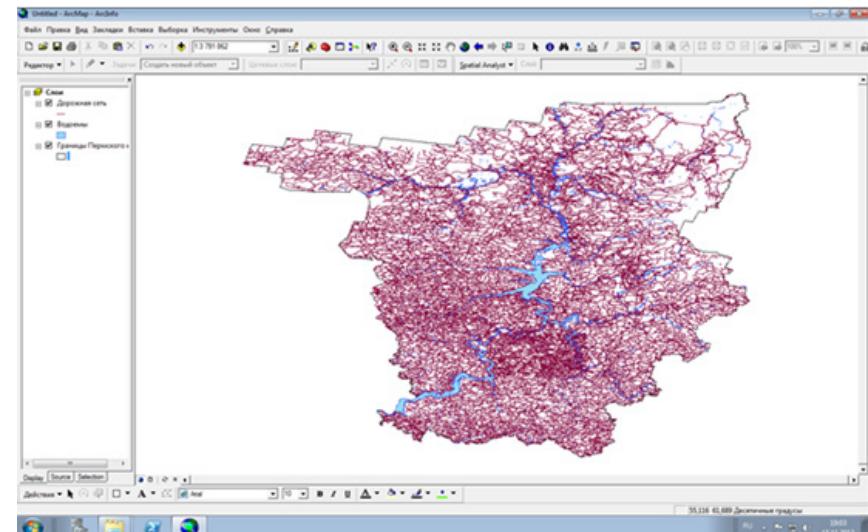


Рис. 1.18. «Приплюснутое» отображение данных в проекте

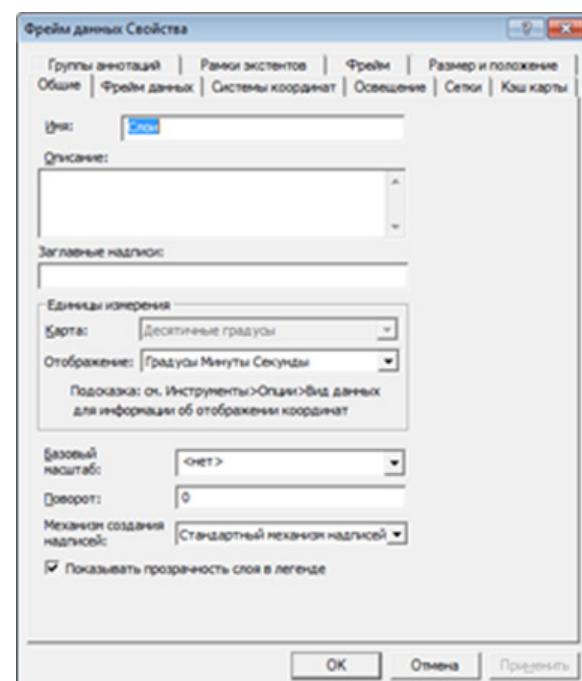


Рис. 1.19. Окно свойств Фрейма данных

Изучите систему координат фрейма данных и отдельных слоев. Для этого перейдите на вкладку Системы координат в Свойствах Фрейма данных. В поле Текущая система координат отображается система координат фрейма данных: GCS_WGS_1984, Датум: D_WGS_1984 (рис. 1.20).

Это означает, что географическая система координат фрейма – WGS_1984 (основана на эллипсоиде WGS-1984).

В группе Выбора систем координат разверните список Слои и убедитесь в том, что все слои имеют одну и ту же систему координат – GCS_WGS_1984. Данные не спроектированы, поэтому они отображаются на карте в несколько непривычном, «сплющенном», виде. Кроме того, по такой карте невозможно проводить измерения расстояний и площадей.

Чтобы получить возможность измерения расстояний, необходимо выбрать и назначить фрейму данных корректную проекцию. Чаще всего для данных в системе координат WGS1984 используется проекция UTM (Universal Transverse Mercator). Данная проекция аналогична проекции Гаусса-Крюгера (GK),

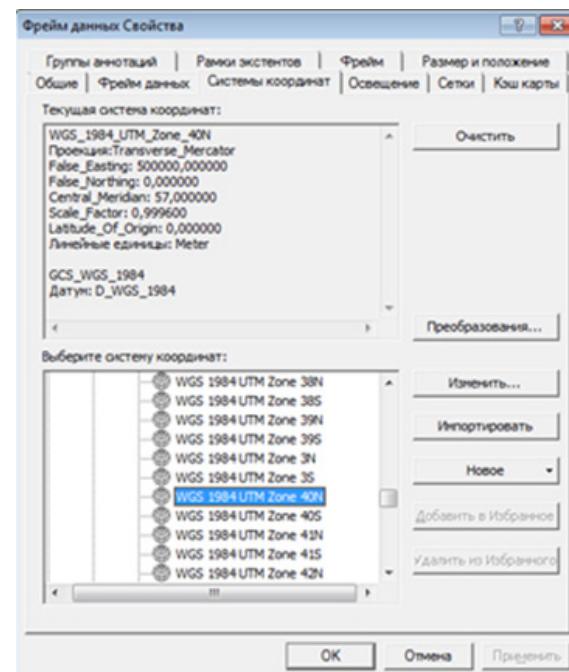


Рис. 1.20. Выбор системы координат

в ней также используются шестиградусные зоны, но нумерация зон ведется не от нулевого меридиана, а от 180-го. Поэтому 1-я зона GK соответствует 31-й зоне UTM и.т.д.

Для картографирования территории Пермского края используют 40-ю зону проекции UTM (осевой меридиан – 57° в.д.). Чтобы назначить фрейму данных в эту проекцию, в группе выбора систем координат выберите **Projected Coordinate Systems – UTM –WGS1984 – проекцию UTM WGS 1984 Zone 40N**, и нажмите Применить. Обратите внимание, как изменилось отображение картографических слоев. Таким образом, было выполнено проектирование фрейма данных «на лету» без изменения самих данных. Обратите внимание на параметры проекции в окне Текущая система координат (табл. 1).

Таблица 1
Параметры проекции UTM WGS 1984 Zone 40N

Наименование ГСК и ПСК	WGS_1984_UTM_zone_40N
Тип проекции	Transverse_Mercator
Величина ложного смещения на восток	False_Easting: 500000
Величина ложного смещения на север	False_Northing: 0,000000
Центральный меридиан	Central_Meridian: 57,000000
Latitude_Of-Origin	0,000000
Исходная широта	Единицы измерения
Линейные единицы	Meter
Географическая система координат	GCS_WGS_1984
Датум	D_WGS_1984

Теперь перепроектируйте Фрейм данных в систему координат Гаусса-Крюгера. Для этого в группе выбора систем координат выберите Projected Coordinate Systems – Gauss Kruger – Pulkovo 1942 – Pulkovo 1942 Zone 10N. Десятая зона проекции Гаусса-Крюгера аналогична 40-й зоне проекции UTM. Однако она имеет другую географическую систему координат, Pulkovo 1942, основанную на эллипсоиде Красовского, поэтому при попытке применить ее будет сгенерировано предупреждение. Прочитайте его. В окне предупреждения нажмите Нет и нажмите на кнопку Преобразования. Появится диалог выбора географического преобразования (рис. 1.21).

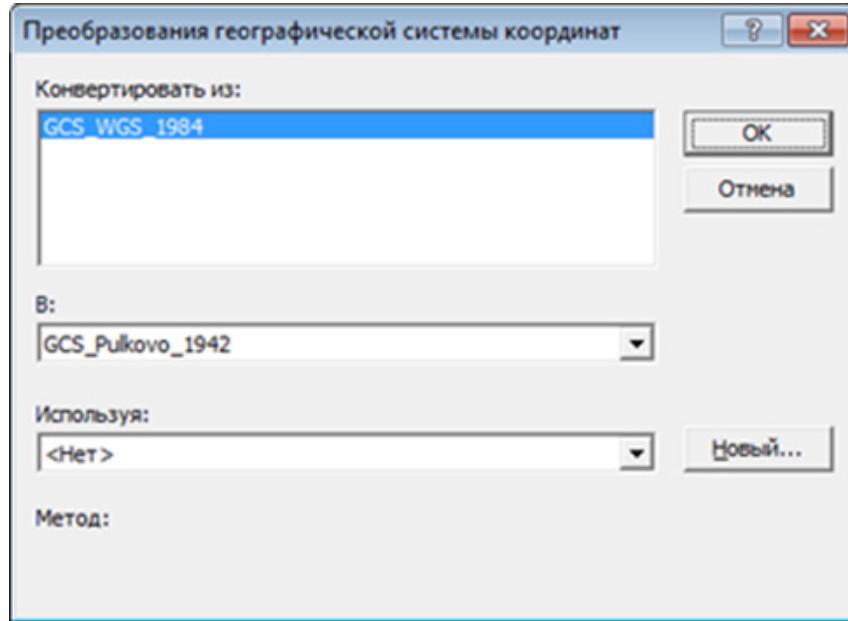


Рис. 1.21. Предупреждение о выборе типа преобразования

Исходной системой координат является WGS_1984, конвертация проводится в PULKOVO_1942. Встроенные в ArcGis методы трансформации из WGS1984 в СК-42 имеют невысокую точность, ошибка составляет около 10 метров. В списке Используя лучше выбрать метод трансформации GOST. Нажмите OK, трансформация будет выполнена. Обратите внимание на изменения параметров текущей системы координат. Снова установите в качестве системы координат фрейма данных проекцию UTM WGS 1984 Zone 40N, после чего закройте Свойства фрейма данных. Добавьте новый фрейм данных, а старый фрейм удалите.

Последовательно добавьте в новый фрейм данных шейп-файл Дорожная сеть_Polyline из папки Торо-Pulkovo42 и все файлы из папки Торо-WGS84. Если появится предупреждение о необходимости выполнить географическое преобразование, закройте его. Увеличьте масштаб до 1:5000 и найдите любой перекресток дорог на карте. Обратите внимание, что дороги из разных источников данных не совпадают, между ними имеется сдвиг порядка 105 м (рис. 1.22). Это произошло потому, что данные находятся в разных географических системах координат (которые основаны на параметрах разных референц-эллипсоидов).

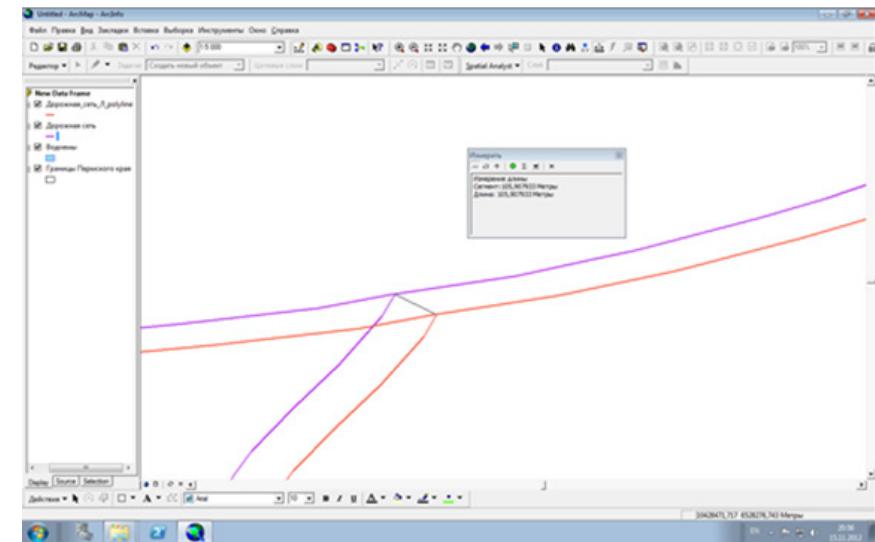


Рис. 1.22. Сдвиг между разными источниками данных

Откройте свойства фрейма данных, закладку Проекции и системы координат. Фрейм имеет систему координат СК42 (Pulkovo_1942_GK_zone 10N), а три из четырех слоев – систему координат WGS1984. В свойствах фрейма данных нажмите на кнопку Преобразование, выполните преобразование из WGS1984 в СК-42, используя метод GOST. После этого слои в проекте будут географически совмещены. Однако изменения внесены только в фрейм данных. Система координат источников данных, записанная в файлах .prj, осталась неизменной, в чем можно легко убедиться, раскрыв список Слои.

Для выполнения операций пространственного анализа необходимо иметь все данные в одной системе координат. Для этого используются инструменты проецирования векторных и растровых данных, с возможностью географических преобразований между датумами. Перепроектируйте слои границ Пермского края, дорожной сети и водных объектов из географической системы координат WGS1984 в систему координат проекции Гаусса-Крюгера, зона 10 на эллипсоиде Pulkovo1942 (рис. 1.23). Для этого запустите ArcToolbox и найдите инструмент Проецировать (группа Управление данными, подгруппа Проекции и преобразования, Пространственный Объект).

Выходной шейп-файл сохраните в папку OUT, которую необходимо создать в Вашей рабочей директории. Выходную систему координат импортируйте из шейп-файла дорожной сети, имеющего СК Пулково-1942, а в качестве метода географического преобразования задайте GOST.

Аналогичным способом выполните перепроектирование слоев границ Пермского края, речной сети, водоемов. Все выходные данные, сохраняйте в папку OUT и затем добавьте в проект. Удалите исходные слои дорожной сети, водных объектов и границы Пермского края. Теперь все данные в проекте находятся в СК-42.

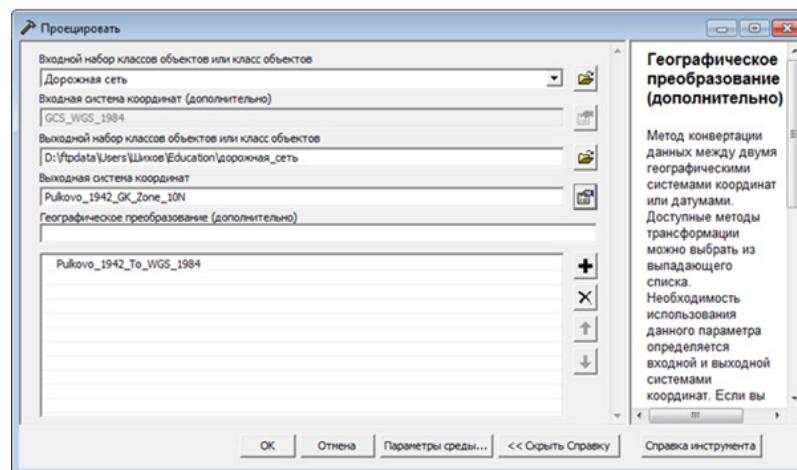


Рис. 1.23. Инструмент Проецировать

Добавьте в проект космический снимок со спутника SPOT4 из папки SPOT (файл 20110810_10m.tif). Чтобы корректно настроить отображение цветов, импортируйте для него символы из lyr-файла с аналогичным названием, в котором сохранена корректная настройка яркостей изображения в синтезе псевдо-натуральных цветов.

Просмотрите систему координат данного снимка. Он находится в проекции UTM зона 40, географическая СК – WGS1984. Чтобы перепроектировать снимок в СК-42, воспользуйтесь инструментом Проецировать растр в ArcToolBox (группа Управление данными, подгруппа проекции и преобразования, Растр). Параметры преобразования проставьте как на рис. 1.24. Обязательно укажите расширения выходного файла .tif,

метод передискретизации – Bilinear, размер выходной ячейки – 10 метров, метод преобразования – Gost. Процесс перепроектирования займет некоторое время.

Добавьте в проект полученный растровый слой и удалите старый. Настройте яркости снимка, импортировав символы из файла 20110810_10m.lyr.

Считается, что растровые данные лучше хранить в спроектированном виде, так как в этом случае есть возможность корректно определить их главную характеристику – пространственное разрешение. Но некоторые часто используемые раstry хранятся исходно в географической системе координат, и их предварительно необходимо проецировать. К таким данным относится глобальная цифровая модель рельефа SRTM.

Добавьте в проект растр srtm_48_01.tif из папки srtm в исходных данных. При появлении предупреждающего окна выполните географическое преобразование из WGS1984 в СК42, используя метод GOST. Откройте свойства растра и перейдите на вкладку Источник. Обратите внимание, что в группе Размер Ячейки указано значение 0,000833.

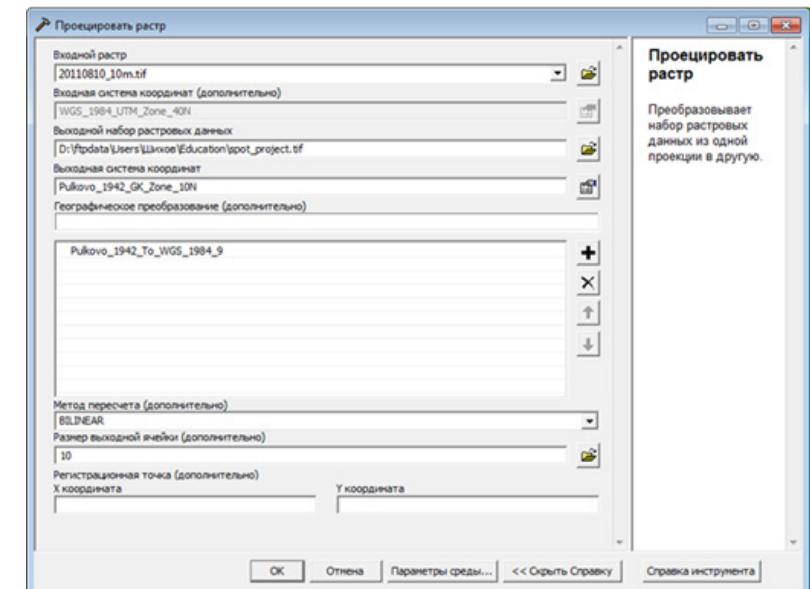


Рис. 1.24. Параметры преобразования растра в инструменте Проецировать растр

Переведите растр ЦМР в ту же СК, в которой находятся все остальные выходные данные (СК 42). Воспользуйтесь инструментом Проецировать растр в ArcToolBox (группа Управление данными, подгруппа проекции и преобразования, Растр). В качестве выходной системы координат укажите СК-42, метод преобразования – Gost, размер выходной ячейки – 50 метров, метод передискретизации – bilinear. Название файла – Srtm_project.tif.

УПРАЖНЕНИЕ:

ДОБАВЛЕНИЕ ТОЧЕК НА КАРТУ ИЗ ТАБЛИЦЫ ПО ДАННЫМ XY

Таблицу, содержащую координаты точечных объектов, можно преобразовать в класс пространственных объектов. Выполните данную операцию, используя таблицу, содержащую данные о метеостанциях Пермского края.

Добавьте в проект таблицу Лист 1 из файла метеостанции.xls, который лежит в папке XY_Data. Откройте таблицу и просмотрите ее. Таблица содержит поля Lat, Long, поэтому данные из нее можно отобразить на карте.

В контекстном меню таблицы выберите пункт Отобразить данные XY (рис. 1.25).

В качестве поля, содержащего X координату, укажите Long, Y координату – поле Lat. Задайте систему координат выходного слоя – географическую WGS1984 и нажмите OK. На карте отобразятся точки метеостанций. Подпишите их по полю Name.

Полученный слой будет по умолчанию иметь название Лист 1 События и содержится только в проекте. Для того чтобы сохранить данные в виде шейп-файла, выполните экспорт данных из слоя событий. Назовите полученный файл Метеостанции.shp. Добавьте его в проект и отобразите на карте, подписав объекты по полю Name.

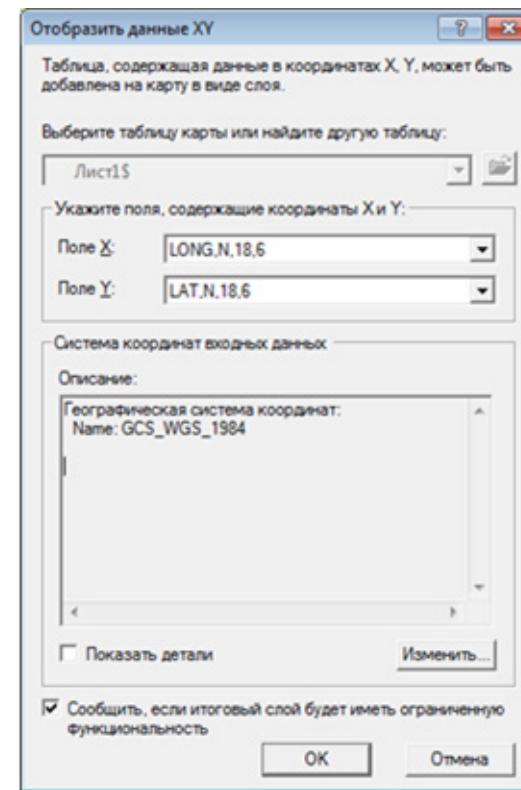


Рис. 1.25. Инструмент Отобразить данные XY

2. ВВОД ДАННЫХ В ГИС

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Процесс аналого-цифрового преобразования данных представляет собой сложную комплексную процедуру, состоящую из трех крупных блоков [1]:

- > цифрование;
- > обеспечение качества оцифрованных материалов и создание цифровых картографических основ;
- > интеграция разнородных цифровых материалов.

ОЦИФРОВКА ДАННЫХ

Оцифровка - это процесс преобразования объектов в цифровой формат как один из способов создания пространственных данных. Существует несколько способов оцифровки новых пространственных объектов. Это предполагает оцифровку по экрану, оцифровку бумажной карты на дигитайзере или с помощью систем автоматизированной векторизации.

Интерактивная оцифровка по растровой подложке является наиболее распространенным методом оцифровки данных. В этом случае возможно отобразить на экране аэрофотоснимок или космический снимок в качестве базовой карты, а затем рисовать объекты, такие как дороги, строения или площадки поверх этого изображения [5].

СОЗДАНИЕ ПЕРСОНАЛЬНОЙ БАЗЫ ГЕОДАННЫХ

Географические объекты не существуют в пространстве сами по себе, они непременно находятся в пространственных отношениях с другими объектами, при этом, например, границы муниципальных образований не могут находиться один над другом, а дороги субъектов обязательно должны соединяться между собой. ArcGIS позволяет моделировать все эти типы пространственных взаимоотношений. Построить более эффективную ГИС и поддержать целостность данных позволяет поведение базы геоданных. **Поведение базы геоданных** – это функциональность, которая помогает обнаруживать и предотвращать ошибки, автоматизировать ввод данных, а также обрабатывать объекты в одном классе объектов в соответствии с различными правилами.

В программном продукте ArcGIS предполагается создание двух типов баз геоданных: файловая и персональная. Файловая база геоданных является рекомендуемым форматом для автономных GIS, данные хранятся в системной папке. Персональная база геоданных подразумевает хранение данных как базы данных Microsoft Access и является более старым форматом для автономных GIS. Базы геоданных могут быть организованы многими способами: география, масштаб, источник данных, тема, проект и т.д., могут содержать различные классы объектов базы геоданных. В свою очередь, класс объектов – это набор тематически-связанных объектов, которые обязательно имеют одинаковый набор атрибутов и одинаковый тип геометрии.

МЕТАДАННЫЕ

Метаданные – это данные (информация) о пространственных данных. Они могут включать в себя описания, расшифровку кодов, контактную информацию и т.д., что делает данные достоверными и совместно используемыми. Метаданные хранятся и используются через ArcCatalog. Метаданные хранятся в формате XML, а шаблоны метаданных создают общие метаданные для сходных наборов данных. Создавать метаданные можно при помощи редактора метаданных, а при наличии шаблона XML можно совершать процедуры его импорта в желаемый набор данных. Редактирование метаданных индивидуально. Кроме того, существует опция экспорта метаданных из существующего набора данных в документ XML.

ТОПОЛОГИЯ

Топология базы геоданных – это поведение, которое помогает обнаружить или предотвратить пространственные ошибки в данных. Топология хранится как специальные элементы в наборе классов объектов и связана с классами объектов, участвующих в топологии (классы объектов, участвующих в топологии задает пользователь). Топология базы геоданных содержит правила, управляющие пространственным поведением объектов, например полигоны не должны перекрываться, не должны иметь пробелов и не должны иметь висячих узлов. Топология часто используется для одновременного редактирования нескольких объектов в нескольких классах объектов, для предупреждения ошибок, для проверки качества при операциях редактирования, а также для обнаружения пространственных ошибок в данных и их исправления.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

На примере полигона учебно-научной базы «Предуралье» необходимо создать учебную ГИС «Предуралье». В базе данных будут храниться базовые и тематические слои, а также непространственные таблицы и растры. Хранение данных в формате базы геоданных позволит обновлять и наполнять данные, избегать дублирования, сохранять целостность и пространственные взаимоотношения объектов.

База данных обеспечивает хранение и поиск данных и представляет собой информационную модель соответствующей прикладной задачи (объекта исследования). Учебная база данных должна служить информационным обеспечением учебных заданий в компьютерном практикуме на основе учебной ГИС [3].

Позиционной базой для локализации как топографических, так и тематических элементов могут служить либо цифровая карта-основа на территорию, обеспечивающая привязку тематических данных, либо аэрокосмический снимок с привязкой в известной системе координат. Структура базы данных должна отражать разнообразные интегрированные географические данные, отнесенные к исследуемой территории. Также она должна обеспечивать наличие специальным образом организованной тематической информации, представленной на единой пространственной основе.

При создании основы базы данных ГИС используется топографическая карта исследуемой территории, представленная в цифровой форме. Слои базы данных должны быть увязаны как тематически, так и геометрически, при этом геометрическая точность зависит от точности исходных материалов и их цифрового представления.

База данных должна состоять из основных слоев, отражающих природно-географическую характеристику территории, и тематических слоев, определяемых разными задачами исследований (геоморфология, гидрология, лесонасаждения и т.д.).

Создание новых данных и обновление существующих – важнейшие функции поддержания базы данных. В упражнении описан основной алгоритм создания и редактирования данных в базе геоданных, а также алгоритм проверки поведения данных – топологические связи. Кроме того, описаны основные функции редактирования атрибутивных данных.

В упражнении 1.1 был привязан фрагмент топографической карты на территорию УНБ «Предуралье». Это фрагмент будет выступать подложкой для дальнейшей оцифровки и получения цифровой топографической основы.

При подготовке к созданию и редактированию данных важно хранить слои в одной общей рабочей области. Существует определенная последовательность шагов, которая формирует рабочий процесс создания/редактирования данных.

УПРАЖНЕНИЕ

ВВОД И РЕДАКТИРОВАНИЕ ДАННЫХ В ГИС

1. НАЧАТЬ ПРОЦЕСС РЕДАКТИРОВАНИЯ

Начало процесса редактирования запускает панель инструментов «Редактор». Эта панель инструментов обеспечивает доступ к основному набору инструментов для редактирования и изменения объектов и их атрибутов. Большинство задач редактирования могут быть выполнены при помощи набора, находящегося на панели инструментов Редактор. Сеанс редактирования начинается после вызова команды Начать редактирование.

2. ВЫБОР РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ

Редактирование можно выполнять только в обной рабочей области и только в одном фрейме данных ArcMap. Рабочая область – это либо база геоданных, либо папка, содержащая один или более шейп-файлов. Если карта содержит несколько фреймов данных, то редактировать можно только один. Чтобы перейти к редактированию другого фрейма данных, необходимо завершить сеанс редактирования, а затем начать новый сеанс в другом фрейме данных.

3. ВЫБОР ШАБЛОНА ОБЪЕКТА И ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ЕГО ПОСТРОЕНИЯ

Шаблоны объектов будут доступны пользователю после активирования панели инструментов Редактор. Шаблоны определяют всю информацию, которая необходима для создания новых объектов, а именно – слой, в котором будет храниться объект, поля таблицы атрибутов и атрибуты по умолчанию, которые будут присваиваться объекту, и инструменты, с помощью которых создается новый объект.

4. СВОЙСТВА И ОПЦИИ РЕДАКТИРОВАНИЯ

Опции редактирования используются для настроек управления средой редактирования. Такие опции желательно не задавать на общих учебных компьютерах, а только на индивидуальных. К этому разделу относятся важнейшие опции, вызываемые с панели инструментов Замыкание. Замыкание позволяет создавать объекты, которые соединены и касаются друг друга (имеют общий сегмент границы), что делает редактирование более аккуратным и сводит к минимуму ошибки при оцифровке объектов. Замыкание выполняется на различные части объектов, например вершины, ребра, конечные точки. Они называются Агентами замыкания.

5. СОЗДАНИЕ НОВОГО ОБЪЕКТА

Перед выбором инструмента построения, используемого для создания или оцифровки нового объекта, выбирается шаблон (т.е., собственно слой), который будет редактироваться.

Основные правила оцифровки объектов:

- > точки ставятся либо в центр симметрии объекта, либо в основание знака;
- > если объект, для которого в качестве модели выбрана линия, имеет направление (река), то объект оцифровывается от истока к устью, если не имеет – то в заданном направлении цифруются все объекты слоя (например, справа-налево);
- > если объект имеет форму полигона, то они цифруются в заданном направлении (например, по часовой стрелке); если внутри объекта есть пустая область - дыра, то она уже будет оцифровываться в противоположном внешнему краю объекта направлению.

В соответствии с вышеуказанными правилами, новые объекты оцифровываются с помощью скетча редактирования (временный набросок), которые представляет геометрию объекта. После сохранения правок скетч записывается в класс объектов как новый объект, а в таблице атрибутов создается новая запись.

6. ДОБАВЛЕНИЕ ИЛИ ИЗМЕНЕНИЕ АТРИБУТОВ

Новые значения атрибутов можно ввести после создания новых объектов. Также можно изменить существующие атрибутивные значения других объектов. Для редактирования атрибутивных значений используется окно атрибуты или атрибутивная таблица слоя.

7. СОХРАНЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ

По окончании редактирования все изменения сохраняются через кнопку Сохранить изменения в меню Редактор. Это не то же самое, что сохранение изменений в документе карты. При сохранении документа карты сохраняются все настройки проекта – свойства слоев, символы. Изменения в таблицах атрибутов объектов и самих объектов (т.е. в базе данных) не сохраняются в документе карты.

На примере оцифровки русла р. Сылва с топографической карты, рассмотрим создание хранилища (базы геоданных).

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Запустите приложение ArcCatalog и создайте директорию для хранения данных работы EX2. В эту директорию скопируйте привязанную карту из предыдущего задания. На карте внимательно изучите русло р. Сылва от лога Семафорный до лога Горелый. Очевидно, что объект в базе данных должен храниться как полигон; атрибуты, которые можно ассоциировать с этим объектом – название реки (Сылва), ширина, глубина и скорость течения.

На папке EX2 правой клавишей мыши вызовите контекстное меню Новый – Файловая база геоданных. Назовите новую базу данных Study. Согласно рекомендациям ESRI, файловым базам геоданных нежелательно присваивать имена кириллическими символами. Данная рекомендация касается также и названий классов объектов, которые организуются в базе данных, и пользовательских полей в таблицах атрибутов. Возможен вариант транслитерации, если важно сохранить русскоязычную направленность. Также избегайте пробелов в названии баз данных.

Далее на базе данных Study.gdb щелкните правой клавишей мыши Новый – Набор классов объектов.

Набор классов объектов позволяет задавать общую систему координат для хранящихся в нем классов пространственных объектов и, далее, позволяет создавать топологические отношения между классами и их объектами. Необходимо создать два набора класса объектов Base и Thematic. В наборе Base будут храниться базовые слои – границы учебно-научной базы, рельеф, гидрографические объекты и границы населенных пунктов; в наборе Thematic – тематические слои – геоморфология, данные о лесных ресурсах и т.д. Систему координат необходимо импортировать из растра УНБ_1_ref.tif.

Далее в наборах классов объектов будут храниться следующие классы пространственных объектов в соответствии с таблицей.

Таблица 2
Классы пространственных объектов проектируемой базы данных

Класс пространственных объектов	Тип геометрического примитива	Атрибутивные поля	Тип поля
Base			
Borders_UNB/ Границы УНБ	Полигон	Name	Text
City_poly/ Населенные пункты	Полигон	Name Type Population	Text Type Population
Stream_poly/ Река Сылва	Полигон	Name Width Depth Length	Text Short Integer Short Integer Short Integer
Stream_line/ Временные водотоки	Линия	Comm	Text
Reference points/ Опорные точки	Точка	Type Value	Text (50) Short Integer
Countours/ Изолинии	Линия	Height	Short Integer
Thematic			
Building/ Здания	Полигон	Type Numberv Street Fire	Text Short Integer Text Text
Roads/Дороги	Линия	Type	Text
Forest/Лесные территории	Полигон	Comment	Text

ТИПЫ ПОЛЕЙ В ТАБЛИЦАХ АТРИБУТОВ БАЗ ГЕОДАННЫХ: ХРАНЕНИЕ ЧИСЕЛ

В базах данных можно хранить числа с помощью одного из четырех численных типов данных [5]:

- > короткое целое (Short Integer);
- > длинное целое (Long Integer);
- > float (числа с плавающей точкой одинарной точности);
- > double (числа с плавающей точкой двойной точности).

При выборе типа данных вам сначала нужно понять, будете вы хранить целые числа или дробные. Если вам нужно хранить только целые числа, например 12 или 12345678, то используйте тип короткие целые (short integer) или длинные целые (long integer). Если вам нужно хранить дробные числа, которые имеют десятичные доли, например, 0,23 или 1234,5678, то используйте числа с плавающей точкой (float) или числа с двойной точностью (double). Далее нужно произвести выбор между типами данных короткое целое (short integer) или длинное целое (long integer) или между типами данных числа с плавающей точкой с одинарной (float) или двойной точностью (double). Это не только позволит вам минимизировать объем необходимого дискового пространства, но также повысит производительность. Если вам нужно хранить целые числа только от -32 768 до 32 767, то вам следует выбрать тип данных короткое целое (short integer), потому что для него потребуется до 2 байт, в то время как для типа данных длинное целое (long integer) будет нужно до 4 байт. Если вам нужно хранить дробные числа в интервале от -3,4E38 до 1,2E38, то следует выбрать тип данных чисел с плавающей точкой (float), поскольку для него потребуется до 4 байт, в то время как для типа данных чисел с двойной точностью (double) будет нужно до 8 байт.

ХРАНЕНИЕ ТЕКСТА

Текстовое поле представляет набор текстовых символов. Этот текст может включать в себя названия улиц, свойства атрибутов и другие текстовые описания. Альтернативой повтору текстовых атрибутов в базе геоданных является определение кодированного значения. Текстовое описание будет кодироваться с помощью численного значения.

Таблица 3

Типы полей в таблицах баз геоданных [5]

Тип данных (Data Type)	Диапазон хранимых значений	Размер (байты)	Применение
Короткие целые (Short integer)	от -32768 до 32767	2	Численные значения без дробных значений в рамках заданного интервала; кодированные значения
Длинное целое	от -2147483648 до 2147483647	4	Численные значения без дробных значений в рамках заданного интервала
Float (числа с плавающей точкой обычной точности)	примерно от -3.4E38 до 1.2E38	4	Численные значения с дробными значениями в рамках заданного интервала
Double (числа с плавающей точкой двойной точности)	примерно от -2.2E308 до 1.8E308	8	Численные значения с дробными значениями в рамках заданного интервала

Например, вы можете закодировать типы дорог при помощи численных значений путем присвоения значения: 1 – для усовершенствованных дорог с покрытием, 2 – для гравийных дорог и т.д. Это позволит вам сэкономить используемое дисковое пространство базы геоданных. Однако кодированные значения должны легко распознаваться пользователем данных. Если вы определяете ваши кодированные значения в домене с кодированными значениями в базе геоданных и связываете этот домен с полем целого типа (integer), в котором хранятся ваши коды, то база геоданных отобразит текстовое описание при просмотре таблицы в приложении ArcMap или ArcCatalog.

ХРАНЕНИЕ ДАТЫ И ВРЕМЕНИ

Тип данных **дата** (date) позволяет хранить даты, время или даты и время. Форматом по умолчанию для представления информации является mm/dd/yyyy hh:mm:ss (мм/дд/гггг чч:мм:сс) с указанием времени до или после полудня (AM или PM). При вводе полей даты в таблицу с помощью ArcGIS данные преобразуются в этот формат.

СИСТЕМНЫЕ ПОЛЯ ТАБЛИЦЫ АТРИБУТОВ: идентификаторы объектов

Поле ObjectID автоматически поддерживается в ArcGIS и гарантирует, что у каждой записи в таблице будет свой уникальный идентификатор. Если открыть таблицу или атрибутивную таблицу слоя, вы увидите поле ObjectID сразу после псевдонимов OID или ObjectID для таблиц и FID для слоев. От наличия этого поля зависят такие ключевые функции, как пролистывание и отображение выбранных наборов.

GEOMETRY

В ArcGIS **тип данных геометрия** (geometry) определяет типы геометрии объектов – точка, линия, полигон, мультиточка или мультипатч, которые хранятся в определенной таблице. Поле, хранящееся как тип geometry, при создании из ArcGIS получает имя SHAPE. Geometry – это тип данных, используемый ArcGIS. Например, если для нового класса объектов выбрано Объекты полигоны (Polygon Features), как показано ниже, поле SHAPE, добавленное по умолчанию, получит тип данных ArcGIS Geometry.

В разделе Свойства поля (Field Properties) диалогового окна Новый класс пространственных объектов (New Feature Class) тип геометрии будет указан как Polygon.

Учитывая правила определения типов полей, создайте хранилища для данных в соответствии с таблицей. Создание класса объектов базы данных разберем на примере класса пространственных объектов Reference points/Опорные точки.

На наборе классов объектов Base вызовите контекстное меню Новый – Класс пространственных объектов. Создайте класс объектов с двумя пользовательскими полями – для хранения типа опорной точки (пункт ГГС или произвольная точка) – поле Type, тип поля Text, длина 50 знаков и поле значения ее высоты – Value, тип поля Short Integer (рис 2.1).

Аналогично создайте поля для хранения других базовых и тематических слоев (из таблицы).

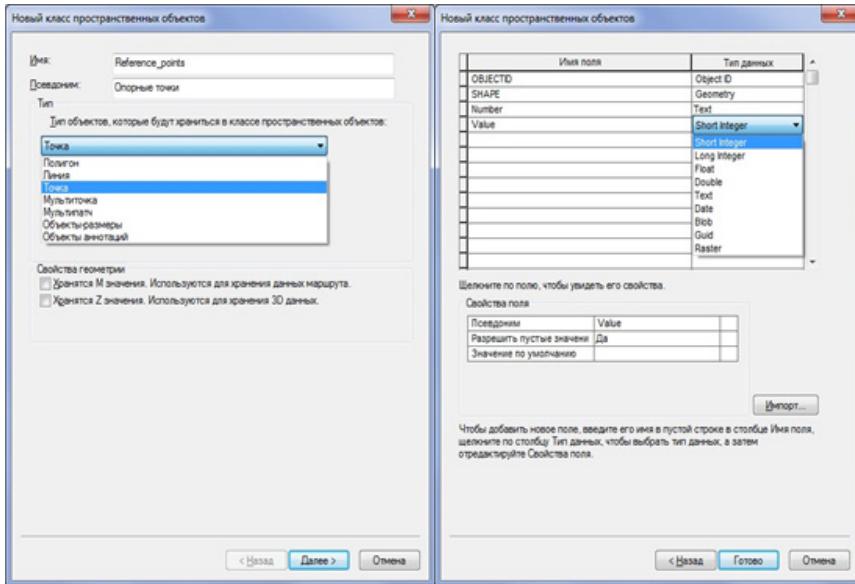


Рис. 2.1. Выбор типов полей

Таким образом, база данных выглядит следующим образом.

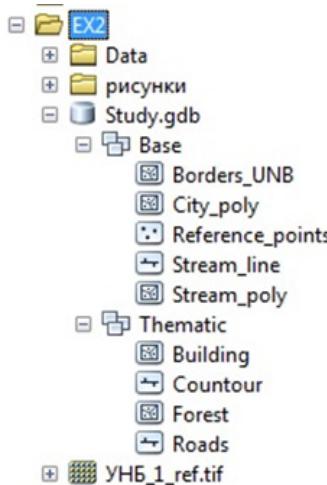


Рис. 2.2. Вид базы данных

ОЦИФРОВКА КАРТЫ

Перед оцифровкой карты необходимо подготовить проект, как указывалось выше. Важно хранить данные в одной папке, чтобы обеспечить удобный процесс редактирования.

Запустите новый проект ArcMap и добавьте в него следующие данные:

1. космический снимок на территорию УНБ «Предуралье»;
2. привязанную топографическую карту;
3. классы пространственных объектов базы геоданных.

Назначьте данным символы, удобные для редактирования объектов и сохраните проект.

ArcGIS поддерживает функцию группировки слоев для удобства управления ими. Слои можно организовать в таблице содержания по запросам пользователя, создавая группы слоев. Удерживая клавишу Shift, можно выбрать необходимые слои для группировки и, вызвав контекстное меню, сгруппировать их.

Сгруппируйте по типу геометрии слои в проекте (рис. 2.3).

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОСТАВНЫХ СЛОЕВ

- > после создания составного слоя в него или из него можно перетаскивать другие слои, т.е. он остается открытым для изменений;
- > свойства составного слоя имеют приоритет над противоречащими свойствами его подслоев: например, если для составного слоя указать прозрачность, то эта настройка будет применяться ко всем входящим в его состав слоям, несмотря на то, что они могут иметь прозрачность, заданную как 0%;
- > порядок составных слоев может быть изменен путем перетаскивания их друг относительно друга;
- > свойства подслоев остаются доступными, как у автономных слоев, не входящих в группу;
- > отключение отображения составного слоя приводит к отключению отображения всех слоев, входящих в его состав.

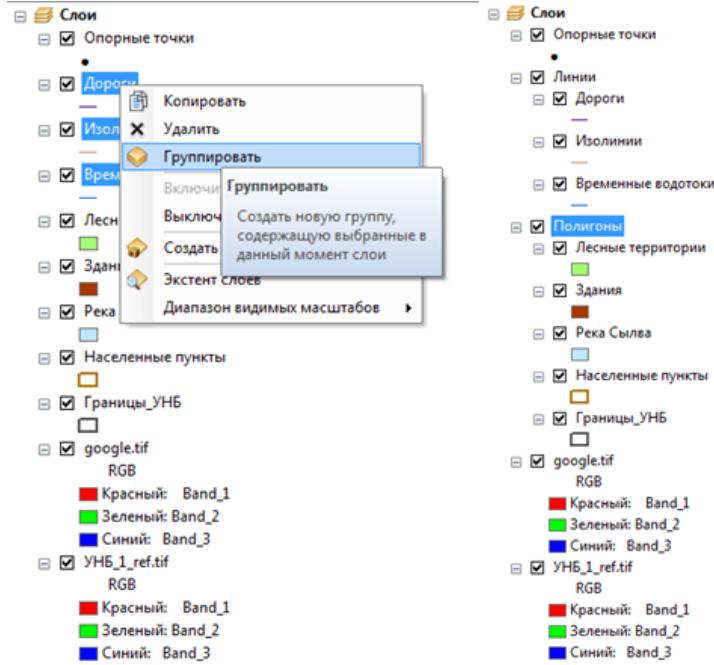


Рис. 2.3. Группировка слоев в таблице содержания

Еще одна важная опция, которую удобно настроить при создании и редактировании данных с использованием **подложки** (карты, снимка), – это создание слоев базовой карты. **Слои базовой карты** – вид слоев карты, обеспечивающий структуру, в которой отображается динамическая оперативная информация. Отображение базовой карты выполняется очень быстро. Так как слои базовой карты относительно статичны и не изменяются часто, их отображение может быть вычислено один раз и затем использоваться многоократно. Изображение слоя базовой карты вычисляется при первом просмотре области в определенном масштабе. Это изображение вызывается при повторном просмотре этой области при том же масштабе карты.

ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВЫХ КАРТ ГИС

В многих приложениях ArcMap для пользователей существуют базовые карты, на фоне которых отображаются и используются наблюдения, оперативная информация или производные данные, полученные из аналитических моделей. Например, в качестве обычной основы, на которую накладывается оперативная информация, используются ортоизображения. В приложениях для коммунальных предприятий часто в качестве базовой карты используется наземная основа из границ участков, зданий и других построенных объектов. Во многих картах городов сеть улиц используется как базовая карта, поверх которой отображаются слои происшествий или событий.

Базовые карты используются для привязки к местности и предоставляют структуру, где пользователи выполняют наложение оперативных слоев, выполняют задачи и визуализируют географическую информацию. Базовые карты служат основой для всех последующих операций и картографирования. Базовые карты обеспечивают среду и структуру для работы с информацией в географическом аспекте.

В проекте создайте слой базовой карты, в который поместите космический снимок и топографическую карту.

На фрейме данных вызовите контекстное меню – Новый слой базовой карты (рис.2.4).

Затем перетащите космический снимок и топографическую карту в новый составной слой базовой карты. Также можно переименовать новый слой базовой карты. После этого каждый раз, как вы будете отображать карту, слои базовых карт будут отрисовываться, используя оптимизированную логику отображения карты. Остальные слои будут отображаться динамически, чтобы иметь доступ к последним обновлениям источников их данных.

Навигацию по базовой карте можно осуществлять при помощи определенных движений мыши [5]:

- > Разместите курсор в пределах фрейма данных.
- > Удерживайте нажатым колесико мыши. Сначала курсор выглядит, как иконка активного панорамирования – сжатая рука.
- > Через несколько мгновений курсор изменится на указатель непрерывного перемещения.

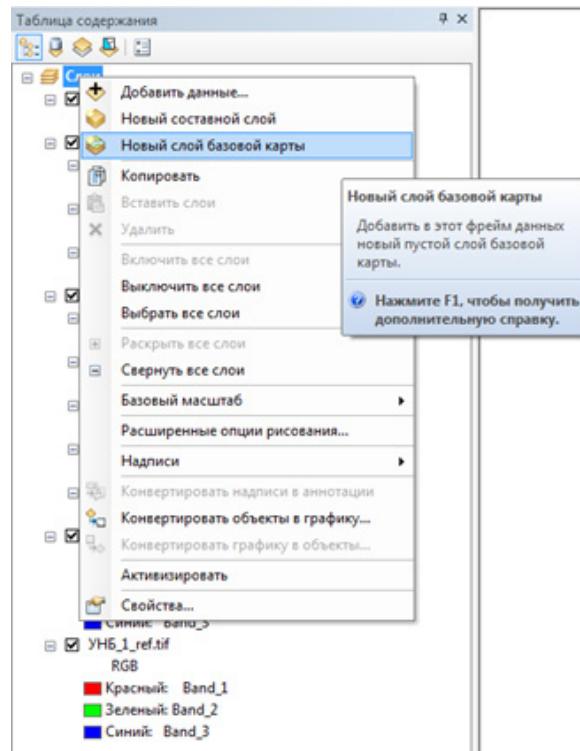


Рис. 2.4. Создание слоя базовой карты

- > Продолжайте удерживать нажатым колесом мыши и перемещайтесь по карте, перетаскивая указатель в нужном вам направлении. В ответ карта будет непрерывно перемещаться в указанном направлении. Во время панорамирования указатель изменяется на стрелку, указывающую направление перемещения. Нажмите клавишу **Ctrl**, чтобы ускорить панорамирование карты и клавишу **Shift**, чтобы замедлить. Слои базовой карты панорамируются непрерывно и относительно ровно при перемещении по карте. Оставшиеся слои карты отрисуются, как только вы отпустите колесо мыши.

Также у слоев базовых карт есть дополнительная функциональность, разработанная для того, чтобы помочь в отображении оперативных данных поверх слоев базовых карт. Это размытость. По существу, размытость – это способ приглушения отображения слоя базовой карты с тем, чтобы более четко видеть слои, лежащие сверху.

Чтобы включить размытость слоя базовой карты, просто нажмите на команду **Настроить степень размытости** (**Adjust Dim Level**) на панели инструментов **Эффекты слоя** (**Layer Effects**) и при помощи бегунка **Размытости** (**Dim Level**) измените ее, как это делается и с другими эффектами. При увеличении Размытости (**Dim Level**) цвета бледнеют и слой становится частично прозрачным, что делает оперативные слои более выделяющимися. Это может быть полезным при визуализации или редактировании, особенно в случаях, когда слои базовых карт содержат цветные ортофотоснимки или другое содержимое ярких цветов, что может скрыть детали слоев, лежащих поверх.

Также нужно помнить, что, пока слои находятся в слое базовой карты, изменять какие-либо их свойства невозможно. Будут доступны только свойства на закладке **Общие** (**General**). При работе со слоями базовых карт для содержимого слоя недоступны операции обновления данных. Если необходимо выполнить редактирование данных или обновить слой, просто перетащите слой из базовой карты. А после верните его обратно в слой базовой карты.

НАЧАЛО ПРОЦЕССА РЕДАКТИРОВАНИЯ

После того как был подготовлен проект к редактированию, необходимо добавить панель инструментов **Редактор** и запустить процесс редактирования

Интерактивная оцифровка по растровой подложке является наиболее распространенным методом оцифровки данных. В этом случае возможно отобразить на экране аэрофотоснимок или космический снимок в качестве базовой карты, а затем рисовать объекты, такие как дороги, строения или площадки, поверх этого изображения.

Существуют два способа начать сеанс редактирования: щелкнув меню **Редактор** (**Editor**) на панели инструментов **Редактор** или щелкнув правой кнопкой мыши слой в Таблице содержания (**Table of contents**). Если для начала сеанса редактирования фрейма данных, содержащего данные из нескольких рабочих областей, выбрано меню **Редактор**, то запрашивается, какую область выбрать для редактирования. Если сеанс редактирования был начат из контекстного меню слоя в Таблице содержания, то автоматически будет начат сеанс редактирования рабочей области, содержащей данные для выбранного слоя. Но при этом, как отмечалось выше, важно хранить данные одного проекта в одной папке.

Важно: все внесенные изменения являются временными, пока вы не сохраните их. Вы также можете выйти из сеанса редактирования, не сохраняя изменений. Простое сохранение документа карты не сохраняет правку пространственных объектов — вам надо сохранить именно результаты редактирования. Сохраняя изменения, вы записываете их в источник данных или базу данных.

После запуска панели инструментов Редактор изучите ее содержание (рис. 2.5)

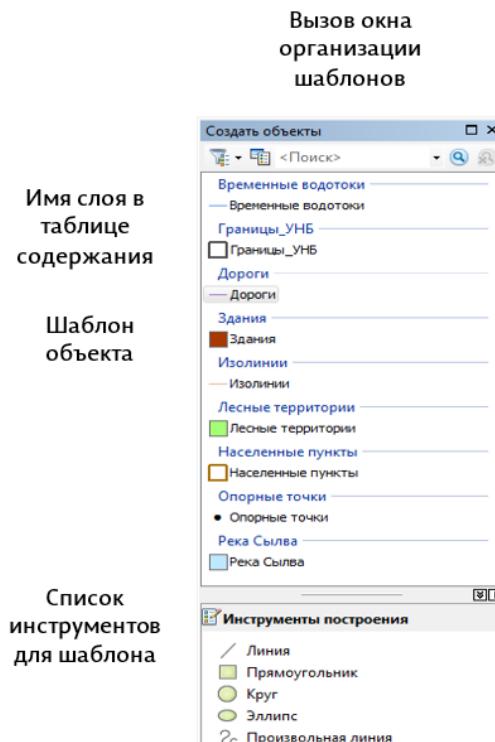


Рис. 2.5. Панель инструментов Редактор

Нажмите кнопку Создать объекты и изучите запущенную панель.

Создание новых объектов осуществляется через применение шаблонов объектов (рис. 2.6). Шаблон определяет слой, в котором создается объект, атрибуты, с которыми создается объект и инструмент по умолчанию, используемый при создании объекта. При этом слой может иметь разные шаблоны, связанные с ним. Например, при создании слоя Дороги УНБ «Предуралье» вы создадите три шаблона, у каждого из которых будет свое значение атрибута по умолчанию для типа дороги. Все это упрощает процесс создания и отрисовки новых объектов.

Последовательность создания (оцифровки) объектов рассмотрим на примере слоя Дороги. После обследования на местности и проведенных полевых работ известно, что на территории УНБ «Предуралье» встречаются следующие типы дорог: грунтовые улучшенные (дороги, которые обслуживаются во все сезоны года муниципалитетом), лесные тропы и тропы пешеходные населенного пункта. Теперь необходимо оцифровать каждый из этих типов дорог для того, чтобы настроить шаблоны для дальнейшей удобной оцифровки. После того как были определены шаблоны, необходимо начать оцифровку класса.



Вызов окна организации шаблонов

Список доступных для редактирования слоев

Двойной щелчок по шаблону открывает его свойства

Инструменты построения для создания объектов

Рис. 2.6. Панель инструментов Создать объекты

Для создания сегментов линий чаще всего используется инструмент Линия (с шаблонами линий). Для создания сегмента щелкните на карте там, где будет создан объект. Оцифровка геометрии нового линейного или полигонального объекта выполняется рисованием скетча редактирования, который представляет собой геометрию объекта. При рисовании скетча вы увидите предварительный просмотр с действительным оформлением, используемым для шаблона, а также вершинами, отмеченными зелеными и красными квадратами. Скетч состоит из всех вершин (vertices) и сегментов (segments) пространственного объекта. Вершины – это точки, в которых скетч меняет направление, т.е. углы (зеленые квадраты); сегменты – это линии, соединяющие вершины (зеленые линии) (рис. 2.7). Красный квадрат показывает конечную вершину.



Рис. 2.7. Скетч объекта

Двойным щелчком скетч завершают. Далее необходимо вызвать команду Атрибуты с панели инструментов Редактор и внести в поле Type атрибут дороги. Сохраните изменения в базе данных через панель Редактор.

Далее вызовите свойства слоя Дороги и откройте закладку Символы. Выберите отображение по категориям, в поле значений укажите Type и щелкните кнопку Добавить все (рис. 2.8).

Таким образом, необходимо оцифровать дороги в пределах границ УНБ «Предуралье» с известными характеристиками.

Но для решения этой задачи необходимо установить границы исследуемой территории. Можно воспользоваться имеющимися архивными данными, но есть другой, правильный путь определения границ – оцифровка границ по данным Публичной кадастровой карты. Для того чтобы воспользоваться данным ресурсом, необходимо подключить эти данные. Для этого необходимо подключение к сети Интернет.

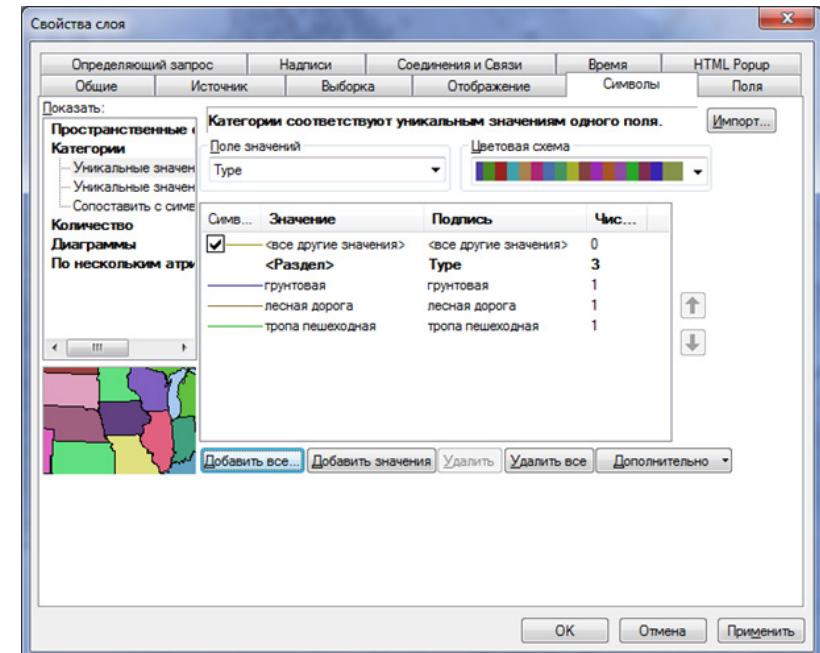


Рис. 2.8. Свойства слоя дороги

Таким образом, необходимо оцифровать дороги в пределах границ УНБ «Предуралье» с известными характеристиками.

Но для решения этой задачи необходимо установить границы исследуемой территории. Можно воспользоваться имеющимися архивными данными, но есть другой, правильный путь определения границ – оцифровка границ по данным Публичной кадастровой карты. Для того чтобы воспользоваться данным ресурсом, необходимо подключить эти данные. Для этого необходимо подключение к сети Интернет.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ СЕРВЕРА С ДАННЫМИ ПУБЛИЧНОЙ КАДАСТРОВОЙ КАРТЫ

Выдите из сеанса редактирования через панель инструментов Редактор и завершите процесс редактирования. Сохраните изменения.

Откройте окно каталога и в нижней части дерева каталога найдите ГИС-серверы (рис. 2.9). Разверните группу и щелкните Добавить ArcGIS Server.

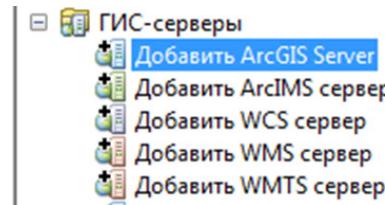


Рис. 2.9. Список возможных подключений

В открывшемся диалоге выберите опцию Использовать ГИС-сервисы и щелкните Далее. В окне URL сервера введите ссылку <http://pkk5.rosreestr.ru/arcgis/services/> и нажмите Готово (рис. 2.10).

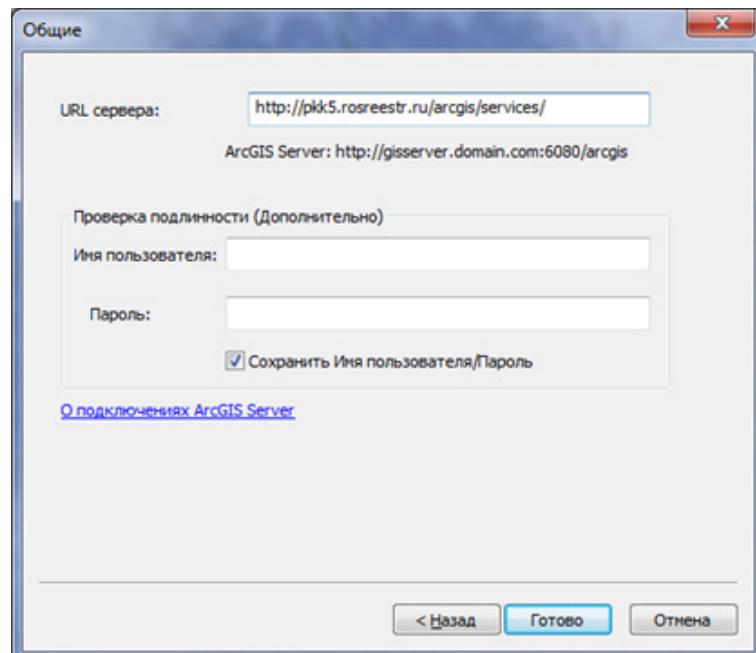


Рис. 2.10. Подключение к серверу Росреестра

В дереве каталога появится подключение к сервису Публичной кадастровой карты. Разверните слои и изучите их. Возможно, вам понадобится создание нового фрейма данных для последовательного добавления этих слоев и их изучения. Для решения нашей задачи по установке границ УНБ «Предуралье» нам необходимы слои из папки Cadastre. Перетащите в таблицу содержания слой Cadastre (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Отображение слоя Cadastre в проекте карты

На карте появились границы кадастровых округов, районов, кварталов, земельных участков и зданий. Изучите данные в районе деревни Верхние Частые (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Район деревни Верхние Частые и границы кадастровых участков

Далее добавьте слой ZONES. Разверните его в таблице содержания. Включите и разверните составной слой Зоны с особыми условиями использования территории. Далее включите слой Зоны охраны природных объектов (рис. 2.13). Настройте масштаб проекта 30000 и определите границы УНБ «Предуралье». Обратите внимание, что между слоями Зоны охраны природных объектов и слоем границ кадастровых участков существует несовпадение по пространственной привязке. Ориентируясь на границы с зеленой заливкой, но используя границу кадастровых Земельных участков, определите и оцифруйте границы УНБ «Предуралье». Включайте и выключайте слои на ваше усмотрение.

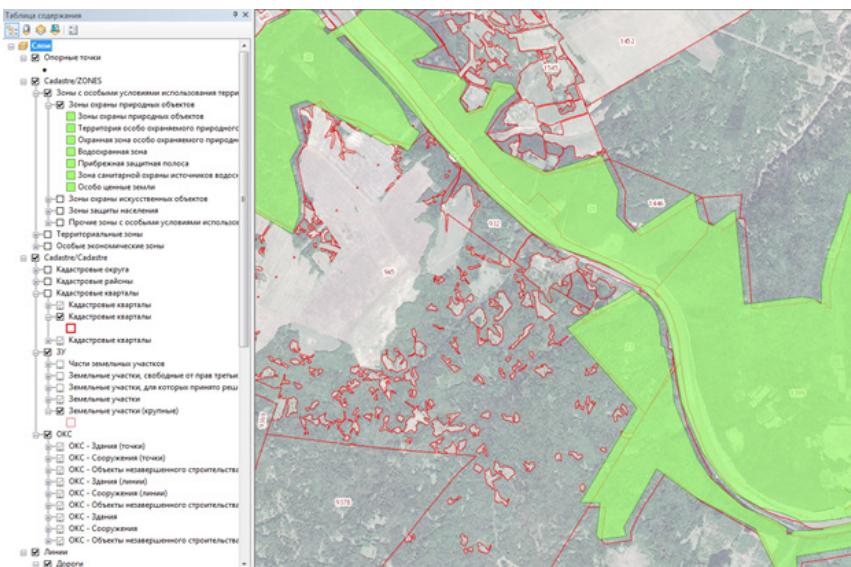


Рис. 2.13. Район деревни Верхние Частые и границы кадастровых участков

На слое Границы УНБ вызовите контекстное меню – Редактировать объекты – Начать редактирование. Выберите шаблон и инструмент построения. Заметьте, это полигональный слой и инструменты предложены другие, в отличие от инструментов построения линейных объектов. Выберите инструмент Полигон, перейдите в левый верхний участок с зеленой заливкой и начните оцифровку (по границу земельного участка, обозначенного красной линией) (рис. 2.14).

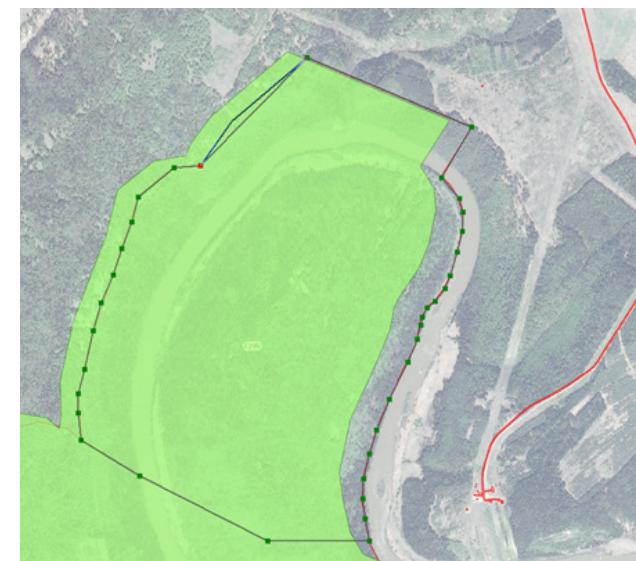


Рис. 2.14. Район деревни Верхние Частые и границы кадастровых участков

По завершении дважды щелкните и не заполняйте атрибуты. Очистите выборку.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЦИИ ЗАМЫКАНИЕ

Замыкание (Snapping) позволяет создавать объекты, которые будут пространственно связаны друг с другом, что избавит от ошибок при создании объектов и сделает редактирование более точным. При активированном замыкании указатель будет перемещаться к ребрам, вершинам или другим элементам геометрии, когда будет расположен рядом с ними. Это позволяет указывать положение для элементов объектов с учетом уже существующих объектов. При перемещении указателя по карте он будет автоматически замыкаться на точках, конечных точках, вершинах и ребрах. Все настройки замыкания располагаются на панели инструментов Замыкание (Snapping), которая содержит элементы управления для включения и отключения различных типов замыкания и настройки опций замыкания. Основные типы замыкания доступны в виде кнопок на панели инструментов, а дополнительные могут быть активированы в меню Замыкание (Snapping).

Далее выберите инструмент Автозавершение полигона и продолжите оцифровку границ, не проводя имеющейся границы первого оцифрованного объекта.

Если опции замыкания настроены, вы будете видеть всплывающие подсказки (рис. 2.15.).

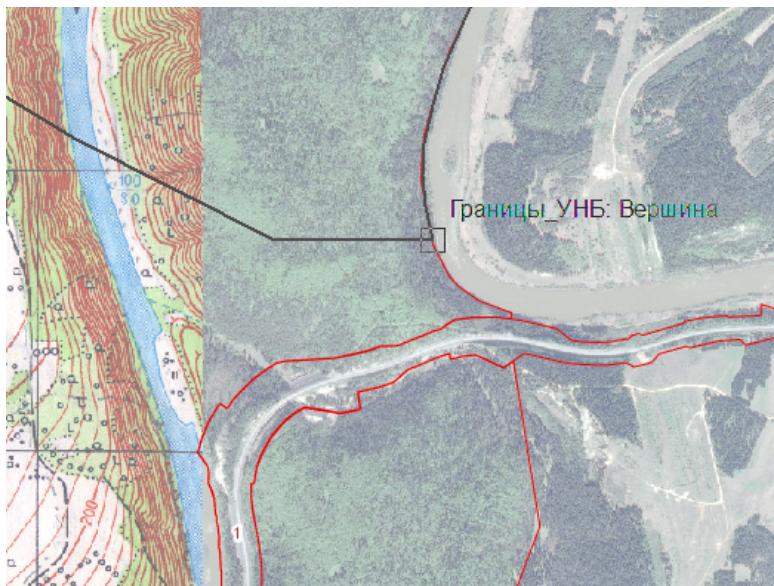


Рис. 2.15. Район деревни Верхние Частые и границы кадастровых участков

После автозавершения полигона примыкающего участка выделите оба участка с помощью кнопки Редактировать на панели инструментов Редактор. Далее нажмите кнопку Редактор и вызовите команду Слияние. Эта команда позволяет соединить разные участки в один (в отличие от команды Объединить, в результате которой создаются новый объединенный объект и неизменные объекты, на основании которых он был создан). Таким образом, оцифруйте границу. Сохраните изменения. При необходимости оцифруйте кадастровые кварталы и районы.

Далее вернемся к оцифровке слоя Дороги

Щелкните на кнопке Организовать шаблоны в окно Создать объекты и выберите слой Дороги. Далее нажмите кнопку Новый шаблон и в Мастере создания нового шаблона нажмите кнопку Далее (рис. 2.16).

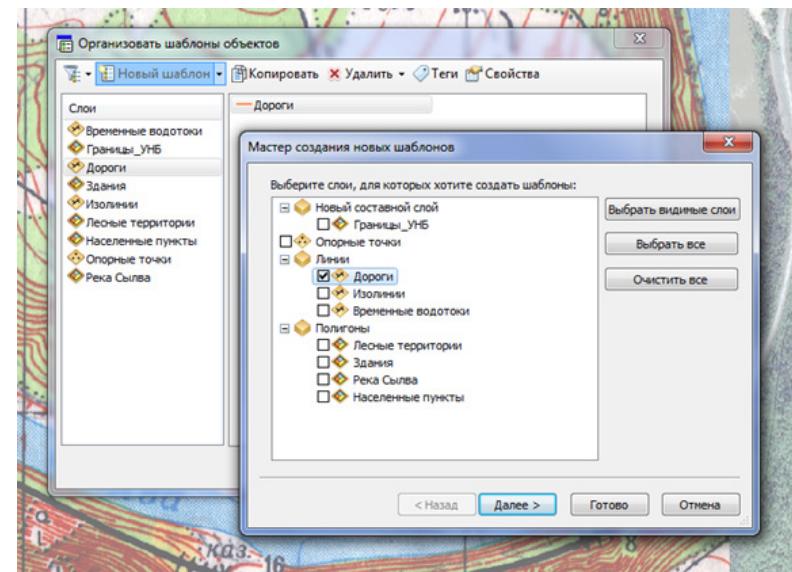


Рис. 2.16. Окно Мастера создания новых шаблонов

Определите приоритет шаблонов и нажмите Готово. Старый шаблон Дороги удалите (рис. 2.17).

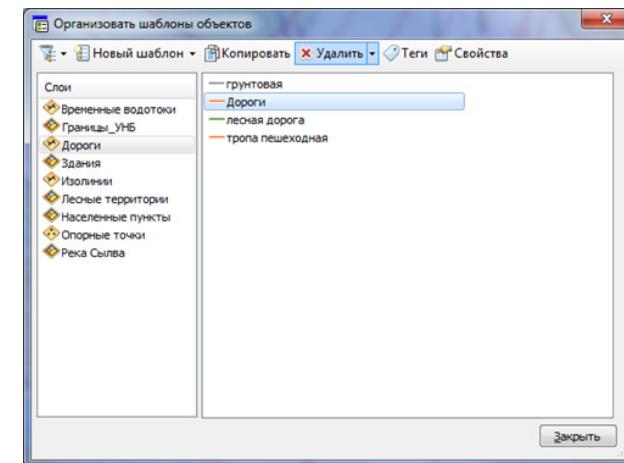


Рис. 2.17. Удаление старого шаблона слоя Дороги

Нажмите OK и убедитесь, что на панели Создать объекты появились шаблоны для трех разных типов дорог.

Продолжите оцифровку всех объектов. Сохраняйте изменения.

3. ЗАГРУЗКА GPX-ДАННЫХ В ГИС

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На этапах сбора данных в базу геоданных возникает необходимость конвертации данных из навигационных приемников. ГИС-системы позволяют конвертировать данные GPX в пространственные объекты.

Файл **GPX** (с англ. GPS Exchange File) является файлом данных GPS, который хранит информацию о местоположении в виде текста. Такой формат файла нередко включает в себя всевозможные маршруты, а также различные ориентиры. GPX файлы, помимо основного своего назначения, обладают возможностью хранения долготы, широты и высоты над уровнем моря для каждой из точек, установленных на карте. Файл .gpx может обладать и временем прохождения той или иной точки, кроме того, сам формат GPX предполагает и внесение в него содержимое пользовательских данных по любой точке на карте. Следует знать, что долгота и высота представляют из себя обязательные параметры, которые хранят в себе расширение файла GPX [6].

Данный тип файла первично создавался в целях обмена данными GPS между различными приложениями, а также пользовательскими устройствами. Расширение GPX считается открытым стандартом, доступным для свободного использования любыми GPS-утилитами и навигационными программами.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Для полноценного использования и наполнения базы данных «УНБ «Предуралье» необходимо внести информацию о заложенной на территории базы сети гравиметрических пунктов и скважин. Эта сеть используется студентами геологического факультета во время прохождения учебной практики «Геофизические исследования скважин». Во время полевых работ с использованием навигаторов был получен файл «GP.gpx» (Гравиметрические пункты), его необходимо загрузить в базу данных. Файл был выгружен в папку EX2.

УПРАЖНЕНИЕ

ЗАГРУЗКА ДАННЫХ GPX В ПРОЕКТ

Запустите проект ArcMAP, в котором производилась оцифровка слоев базы данных во втором упражнении. Откройте инструментарий ArcToolbox и разверните группу инструментов Конвертация, подгруппу Из GPS. Запустите инструмент GPX в объекты. Укажите путь к входным данным (рис.3.1).

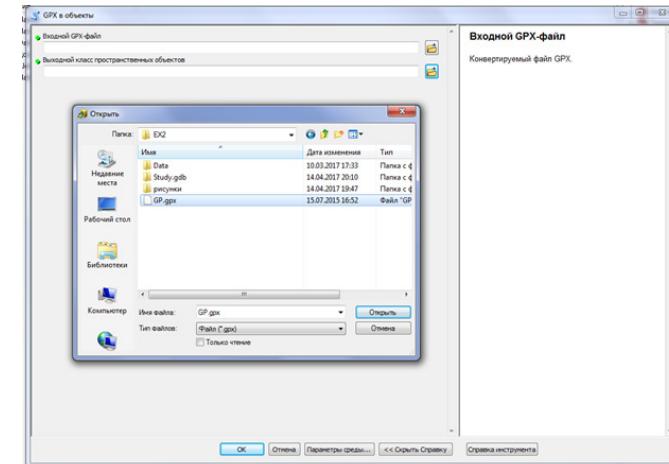


Рис. 3.1. Окно инструмента GPX в объекты

Укажите путь хранения выходных данных. Обратите внимание, что данные будут сохранены в формате шейп-файла. Запустите инструмент.

После конвертации новый шейп-файл «Гравиметрические пункты» будет добавлен в таблицу содержания. Откройте свойства файла и перейдите на закладку Источник. Обратите внимание, что выходные данные здесь и всегда будут создаваться в географической системе координат WGS84, т.е. проекция у этих данных будет отсутствовать. Если возникнет необходимость вычислить прямоугольные координаты этих точек или длину пути трека по этим координатам, то необходимо задать проекцию.

Запустите инструмент Проецировать из группы инструментов Управление данными (подгруппа Проекции и преобразования). Этот инструмент позволяет спроектировать данные из одной системы координат в другую. Противоположную функцию выполняет инструмент Определить проекцию. Он необходим тогда, когда проекция у класса пространственных очевидно есть, но данные о ней были утеряны (рис. 3.2).

В качестве выходных данных укажите шейп-файл Гравиметрические пункты. Сохраните данные в папке EX2. В качестве выходной системы координат укажите WGS_1984_UTM_Zone_40N. Запустите инструмент.

В таблицу содержания будут добавлены спроектированные данные в виде шейп-файла. Далее шейп-файл необходимо экспортieren в базу данных «УНБ «Предуралье».

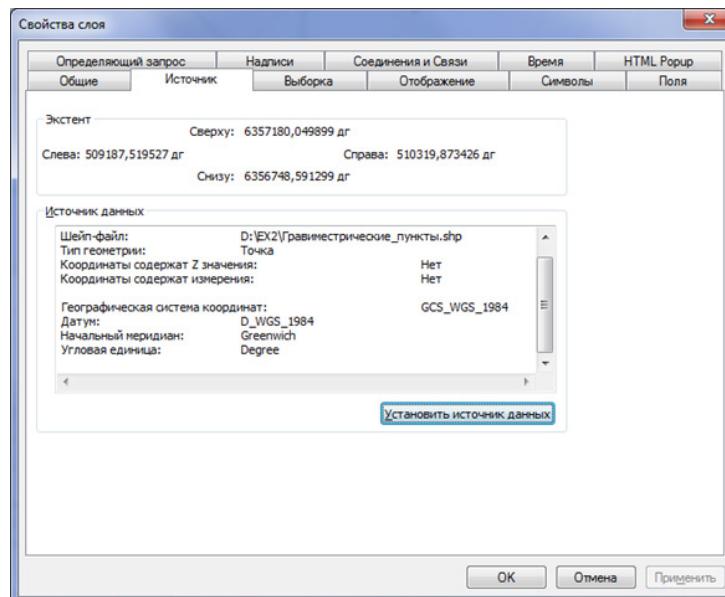


Рис. 3.2. Свойства источника данных – определена только географическая система координат

В дереве каталога на базе данных Study.gdb вызовите контекстное меню, Импорт, Класс объектов (единичный). Заполните диалог и запустите инструмент. Убедитесь, что в базе данных появился новый класс пространственных объектов.

Также существует более простой способ загрузки данных в базу геоданных. Так как в базе созданы наборы классов объектов, а их основная характеристика – установленная система координат, то экспортieren шейп-файл после конвертации из GPX можно было сразу в набор классов объектов. Всем данным, которые попадают в набор классов объектов, присваивается система координат, определенная именно для него.

4. ОПЕРАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основная функция ГИС – это анализ данных. В результате пространственного и семантического анализа данных в среде ГИС мы можем получать новую информацию об объектах.

В инструментарии ArcToolbox существует довольно обширная группа инструментов пространственного анализа данных. Пространственное моделирование, анализ и автоматизация ГИС-задач – основная функция инструментов геообработки, реализованных в ArcToolbox.

Цель геообработки – представление инструментов для выполнения анализа и управления географическими данными. Именно возможности анализа и моделирования, которая представляет среда геообработки, делают ArcGIS полноценной геоинформационной системой.

В данном уроке будут рассмотрены простейшие инструменты анализа – Буфер, Вырезание, Копировать параллельно, Построить точки.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

На территории УНБ «Предуралье» необходимо установить аншлаги с информацией о водоохраных зонах и прибрежных защитных полосах.

В качестве одного из важнейших механизмов улучшения санитарно-гигиенического состояния водных объектов рассматривается выделение водоохраных зон (ВОЗ) и прибрежных защитных полос (ПЗП) с установлением в их границах специального режима хозяйствования. Нормативно-правовой подход предполагает установление размеров ВОЗ и ПЗП в зависимости от длины рек и площади озер, на основе утвержденных федеральных нормативов. Размеры ВОЗ и ПЗП утверждаются ст. 65 Водного кодекса.

Согласно данным государственного водного реестра, длина реки Сылва составляет 493 км, площадь водосбора – 19700 км². Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью:

- 1) до десяти километров – в размере пятидесяти метров;
- 2) от десяти до пятидесяти километров – в размере ста метров;
- 3) от пятидесяти километров и более – в размере двухсот метров [7]. Соответственно для р. Сылвы эта зона равна 200 м.

Ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в зависимости от уклона берега водного объекта и составляет тридцать метров для обратного или нулевого уклона, сорок метров для уклона до трех градусов и пятьдесят метров для уклона три и более градуса [7].

Таким образом, ширина водоохранной зоны для р. Сылва – 200 м, прибрежной защитной полосы – 50 м.

Запустите новый проект ArcMAP и добавьте в него слой: Река Сылва, границы УНБ, Дороги. Настройте отображение объекта Река с прозрачностью 30%; сохраните документ карты.

Откройте окно ArcToolbox и найдите группу инструментов Анализ. Запустите инструмент Множественный Буфер из подгруппы Близость с указанными характеристиками (рис. 4.1). Этот инструмент создает несколько буферов на заданных расстояниях вокруг входных объектов. Дополнительно можно произвести объединение или слияние этих буферов, используя значения буферного расстояния для создания ненакладывающихся буферов. Расстояния вводятся по отдельности, по мере отставания от входного слоя (при необходимости смотреть справку).

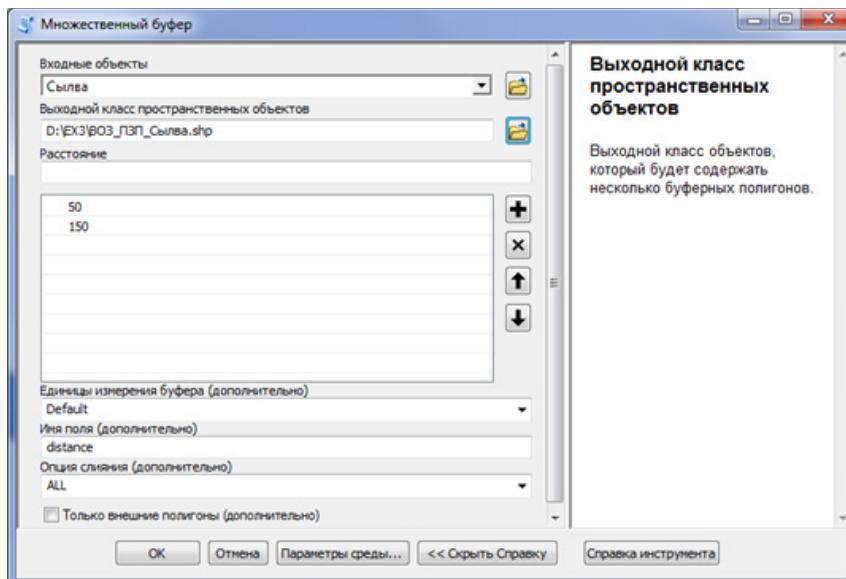


Рис. 4.1. Окно инструмента Множественный буфер

В таблицу содержания добавился слой ВОЗ_ПЗП_Сылва. Изучите данные, настройте необходимое отображение слоев (рис. 4.2).

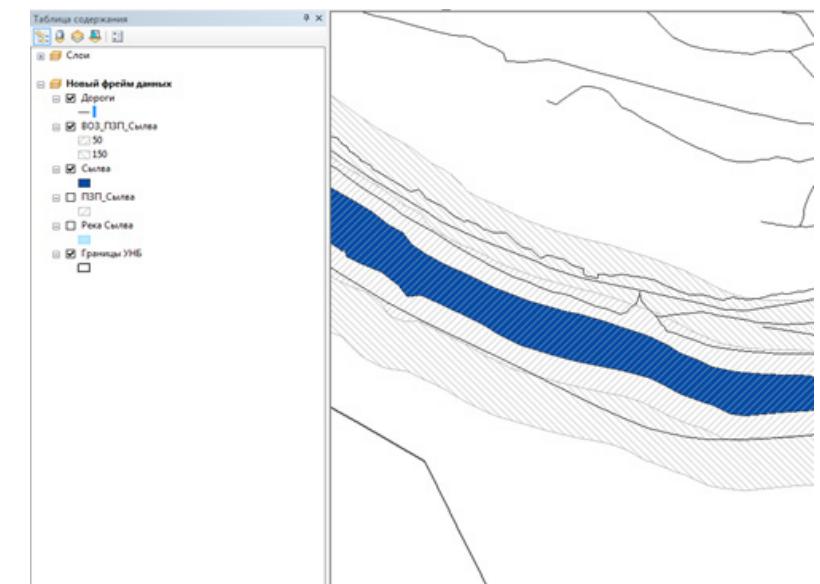


Рис. 4.2. Вид проекта после добавления результатов работы инструмента Множественный буфер

Далее откройте таблицу атрибутов вновь созданного слоя, создайте в ней новое поле и опишите атрибутивные характеристики двух объектов – водоохранная зона или прибрежная защитная полоса (рис. 4.3). Эти характеристики понадобятся при дальнейшем анализе данных.

FID	Shape *	distance	Type
0	Полигон	50	прибрежная защитная полоса
1	Полигон	150	водоохранная зона

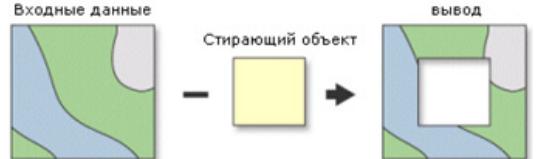
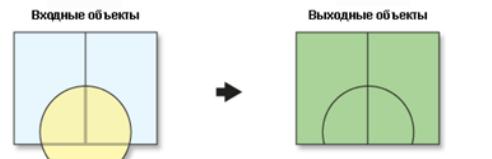
Рис. 4.3. Добавление нового атрибутивного поля

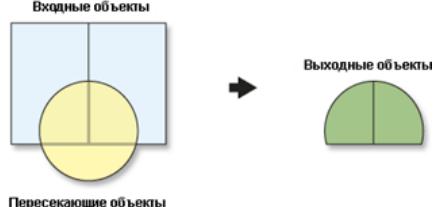
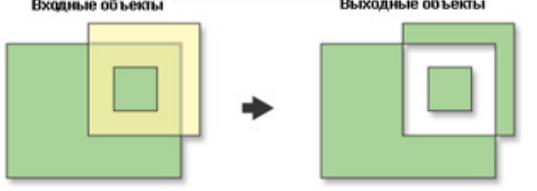
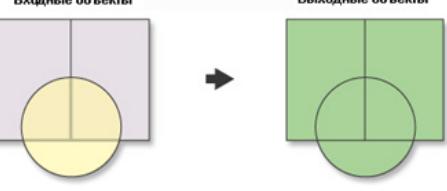
Следующим шагом необходимо подготовить слои для расчета площадей, которые находятся в пределах ВОЗ и ПЗП на территории УНБ «Предуралье». Решение данной задачи обеспечивает применение группы инструментов Наложение. Группа инструментов Наложение (Overlay) содержит инструменты для наложения нескольких классов пространственных объектов и позволяет объединять, стирать, изменять или удалять пространственные объекты, сохраняя результаты в выходном классе объектов. Новая информация создается путем наложения одного набора пространственных объектов на другой.

Всего существует шесть типов операций наложения; все они объединяют два имеющихся набора объектов в один новый, идентифицирующий пространственные отношения между входными объектами.

Таблица 4

Инструменты геообработки ArcGIS [5]

Инструмент	Реализация
Стирание	<p>Создает класс пространственных объектов путем наложения входных объектов на полигоны стирающих объектов. В выходной класс объектов копируются только те части входных объектов, которые выходят за пределы границ стирающих полигонов.</p> 
Идентичность	<p>Вычисляет геометрическое пересечение между входными объектами и объектами идентичности. К входным объектам или их частям, которые совпадают с объектами идентичности, присоединяются атрибуты соответствующих объектов идентичности.</p> 

Пересечение	<p>Вычисляет геометрическое пересечение между входными объектами. Пространственные объекты или части объектов, которые перекрываются во всех слоях и/или классах пространственных объектов, будут записаны в выходной класс объектов.</p> 
Пространственное соединение	<p>Присоединяет атрибуты из одного объекта к другому на основании пространственного взаиморасположения. В выходной класс объектов записываются целевые объекты (исходного класса) с присоединенными атрибутами из другого класса.</p>
Симметричная разность	<p>В выходной класс объектов будут записаны неперекрывающиеся области входных пространственных объектов и корректирующих пространственных объектов.</p> 
Объединение	<p>Вычисляет геометрическое объединение входных объектов. В выходной класс объектов будут записаны все объекты и их атрибуты.</p> 

Обновление	Вычисляет геометрическое пересечение входных объектов с корректирующими объектами. Атрибуты и геометрия входных объектов заменяются атрибутами и геометрией корректирующих объектов.

Воспользуйтесь инструментом Симметричная разность. Инструмент Симметричная разность подгруппы инструментов Наложение позволяет получить новый слой, атрибуты которого будут прямо указывать на принадлежность записи в таблице атрибутов к тому или иному объекту на карте. Стоит отметить, что не только инструмент Симметричная разность подойдет для решения этой задачи. Можно использовать и другие инструменты, например Обновление или Идентичность. Вообще, проблема подбора инструментов – это задача, которую часто можно решить только методом перебора и изучением атрибутивных и позиционных характеристик полученных в результате проведенных операций объектов.

Запустите инструмент Симметричная разность со следующими характеристиками (рис. 4.4).

Новый слой был добавлен в таблицу содержания.

Выключите отображение слоев ВОЗ_ПЗП_Сылва и река Сылва; откройте таблицу атрибутов слоя Симметричная разность. Площади, которые находились под слоем Река Сылва теперь удалены.

Следующий шаг, который необходимо выполнить заключается в следующем: необходимо отсечь площади ВОЗ и ПЗП, построенные вдоль русла реки Сылвы, и оставить только те, которые попадают в пределы границы УНБ «Предуралье» (рис. 4.5).

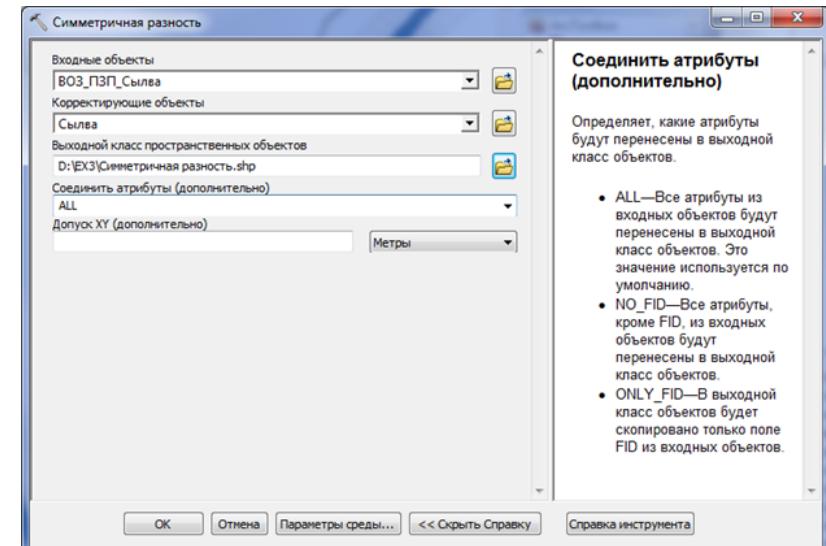


Рис. 4.4. Окно инструмента Симметричная разность

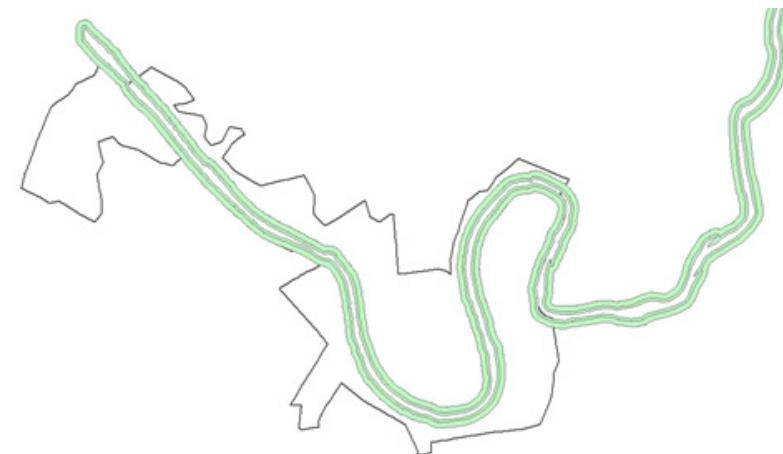


Рис. 4.5. Территория реки Сылва, выходящая за границы области интереса

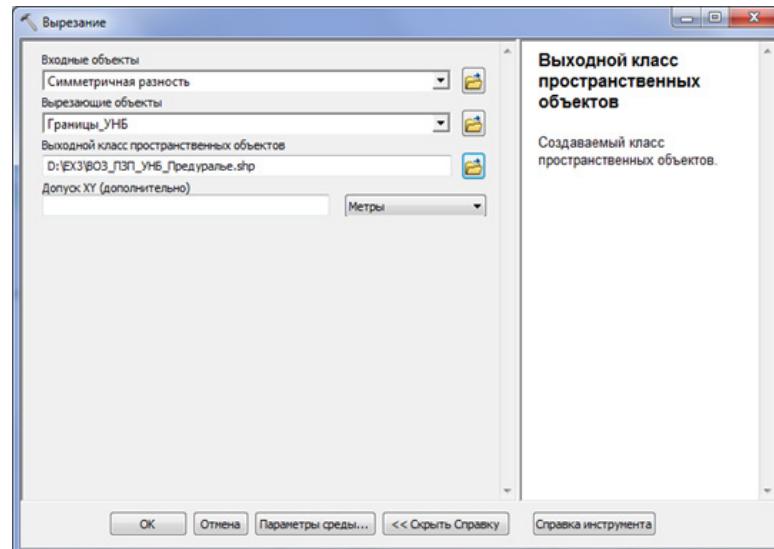


Рис. 4.6. Окно инструмента Вырезание

В проект был добавлен новый слой. Откройте таблицу атрибутов и вычислите площадь земли, находящейся в пределах водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы в пределах УНБ «Предуралье».

Для этого на поле *Shape_Area* вызовите контекстное меню – Вычислить геометрию (рис. 4.7). Данный инструмент обеспечивает вычисление геометрических характеристик в заданных единицах измерения. Таким образом, вычислите площадь зон в квадратных километрах.

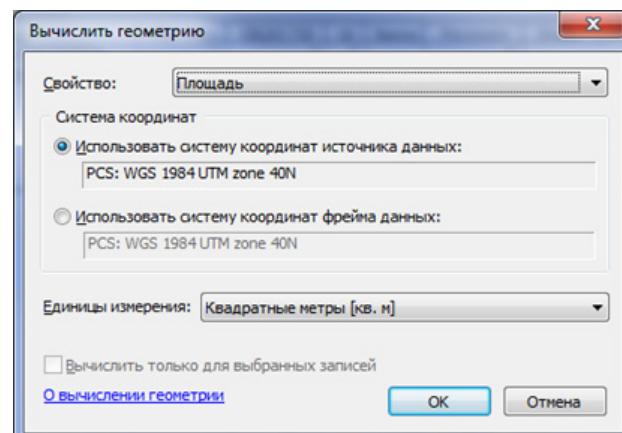


Рис. 4.7. Окно инструмента Вычислить геометрию

В таблице атрибутов слоя *ВОЗ_ПЗП_УНБ_Предуралье* выключите ненужные поля таким образом, чтобы таблица выглядела так, как указано на рисунке 4.8.

FID	Shape *	distance	Type	Shape_Area
0	Полигон	50	прибрежная защитная полоса	1,64
1	Полигон	150	водоохранная зона	3,1

Рис. 4.8. Окно инструмента Вычислить геометрию

Следующий шаг, который необходимо выполнить для решения задачи нахождения мест установки знаков-аншлагов, – закладка точек на границе ВОЗ и ПЗП. Для этого существует инструмент Построить точки, который позволяет с определенным шагом, установленным пользователем, заложить точки. Этот инструмент позволяет создавать точки только на линейных объектах, соответственно, полигональные объекты, которые содержат информацию о водоохранной зоне и прибрежной защитной полосе необходимо конвертировать в линейные.

Для выполнения этой операции существует инструмент Объект в линию, реализованный в наборе инструментов Управление данными, группа Инструментов Пространственные объекты (рис. 4.9).

Инструмент Объект в линию создает класс пространственных объектов, содержащий линии, созданные путем конвертации границ полигонов в линии, или путем разбиения линий, полигонов, или двух пространственных объектов в их пересечении (рис. 4.10).

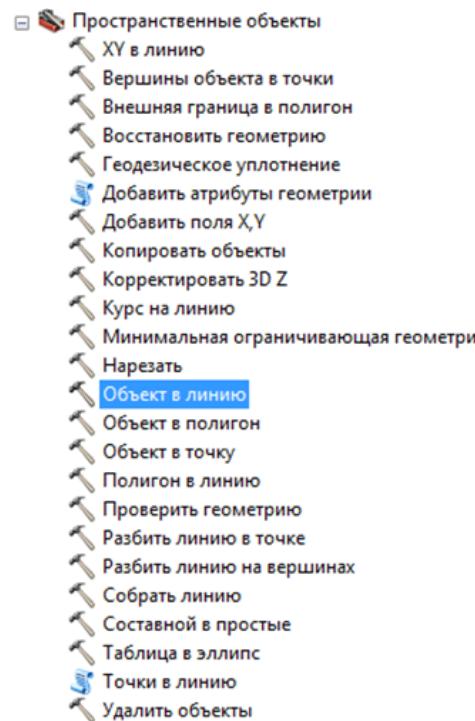


Рис. 4.9. Положение инструмента Объект в линию в наборе Пространственные объекты

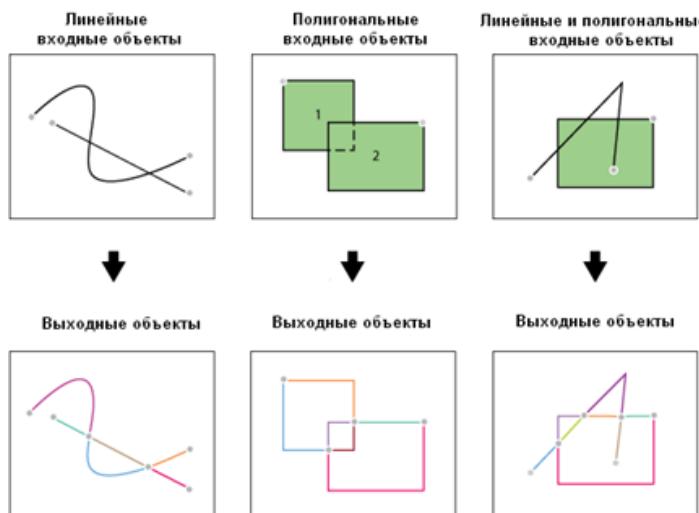


Рис. 4.10. Результаты применения инструмента Объект в линию

Запустите инструмент со следующими параметрами (рис. 4.11):

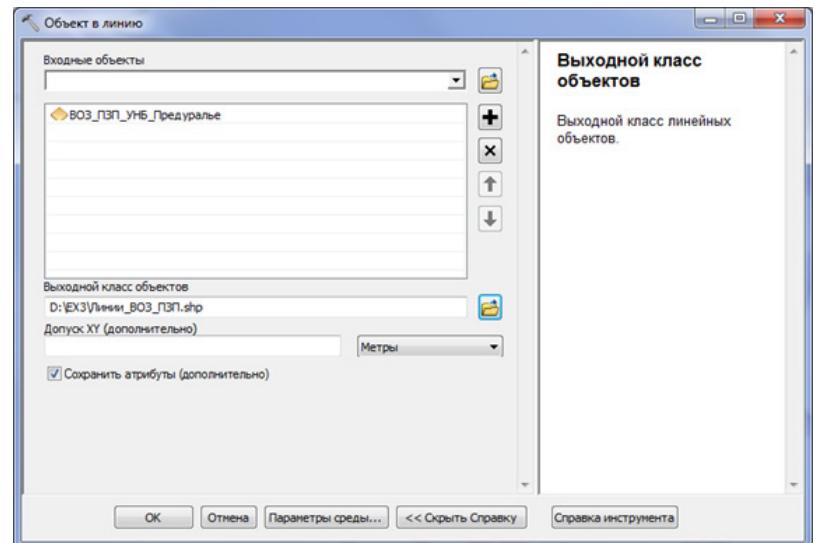


Рис. 4.11. Окно инструмента Объект в линию

После выполнения инструмента откройте таблицу атрибутов и изучите ее. Образовалось множество линий, полученных в результате конвертации данных из одного типа геометрии в другой. Для определения необходимой линии для решения задачи воспользуемся визуальным поиском. Настройте экстент таким образом, чтобы было видно полностью границы УНБ «Предуралье». В таблице содержания для слоя Линии ВОЗ_ПЗП настройте отображение по категориям.

Следующим шагом необходимо создать класс пространственных объектов, который будет хранить в себе точечные объекты – места установки знаков-аншлагов. В дереве каталога на папке EX3 вызовите контекстное меню – Новый – шейп-файл. Определите параметры шейп-файла: название – Знаки, тип геометрии – точка, данные о системе координат – импортируйте из других данных проекта. Новый слой добавлен в таблицу содержания.

Далее вызовите контекстное меню на слое Знаки и начните сеанс редактирования. С помощью кнопки Выбрать объекты выделите линию водоохранной зоны, которая находится на правом берегу реки. Далее нажмите кнопку Редактор на панели инструментов Редактор и вызовите команду Построить точки (рис. 4.12).

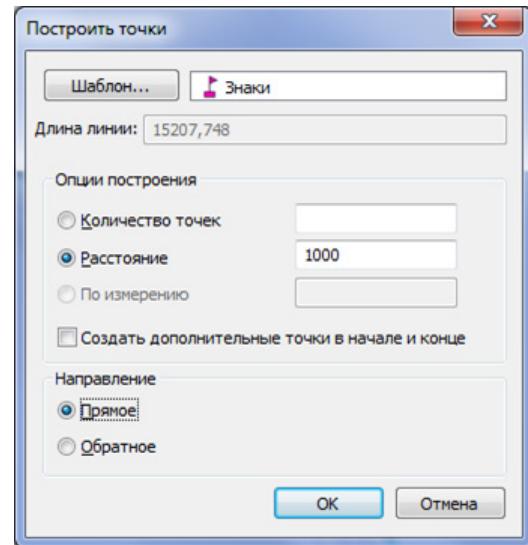


Рис. 4.12. Окно инструмента Построить точки

Данный инструмент предполагает создание точек на определенной линии, которую выбирает пользователь. Необходимо указать шаблон (при наличии в проекте единственного точечного слоя, этот слой будет указан по умолчанию). В опциях построения можно указать количество точек, либо расстояние, через которое будут размещены точки на указанной линии в прямом или обратном направлении (рис. 4.13). Расстояние определите 1000 м, Направление – прямое. Нажмите OK.

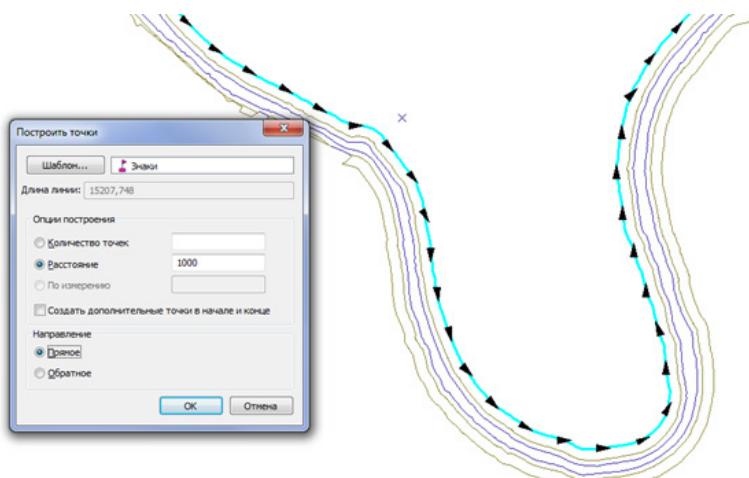


Рис. 4.13. Построение точек на линии

Аналогично постройте точки на линии прибрежной защитной полосы. Сохраните изменения. Завершите сеанс редактирования.

Далее необходимо определить принадлежность точек к той или иной зоне и отобразить этот атрибут в таблице атрибутов объектов. Создайте новое поле для хранения этого типа атрибута для слоя Знаки.

Следующий шаг – создание запроса по пространственному положению для определения положения точек на линии той или иной зоны. С помощью кнопки Выбрать объекты выделите линию водоохранной зоны на правом берегу реки Сылва, на которой были построены точки. Далее в главном меню нажмите кнопку Выборка – Выбрать по расположению. Запустите процесс выборки с указанными на рисунке характеристиками (рис. 4.14).

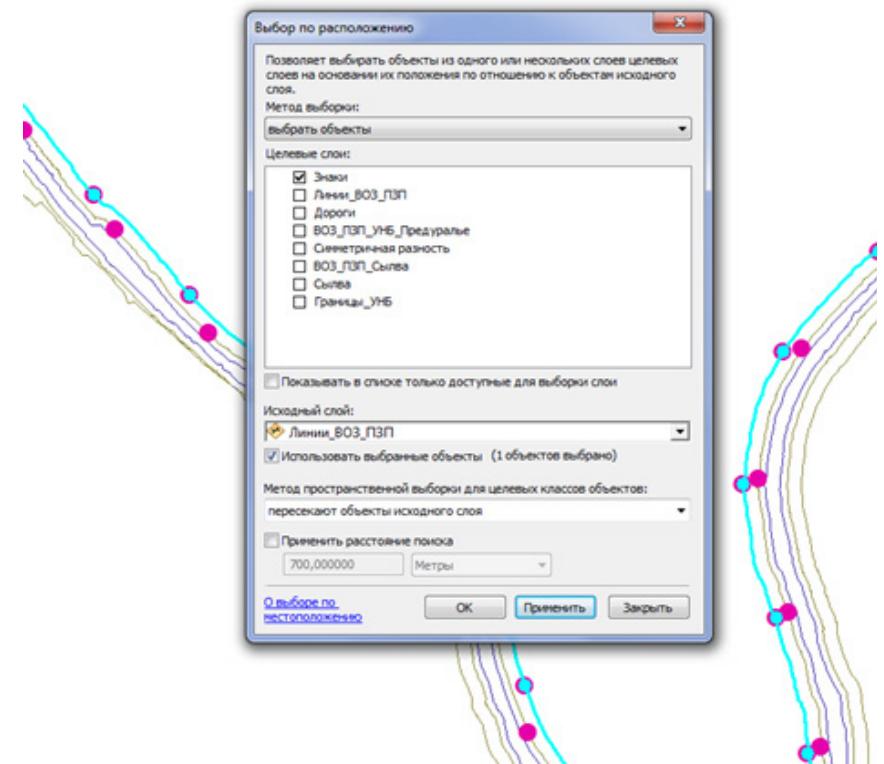


Рис. 4.14. Окно Выборка по расположению

Далее откройте таблицу атрибутов слоя и для выделенных записей через калькулятор полей в поле Type внесите характеристику «ВОЗ» (рис. 4.15).

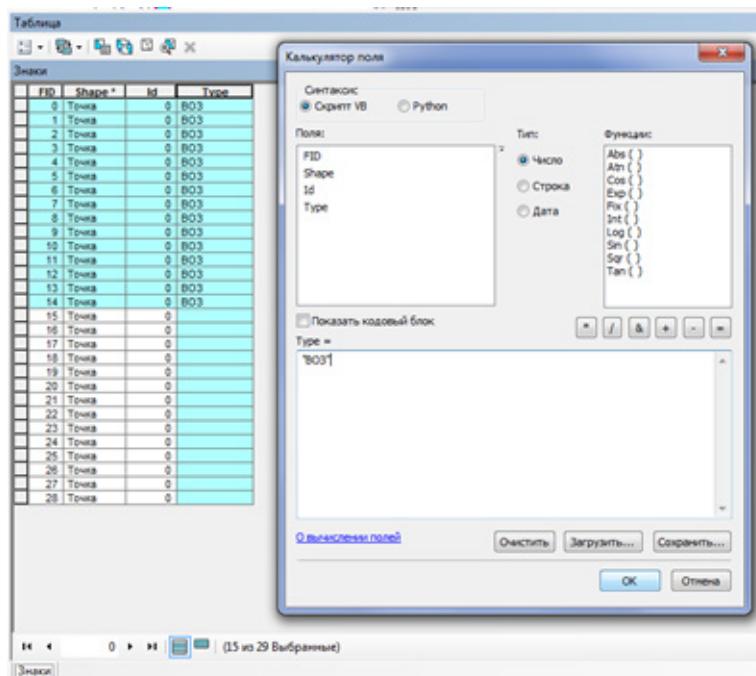


Рис. 4.15. Окно инструмента Калькулятор поля

Переключите выборку в опциях таблицы и аналогично заполните поле Type для точек, расположенных на границе зоны прибрежной защитной полосы. Пронумеруйте точки в таблице атрибутов, используя поле ID. Сохраните документ карты.

Следующий шаг – вычисление координат точек в метрах (прямоугольных координат в проекции UTM) и координат точек в десятичных градусах. Для этого создайте поля с типом данных Double.

Затем вычислите координаты через опции полей, используя инструмент Вычислить геометрию (рис. 4.16). Помните, что в ArcGIS первой координатой определяется долгота, второй – широта. Поэтому если необходимо в отчетных таблицах отображать традиционно для отечественной картографии сначала X (широту), затем Y (долготу), то расчеты проводите с указанными оговорками. Сохраните проект.

ID	Shape *	Id	Type	X	Y	X dec	Y dec
0	Точка	0	ВО3	6362262.89	504505.72	57.403116	57.074983
1	Точка	1	ВО3	6361493.04	505127.17	57.396194	57.085309
2	Точка	2	ВО3	6360781.43	505808.72	57.389794	57.096633
3	Точка	3	ВО3	6360198.56	506607.46	57.384547	57.109905
4	Точка	4	ВО3	6360379.54	507505.93	57.389913	57.124769
5	Точка	5	ВО3	6360103.41	508091.71	57.393151	57.136271
6	Точка	6	ВО3	6357996.74	508196.99	57.364742	57.145403
7	Точка	7	ВО3	6357167.62	508748.04	57.357464	57.156653
8	Точка	8	ВО3	6356751.63	509669.49	57.354443	57.168653
9	Точка	9	ВО3	6357151.78	510177.44	57.353105	57.170995
10	Точка	10	ВО3	6356473.84	509987.98	57.369037	57.166064
11	Точка	11	ВО3	6359435.6	509750.93	57.377637	57.162161
12	Точка	12	ВО3	6360517.74	510037.21	57.368445	57.166996
13	Точка	13	ВО3	6361029.7	510273.11	57.362474	57.171188
14	Точка	14	ВО3	6360990.47	511660.09	57.391559	57.193984
15	Точка	15	ВО3	6361953.85	504627.37	57.400384	57.077002
16	Точка	16	плз	6361250.92	505270.03	57.394016	57.087814
17	Точка	17	плз	6361250.93	505941.53	57.393124	57.098124
18	Точка	18	плз	6359999.58	506768.72	57.382748	57.112914
19	Точка	19	плз	6359529.67	507625.19	57.378523	57.126812
20	Точка	20	плз	6359810.25	507958.85	57.372023	57.132322
21	Точка	21	плз	6359810.26	508022.71	57.374121	57.134421
22	Точка	22	плз	6359961.97	508998.71	57.385434	57.148032
23	Точка	23	плз	6356604.82	509004.06	57.354002	57.139397
24	Точка	24	плз	6357556.12	510132.23	57.360741	57.171418
25	Точка	25	плз	6357556.13	510083.35	57.360743	57.171418
26	Точка	26	плз	6356499.27	509988.78	57.377937	57.164009
27	Точка	27	плз	6360399.54	510173.59	57.386287	57.16923
28	Точка	28	плз	6361038.53	510905.01	57.39201	57.181425

Рис. 4.16. Вычисленные характеристики координат точек

Далее сохраните таблицу с вычисленными координатами для дальнейшего экспорта в формат Excel и выгрузки таблицы в отчетные документы. В таблице перейдите по кнопке Опции таблицы, Экспортировать. Сохраните таблицу в папке EX3 (рис. 4.17). Не добавляйте таблицу в проект.

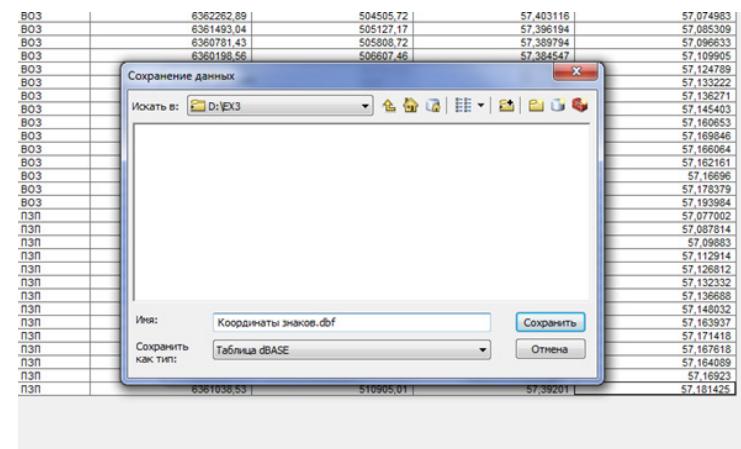


Рис. 4.17. Экспорт таблицы

Сохраните проект карты.

5. МНОГОСТРАНИЧНЫЕ КОМПОНОВКИ КАРТ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Многостраничная компоновка позволяет создавать серии страниц компоновок из одного документа карты. Карта разбивается на несколько экстентов. Экстент карты определяется объектами слоя (листа) карты. Слой карты, определяющий экстенты, называется индексным слоем. В качестве индексного слоя может использоваться любой слой пространственных объектов.

УПРАЖНЕНИЕ

МНОГОСТРАНИЧНАЯ КОМПОНОВКА КАРТ

Из сохраненного в упражнении 3 проекта удалите все слои, кроме слоев: Знаки, Дороги, Линии ВОЗ и ПЗП, река Сылва, границы УНБ. Настройте отображение слоев по своему усмотрению. Сохраните изменения.

СОЗДАНИЕ ЛИСТОВ МНОГОСТРАНИЧНОЙ КОМПОНОВКИ

Инструменты многостраничной компоновки находятся в наборе инструментов Картография, группа инструментов Многостраничные компоновки (рис. 5.1).

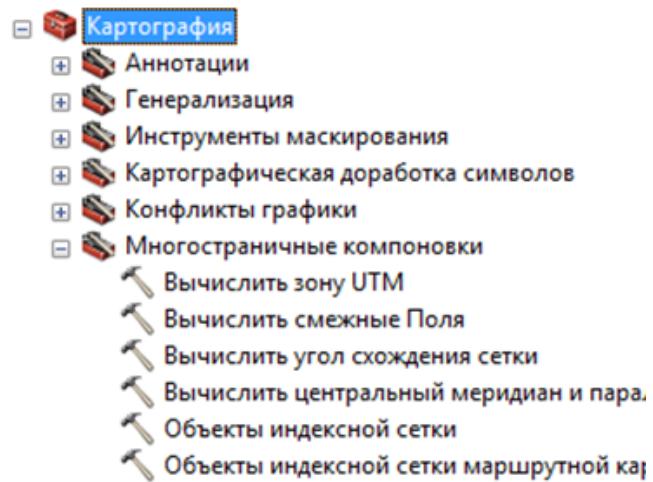


Рис. 5.1. Положение инструментов набора Многостраничные компоновки

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ИНДЕКСНОЙ СЕТКИ

Основные опции этого инструмента позволяют задать параметры листов, на которых будет организована компоновка карты: масштаб изображения, формат листа, количество листов.

Запустите инструмент с опциями, которые показаны на рисунке 5.2.

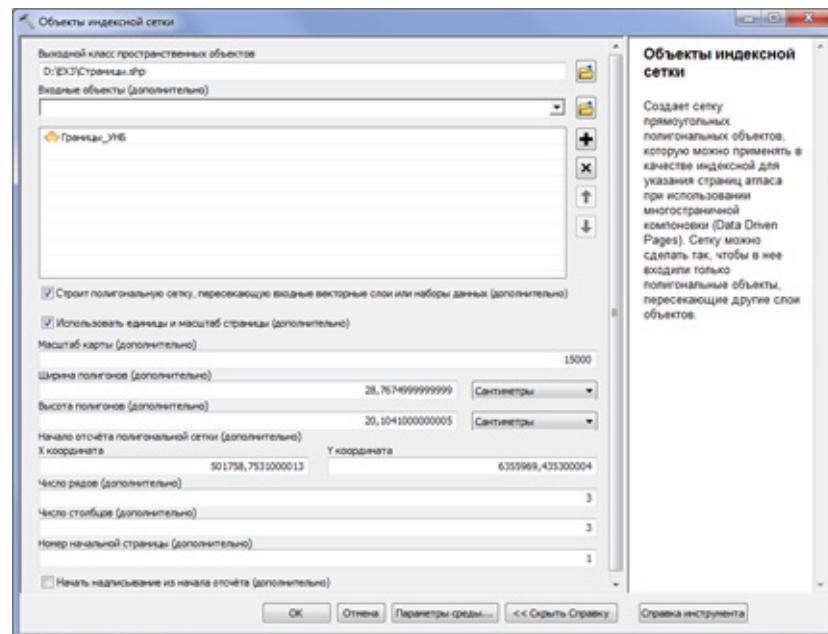


Рис. 5.2. Окно инструмента Объекты индексной сетки

В проект был добавлен новый слой с листами карты. В свойствах слоя, на закладке Символы настройте отображение без заливки, контур красный, 1,5 пункта шириной (рис. 5.3).

Откройте таблицу атрибутов слоя. Создайте два новых поля: поле Scale (масштаб) и поле Angle (Угол поворота листа). Тип поля определите как Double. Через Калькулятор полей вычислите поле Scale и задайте параметр 15000 (масштаб, который будет задан для каждого листа карты).

Запустите процесс редактирования слоя Страницы. В поле Angle необходимо будет задать угол поворота листа карты относительно положения 0 градусов (на север). Поворот по часовой стрелке остается положительным, поворот против часовой стрелки становится отрицательным.

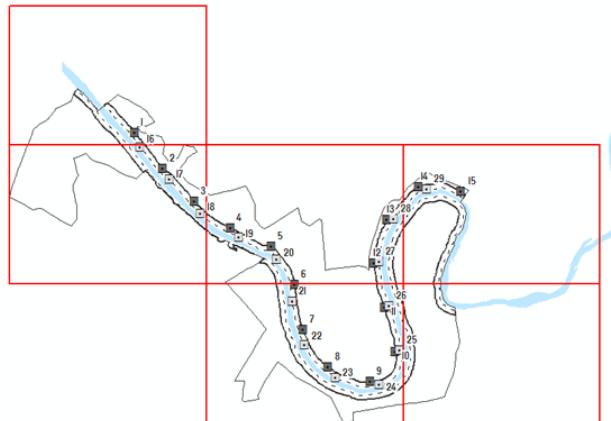


Рис. 5.3. Окно инструмента Объекты индексной сетки

Используя инструмент Повернуть, расположенный на панели инструментов Редактор, разверните листы так, как требуется. Начальный лист расположите в западной части карты, конечный – в восточной части. Таким образом, листы будут ориентированы против течения реки, но удобно для восприятия – слева направо.

Изображение после определения положения листов выглядит следующим образом (рис.5.4).

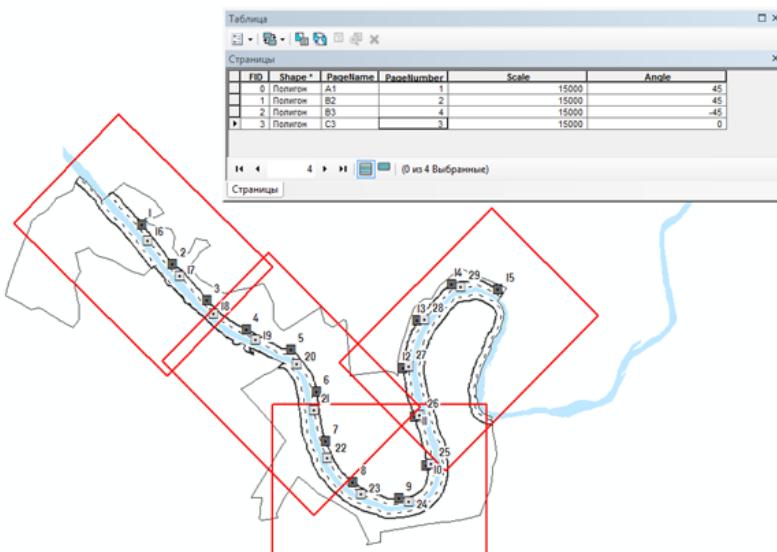


Рис. 5.4. Поворот листов карты

Сохраните изменения, выйдите из режима редактирования. Сохраните изменения в проекте карты.

В проект добавьте панель инструментов Многостраничная компоновка. Перейдите через меню Файл в окно задания параметров страницы и печати. Установите опцию Использовать многостраничную компоновку.

Настройте диалог следующим образом (рис. 5.5):

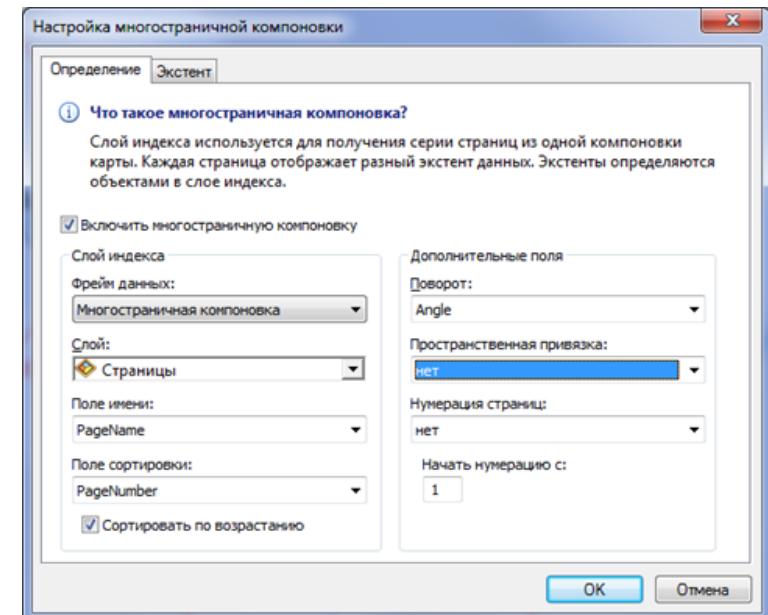


Рис. 5.5. Настройка многостраничной компоновки

Перейдите на закладку Экстент и установите следующие опции (рис. 5.6). Нажмите OK.

Перейдите в Вид компоновки. На панели инструментов Многостраничная компоновка нажмите кнопку Следующая страница и убедитесь, что страница полностью вписывается в формат А4, который был установлен на этапе создания объектов индексной сетки, а заданный масштаб сохраняется и отображается в окне масштаба (рис. 5.7).

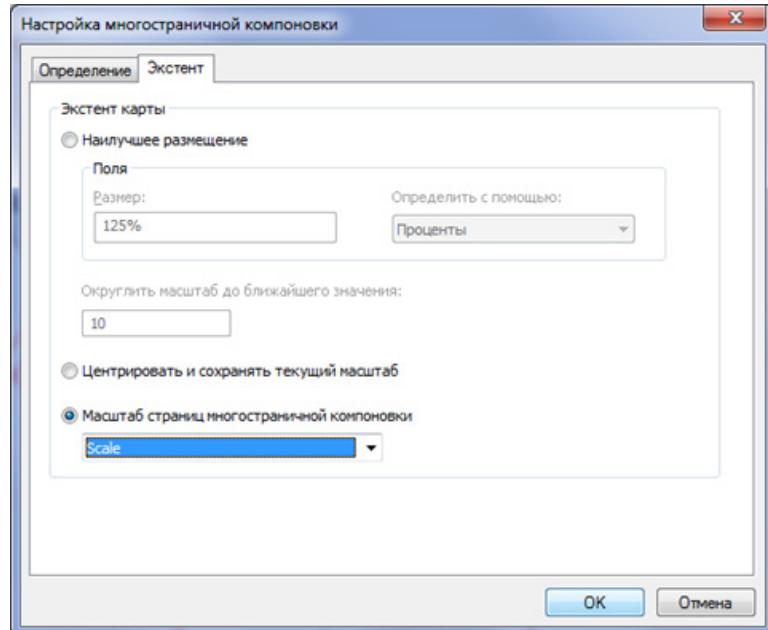


Рис. 5.6. Настройка многостраничной компоновки

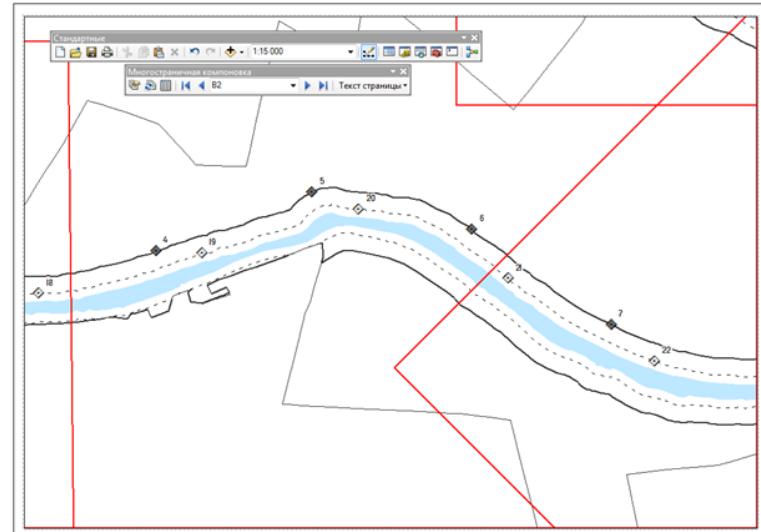


Рис. 5.7. Вид компоновки после установки настроек
Многостраничной компоновки

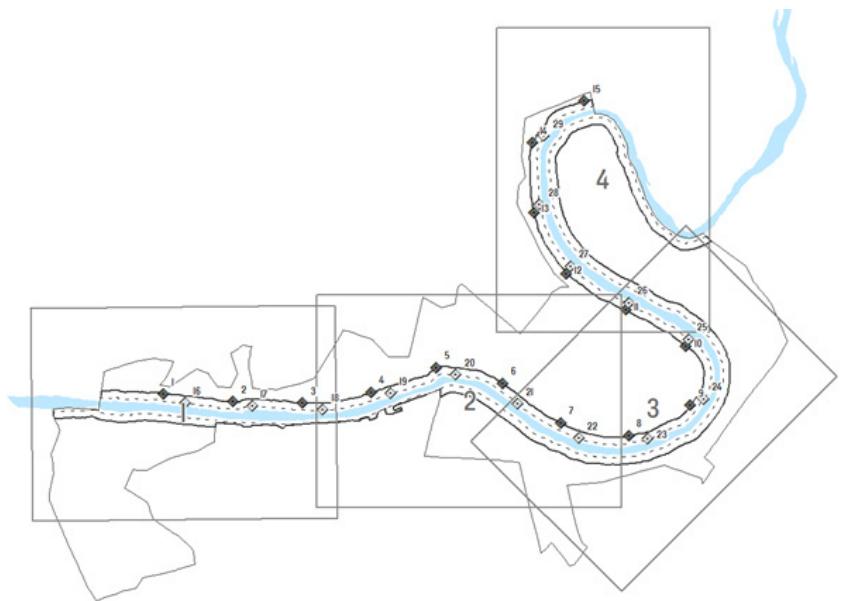


Рис. 5.8. Вид компоновки после установки настроек
Многостраничной компоновки

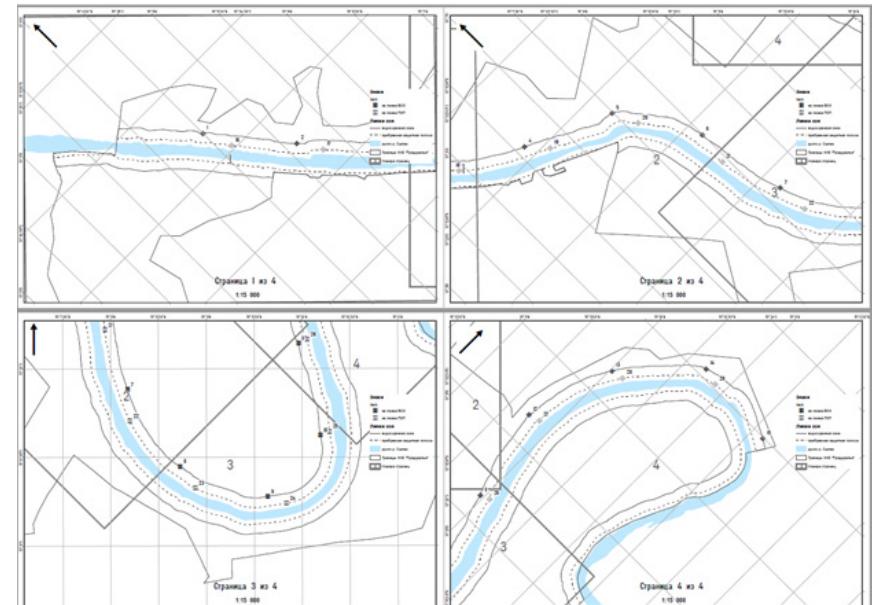


Рис. 5.9. Вид документа PDF

В компоновку вставьте номер страницы и количество страниц, стрелку севера, текст масштаба, легенду. В свойствах Фрейма данных установите сетку с координатами.

Расположение объектов карты в Виде данных показано на рисунке 5.8.

Сохраните компоновку карты в формате PDF. В папке EX3. После сохранения проверьте целостность и правильность документа (рис. 5.9).

Экспортируйте таблицу с сохраненными координатами знаков в формат Excel, отформатируйте текст таблицы (рис. 5.10). Теперь вы можете добавлять данные о координатах в любые текстовые отчеты.

Номер точки	Расположение	Прямоугольные координаты, м		Угловые координаты, град.	
		X	Y	Широта	Долгота
1	ВОЗ	6362262,89	504505,72	57,40	57,07
2	ВОЗ	6361493,04	505127,17	57,40	57,09
3	ВОЗ	6360781,43	505808,72	57,39	57,10
4	ВОЗ	6360198,56	506607,46	57,38	57,11
5	ВОЗ	6359795,54	507503,06	57,38	57,12
6	ВОЗ	6358972,91	508011,71	57,37	57,13
7	ВОЗ	6357996,74	508196,99	57,36	57,14
8	ВОЗ	6357187,62	508748,04	57,36	57,15
9	ВОЗ	6356875,63	509666,29	57,35	57,16
10	ВОЗ	6357515,78	510217,84	57,36	57,17
11	ВОЗ	6358478,84	509987,98	57,37	57,17
12	ВОЗ	6359435,60	509750,93	57,38	57,16
13	ВОЗ	6360376,74	510037,21	57,39	57,17
14	ВОЗ	6361089,70	510721,81	57,39	57,18
15	ВОЗ	6360990,47	511660,09	57,39	57,19
16	ПЗП	6361958,85	504627,37	57,40	57,08
17	ПЗП	6361250,92	505278,03	57,39	57,09
18	ПЗП	6360510,00	505941,23	57,39	57,10
19	ПЗП	6359998,58	506788,72	57,38	57,11
20	ПЗП	6359529,67	507625,19	57,38	57,13
21	ПЗП	6358618,25	507958,85	57,37	57,13
22	ПЗП	6357662,80	508222,75	57,36	57,14
23	ПЗП	6356961,97	508906,71	57,36	57,15
24	ПЗП	6356804,82	509864,06	57,35	57,16
25	ПЗП	6357556,12	510312,33	57,36	57,17

Рис. 5.10. Вид таблицы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геоинформационные системы и реализованные в них геоинформационные технологии являются основой современного геоинформационного картографирования. Геоинформационное картографирование определяется как создание и использование карт на основе картографических баз данных. Самая главная особенность применения геоинформационных систем – это не построение карт, а возможности анализа пространственных объектов, создание запросов и подготовка данных для дальнейшей геообработки. Именно тогда и появляются те данные, которых изначально у пользователя не было, но, зная способы и инструменты, с помощью которых данные можно обработать, пользователь получит новые знания.

В связи с этим большую роль играют фундаментальные знания геоинформатики – модели пространственных объектов и данных, понимание структуры хранения векторной и растровой модели данных. Крайне важны знания основ систем координат, потому что возможность реализации систем координат и послойная организация данных в них – вот что отличает ГИС от систем электронный чертежей. Применение оверлейных операций анализа данных также возможны лишь тогда, когда данные существуют в единой системе координат.

В пособии были рассмотрены основные этапы начала работы в полнофункциональной ГИС ArcGIS: пространственная привязка данных, ввод и редактирование данных, добавление данных из внешних источников (GPS-приемники), компоновка карт.

Авторы пособия надеются, что оно принесет пользу не только студентам, обучающимся по направлению подготовки «Картография и геоинформатика», но и студентам всех направлений подготовки географического факультета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геоинформатика: в 2 кн. Кн. 1: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений/Е.Г.Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др; под. ред. В.С. Тикунова. 2-е изд., перераб и доп. М.: Изд. Центр «Академия», 2008. 384 с.

2. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник. 2-е изд., испр. М.: КДУ, 2010. 424 с.

3. Лурье И.К. Основы геоинформатики и создание ГИС // Дистанционное зондирование и геогр. информ. системы / под ред. А.М. Берлянта. М., 2002. Ч.1.

4. Сборник задач и упражнений по геоинформатике: учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений / В.С. Тикунов, Е.Г. Капралов, А.В. Заварзин и др.; под ред. В.С. Тикунова. М.: Изд. Центр «Академия», 2005.

5. Ресурсы ArcGIS. URL: <http://resources.arcgis.com/ru/home/> (дата обращения: 20.04.2017).

6. Описание форматов файлов. Формат файла GPX. URL: <http://filesreview.com/ru/info/gpx> (дата обращения 20.04.2017).

7. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (ред. От. 31.10.2016). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/. (дата обращения: 20.04.2017).

Учебное издание

Черепанова Екатерина Сергеевна
Пьянков Сергей Васильевич
Шихов Андрей Николаевич

ГЕОИНФОРМАТИКА:

ОСНОВЫ РАБОТЫ С ГЕОГРАФИЧЕСКИМИ ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ДАННЫМИ

Учебное пособие

Редактор А.В. Хлебникова
Корректор М.Н. Демидова
Компьютерная верстка А.Н. Ташкинова

Подписано в печать 7.10.2017. Формат 60x84/16
Усл. печ. л. 5,35. Тираж 50. Заказ ...

Издательский центр Пермского государственного
национального исследовательского университета
614990. Пермь, ул. Букирева, 15

ГЕОИНФОРМАТИКА

ОСНОВЫ РАБОТЫ С ГЕОГРАФИЧЕСКИМИ
ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ДАННЫМИ

