Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»
Кафедра географии

И.А. Красовская, А.Н. Галкин, Д.М. Курлович

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ

Репозиторий ВГУ

Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2016

УДК 911.2:004(075.8)
ББК 26.82с51я73
К78

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 3 от 19.02.2016 г.

Авторы: доцент кафедры географии ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат геолого-минералогических наук, доцент **И.А. Красовская;** профессор кафедры географии ВГУ имени П.М. Машерова, доктор геолого-минералогических наук, доцент **А.Н. Галкин;** доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ, кандидат географических наук, доцент **Д.М. Курлович**

Р е ц е н з е н т :
заведующий кафедрой географии ГГУ имени Ф. Скорины,
кандидат географических наук, доцент *А.И. Павловский*

Красовская, И.А.

К78 ГИС-технологии : методические рекомендации к выполнению лабораторных работ / И.А. Красовская, А.Н. Галкин, Д.М. Курлович. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2016. – 54 с.

Издание представляет собой заключительную часть методических рекомендаций к выполнению лабораторных (практических) работ по ГИС-технологиям, освоение которых предусмотрено учебными планами специальностей 1-31 02 01-02 География по направлению Научно-педагогическая деятельность первой и 1-31 80 02 География второй ступеней высшего образования, сгруппированных в соответствии с учебными программами дисциплин «ГИС-технологии» и «ГИС-анализ ресурсного потенциала». Материалы предназначены для использования студентами и магистрантами при выполнении лабораторных работ.

УДК 911.2:004(075.8)
ББК 26.82с51я73

© Красовская И.А., Галкин А.Н., Курлович Д.М., 2016
© ВГУ имени П.М. Машерова, 2016

Репозиторий ВГУ

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа 8. Использование векторного ГИС-анализа при выявлении формантов ойконимов ……. 4

Лабораторная работа 9. Использование векторного ГИС-анализа при поиске места для строительства станции очистки хозяйственно-бытовых сточных вод ……..... 11

Лабораторная работа 10. Растровый гидрологический ГИС-анализ ……. 24

Лабораторная работа 11. Создание и компоновка карт для атласа области ……... 34

Рекомендуемая литература ……... 53

Репозиторий ВГУ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8
Использование векторного ГИС-анализа при выявлении формантов ойконимов

Цель задания: освоить алгоритмы выполнения операций элементарного и расширенного пространственного ГИС-анализа при проведении формантного анализа ойконимов.

Исходные данные:

БД *Формантный анализ*, содержащая в себе следующие классы пространственных объектов:

- *Населенные_пункты* – точечный класс населенных пунктов Беларуси;
- *Районы* – полигональный класс районов Беларуси.

Ход выполнения задания:

Шаг 1. Откройте *ArcMap* ГИС ArcGIS. Создайте проект *Топонимика*. Для этого используйте опцию *Сохранить как* в меню *Файл*. Проект сохраните в своей папке.

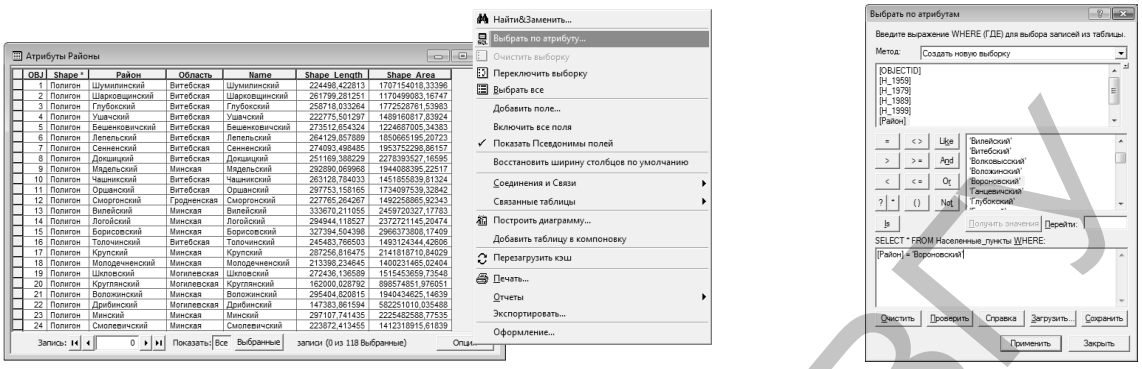
Шаг 2. Добавьте в проект все классы пространственных объектов БГД «Формантный анализ» (*Населенные_пункты*, *Районы*) воспользовавшись пиктограммой «*Добавить данные*».

Шаг 3. Откройте атрибутивную таблицу слоя «*Районы*» (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Открыть таблицу атрибутов*). Нажмите на кнопку *Опции* и выберите инструмент *Выбрать по атрибуту* (рис. 8.1, а). В открывшемся окне «*Выбрать по атрибутам*» сформируйте SQL-запрос *[Район] = 'Вороновский'*. Для этого выполните следующую последовательность: двойной клик мышью по полю атрибутивной таблицы *«Район»*, затем по оператору «=» и по значению «*Вороновский*» (используйте кнопку *Получить значения*) (рис. 8.1, б). После этого нажмите кнопку *Применить*. В результате SQL-запроса полигон Вороновского района Гродненской области будет выбран.

Шаг 4. Экспортируйте полигон Вороновского района из слоя «*Районы*» *в отдельный класс пространственных объектов* БД «*Формантный анализ*». Для этого закройте атрибутивную таблицу слоя (обратите внимание, что выбранный по атрибутам объект остается выделенными). Осуществите экспорт выбранных данных путем клика правой клавишей мышки по слою «*Районы*», затем *Данные → Экспорт данных*. *Сохраните* новый класс пространственных объектов под именем *Вороновской_район* в набор классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Формантный анализ*». Согласитесь *добавить экспортированные данные в проект*. Также *снимите выборку* объектов слоя «*Районы*» в меню *Выборка → Очистить выбранные объекты*.

Репозиторий ВГУ

Отключите *визуализацию* слоя «*Районы*» (уберите галочку для этого слоя в таблице содержания).



а *б*

Рис. 8.1

Шаг 4. Выполните вырезание населенных пунктов Беларуси по границе *Вороновского района*. Для этого откройте окно *ArcToolbox*, найдите инструмент *Вырезание* (*Анализ → Извлечение → Вырезание*). В окне инструмента (рис. 8.2) в разделе *Входные объекты* выберите слой «*Населенные_пункты*», в разделе *Вырезающие объекты* – слой «*Вороновский_район*». Выходной класс объектов сохраните под именем *Поселения_Вороновский_район* в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Формантный анализ*». После необходимых расчетов, программа добавит в проект созданный слой.

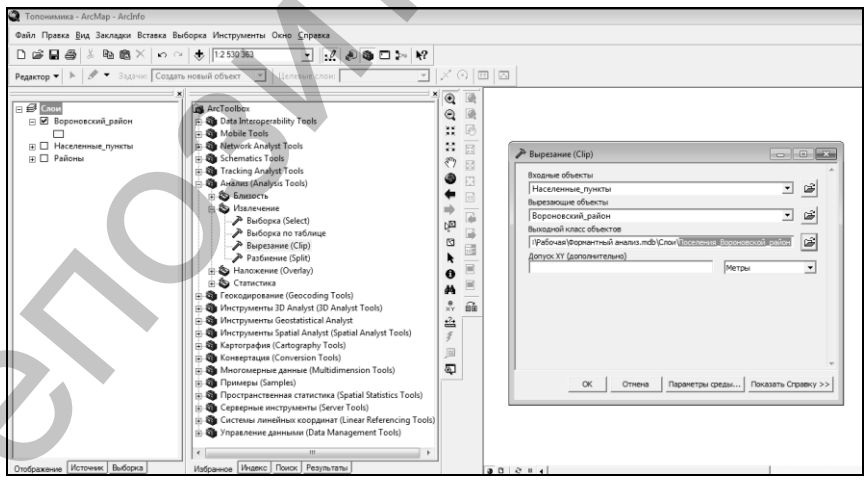


Рис. 8.2

Отключите *визуализацию* слоя «*Населенные_пункты*» (уберите галочку для этого слоя в таблице содержания).

Приблизьте экстент проекта к слою «*Вороновский_район*» (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Приблизить к слою*).

Репозиторий ВГУ

Шаг 5. Выполните *символизацию* слоя «*Вороновский_район*». Для этого откройте окно *Свойства слоя* (клик правой клавишей мыши по слою → *Свойства*). Выберите закладку *Символы* и установите для слоя функцию отображения *Пространственные объекты: Единый символ*. Кликните по пиктограмме символа и выберите для него *Цвет заполнения* – светло-желтый, *Цвет контура* – черный, *Ширина контура* – 1.

Аналогично подберите символизацию по методу «*Единый символ*» для слоя «*Поселения_Вороновской_район*». Выберите для него *Символ* «Circle 2», *Цвет* – красный, *Размер* – 5.

Создайте надписи объектов слоя «*Поселения_Вороновский_район*». В *Свойствах слоя*, в закладке *Надписи* отметьте галочкой опцию *Надписать объекты этого слоя*, выберите полем надписи *Название* и символизируйте надписи шрифтом Arial, размер 8, цвет – черный.

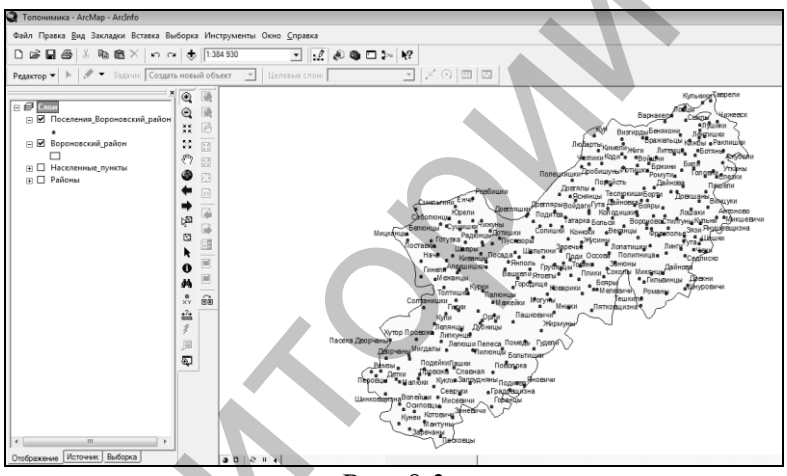


Рис. 8.3

Шаг 6. Осуществите выполнение *формантного анализа ойконимов* Вороновского района. Следует напомнить то, что ойконимы являются одним из топонимических классов, который объединяет в себя названия населенных пунктов. Формантный анализ представляет собой один из лингвистических методов топонимических исследований, который базируется на изучении массово повторяющихся конечных элементов названий (суффиксов, окончаний) и позволяет с определенной степенью достоверности судить о времени появления топонимов, их лингвистической и этнической принадлежности. В табл. 8.1 представлены наиболее характерные форманты ойконимов Беларуси. Они разделены по происхождению. В результате ГИС-анализа необходимо сгруппировать все ойконимы Вороновкого района по формантным группам и по их происхождению.

Откройте атрибутивную таблицу слоя «*Поселения_Вороновский_район*» (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Открыть таблицу атрибутов*). На-

Репозиторий ВГУ

жмите на кнопку Опции и выберите инструмент Добавить поле. В окне «*Добавить поле*» обозначьте *Имя – Формант*, *Тип – Text*. Аналогичным образом создайте новое поле «*Происхождение*» (тип − *Text*).

Таблица 8.1

Характерные форманты ойконимов Беларуси

Группы формантов		
Славянского происхождения		
-ичи, -ычи, -чи	-ка, -вка, -вки	-ск, -цк
-еж	-ль, -вль, -ля	-ско, -цко, -ское, -цкое
-ец	-ов, -ев, -ова, -ева, -ово, -ево, -овы, -евы	-ха
-ея	-омль, -мль	-щина, -щизна
-ин, -ина, -ино, -ины	-ры	-ье
-ицы, -ица, -цы	-ский	-яне, -ане
-ище	-сады, -сяды	
Балтийского происхождения		
-ава	-еке	-ники*
-аны*, -яны*, -ены	-ите	-ти
-ата, -ята, -ета	-ишки, -шки*	-уны, -юны
-ать, -еть, -оть*	-ли	-упе
-ауна	-ло, -ля, -лы*	-шикис
-ги	-ненты	
-ель, -ели, -эли, -оля	-ни*, -ини	

*возможно смешанное либо чисто славянское происхождение ойконимов

Начните сеанс редактирования (*Редактор → Начать редактирование*). В таблице атрибутов слоя «*Поселения_Вороновский_район*» нажмите на кнопку *Опции* и выберите инструмент *Выбрать по атрибуту*. В открывшемся окне «*Выбрать по атрибутам*» сформируйте SQL-запрос [*Название] LIKE '*ичи'* (рис. 8.5). Для этого выполните следующую последовательность: двойной клик мышью по полю атрибутивной таблицы «*Название*», затем по оператору «*Like*» и с использованием клавиатуры набрать «*'*ичи'*» (первый формант группы *«-ичи, -ычи, -чи»* согласно табл. 8.1). Символ «*» здесь означает любое сочетание букв и их количества перед формантом. После формирования SQL-запроса нажмите кнопку *Применить*. В результате населенные пункты, содержащие обозначенный формант будут выбраны. Для их просмотра нажмите кнопку *Выбранные*, расположенную в нижней части таблицы атрибутов.

Откройте инструмент *Атрибуты* на панели инструментов *Редактор*. В появившемся окне «*Атрибуты*» нажмите на группу значений «*Поселения_Вороновский_район*» (расположена в левой части окна), затем – на пустую строку, расположенную в столбце «*Значения*» напротив поля «*Формант*» в правой части окна. Введите назва-

Репозиторий ВГУ

ние группы формантов -ичи, -ычи, -чи к которой относится данная выборка (рис. 8.5).

В пустой строке, расположенной в столбце «*Значения*» напротив поля «*Происхождение*» введите происхождение группы формантов – *славянское*. После этого нажмите кнопку *Все*, расположенную в нижней части таблицы атрибутов.

Рис. 8.4

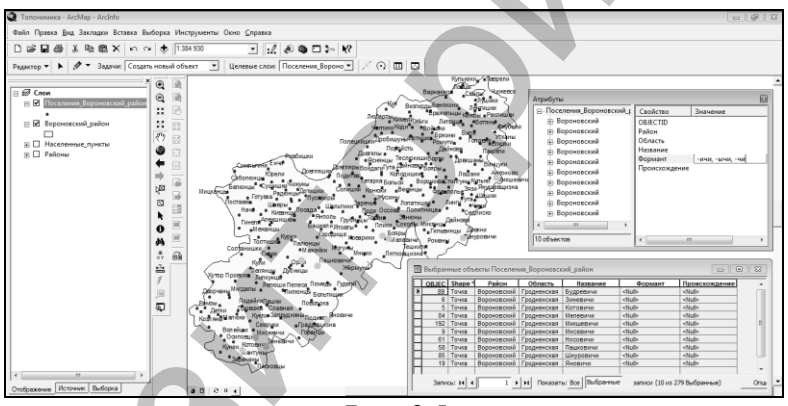


Рис. 8.5

Аналогичным образом сформируйте SQL-запросы по выборке формантов «-ычи» и «-чи», входящих в данную группу. В случае их обнаружения с помощью окна «*Атрибуты*» задайте для данных векторов название формантной группы и их происхождения.

По обозначенному алгоритму проверьте в атрибутах слоя «*Поселения_Вороновский_район*» наличие всех формантов согласно табл. 8.1. В случае их нахождения заполните поля «*Формант*» и «*Происхождение*». При вероятности смешанного либо чисто славянского происхождения формантов, отнесенных к классу балтийского происхождения, следует выполнить ручной контроль каждого названия выборки в окне «*Атрибуты*».

Ойконимы, в которых формант не выявлен, следует закодировать значением *нет форманта* в поле «Формант». В поле «*Происхо-*

Репозиторий ВГУ

ждение» данных населенных пунктов следует самостоятельно экспертным путем установить их происхождение.

Шаг 7. Выполните *символизацию* слоя «*Поселения_Вороновской_район*» по методу уникальных значений. Для этого откройте окно *Свойства слоя* (клик правой клавишей мыши по слою → *Свойства*). Выберите закладку *Символы* и установите для слоя функцию отображения *Категории: Уникальные значения*. В качестве поля значений обозначьте «*Формант*». После этого нажмите кнопку «*Добавить все*». В результате символизации по методу уникальных значений будут добавлены все группы формантов. Подберите символы разных цветов, но одной формы – треугольник – для групп славянского происхождения, круг – для групп балтийского происхождения, квадрат – для названий, формант которых не установлен (рис. 8.6).

Шаг 8. Создайте *формантные ареалы* Вороновского района путем построения полигонов Тиссена. Для этого откройте окно *ArcToolbox*, найдите инструмент *Создать полигоны Тиссены* (*Анализ → Близость → Создать полигоны Тиссена*). В окне инструмента (рис. 8.7) в разделе *Входные объекты* выберите слой «Поселения_Вороновской_район», *Выходной класс объектов* сохраните под именем *Формантные_ареалы* в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Формантный анализ*», в качестве *Выходных полей* установите опцию «*All*». После этого нажмите кнопку *Параметры среды*. В окне «*Параметры среды*» в разделе *Общие параметры* выберите в рубрике *Экстент* опцию *Как у слоя Вороновский_район*. После необходимых расчетов, программа добавит в проект слой формантных ареалов.

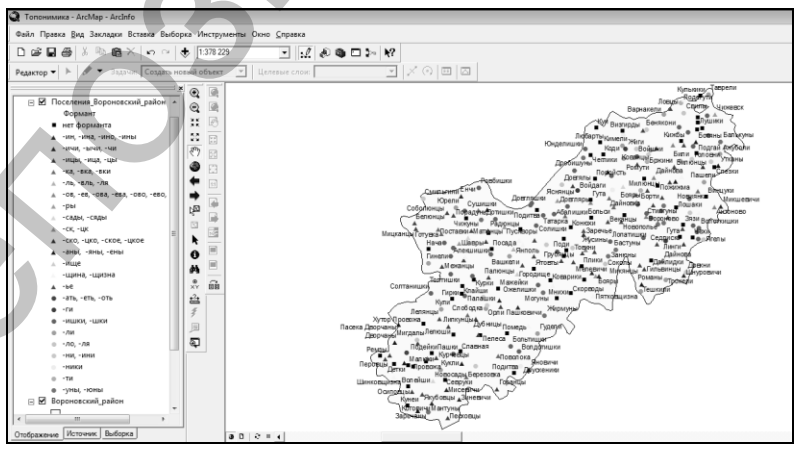


Рис. 8.6

Репозиторий ВГУ

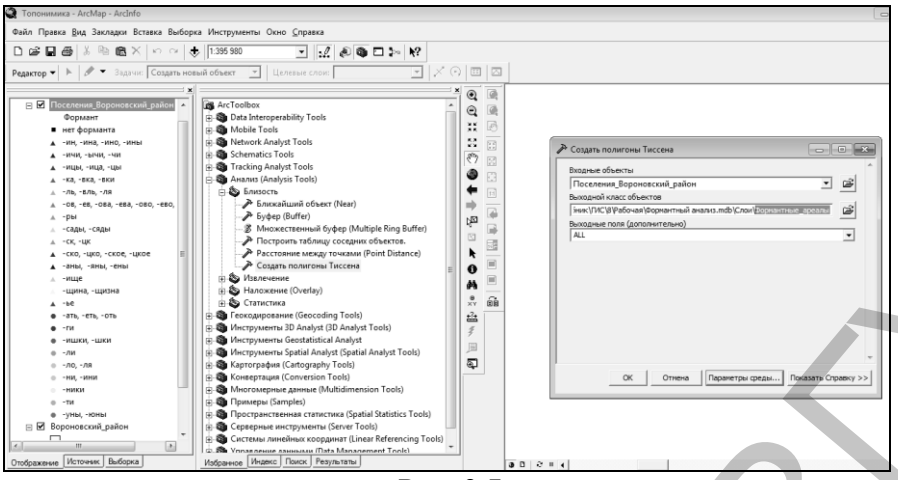


Рис. 8.7

Шаг 9. Выполните вырезание формантных ареалов по границе Вороновского района. Для этого откройте окно *ArcToolbox*, найдите инструмент *Вырезание* (*Анализ → Извлечение → Вырезание*). В окне инструмента в поле *Входные объекты* выберите слой «*Формантные_ареалы*», в поле *Вырезающие объекты* – слой «*Вороновский_район*». Выходной класс объектов сохраните под именем *Формантные_ареалы*_вырезание в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Формантный анализ*». После необходимых расчетов, программа добавит в проект созданный слой.

Удалите слой «*Формантные_ареалы*» из проекта (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Удалить*).

Шаг 10. Выполните символизацию слоя «*Формантные_ареалы_вырезание*» по методу уникальных значений. Для этого откройте окно *Свойства слоя* (клик правой клавишей мыши по слою → *Свойства*). Выберите закладку *Символы* и установите для слоя функцию отображения *Категории*: *Уникальные значения*. В качестве поля значений обозначьте «*Происхождение*». После этого нажмите кнопку «*Добавить все*». В результате символизации по методу уникальных значений будут добавлены все варианты происхождения ойконимов. Подберите для ареалов славянского происхождения светло-зеленую заливку без контура, для ареалов балтийского происхождения – голубую заливку без контура, для ареалов смешанного происхождения – комплексную двухцветную заливку без контура (рис. 8.8).

Репозиторий ВГУ

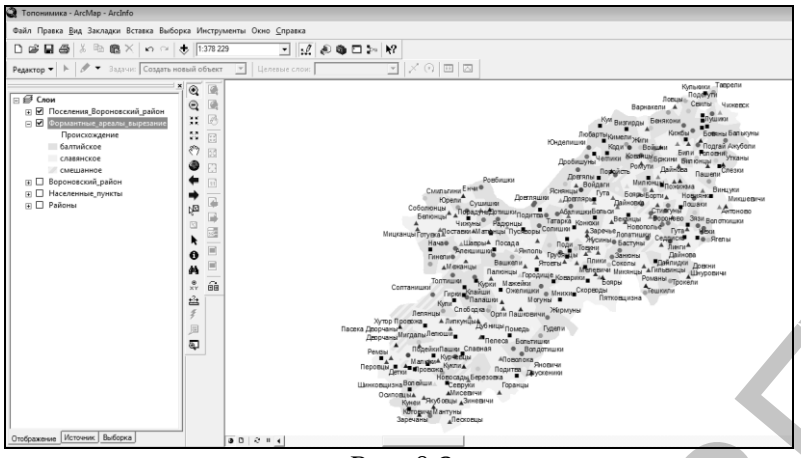


Рис. 8.8

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основную последовательность шагов по выполнению формантного ГИС-анализа ойконимов в среде ArcGIS.

2. Какие операции элементарного пространственного ГИС-анализа были применены при выполнении задания?

3. Перечислите операции расширенного пространственного ГИС-анализа, использованные при выполнении задания.

4. В каких отраслях наук о Земле, и для каких целей применим способ построения полигонов Тиссена?

5. Какие типы оверлейных операций были использованы при выполнении задания?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9.
Использование векторного ГИС-анализа при поиске места для строительства станции очистки хозяйственно-бытовых сточных вод

Цель задания: освоить алгоритмы выполнения операций элементарного и расширенного пространственного ГИС-анализа, пространственной статистики при поиске места для строительства в городской среде станции очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.

В качестве *критериев* для выбора местоположения земельного участка под новое строительство предлагается использовать следующие:

1) в зоне не более 250 м от объектов гидрографии (для оптимизации стоимости трубопровода для сброса очищенных вод);

2) в зоне не более 50 м от линий электропередач (для оптимизации стоимости подключения станции к электрической сети);

3) не менее 10 м от жилой застройки, общественных центров и рекреационно-ландшафтной зоны (для минимизации неудобств для юридических и физических лиц);

4) на свободном, не имеющем землевладельца участке (для оптимизации стоимости его покупки);

Репозиторий ВГУ

5) в зоне до 10 м от существующей дороги (для оптимизации транспортной доступности станции);

6) в зоне до 250 м от узлов сети сброса сточных вод (для оптимизации стоимости трубопровода для подвода хозяйственно-бытовых сточных вод);

7) площадь должна составлять не менее 2500 м^2 (для обеспечения пространственным базисом технологического процесса функционирования станции).

Исходные данные:

БД *Воложин*, содержащая в себе следующие классы пространственных объектов: *Граница_города*, *Земельные_участки*, *ЛЭП*, *Реки*, *Рекреационно_ландшафтные_зоны*, *Узлы_сети_сброса_сточных_вод*, *Улично_дорожная_сеть*.

Ход выполнения задания:

Шаг 1. Откройте *ArcMap* ГИС ArcGIS. Создайте проект *Станция очистки сточных вод*. Для этого используйте опцию *Сохранить как* в меню *Файл*. Проект сохраните в своей папке.

Шаг 2. Добавьте в проект все классы пространственных объектов БД «Воложин» (*Граница_города*, *Земельные_участки*, *ЛЭП*, *Реки*, *Рекреационно_ландшафтные_зоны*, *Узлы_сети_сброса_сточных_вод*, *Улично_дорожная_сеть*) воспользовавшись пиктограммой «*Добавить данные*».

Шаг 3. Выполните *символизацию* слоя «*Граница_города*». Для этого откройте окно *Свойства слоя* (клик правой клавишей мыши по слою → *Свойства*). Выберите закладку *Символы* и установите для слоя функцию отображения *Пространственные объекты: Единый символ*. Кликните по пиктограмме символа и выберите для него *Цвет заполнения* – нет, *Цвет контура* – черный, *Ширина контура* – 1,5.

Аналогично подберите символизацию по методу «*Единый символ*» для остальных слоев. Для слоя «*ЛЭП*» линию коричневого цвета шириной 0,5; для слоя «*Реки*» – линию синего цвета шириной 1,5; для слоя «*Рекреационно_ландшафтные_зоны*» – полигон с зеленым цветом заполнения и шириной контура 0; для слоя «*Узлы_сети_сброса_сточных_вод*» – точку типа «Circle 2» красного цвета с размером 6; для слоя «*Улично_дорожная_сеть*» – полигон с оранжевым цветом заполнения и шириной контура 0.

Для слоя «*Земельные участки*» выберите символизацию по методу *Категории: Уникальные значения*. В качестве поля значений обозначьте «*Тип*». После этого нажмите кнопку «*Добавить все*». Подберите для участков, входящих в зону жилой застройки светло-желтый цвет, для участков зоны общественных центров – светло-розовый, для

Репозиторий ВГУ

участков, включенных в производственные и коммунально-складские зоны – светло-коричневый, свободных участков – лиловый, рис. 9.1.

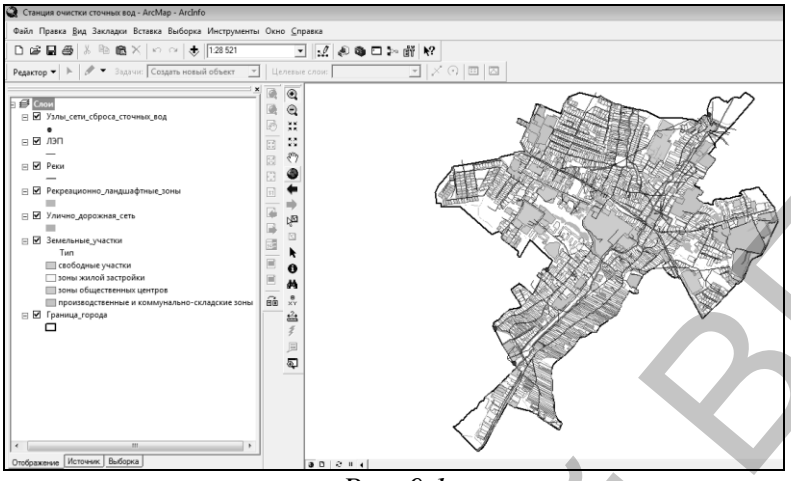


Рис. 9.1

Шаг 4. Выявите территории, отвечающие *первому* и *второму* намеченным критериям (расположение участка нового строительства в зоне не более 250 м от объектов гидрографии и в зоне не более 50 м от линий электропередач).

Откройте окно *ArcToolbox*, найдите инструмент *Буфер* (*Анализ → Близость → Буфер*). В окне инструмента в разделе *Входные объекты* выберите слой «*Реки*», *выходной класс объектов* сохраните под именем *Реки_буфер* в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Воложин*». Остальные параметры обозначьте аналогично рис. 9.2. После необходимых расчетов, программа добавит в проект созданный слой.

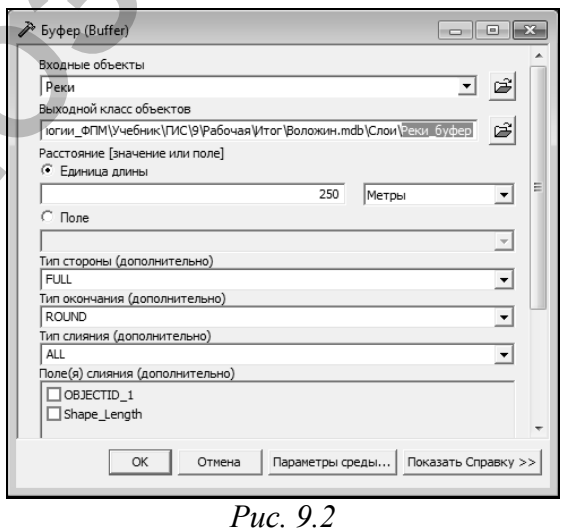


Рис. 9.2

Выполните вырезание созданного слоя «*Реки_буфер*» по границе города. Для этого в окне *ArcToolbox*, найдите инструмент *Выре-*

Репозиторий ВГУ

зание (*Анализ → Извлечение → Вырезание*). В окне инструмента в разделе *Входные объекты* выберите слой «*Реки_буфер*», в разделе *Вырезающие объекты* – слой «*Граница_города*». Выходной класс объектов сохраните под именем *Реки_буфер_вырезание* в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Воложин*». После необходимых расчетов, программа добавит в проект созданный слой (рис. 9.3). Слой «*Реки_буфер*» следует удалить из проекта (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Удалить*).

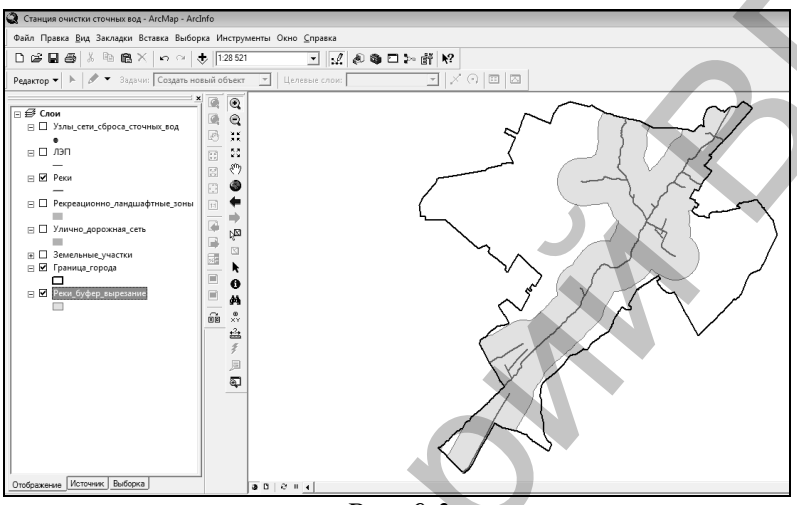


Рис. 9.3

Аналогичным образом постройте буферную зону в 50 м от объектов слоя «*ЛЭП*» (слой *ЛЭП_буфер*). Произведите вырезание слоя «*ЛЭП_буфер*» по слою «*Границы_города*». Результат сохраните под именем *ЛЭП_буфер_вырезание* (рис. 9.4). Слой «*ЛЭП_буфер*» удалите из проекта.

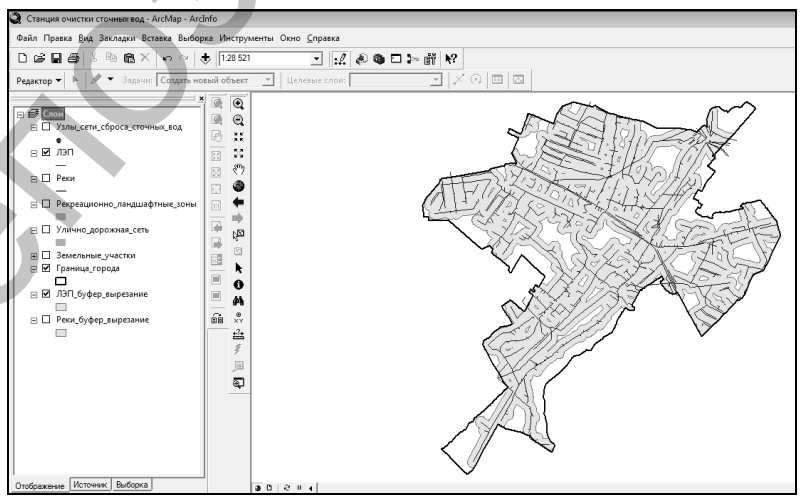


Рис. 9.4

Выполните наложение 250-метровой зоны объектов гидрографии и 50-метровой зоны ЛЭП. В окне *ArcToolbox*, найдите инструмент

Репозиторий ВГУ

Пересечение (*Анализ → Наложение → Пересечения*). В окне инструмента в разделе *Входные объекты* выберите слои «*Реки_буфер_вырезание*» и «*ЛЭП_буфер_вырезание*». Выходной класс объектов сохраните под именем *Реки_и_ЛЭП_буфер* в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Воложин*». После необходимых расчетов, программа добавит в проект созданный слой, рис. 9.5. Слои «*Реки_буфер_вырезание*» и «*ЛЭП_буфер_вырезание*» удалите из проекта.

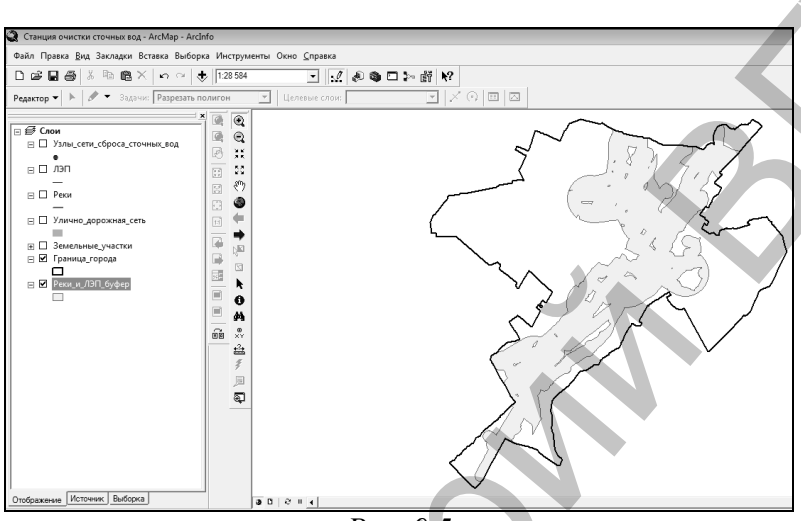


Рис. 9.5

Шаг 5. Выявите территории, не отвечающие *третьему* критерию (расположение участка нового строительства в зоне не менее 10 м от жилой застройки, общественных центров и объектов рекреационно-ландшафтного назначения).

В окне *ArcToolbox*, найдите инструмент *Буфер* (*Анализ → Близость → Буфер*). В окне инструмента в разделе *Входные объекты* выберите слой «*Рекреационно_ландшафтные_зоны*», *выходной класс объектов* сохраните под именем *Рекреация_буфер* в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Воложин*». В поле *Расстояние* наберите 10 м, *Типом слияния* установите параметр «*All*». После необходимых расчетов, программа добавит в проект созданный слой.

Выполните вырезание созданного слоя «*Рекреация_буфер*» по границе города. В окне *ArcToolbox*, выберите инструмент *Вырезание* (*Анализ → Извлечение → Вырезание*). В окне инструмента в разделе *Входные объекты* выберите слой «*Рекреация_буфер*», в разделе *Вырезающие объекты* – слой «*Граница_города*». Выходной класс объектов сохраните под именем *Рекреация_буфер_вырезание* в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Воложин*». После необходимых расчетов, программа добавит в проект созданный слой (рис. 9.6). Слой «*Рекреация_буфер*» удалите из проекта (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Удалить*).

Репозиторий ВГУ

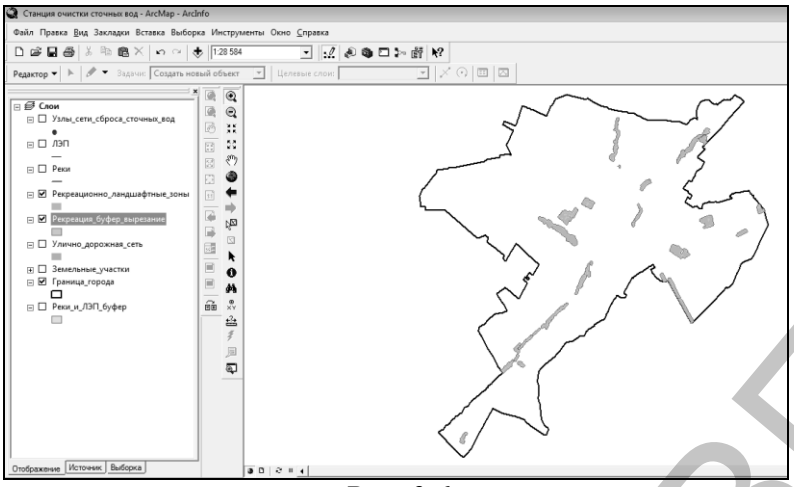
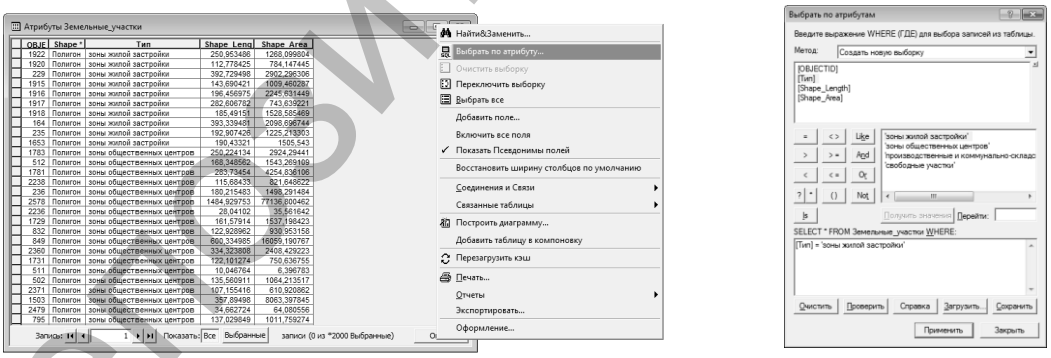


Рис. 9.6

Откройте *атрибутивную таблицу* слоя «*Земельные_участки*» (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Открыть таблицу атрибутов*). Нажмите на кнопку *Опции* и выберите инструмент *Выбрать по атрибуту* (рис. 9.7, а). В открывшемся окне «*Выбрать по атрибутам*» сформируйте SQL-запрос *[Тип] = 'зоны жилой застройки'*. Для этого выполните следующую последовательность: двойной клик мышью по полю атрибутивной таблицы *«Тип»*, затем по оператору «=» и по значению «*зоны жилой застройки*» (используйте кнопку «*Получить значения*») (рис. 9.7, б). После этого нажмите кнопку *Применить*. В результате SQL-запроса будут выбраны полигоны земельных участков, относящихся к зоне жилой застройки.



а *б*

Рис. 9.7

Закройте таблицу слоя «*Земельные_участки*» (обратите внимание, что выбранные объекты остались выделенными). Постройте буферную зону в 10 м от выделенных объектов зоны жилой застройки (слой *Жилая_застройка_буфер*). Произведите вырезание слоя «*Жилая_застройка_буфер*» по слою «*Границы_города*». Результат сохраните под именем *Жилая_застройка_буфер_вырезание* (рис. 9.8). Слой

Репозиторий ВГУ

«*Жилая_застройка_буфер*» удалите из проекта. *Снимите выборку* объектов в меню *Выборка → Очистить выбранные объекты*.

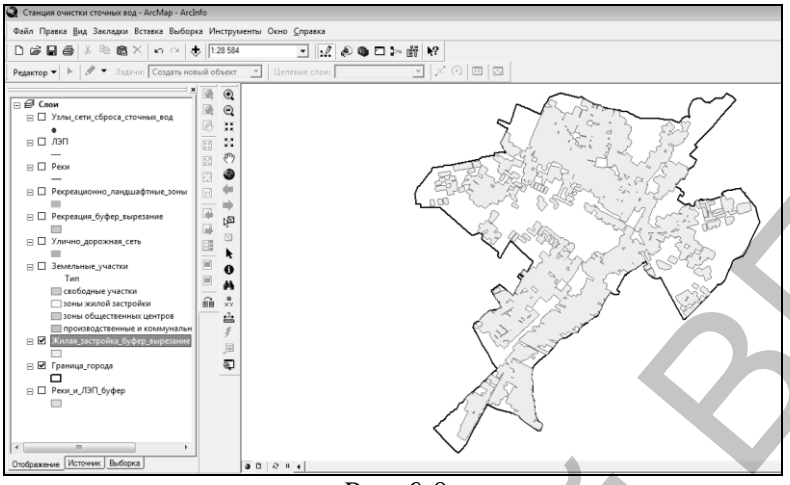


Рис. 9.8

Из таблицы атрибутов слоя «*Земельные_участки*» с помощью инструмента *Выбрать по атрибуту* выберите объекты, относящиеся к зоне общественных центров. Постройте буферную зону в 10 м от выделенных участков (слой *Общественные_центры_буфер*). Произведите вырезание слоя «*Общественные_центры_буфер*» по слою «*Границы_города*». Результат сохраните под именем *Общественные_центры _буфер_выре-зание* в БД «*Воложин*» (рис. 9.9). Слой «*Общественные_центры_буфер*» удалите из проекта. *Снимите выборку* объектов в меню *Выборка → Очистить выбранные объекты*.

Произведите объединение 10-метровых буферных зон от жилой застройки, общественных центров и объектов рекреационно-ландшафтного назначения. Для этого откройте окно *ArcToolbox*, найдите инструмент *Объединение* (*Анализ → Наложение → Объединение*). В окне инструмента в разделе *Входные объекты* выберите слои «*Рекреация_буфер_вырезание*», «*Жилая_застройка_буфер_ вырезание*» и «*Общественные_центры _буфер_вырезание*». Выходной класс объектов сохраните под именем *Рекреация_застройка_ центры_буфер* в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Воложин*». После необходимых расчетов, программа добавит в проект созданный слой (рис. 9.10).

Удалите из проекта слои «*Рекреация_буфер_вырезание*», «*Жилая_застройка_буфер_вырезание*» и «*Общественные_центры _буфер_ вырезание*».

Репозиторий ВГУ

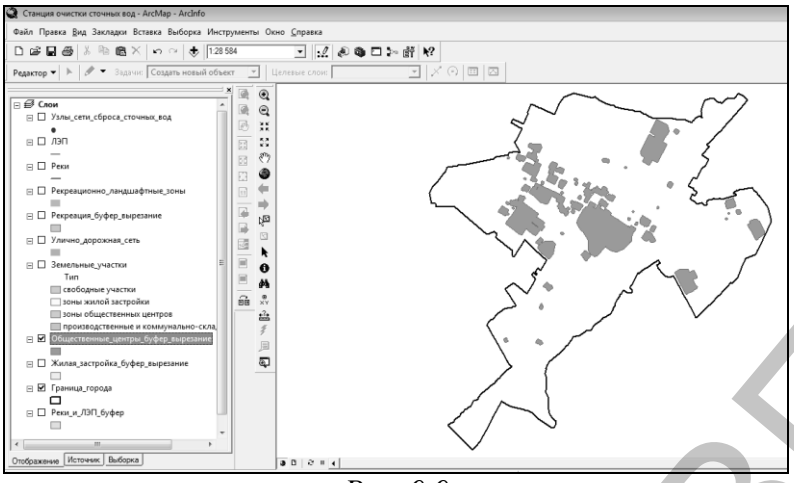


Рис. 9.9

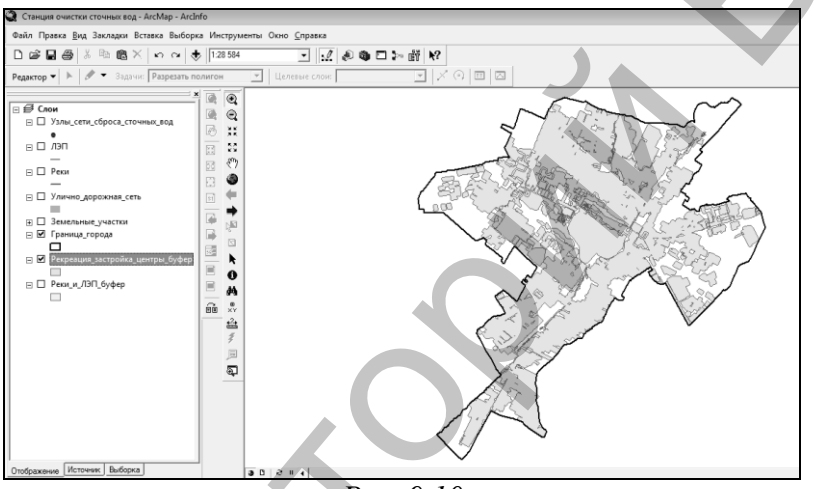


Рис. 9.10

Шаг 6. Выявите земельные участки, отвечающие *четвертому* критерию (на свободном, не имеющем землевладельца участке). Для этого в окне *ArcToolbox*, найдите инструмент *Выборка* (*Анализ → Извлечение → Выборка*). В окне инструмента в разделе *Входные объекты* выберите слой «*Земельные_участки*». Выходной класс объектов сохраните под именем *Свободные_участки* в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Воложин*». Нажмите кнопку «SQL» и создайте следующее выражение *[Тип] = 'свободные участки'*. После необходимых расчетов, программа добавит в проект созданный слой (рис. 9.11).

Репозиторий ВГУ

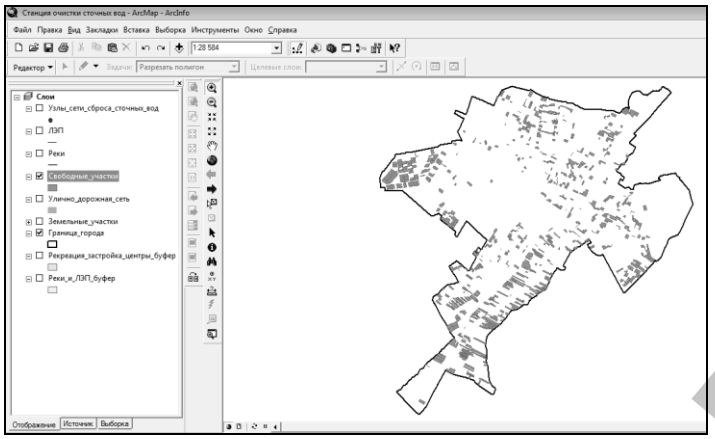


Рис. 9.11

Шаг 7. Выявите участки, отвечающие *первому и второму* критериям (должны полностью находиться в 250-метровой зоне рек и 50-метровой зоне ЛЭП). Для этого используйте опцию *Выбрать по расположению* (*Выборка → Выбрать по расположению*). В диалоговом окне установите параметры аналогичные рис. 9.12. Нажмите ОК, рис. 9.13.

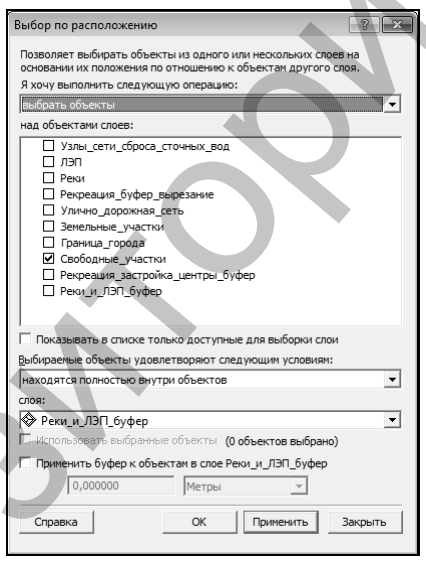


Рис. 9.12

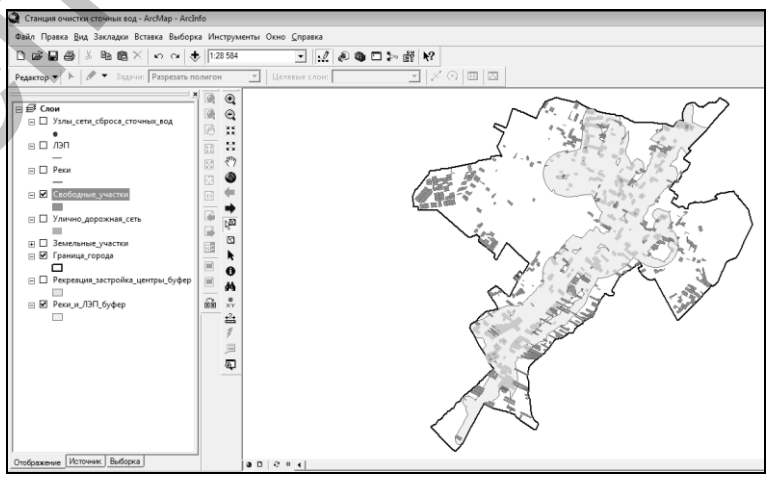


Рис. 9.13

Репозиторий ВГУ

Шаг 8. В текущей выборке оставьте только те участки, которые также отвечают и *третьему* критерию (должны полностью находиться в зоне не менее 10 м от жилой застройки, общественных центров и объектов рекреационно-ландшафтного назначения). Для этого вновь воспользуйтесь опцией *Выбрать по расположению*. В диалоговом окне установите параметры аналогичные рис. 9.14. Нажмите ОК (рис. 9.15).

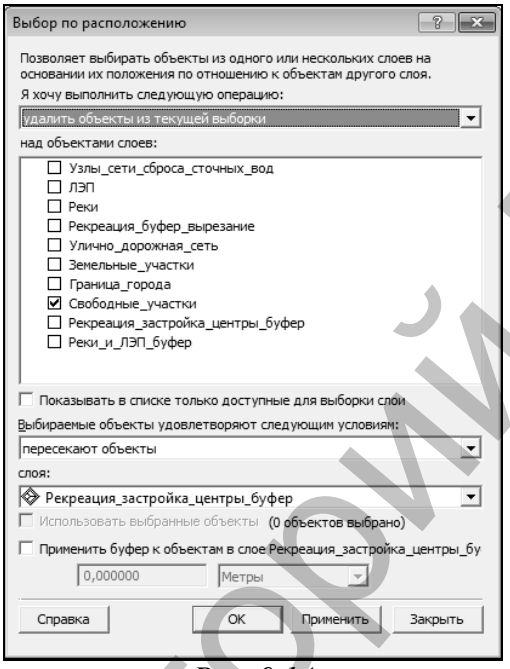


Рис. 9.14

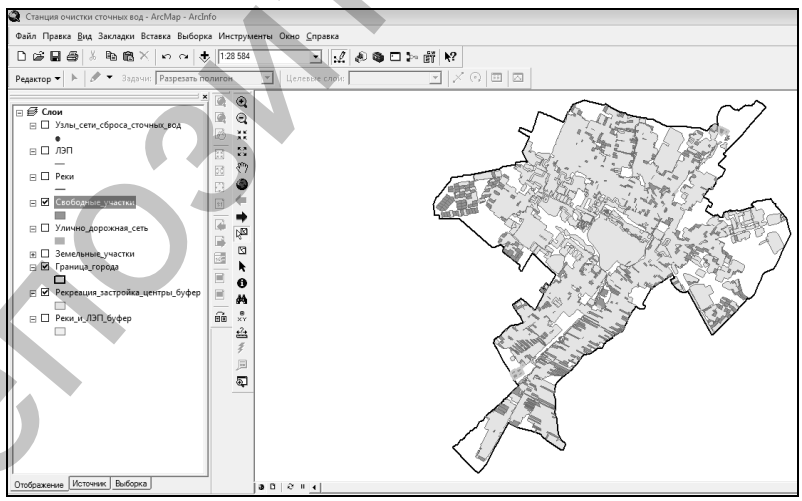


Рис. 9.15

Шаг 9. Из текущей выборки выберите участки, которые отвечают и *пятому* критерию (должны полностью находиться в зоне до 10 м от существующей улично-дорожной сети). Опять используйте *Выбрать по расположению*. В диалоговом окне установите параметры аналогичные рис. 9.16. Нажмите ОК (рис. 9.17).

Репозиторий ВГУ

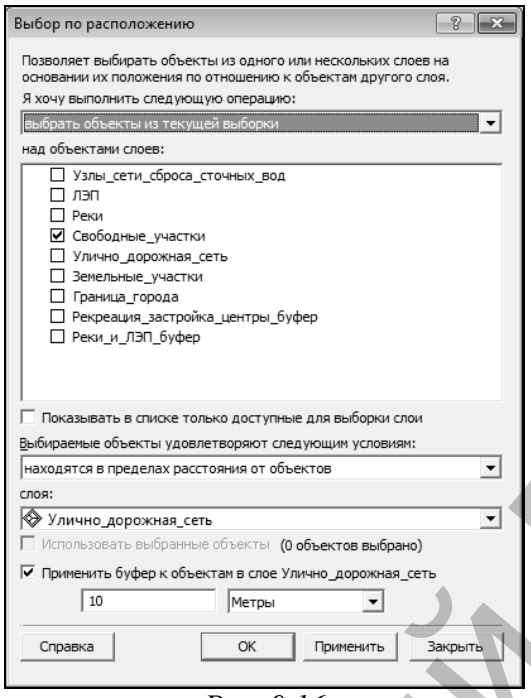


Рис. 9.16

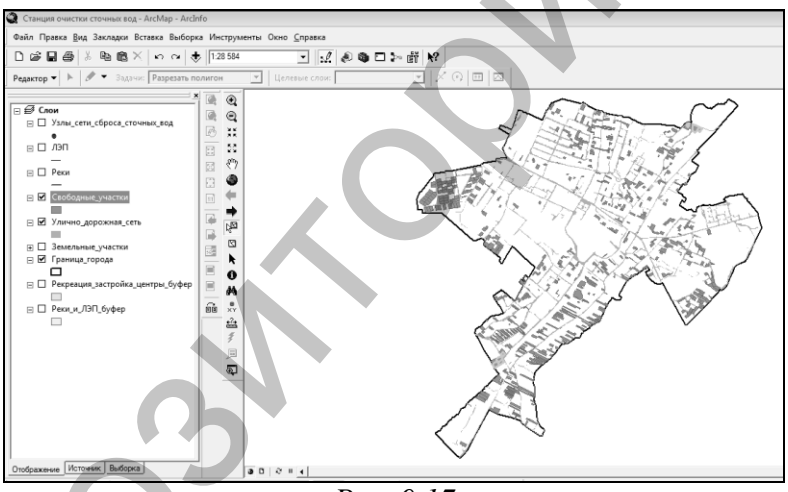


Рис. 9.17

Шаг 10. Выявите участки, отвечающие *шестому* критерию (должны полностью находиться в зоне до 250 м от узлов сети сброса сточных вод). Повторите операцию *Выбрать по расположению*. В диалоговом окне установите параметры аналогичные рис. 9.18. Нажмите ОК (рис. 9.19).

Репозиторий ВГУ

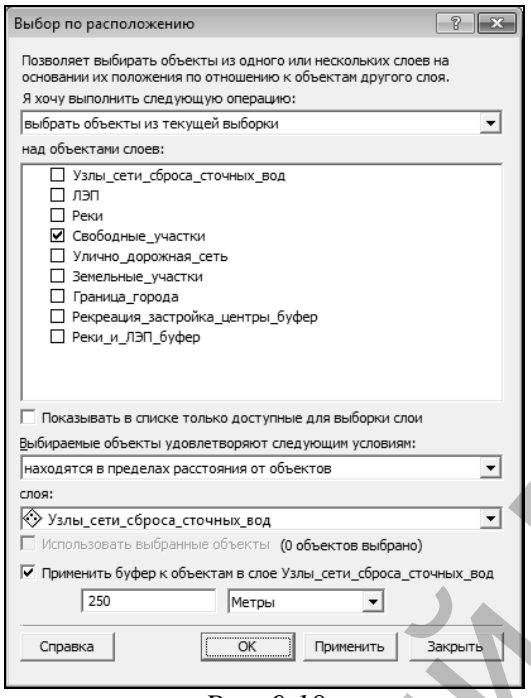


Рис. 9.18

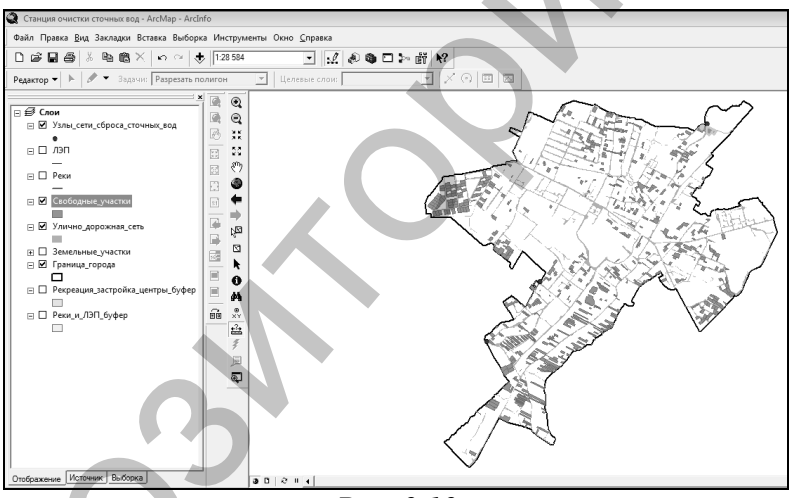


Рис. 9.19

Шаг 11. Откройте атрибутивную таблицу слоя «*Свободные_участки*» (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Открыть таблицу атрибутов*). Нажмите кнопку *Выбранные* (расположена в нижней части таблицы). В таблице будут отображены участки, отвечающие критериям 1–6.

Нажмите на кнопку *Опции* и выберите инструмент *Выбрать по атрибуту*. В открывшемся окне «*Выбрать по атрибутам*» в качестве метода выберите *Выбрать из текущей выборки*. Сформируйте SQL-запрос *[Shape_Area] >= 2500*. После этого нажмите кнопку *Применить*. В результате SQL-запроса будут выбраны полигоны земельных участков, отвечающие в том числе и седьмому критерию (площадь участка станции водоочистки должна составлять не менее 2500 м^2).

Репозиторий ВГУ

Экспортируйте выбранную в результате векторного ГИС-анализа площадку для новой станции очистки хозяйственно-бытовых сточных вод в г. Воложине из слоя «*Свободные_участки*» *в отдельный класс пространственных объектов* БД «*Воложин*». Для этого закройте атрибутивную таблицу слоя (обратите внимание, что выбранный по атрибутам объект остается выделенными). Осуществите экспорт выбранных данных путем клика правой клавишей мышки по слою «*Свободные_участки*», затем *Данные → Экспорт данных*. *Сохраните* новый класс пространственных объектов под именем *Результат_анализа* в набор классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Воложин*». Согласитесь добавить экспортированные данные в проект.

Символизируйте слой *«Результат_анализа*» по методу *Пространственные объекты: Единый символ*. Кликните по пиктограмме символа и выберите для него *Цвет заполнения* – красный, *Цвет контура* – черный, *Ширина контура* – 1, рис. 9.20, 9.21.

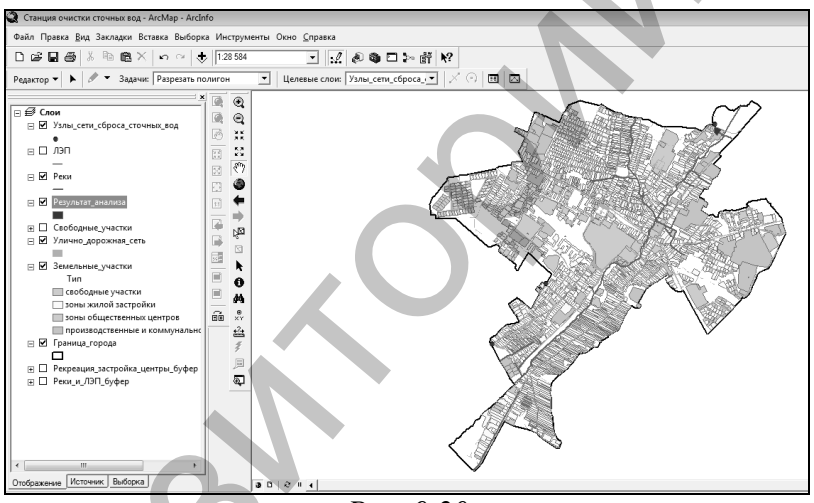


Рис. 9.20

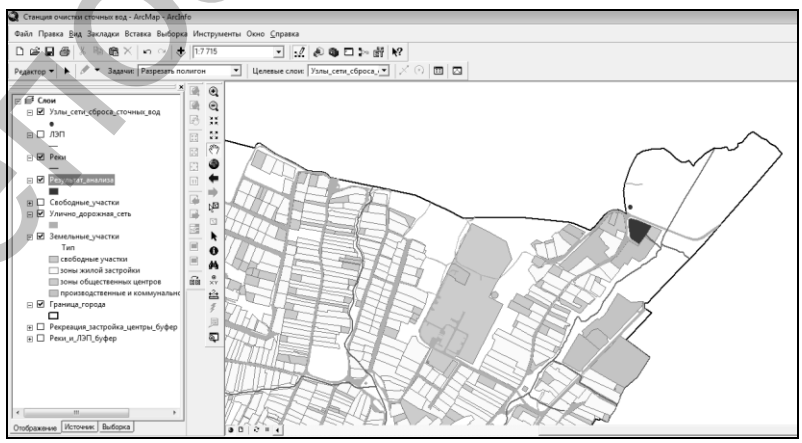


Рис. 9.21

Репозиторий ВГУ

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основную последовательность шагов по поиску в среде ArcGIS места для строительства станции очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.

2. Какие операции элементарного пространственного ГИС-анализа были применены при выполнении задания?

3. Перечислите операции расширенного пространственного ГИС-анализа, использованные в задании.

4. Какие типы операций пространственной статистики использовались в рамках выполнения ГИС-анализа?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10.
Растровый гидрологический ГИС-анализ

Цель задания: освоить алгоритмы растрового гидрологического ГИС-анализа, представляющего собой комплексную методику, позволяющую в автоматическом режиме по грид-поверхности рельефа производить расчет основных русловых и бассейновых морфометрических характеристик, влияющих на характер поверхностного стока, автоматически выделять постоянные и временные водные потоки, выполнять бассейновую дифференциацию территории.

Исходные данные:

БД *Гидрологическое моделирование*, содержащая в себе следующие классы пространственных объектов: *Граница_участка*, *Горизонтали*, *Отметки_высот*, *Отметки_урезов_воды*, *Реки*, *Водоемы*.

Ход выполнения задания:

Шаг 1. Откройте *ArcMap* ГИС ArcGIS. Создайте проект *Гидрология*. Для этого используйте опцию *Сохранить как* в меню *Файл*. Проект сохраните в своей папке.

Шаг 2. Добавьте в проект все классы пространственных объектов БГД «Гидрологическое моделирование» (*Граница_участка*, *Горизонтали*, *Отметки_высот*, *Отметки_урезов_воды*, *Реки*, *Водоемы*) воспользовавшись пиктограммой «*Добавить данные*».

Шаг 3. Выполните *символизацию* слоя «Граница». Для этого откройте окно *Свойства слоя* (клик правой клавишей мыши по слою → *Свойства*). Выберите закладку *Символы* и установите для слоя функцию отображения *Пространственные объекты: Единый символ*. Кликните по пиктограмме символа и выберите для него *Цвет заполнения* – нет, *Цвет контура* – красный, *Ширина контура* – 1,5.

Аналогично подберите символизацию по методу «*Единый символ*» для всех остальных слоев проекта. Для слоя «*Отметки_высот*» выберите *Символ* «Circle 2», *Цвет* – черный, *Размер* – 6; для слоя «Отметки_урезов_воды» – *Символ* «Circle 2», *Цвет* – синий, *Размер* –

Репозиторий ВГУ

6; для слоя «*Горизонтали*» – линию оранжевого цвета, *Ширина* – 1; для слоя «*Водоемы*» – *Цвет заполнения* – синий, *Ширина контура* – 0; для слоя «*Реки*» – линию синего цвета, *Ширина* – 1.

Создайте надписи объектов слоя «*Горизонтали*». В *Свойствах слоя*, в закладке *Надписи* отметьте галочкой опцию *Надписать объекты этого слоя*, выберите полем надписи *H* и символизируйте надписи шрифтом Arial, размер 6, цвет – коричневый. Нажав кнопку *Размещение* выберите опцию положения – *на линии*.

Сформируйте надписи аналогичного шрифта и размера для слоев «*Отметки_высот*» (черного цвета) и *Отметки_урезов_воды*» (синего цвета). Выбирайте полем для надписи у обоих слоев поле «H», рис. 10.1.

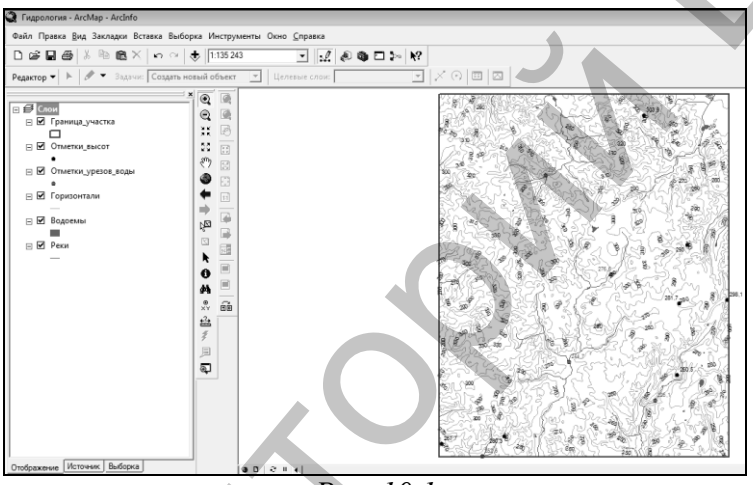


Рис. 10.1

Шаг 4. Гидрологическое ГИС-моделирование осуществляется на основе цифровой модели рельефа. Для построения последней в ArcGIS существует функция *Topo в растр*, позволяющая рассчитать модель рельефа, качество которой многократно превышает качество моделей, получаемых обычными методами интерполяции (обратно взвешенных расстояний, сплайн, кригинг и др.). Для создания GRID-модели рельефа используются векторные слои горизонталей, отметок высот и урезов воды, естественных и искусственных водоемов, водных потоков.

Для построения модели «*Topo в растр*» включите модуль Spatial Analyst. Зайдите в меню «*Инструменты*» → *Дополнительные модули* и отметьте галочкой модуль *Spatial Analyst*.

Откройте окно *ArcToolbox*, найдите инструмент *Topo в растр* (*Инструменты Spatial Analyst → Интерполяция → Topo в растр*). В качестве входных объектов укажите все классы пространственных данных БД «*Гидрологическое моделирование*» (*Граница_участка*, *Горизонтали*, *Отметки_высот*, *Отметки_урезов_воды*,

Репозиторий ВГУ

Реки, *Водоемы*). Тип данных укажите как на рис. 10.2. Выходной растр сохраните в своей папке под именем *Topogrid*. После необходимых расчетов грид-модель рельефа будет создана.

Выполните заполнение локальных понижений рельефа (необходимо для коррекции модели). Для чего активируйте инструмент *Заполнение* (*Инструменты Spatial Analyst → Гидрология → Заполнение*). В качестве *Входной растровой поверхности* установите модель «*Topogrid*». *Выходную растровую поверхность* сохраните в своей папке под именем *Fill_Topogrid*. После необходимых расчетов модель будет создана.

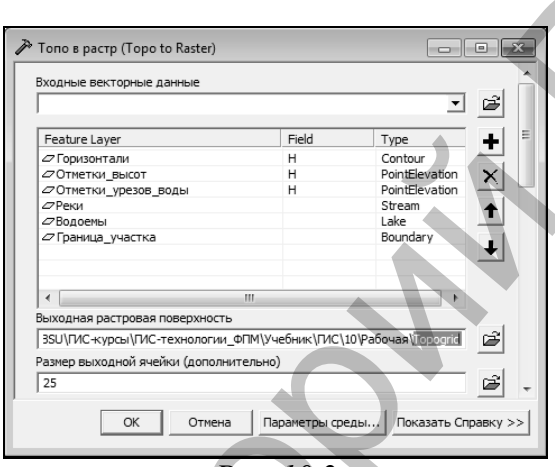


Рис. 10.2

Удалите поверхность *Topogrid* из проекта. Для этого сделайте клик правой клавишей маши по названию слоя в таблице содержания → *Удалить*.

В таблице содержания проекта отключите визуализацию слоев «*Горизонтали*», «*Отметки_высот*», «*Отметки_урезов_воды*» (уберите галочки напротив этих слоев в таблице содержания).

Зайдите в свойства слоя *Fill_Topogrid* (клик правой клавишей по названию слоя в таблице содержания → *Свойства*). На вкладке *Символы* выберите *Показать: Классификация*. Нажмите кнопку *Классифицировать*. В окне «*Классификация*» выберите метод – *Заданный интервал* и *Интервал* – 10 м (рис. 10.3). Выберите для грида цветовую схему, сочетающую в себе оттенки зеленого, желтого и коричневого (рис. 10.4).

Шаг 5. Расчет основных русловых и бассейновых морфометрических характеристик осуществляется с помощью линейки инструментов *Гидрология* (рис. 10.5) модуля Spatial Analyst ГИС ArcGIS на основе модели *Топо в растр*. Создание поверхности *направления стока* позволяет определить в пределах объекта исследований территории разнонаправленного (по сторонам света) стока.

Репозиторий ВГУ

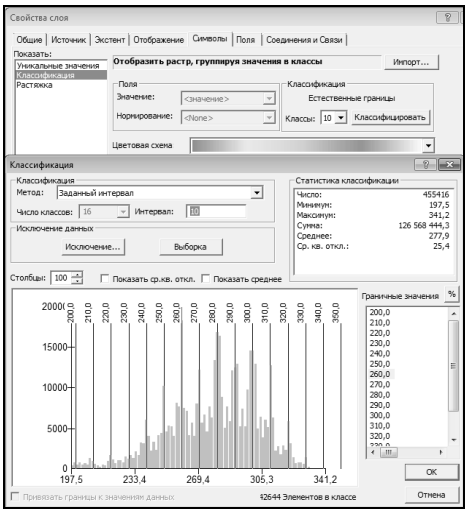


Рис. 10.3

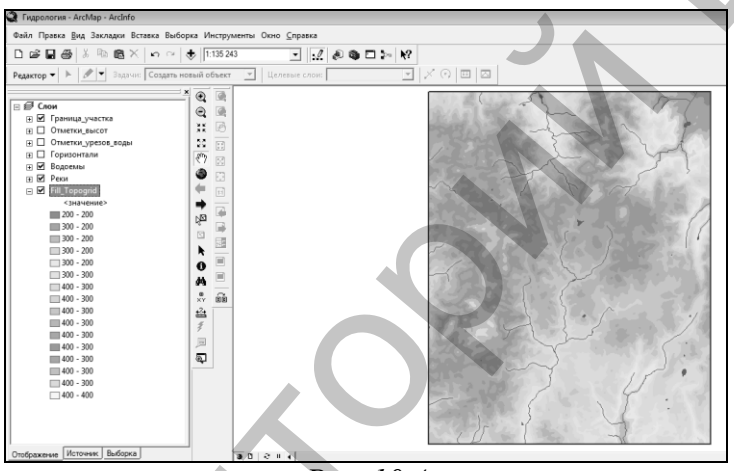


Рис. 10.4

Суть моделирования заключается в том, что каждой ячейке грида присваивается код направленности из нее поверхностного стока в сторону соседней, являющейся наиболее гипсометрически пониженной (рис 10.6). Если сток из ячейки направлен на восток – ей присваивается значение 1, на юг – 4, запад – 16 и север – 64.

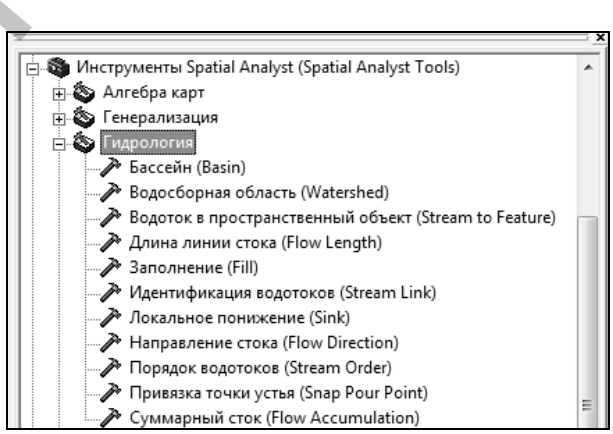


Рис. 10.5

Репозиторий ВГУ

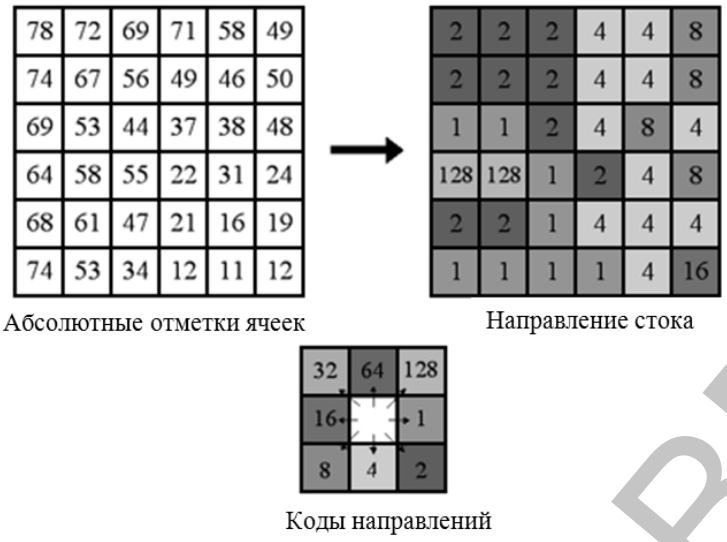


Рис. 10.6

Для расчета грид-модели направлений стока найдите инструмент *Направление стока* (*Инструменты Spatial Analyst → Гидрология → Направление стока*). В качестве *Входной растровой поверхности* установите модель «*Fill_Topogrid*». *Выходную растровую поверхность* сохраните в своей папке под именем *FlowDirection*. После необходимых расчетов грид направления стока будет создан.

Зайдите в свойства слоя *FlowDirection*. На вкладке *Символы* выберите *Показать: Уникальные значения*. После этого нажмите кнопку *Импорт*. В окне «*Импорт символов*» импортируйте легенду *FlowDirection.lyr* (находиться в папке исходных данных по выполнению задания), рис. 10.7.

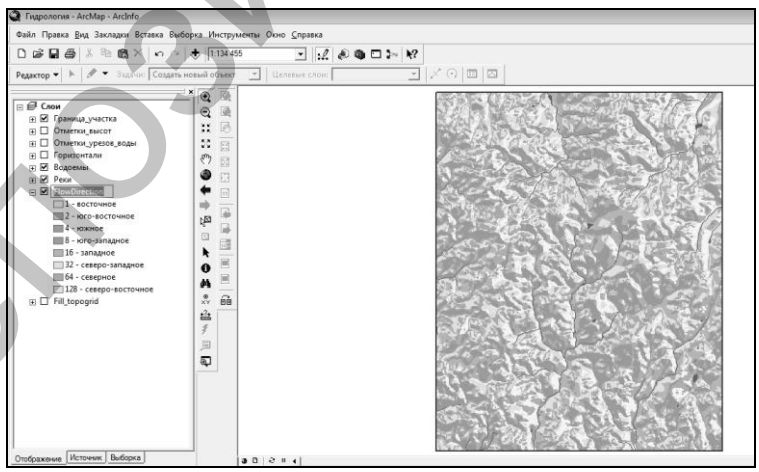


Рис. 10.7

Шаг 6. Создайте поверхность *суммарного стока*. Она строиться на основании модели направления стока и отражает количество ячеек растра, сток которых направлен в каждую конкретную ячейку модели (рис. 10.8). По ней четко определяются области формирования и раз-

Репозиторий ВГУ

вития поверхностного стока, а также характер увеличения размеров русла и водности водотоков по мере продвижения от истоков к устью.

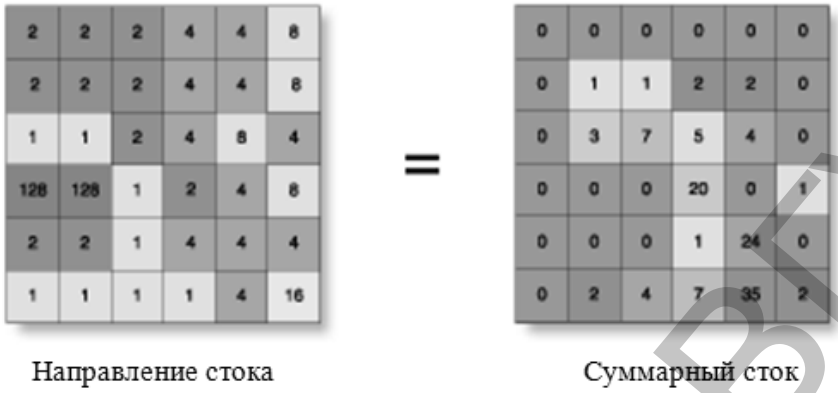


Рис. 10.8

Для расчета грид-модели найдите инструмент *Суммарный сток* (*Инструменты Spatial Analyst → Гидрология → Суммарный сток*). В качестве *Входной растровой поверхности* установите модель «*FlowDirection*». *Выходную растровую поверхность* сохраните в своей папке под именем *FlowAccum*. После необходимых расчетов грид суммарного стока будет создан.

Зайдите в свойства слоя *FlowAccum*. На вкладке *Символы* выберите *Показать: Растяжка*. Выберите *Цветовую схему* оттенков синего цвета, рис. 10.9.

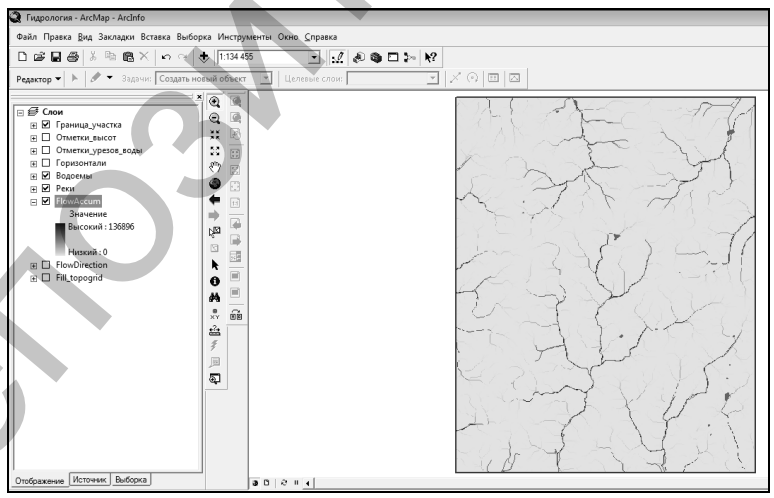


Рис. 10.9

Шаг 7. На основании модели суммарного стока в автоматическом режиме выделяются *постоянные (ручьи, реки) и временные (эрозионные борозды, промоины, овраги, балки и овражно-балочные системы) водотоки.* Для этого активируйте инструмент *Однорезультативная алгебра карт* (*Инструменты Spatial Analyst → Алгебра карт → Однорезультативная алгебра карт*). В диалоговом окне инструмен-

Репозиторий БГУ

та сформируйте выражение *setnull (путь к растру FlowAccum <100, путь к растру FlowAccum)*. Для этого выполните следующую последовательность: с помощью клавиатуры наберите «setnull ()», внутри скобок нажмите на кнопку и найдите путь к растру FlowAccum, после этого наберите «<100,», опять нажмите на кнопку и повторно обозначьте путь к растру FlowAccum, рис. 10.10. *Выходной растр* сохраните в своей папке под именем *Stream_raster*. После необходимых расчетов растр водотоков будет создан (рис. 10.11).

Шаг 8. Конвертируйте растр постоянных и временных водотоков в векторы. Вызовите инструмент *Идентификация водотоков* (*Инструменты Spatial Analyst → Гидрология → Идентификация водотоков*). В качестве *Входного растра водотоков* установите модель «Stream_raster», *Входного растра направления стока* – модель «FlowDirection». *Выходной растр* сохраните в своей папке под именем *Stream_link.*

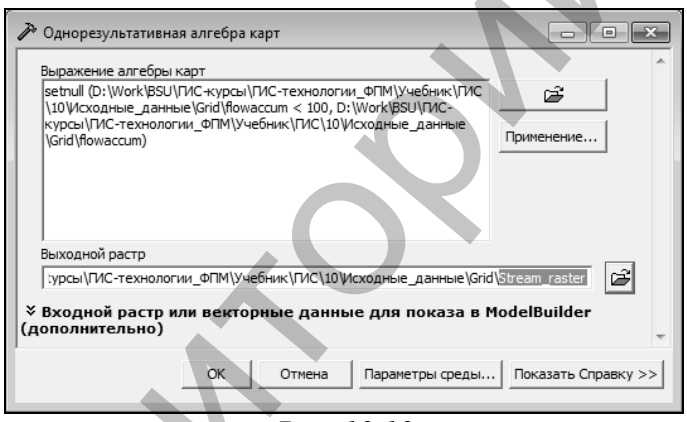


Рис. 10.10

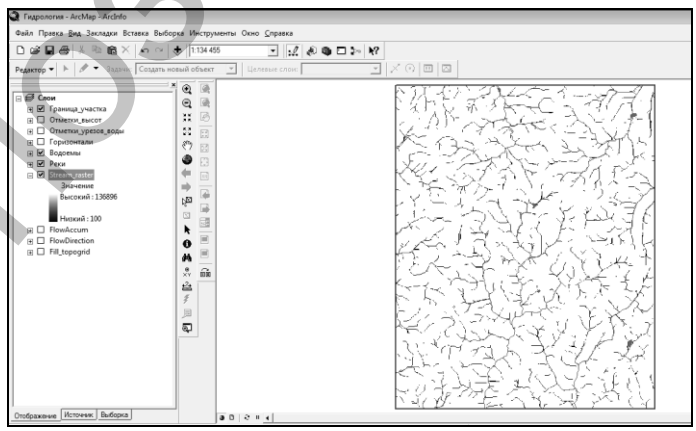


Рис. 10.11

В окне *ArcToolbox* найдите инструмент *Водоток в пространственный объект* (*Инструменты Spatial Analyst → Гидрология → Водоток в пространственный объект*). В качестве *Входного растра водотоков* установите модель «*Stream_link*», *Входного растра*

Репозиторий ВГУ

направления стока – модель «*FlowDirection*». *Выходные линейные объекты* сохраните в виде класса пространственных объектов *Водотоки* набора пространственных объектов «*Слои*» БД «*Гидрологическое моделирование*». После необходимых расчетов векторный слой водотоков будет добавлен в проект (рис. 10.12).

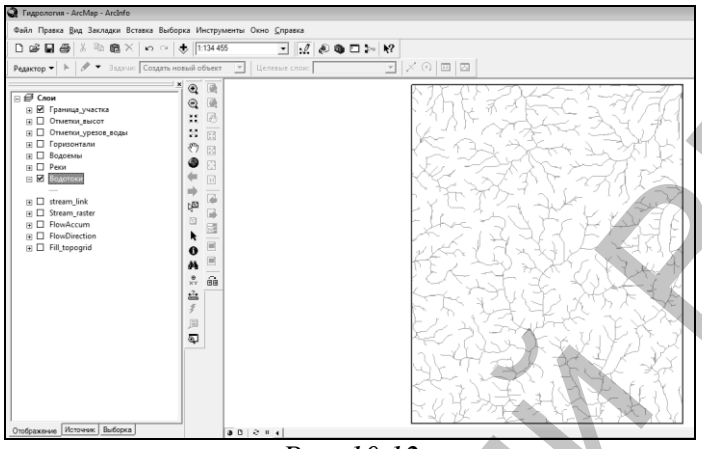


Рис. 10.12

Шаг 9. Рассчитайте *порядки водотоков*. С помощью набора инструментов «*Гидрология*» модуля Spatial Analyst порядки водотоков рассчитываются в зависимости от количества их притоков по методам Страллера или Шрива. По методу Страллера элементарным водотокам, русла которых не имеют притоков, присваивается первый порядок. Второй порядок получают водотоки после слияния двух водотоков первого порядка. Два водотока второго порядка, соединяясь, дают начало водотоку третьего порядка и т.д. Метод Шрива предполагает присвоение порядка водотоку в зависимости от количества его притоков (рис. 10.13).

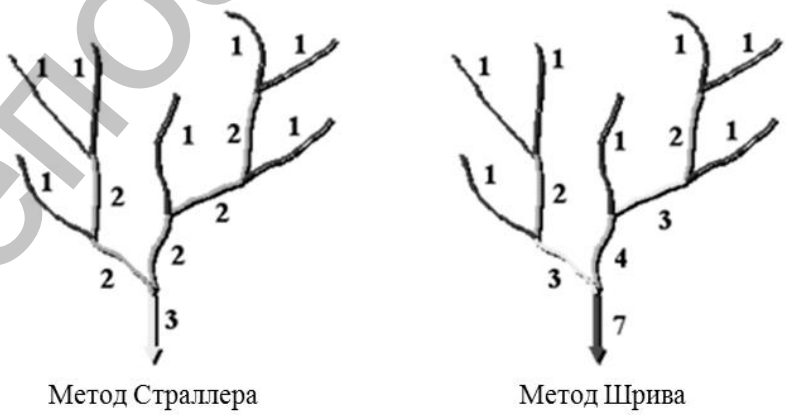


Рис. 10.13

Для создания грид-модели порядков водотоков в окне *ArcToolbox* выберите инструмент *Порядок водотоков* (*Инструменты Spatial Analyst → Гидрология → Порядок водотоков*). В качестве

Репозиторий ВГУ

Входного растра водотоков укажите модель «Stream_raster», *Входного растра направления стока* – модель «FlowDirection». *Выходной растр* сохраните в своей папке под именем *Stream_order*. В качестве *Метода определения порядков водотоков* выберите Strahler. После необходимых расчетов грид-модель порядка постоянных и временных водных потоков будет создана. Подберите символы для порядков водотоков как показано на рис. 10.14.

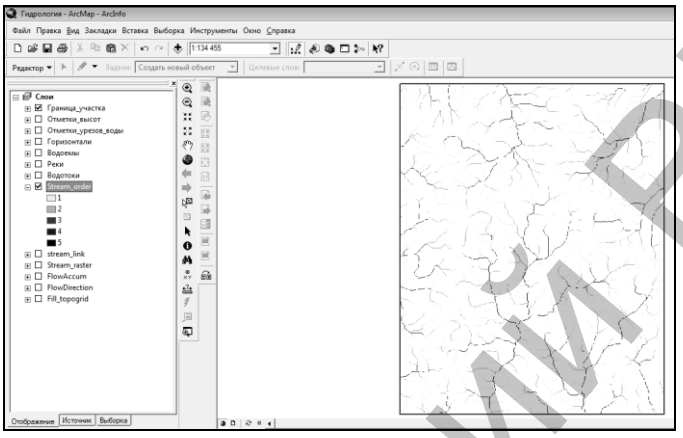


Рис. 10.14

Шаг 10. Создайте *модель времени прохождения воды по линии стока*. Для этого найдите инструмент *Длина линии стока* (*Инструменты Spatial Analyst → Гидрология → Длина линии стока*). В качестве *Входного растра направления стока* выберите модель «FlowDirection». *Выходной растр* сохраните в своей папке под именем *Flow_length*. В качестве *Направления измерений* установите *Upstream*. После необходимых расчетов грид-модель длины линии стока будет создана.

По среднемноголетним данным, зафиксированным на гидропостах данной территории, средняя скорость течения водных потоков составляет 0,3 м/с, а значит 18 м/мин – 1,08 км/ч. Классифицируйте водные потоки объекта исследований по времени прохождения через них воды за 2,5 часа. Для этого зайдите в свойства слоя *Flow_length* (клик правой клавишей по названию слоя в таблице содержания → *Свойства*). На вкладке *Символы* выберите *Показать: Классификация*. Нажмите кнопку *Классифицировать*. В окне «Классификация» выберите метод – *Заданный интервал*, в качестве *Интервала* выберите 2700 м (1,08 км/ч × 2,5 ч = 2,7 км). Подберите символы классов и заполните с использованием клавиатуры в поле *Подпись* их интервалы (в часах) как показано на рис. 10.15.

Репозиторий ВГУ

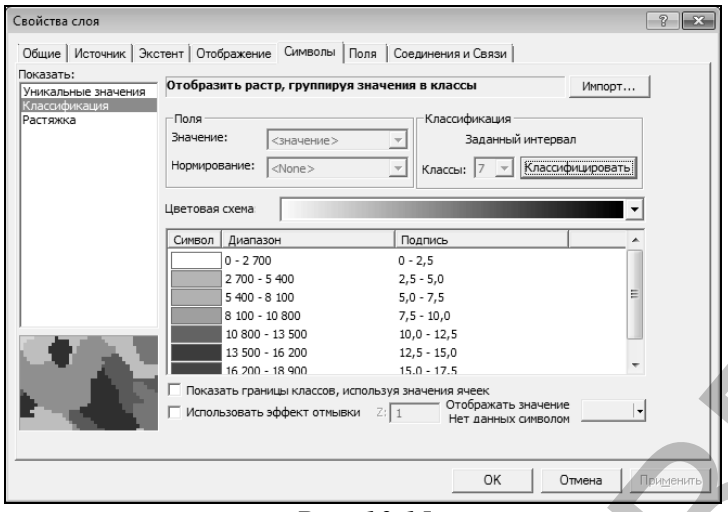


Рис. 10.15

Переименуйте название слоя «*Flow_length*» на *Скорость движения воды, ч*. Для этого сделайте клик правой клавишей по названию слоя в таблице содержания → *Свойства*. Выберите закладку *Общие* и внесите изменения в поле *Имя*.

Шаг 11. Выберите в автоматическом режиме *бассейны рек* района исследований. В окне *ArcToolbox* найдите инструмент *Бассейн* (*Инструменты Spatial Analyst → Гидрология → Бассейн*). В качестве *Входного растра направления стока* выберите модель «*FlowDirection*». *Выходной растр* сохраните в своей папке под именем *Basin*. После необходимых расчетов грид-модель бассейнов рек будет создана.

Зайдите в свойства слоя *Basin* (клик правой клавишей по названию слоя в таблице содержания → *Свойства*). На вкладке *Символы* выберите *Показать: Уникальные значения*. Подберите цветовую схему для уникальных значений (рис. 10.16).

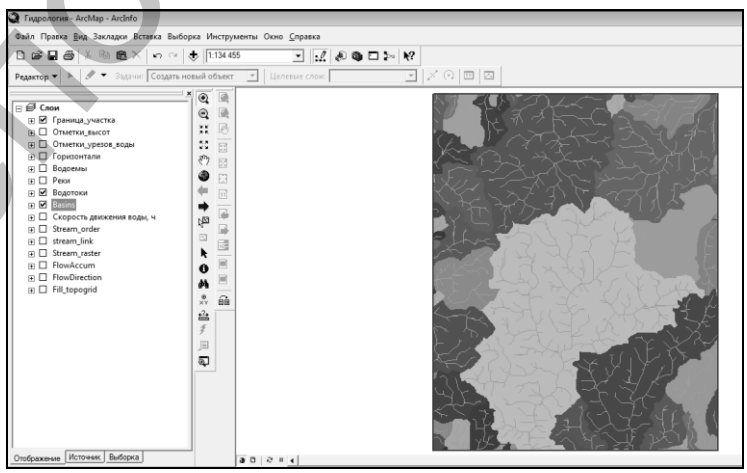


Рис. 10.16

Репозиторий ВГУ

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основную последовательность шагов по выполнению в среде ArcGIS растрового гидрологического ГИС-анализа.
2. Обозначьте основные отрасти науки и практики, в которых возможно использование растрового гидрологического ГИС-анализа.
3. Для каких задач кроме растрового гидрологического ГИС-анализа можно использовать модель рельефа, построенную по методу «Топо в растр»?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11.
Создание и компоновка карт для атласа области

Цель задания: освоить алгоритмы работы с видом компоновки (создание математической основы карты, элементов вспомогательного оснащения и дополнительных данных).

Исходные данные:

БД *Компоновка*, содержащая в себе следующие классы пространственных объектов: *Водоемы*, *Высоты*, *Дороги*, *Леса*, *Области*, *Районы*, *Райцентры*, *Реки.*

Ход выполнения задания:

Шаг 1. Откройте *ArcMap* ГИС ArcGIS. Создайте проект *Атлас Области*. Для этого используйте опцию *Сохранить как* в меню *Файл*. Проект сохраните в своей папке.

Шаг 2. Добавьте в проект все классы пространственных объектов БД «*Компоновка*» (*Водоемы*, *Высоты*, *Дороги*, *Леса*, *Области*, *Районы*, *Райцентры*, *Реки*) воспользовавшись пиктограммой «*Добавить данные*».

Шаг 3. Выполните вырезание исходных данных по области вашего варианта (устанавливается преподавателем). Для этого откройте *атрибутивную таблицу* слоя «*Области*» (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Открыть таблицу атрибутов*). Нажмите на кнопку *Опции* и выберите инструмент *Выбрать по атрибуту*. В открывшемся окне «*Выбрать по атрибутам*» сформируйте SQL-запрос *[Область] = 'Гродненская'* (здесь и далее в качестве примера будет использована данная область). Для этого выполните следующую последовательность: двойной клик мышью по полю атрибутивной таблицы *«Область»*, затем по оператору «=» и по значению «*Гродненская*» (используйте кнопку «*Получить значения*») (рис. 11.1). После этого нажмите кнопку *Применить*. В результате SQL-запроса полигон Гродненской области будет выбран.

Шаг 4. Экспортируйте полигон Гродненской области из слоя «*Области*» *в отдельный класс пространственных объектов* БД «*Компоновка*». Для этого закройте атрибутивную таблицу слоя (обратите

Репозиторий ВГУ

внимание, что выбранный по атрибутам объект остается выделенными). Осуществите экспорт выбранных данных путем клика правой клавишей мышки по слою «*Области*», затем *Данные → Экспорт данных*. *Сохраните* новый класс пространственных объектов под именем *Гродненская_область* в набор классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Компоновка*». Согласитесь добавить экспортированные данные в проект. Удалите слой «*Области*» из проекта (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Удалить)*.

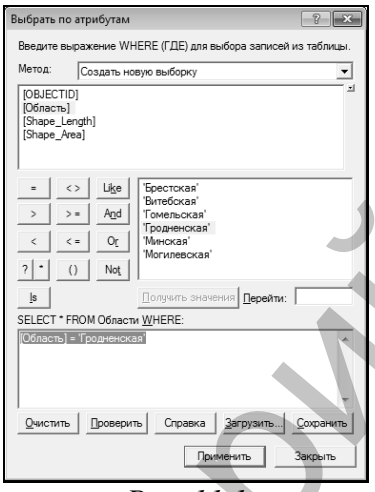


Рис. 11.1

Шаг 4. Выполните вырезание объектов слоя *Водоемы* по границе Гродненской области. Для этого откройте окно *ArcToolbox*, найдите инструмент *Вырезание* (*Анализ → Извлечение → Вырезание*). В окне инструмента (рис. 11.2) в разделе *Входные объекты* выберите слой «*Водоемы*», в разделе *Вырезающие объекты* – слой «*Гродненская_область*». Выходной класс объектов сохраните под именем *Водоемы_Clip* в наборе классов пространственных объектов «*Слои*» БД «*Компоновка*». После необходимых расчетов, программа добавит в проект созданный слой.

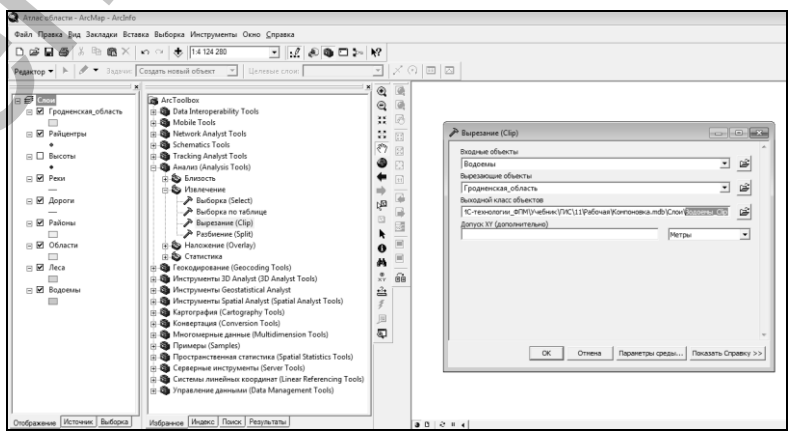


Рис. 11.2

Репозиторий ВГУ

Удалите слой «*Водоемы*» из проекта (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Удалить*).

Аналогичным образом выполните вырезание объектов из слоев *Высоты*, *Дороги*, *Леса*, *Районы*, *Райцентры* и *Реки* по границе Гродненской области. Новые слои называйте «*Название исходного слоя_Clip*». После выполнения вырезания удаляйте исходные слои из проекта.

Приблизьте экстент проекта к слою «*Гродненская_область*» (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Приблизить к слою*).

Шаг 5. Отключите *визуализацию* всех слоев кроме слоя «*Гродненская_область*» (уберите галочки напротив названий слоев в таблице содержания).

Выполните *символизацию* слоя «*Гродненская_область*». Для этого откройте окно *Свойства слоя* (клик правой клавишей мыши по слою → *Свойства*). Выберите закладку *Символы* и установите для слоя функцию отображения *Пространственные объекты: Единый символ*. Кликните по пиктограмме символа и выберите для него *Цвет заполнения* – нет, *Цвет контура* – черный, *Ширина контура* – 1,5.

Шаг 6. По слою «*Высоты*» создайте грид-модель рельефа. Для этого включите модуль *Spatial Analyst* отметив его галочкой в меню *Инструменты → Дополнительные модули*.

Добавьте в проект панель инструментов *Spatial Analyst*. Зайдите в меню *Вид → Панели инструментов* и выберите данный модуль.

На панели инструментов *Spatial Analyst* выберите *Опции*. В окне «*Опции*» в закладке *Экстент* установите экстент анализа *Как у слоя Гродненская_область* (рис. 11.3).

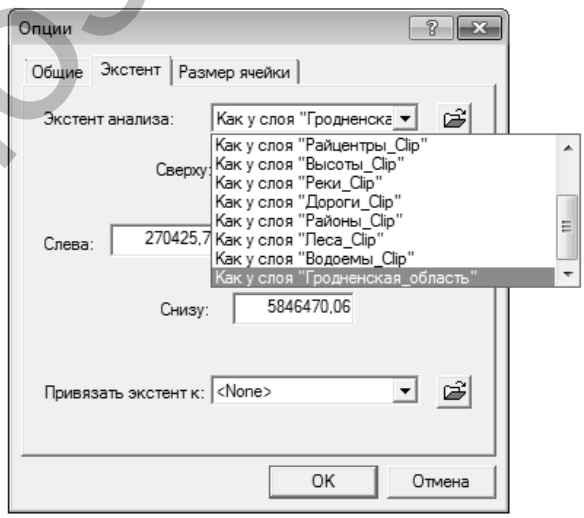


Рис. 11.3

Репозиторий ВГУ

Для интерполяции на панели инструментов *Spatial Analyst* выберите *Интерполировать в растр* → *Сплайн*. В окне интерполяции «*Сплайн*» установите параметры как на рис. 11.4.

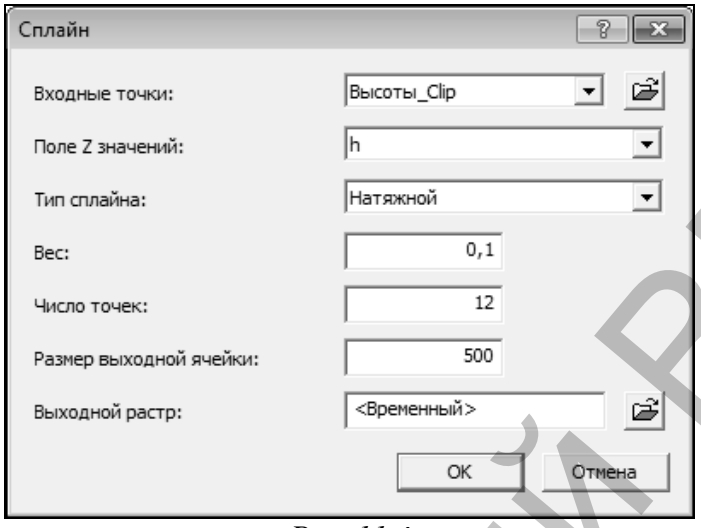


Рис. 11.4

После необходимых расчетов грид-модель рельефа будет создана. Теперь необходимо вырезать ее по теме *Гродненская_область*. Для этого откройте окно *ArcToolbox* , зайдите в блок инструментов *Spatial Analyst Tools*. В наборе инструментов *Извлечение* выберите *Извлечь по маске*. В появившемся диалоговом окне инструмента в разделе *Входной растр* укажите растр «*Сплайн Высоты_Clip*», в разделе *Входные векторные или растровые маски* выберите тему «*Гродненская_область*». *Выходной растр* сохраните под именем *Рельеф* в своей папке. После необходимых расчетов, программа создаст грид.

Удалите слой «*Сплайн Высоты_Clip*» из проекта (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Удалить*).

Шаг 7. Классифицируйте и символизируйте GRID-модель *Рельеф*. Для этого зайдите в свойства слоя (клик правой клавишей по названию в таблице содержания → *Свойства*). Установите *Показать: Классификация*. Нажмите кнопку *Классифицировать*. В окне «*Классификация*» укажите метод – *Заданный интервал* и *Интервал* – 500 м. Выберите для грида *цветовую схему*, сочетающую в себе оттенки зеленого, желтого и коричневого.

После выбора цветовой схемы нажмите на нее правой клавишей мыши и выберите *Свойства* (рис. 11.5).

Репозиторий ВГУ

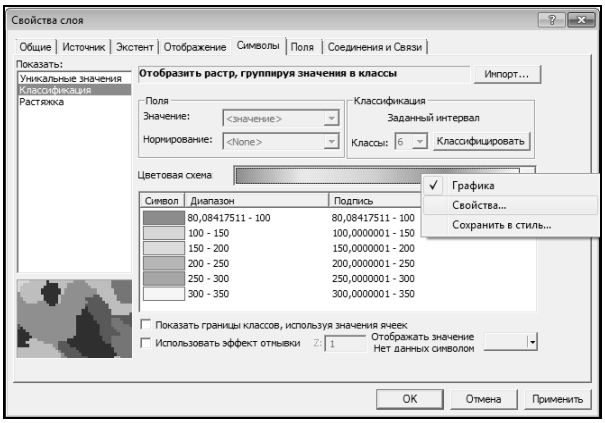


Рис. 11.5

Выделите последний фрагмент оттенков цветовой схемы (рис. 11.6) и нажмите кнопку *Удалить*.

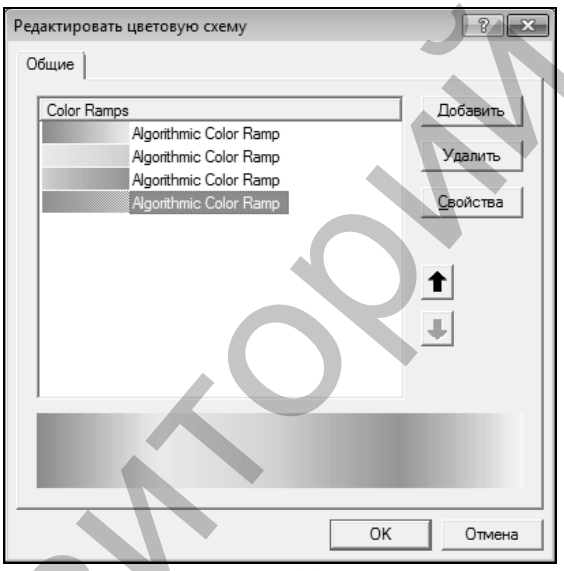


Рис. 11.6

В окне «*Свойства слоя*» нажмите правой клавишей мыши на рубрику «*Подпись*» и выберите *Формат подписей* (рис. 11.7).

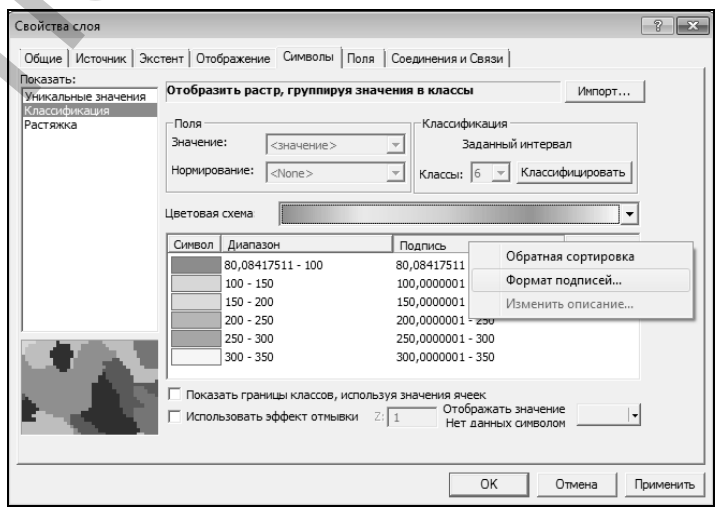


Рис. 11.7

Репозиторий ВГУ

В окне «*Числовые форматы*» установите *Число десятичных знаков – 1*, поставьте галочку напротив опции *Дополнять нулями* (рис. 11.8).

Шаг 8. Включите *визуализацию* слоев «*Водоемы_Clip*», «*Реки_Clip*» и «*Райцентры_Clip*».

Выполните *символизацию* слоя «*Водоемы_Clip*». Для этого откройте окно *Свойства слоя* (клик правой клавишей мыши по слою → *Свойства*). Выберите закладку *Символы* и установите для слоя функцию отображения *Пространственные объекты: Единый символ*. Кликните по пиктограмме символа и выберите для него *Цвет заполнения* – синий, *Ширина контура* – 0.

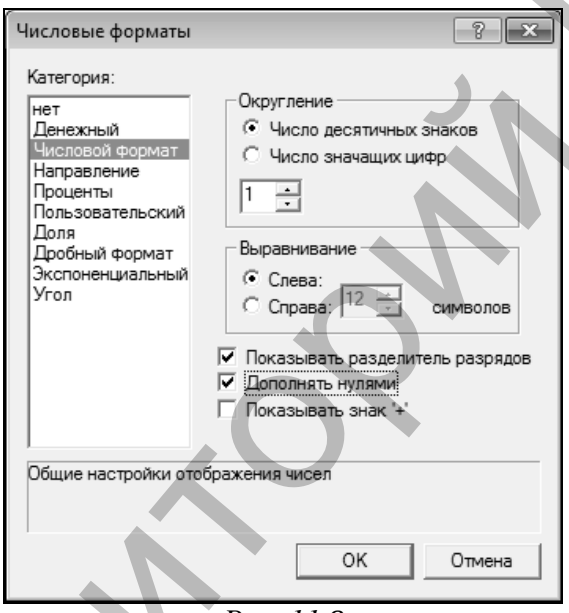


Рис. 11.8

Аналогично подберите символизацию по методу «*Единый символ*» для слоя «*Реки_Clip*». Выберите линию синего цвета шириной 1. Для слоя «*Райцентры_Clip*» установите *Символ* «*Circle 2*», *Цвет* – коричневый, *Размер* – 6.

Шаг 9. Перейдите в *Вид компоновки* (*Вид → Вид компоновки*). Выберите *Файл → Параметры страницы и печати*. В поле *Размер* установите лист формата А4. *Ориентацию страницы* определите в зависимости от формы области вашего варианта. Выберите опцию *Использовать страницу принтера* в качестве размера страницы карты (рис. 11.9).

Шаг 10. Создайте надписи объектов слоя «*Райцентры_Clip*». В *Свойствах слоя*, в закладке *Надписи* отметьте галочкой опцию *Надписать объекты этого слоя*, выберите полем надписи *Name* и символизируйте надписи шрифтом Arial, полужирный, размер – 7, цвет – коричневый.

Репозиторий ВГУ

Аналогично сформируйте подписи для слоев «*Водоемы_Clip*» (поле надписи – *Name*, шрифт Arial, полужирный, курсив, размер 6, цвет – синий) и «*Реки_Clip*» (поле надписи – Название, шрифт Arial, полужирный, курсив, размер 6, цвет – синий).

Конвертируйте надписи слоев «*Райцентры_Clip*», «*Водоемы_Clip*» и «*Реки_Clip*» в аннотации. Для этого необходимо щелкнуть правой клавишей мыши по слою и выбрать *Конвертировать надписи в аннотации.* Так интерактивные надписи переводятся в вид стабильной графики. Сохраняйте аннотации в документе карты (рис. 11.10).

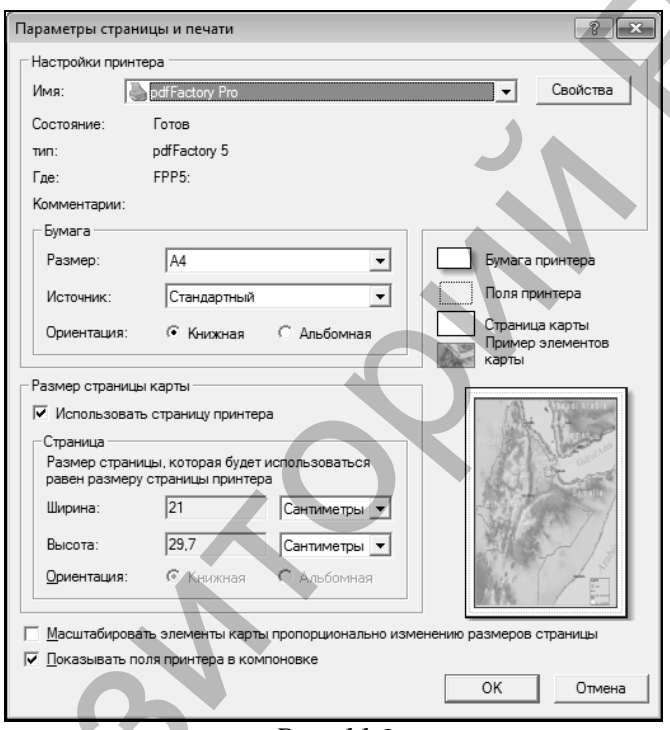


Рис. 11.9

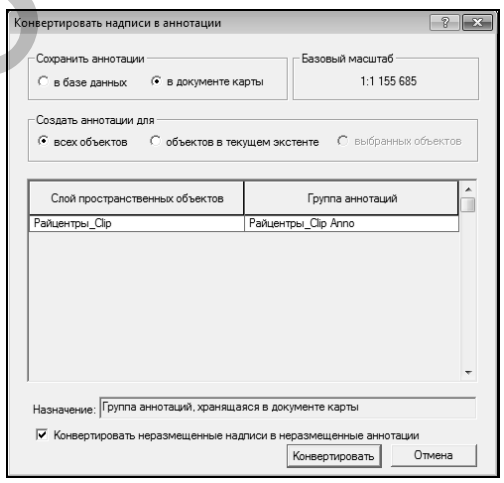


Рис. 11.10

Репозиторий ВГУ

В случае появления *неразмещенных надписей* в одноименном окне щелкните правой клавишей мыши по названию и выберите *Добавить аннотацию* (рис. 11.11).

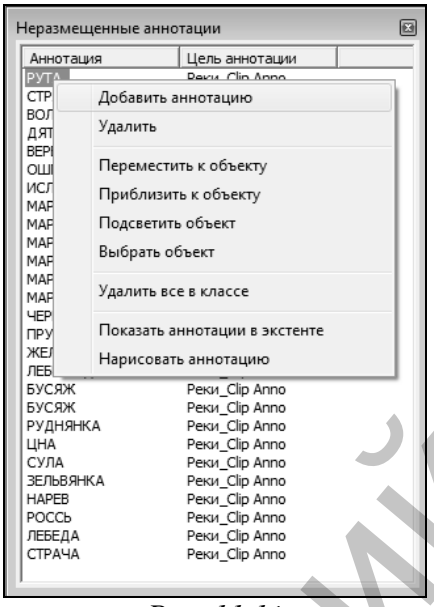


Рис. 11.11

Сделайте двойной щелчок левой клавишей мыши внутри рамки, ограничивающей картографическое изображение. После этого вид компоновки карты примет вид аналогичный рис. 11.12.

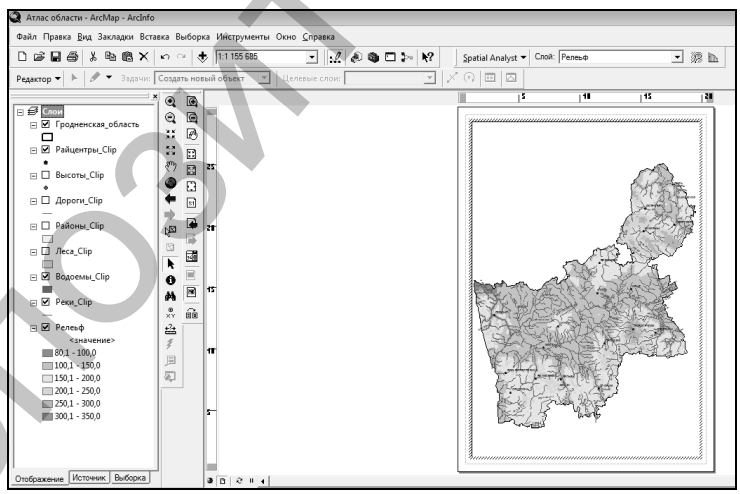


Рис. 11.12

С помощью инструментов *Выбрать элементы* и *Повернуть* , находящихся на панели *Рисование* (расположена в нижней части окна программы), отредактируйте размещение всех надписей таким образом, чтобы они не накладывались друг на друга и на векторные объекты. Навигацию по карте во время редактирования осуществляйте с помощью панели инструментов *Компоновка* (рис. 11.13). Повто-

Репозиторий ВГУ

ряющиеся надписи удаляйте с помощью нажатия кнопки «*Delete*» на клавиатуре, предварительно выделив их инструментом «*Выбрать элементы*» (рис. 11.14).

Рис. 11.13

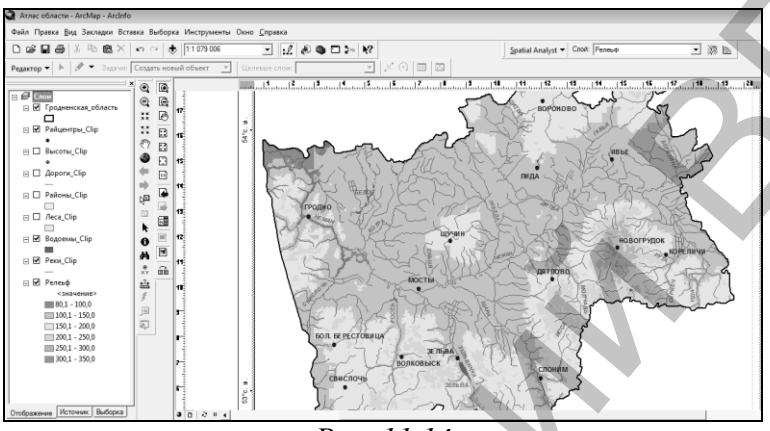


Рис. 11.14

Шаг 11. Создайте *градусную сетку*. Для этого зайдите в *Свойства фрейма данных* (*Вид → Свойства фрейма данных*), в закладке *Сетки* нажмите на кнопку *Новая сетка*. В окне «*Мастер сеток*» выберите опцию *Градусная*. Из вариантов оформления остановитесь на «*Только подписи*», в качестве интервала размещения параллелей и меридианов установите 1°, остальные параметры оставьте по умолчанию.

Оформите дизайн градусной сетки. Для этого еще раз зайдите в «*Свойства фрейма данных*», закладку «*Сетки*». Выделите созданную вами градусную сетку и нажмите кнопку *Свойства*. В закладке *Надписи* нажмите кнопку *Дополнительные свойства* и уберите галочки на показе минут и секунд. Остальные свойства оставьте аналогичными.

С помощью инструмента *Выбрать элементы* растяните рамку картографического изображения на размер листа. С помощью инструмента *Переместить* поместите полигон Гродненской области в центр листа.

Инструментами *Увеличить* и *Уменьшить* добейтесь полного заполнения картографическим изображением размера листа по горизонтали или по вертикали (в зависимости от конфигурации области вашего варианта) (рис. 11.15). Сохраните текущий экстент карты с помощью меню *Закладки → Создать*. Назовите новую закладку «*Гродненская область*». В случае смещения экстента карты к нему можно будет вернуться, воспользовавшись меню *Закладки → Гродненская область*.

Репозиторий ВГУ

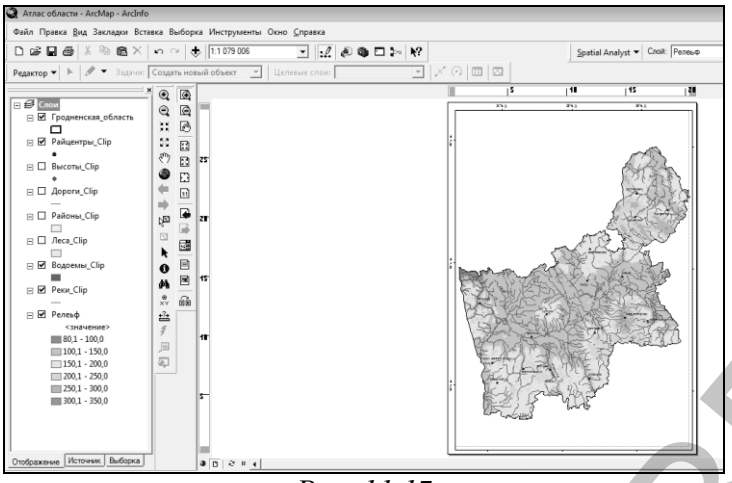


Рис. 11.15

Шаг 12. Создайте *масштабную линейку*. Для этого воспользуйтесь меню *Вставка → Масштабная линейка*. В окне «Выбрать: *Масштабная линейка*» остановитесь на стиле *Scale Line 1*, после этого нажмите кнопку «*Свойства*». В окне «*Масштабная линейка*» выберите закладку «*Масштаб и единицы*» и установите параметры аналогичные рис. 11.16.

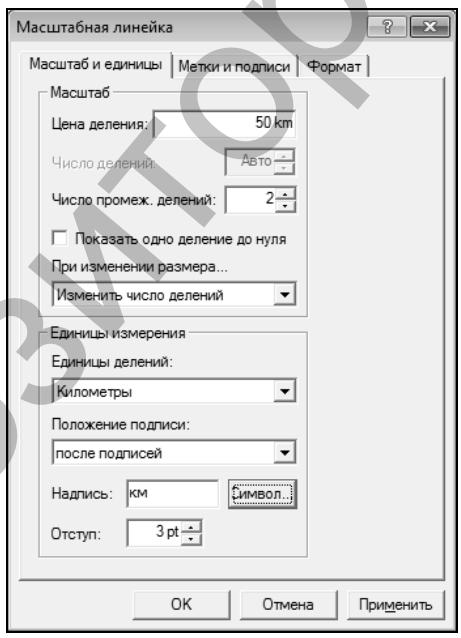


Рис. 11.16

После этого перейдите в закладку *Формат* и выберите для надписей шрифт Arial, полужирный, размер 8.

После создания масштабной линейки с помощью инструмента *Выбрать элементы* переместите ее в нижнюю часть листа карты.

Шаг 13. Создайте *легенду карты*. Для этого выберите *Вставка → Легенда*. В окне «*Мастер легенды*» в качестве элементов легенды оставьте слои «*Рельеф*», «*Реки_Clip*» и «*Водоемы_Clip*», рис. 11.17.

Репозиторий ВГУ

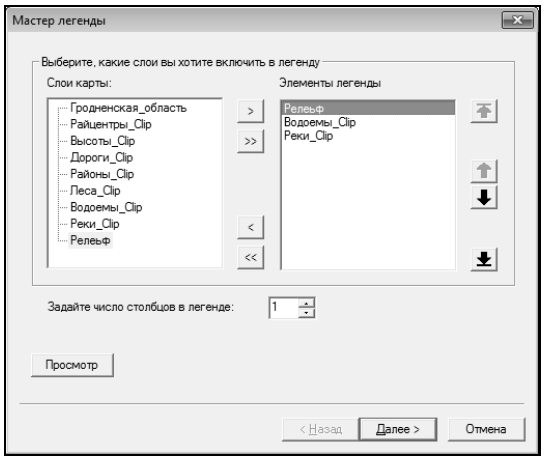
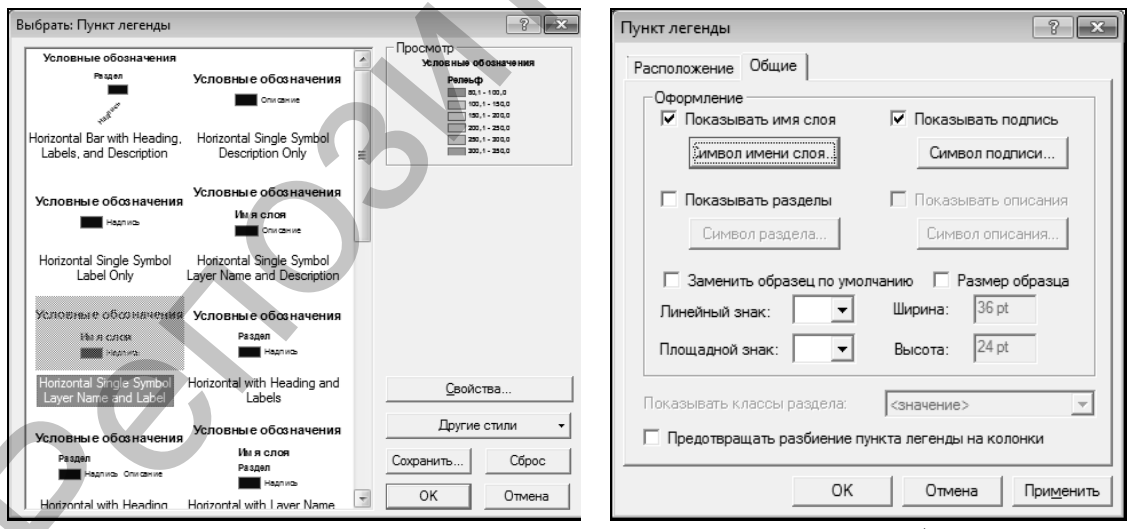


Рис. 11.17

В следующем разделе окна «*Мастер легенды*» удалите в качестве *Заголовка легенды* словосочетание «*Условные обозначения*». В остальных разделах оставьте параметры по умолчанию.

В компоновку карты будет добавлена легенда. Щелкните по ней правой клавишей мыши и выберите *Свойства*. В закладке *Пункты легенды* щелкните два раза левой клавишей по пункту легенды «*Рельеф*» и выберите вариант оформления отраженный на рис. 11.18, а. После этого нажмите на кнопку *Свойства*. В окне «*Пункт легенды*» щелкните по кнопке «*Символ имени слоя*» и выберите для него шрифт Arial, размер 9. Аналогичный шрифт и размер определите для символа подписи, щелкнув на одноименную кнопку, рис. 11.18, б.



а *б*

Рис. 11.18

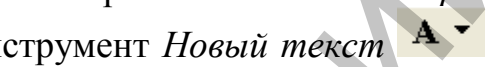
Для пунктов легенды «*Реки_Clip*» и «*Водоемы_Clip*» в качества варианта оформления выберите *Horizontal Single Symbol Label Only*. В свойствах установите для символа надписи шрифт Arial, размер 9.

Репозиторий ВГУ

С помощью инструмента *Выбрать элементы* переместите легенду на свободное от картографического изображения пространство листа карты.

Переименуйте имена слоев карты, задействованных в построении легенды (*Рельеф*, *Реки_Clip* и *Водоемы_Clip*). Для этого в таблице содержания щелкните по слою правой клавишей мыши и выберите *Свойства*. В разделе *Общие* с помощью клавиатуры введите в поле *Имя слоя* для слоя «*Рельеф*» – *Абсолютные высоты, м*, для слоя *Реки_Clip – Реки и ручьи*, для слоя *Водоемы_Clip – Водоемы*. После этого автоматически изменятся и надписи пунктов легенды.

Шаг 14. Используя сеть Интернет скачайте фотографии, отражающие природу области вашего варианта. Вставьте их в компоновку карты в места свободные от картографического изображения с помощью меню *Вставка → Рисунок*. Используя инструмент *Выбрать элементы* отредактируйте их местоположение и размеры.

Создайте подпись карты «*Физическая карта Гродненской области*» используя инструмент *Новый текст*  на панели инструментов «*Рисование*». Изменить шрифт надписи можно щелкнув по ней правой клавишей мыши и выбрав *Свойства*. Разметите надпись в верхней части листа карты.

Определите цвет фона. Для этого выберите *Вид → Свойства фрейма данных*. Во вкладке *Фрейм* в разделе «*Фон*» установите цвет «*Olive*».

Шаг 15. Сохраните проект под именем «*Физическая карта*». Для этого используйте опцию *Файл → Сохранить как*.

Экспортируйте готовую карту в растровый формат, рис. 11.19. Для этого выберите *Файл → Экспорт карты*. Сохраните карту в своей папке под именем «*Физическая карта*». В качестве *Типа карты* установите формат JPEG. Откройте режим *Опции*. Во вкладке *Общие* задайте разрешение растра равным 300 dpi.

Шаг 16. Сохраните проект под именем «*Административное деление и дорожная сеть*». Для этого используйте опцию *Файл → Сохранить как*.

Оставьте на визуализации следующие слои карты: *Гродненская_область*, *Райцентры_Clip*, *Дороги_Clip*, *Районы_Clip*. Символизируйте векторы и сформируйте компоновку аналогично рис. 11.20. Экспортируйте готовую карту в растровый формат. Сохраните проект (*Файл → Сохранить*).

Репозиторий ВГУ

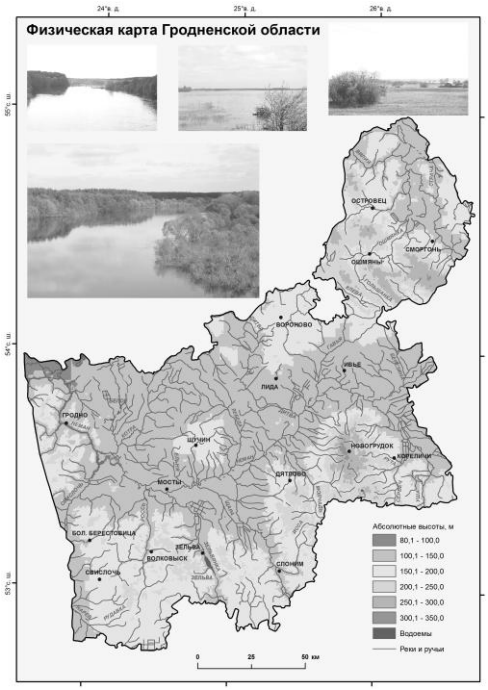


Рис. 11.19

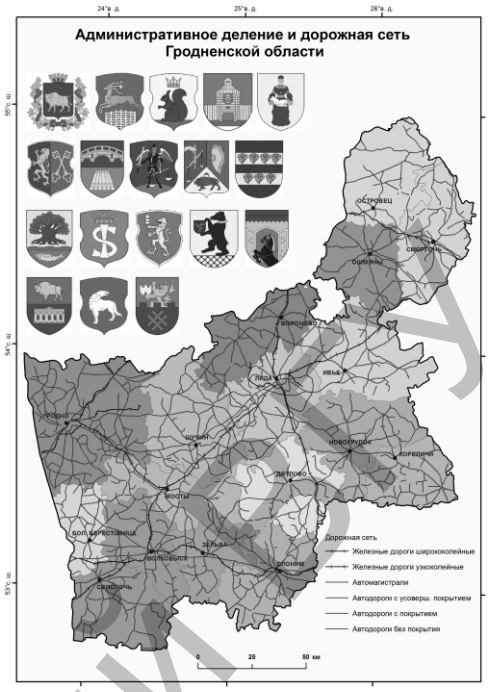


Рис. 11.20

Шаг 17. Сохраните проект под именем «*Леса*». Включите визуализацию следующих слоев карты: *Гродненская_область*, *Райцентры_Clip*, *Районы_Clip*, *Водоемы_Clip*, *Реки_Clip*, *Леса_Clip*.

Символизируйте векторы и сформируйте компоновку аналогично рис. 11.21. Экспортируйте готовую карту в растровый формат. Сохраните проект (*Файл → Сохранить*).

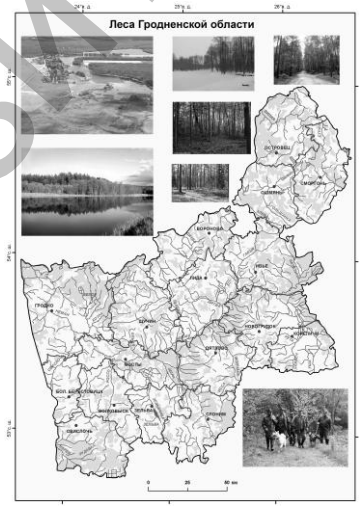


Рис. 11.21

Шаг 18. Сохраните проект под именем «*Население*». Оставьте в проекте слои *Гродненская_область*, *Райцентры_Clip* и *Районы_Clip*. Включите их визуализацию на карте. Остальные слои удалите из проекта.

Репозиторий ГГУ

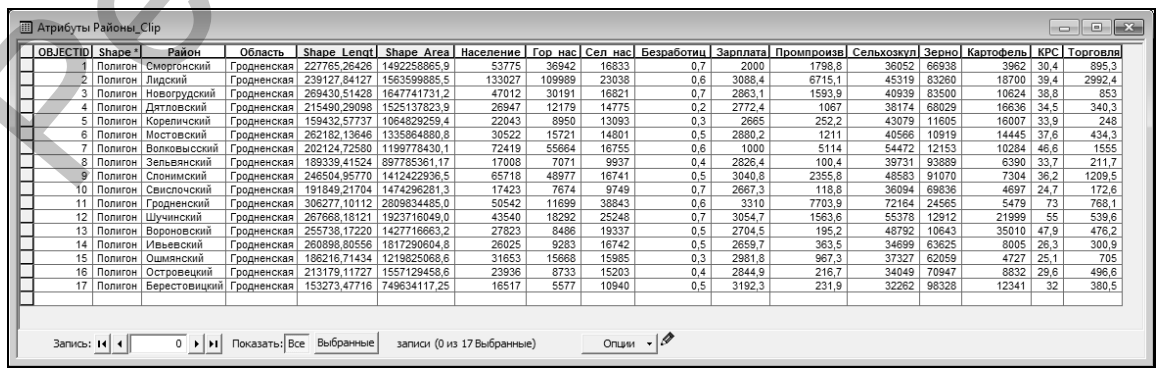
Шаг 19. Откройте таблицу атрибутов слоя *Районы_Clip* (клик правой клавишей мыши по названию слоя в таблице содержания → *Открыть таблицу атрибутов*). Создайте серию новых полей согласно табл. 11.1 (для создания поля следует нажать кнопку *Опции* и выбирать *Добавить поле*).

Таблица 11.1

Новые атрибутивные поля слоя «Районы_Clip»

Имя поля	Тип поля	Показатель, отражаемый в атрибутивном поле
Население	Double	Численность населения, чел.
Гор_нас	Double	Численность городского населения, чел.
Сел_нас	Double	Численность сельского населения, чел.
Безработица	Double	Уровень зарегистрированной безработицы, процент к экономически активному населению
Зарплата	Double	Номинальная начисленная среднемесячная заработная плата работников, тыс. руб.
Промпроизводство	Double	Объем промышленного производства, млрд. руб.
Сельхозкультуры	Double	Посевная площадь сельхозкультур, га
Зерно	Double	Валовой сбор зерновых и зернобобовых, тонн
Картофель	Double	Валовой сбор картофеля, тонн
КРС	Double	Поголовье крупного рогатого скота тыс. голов
Торговля	Double	Розничный товарооборот торговли через все каналы реализации на душу населения, тыс. руб.

Шаг 20. Начните сеанс редактирования (*Редактор → Начать редактирование*). Используя статистические данные ежегодника «*Регионы Республики Беларуси*» Национального статистического комитета Республики Беларусь (http://belstat.gov.by → *Официальная статистика → Статистические издания*) заполните все созданные вами атрибутивные поля слоя «*Районы_Clip*» касательно последнего года статистики (например, за 2015 по сборнику «Регионы Республики Беларусь. Основные социально-экономические показатели городов и районов, 2015 (том 2)», рис. 11.22). После заполнения завершите сеанс редактирования (*Редактор → Завершить редактирование*) сохранив все изменения.


Атрибуты Районы_Clip

OBJECTID	Shape *	Район	Область	Shape_Lengt	Shape_Area	Население	Гор_нас	Сел_нас	Безработиц	Зарплата	Промпроизв	Сельхозкул	Зерно	Картофель	КРС	Торговля
1	Полигон	Сморгонский	Гродненская	227765,26426	1492258865,9	53775	36942	16833	0,7	2000	1798,8	36052	66938	3962	30,4	895,3
2	Полигон	Лидский	Гродненская	239127,84127	1563599885,5	133027	109989	23038	0,6	3088,4	6715,1	45319	83260	18700	39,4	2992,4
3	Полигон	Новогрудский	Гродненская	269430,51428	1647741731,2	47012	30191	16821	0,7	2863,1	1593,9	40939	83500	10624	38,8	853
4	Полигон	Дятловский	Гродненская	215490,29098	1525137823,9	26947	12179	14775	0,2	2772,4	1067	38174	68029	16636	34,5	340,3
5	Полигон	Кореличский	Гродненская	159432,57737	1064829259,4	22043	8950	13093	0,3	2665	252,2	43079	11605	16007	33,9	248
6	Полигон	Мостовский	Гродненская	262182,13646	1335864880,8	30522	15721	14801	0,5	2880,2	1211	40566	10919	14445	37,6	434,3
7	Полигон	Волковысский	Гродненская	202124,72580	1199778430,1	72419	55664	16755	0,6	1000	5114	54472	12153	10284	46,6	1555
8	Полигон	Зельвянский	Гродненская	189339,41524	897785361,17	17008	7071	9937	0,4	2826,4	100,4	39731	93889	6390	33,7	211,7
9	Полигон	Слонимский	Гродненская	246504,95770	1412422936,5	65718	48977	16741	0,5	3040,8	2355,8	48583	91070	7304	36,2	1209,5
10	Полигон	Свислочский	Гродненская	191849,21704	1474296281,3	17423	7674	9749	0,7	2667,3	118,8	36094	69836	4697	24,7	172,6
11	Полигон	Гродненский	Гродненская	306277,10112	2809834485,0	50542	11699	38843	0,6	3310	7703,9	72164	24565	5479	73	768,1
12	Полигон	Шучинский	Гродненская	267668,18121	1923716049,0	43540	18292	25248	0,7	3054,7	1563,6	55378	12912	21999	55	539,6
13	Полигон	Вороновский	Гродненская	255738,17220	1427716663,2	27823	8486	19337	0,5	2704,5	195,2	48792	10643	35010	47,9	476,2
14	Полигон	Ивьевский	Гродненская	260898,80556	1817290604,8	26025	9283	16742	0,5	2659,7	363,5	34699	63625	8005	26,3	300,9
15	Полигон	Ошмянский	Гродненская	186216,71434	1219825068,6	31653	15668	15985	0,3	2981,8	967,3	37327	62059	4727	25,1	705
16	Полигон	Островецкий	Гродненская	213179,11727	1557129458,6	23936	8733	15203	0,4	2844,9	216,7	34049	70947	8832	29,6	496,6
17	Полигон	Берестовицкий	Гродненская	153273,47716	749634117,25	16517	5577	10940	0,5	3192,3	231,9	32262	98328	12341	32	380,5

Запись: 0 Показать: Все Выбранные записи (0 из 17 Выбранные) Опции

Рис. 11.22

Репозиторий БГУ

Шаг 20. Скопируйте слой «*Районы_Clip*» (клик правой клавишей мыши по слою в таблице содержания → *Копировать*). Вставьте его во фрейм данных (*Правка* → *Вставить*) и назовите «*Сельское и городское население*» (клик правой клавишей мыши по слою → *Свойства* → *Общие* → *Имя слоя*). Слой «*Районы_Clip*» переименуйте в «*Население*».

Шаг 21. Символизируйте слой «*Население*» (рис. 11.23). Для этого откройте окно *Свойства слоя* (клик правой клавишей мыши по слою → *Свойства*). Выберите закладку *Символы* и установите для слоя функцию отображения *Количество: Градуированные цвета*. В качестве поля значений установите *Население*. После этого нажмите кнопку *Классифицировать*. В окне «*Классификация*» выберите метод – *Заданный интервал* и *Интервал* – 25 000. Выберите *цветовую схему*, сочетающую в себе оттенки желтого, оранжевого и красного. Нажав правой клавишей мыши на рубрику «*Подпись*» выберите *Формат подписей*. В окне «Числовые форматы» установите *Число десятичных знаков – 1*, выберите также опцию *Дополнять нулями*.

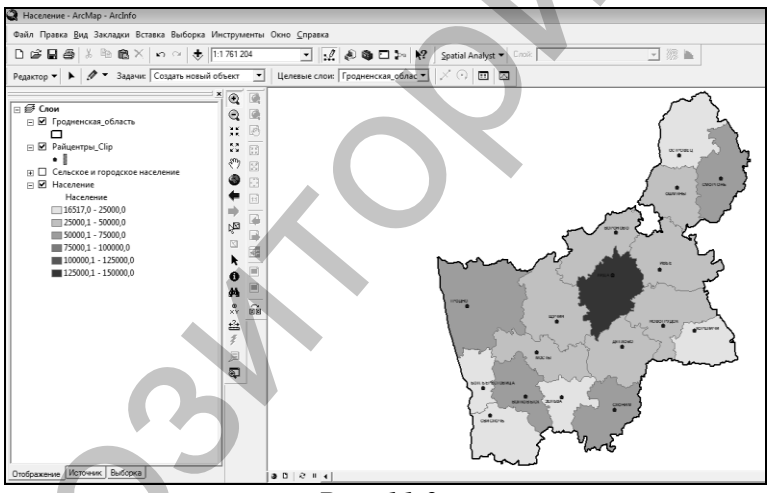


Рис. 11.23

Шаг 22. Символизируйте слой «*Сельское и городское население*». Установите для слоя функцию отображения *Диаграмма: Круговая диаграмма*. В качестве полей диаграммы выберите *Гор_нас* и *Сел_нас* (рис. 11.24, 11.25). Для фона установите цвет – нет цвета, размер контура – 0. Определите размер диаграммы – 35 тчк.

Шаг 23. Сформируйте диаграмму по полю *Безработица*. Для этого выберите *Инструменты* → *Диаграмма* → *Создать*. В окне «*Мастер построения диаграмм*» установите параметры аналогичные рис. 11.26, 11.27.

После создания диаграммы щелкните по названию окна диаграммы правой клавишей мыши и выберите опцию *Добавить в компоновку*.

Репозиторий ВГУ

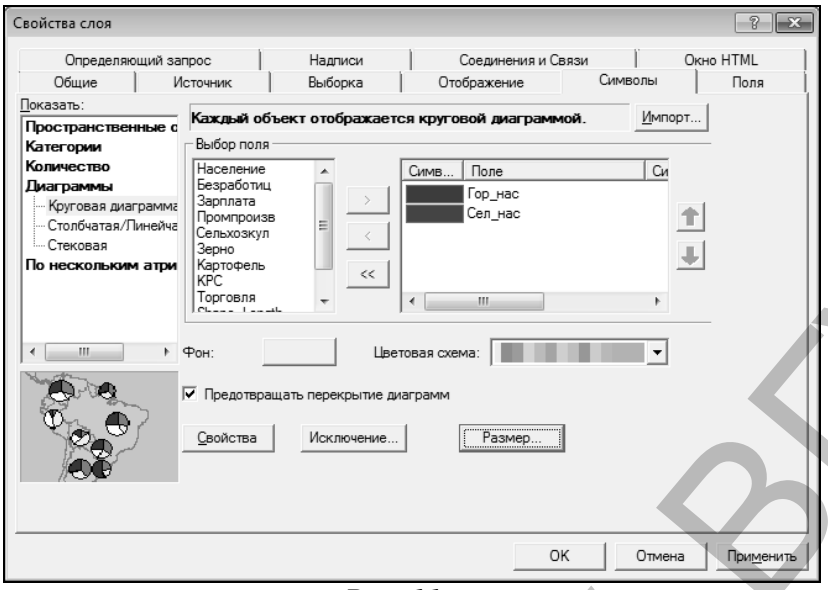


Рис. 11.24

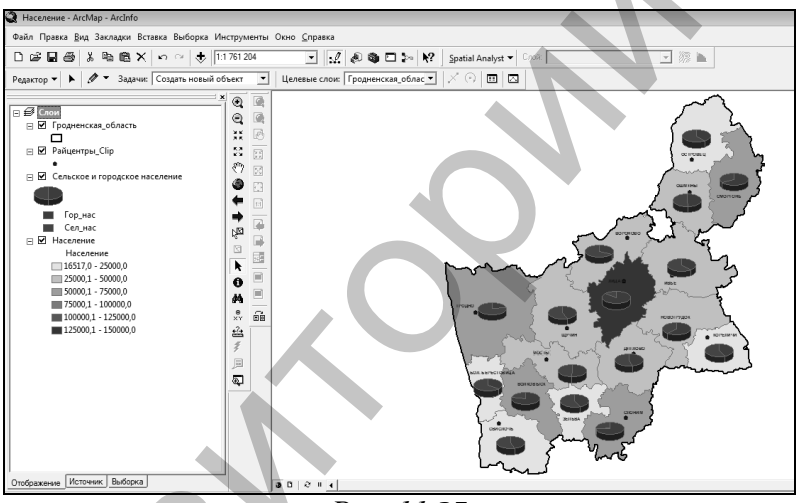


Рис. 11.25

Шаг 24. Сформируйте компоновку аналогично рис. 11.28. Экспортируйте готовую карту в растровый формат. Сохраните проект (*Файл → Сохранить*).

Репозиторий ВГУ

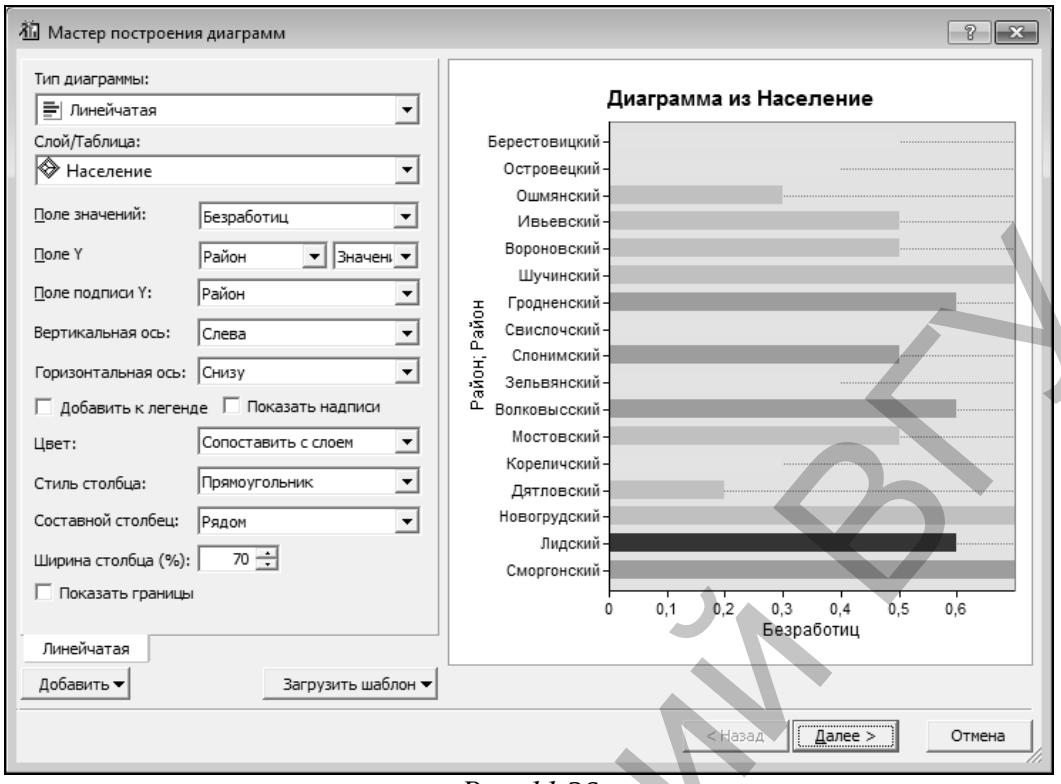


Рис. 11.26

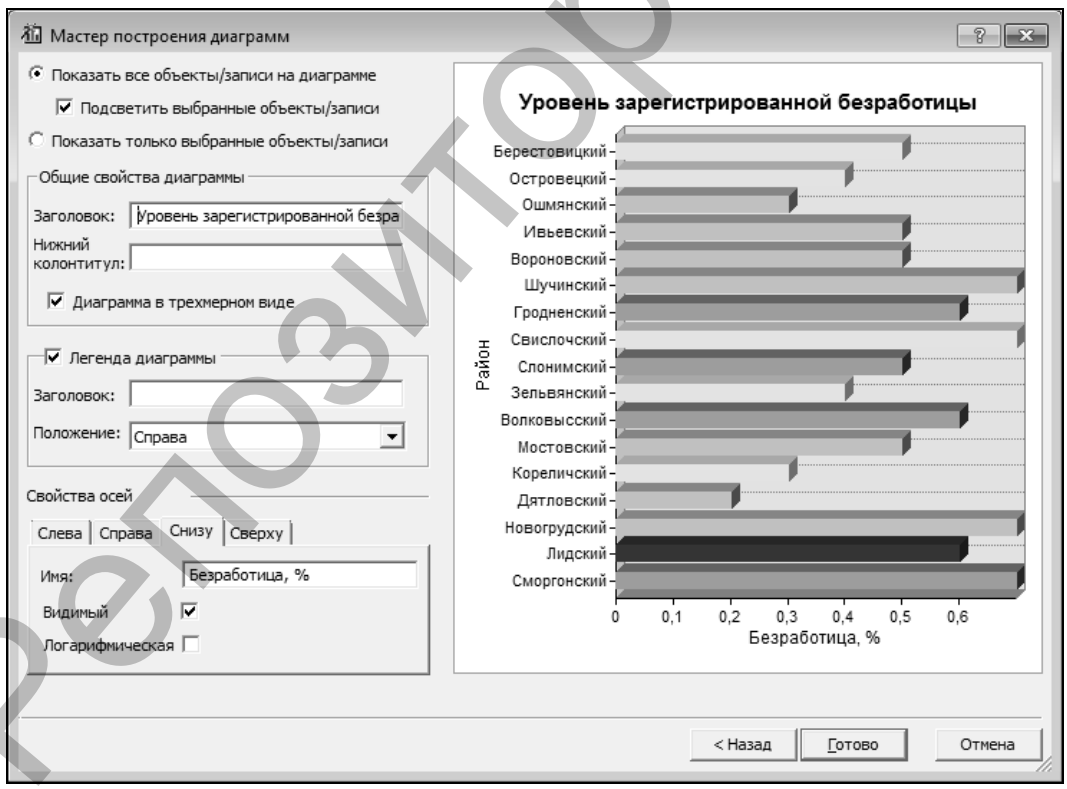


Рис. 11.27

Репозиторий ВГУ

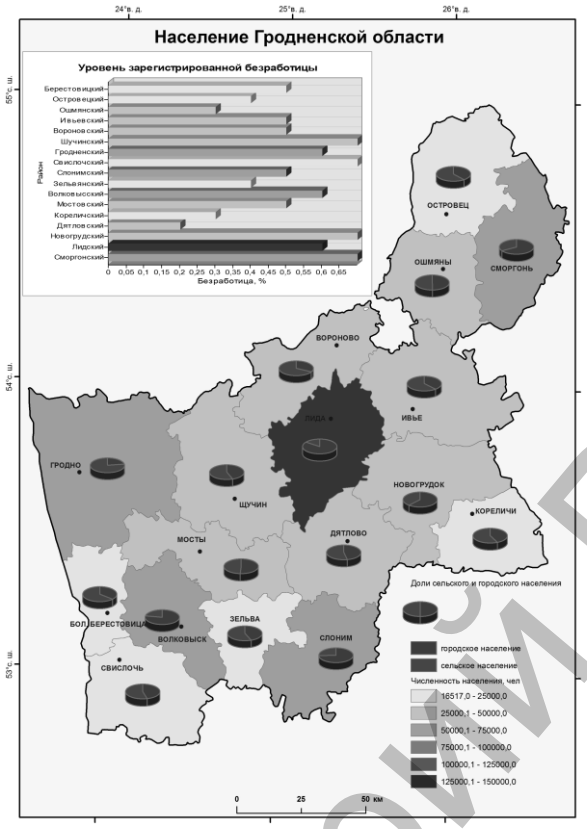


Рис. 11.28

Шаг 25. Сохраните проект под именем «*Сельское хозяйство*». Измените название слоя «*Население*» на *Посевы*, слоя «*Сельское и городское население*» на *Культуры*.

Символизируйте слой «*Посевы*» по методу *Количество: Градуированные цвета*. В качестве поля значений установите *Сельхозкультуры*. Для слоя «*Культуры*» задайте функцию отображения *Диаграмма: Столбчатая/Линейная*. В качестве полей диаграммы выберите *Зерно* и *Картофель*. Сформируйте диаграмму по полю *КРС*.

Подготовьте компоновку карты аналогично рис. 11.29. Экспортируйте готовую карту в растровый формат. Сохраните проект (Файл → *Сохранить*).

Шаг 25. Сохраните проект под именем «*Зарплата, промышленное производство и торговля*». Измените название слоя «*Посевы*» на *Зарплата*, слоя «*Культуры*» – на *Промпроизводство*.

Символизируйте слой «*Зарплата*» по методу *Количество: Градуированные цвета*. В качестве поля значений установите *Зарплата*. Для слоя «*Культуры*» задайте функцию отображения *Количество: Пропорциональные символы* (поле *Промпроизводство*). Сформируйте диаграмму по полю *Торговля*.

Подготовьте компоновку карты аналогично рис. 11.30. Экспортируйте готовую карту в растровый формат. Сохраните проект (*Файл → Сохранить*).

Репозиторий ВГУ

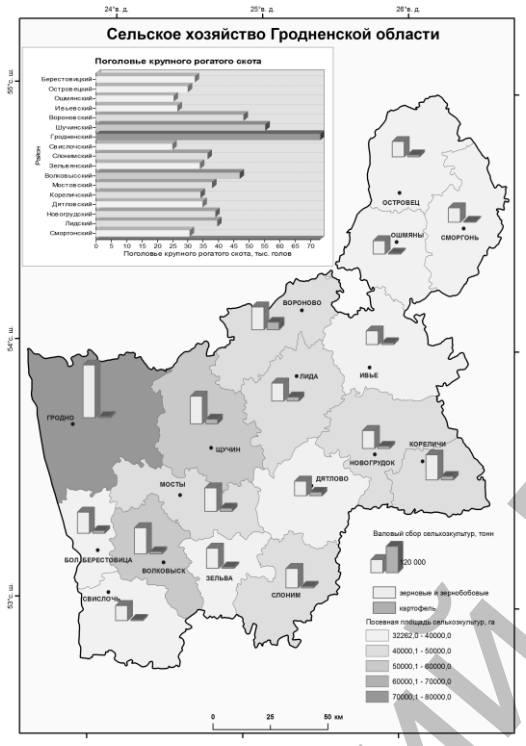


Рис. 11.29

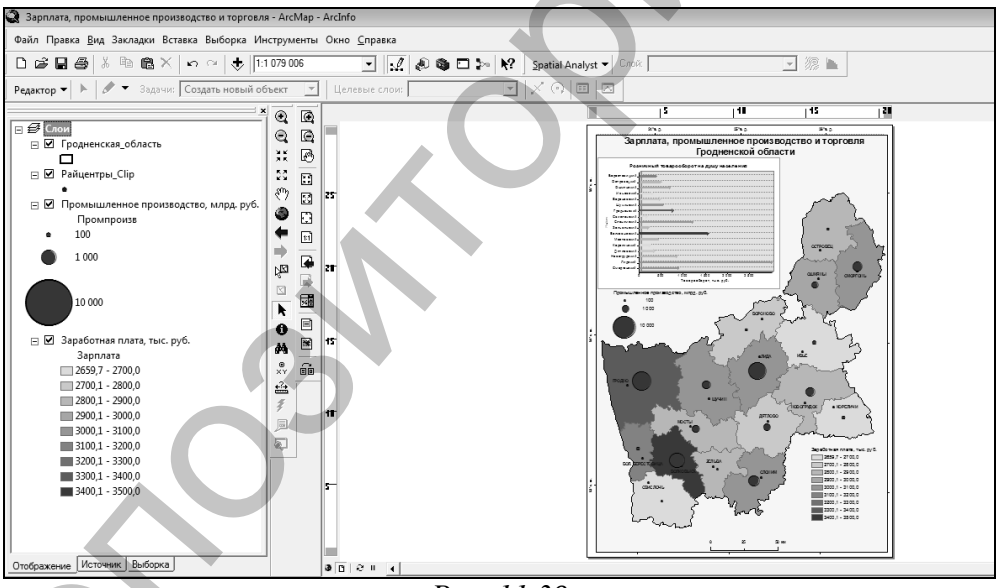


Рис. 11.30

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основную последовательность шагов по созданию компоновки карты в среде ArcGIS.

2. Что такое аннотации в ГИС ArcGIS? Каким образом они хранятся?

3. Какие элементы математической основы карт, вспомогательного оснащения и дополнительных данных можно сформировать в среде ArcGIS?

4. Перечислите методы классификации количественных данных. Дайте их краткую характеристику.

5. Какие типы символизации векторных слоев применяются при создании картограмм и картодиаграмм?

Репозиторий ВГУ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Абламейко С.В., Апарин Г.П., Крючков А.Н. Географические информационные системы. Создание цифровых карт. Минск, 2000.

2 Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Ю.Б. Баранов [и др.]. М., 1999.

3 Гурьянова Л.В. Аппаратно-программные средства ГИС. Минск, 2004.

4 Гурьянова Л.В. Введение в географические информационные системы. Минск, 2009.

5 ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы: пер. с англ. М., 1999.

6 Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. и др. Основы геоинформатики: в 2 кн.: учеб. пособие для студентов вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2004.

7 Коротаев М.В., Правикова Н.В. Применение геоинформационных систем в геологии: учебное пособие. М.: КДУ, 2008.

8 Курлович Д.М. Геоинформационные методы анализа и прогнозирования погоды: учеб.-метод. пособие. Минск: БГУ, 2013.

9 Курлович Д.М., Жуковская Н.В., Ковалевская О.М. Геоинформационные технологии. Лабораторный практикум: практикум. Минск: БГУ, 2015.

10 Маккой Дж. ArcGIS 9. Spatial Analyst. Руководство пользователя: пер. с англ. М., 2004.

11 Маккой Дж. ArcGIS 9. Геообработка в ArcGIS: пер. с англ. М., 2004.

12 Миами М. ArcMap. Руководство пользователя: в 2 ч.: пер. с англ. М., 2001.

13 Самардак А.С. Геоинформационные системы: электрон. учебник. Владивосток, 2005.

14 Сборник задач и упражнений по геоинформатике: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Е.Г. Капралов, В.С. Тикунов, А.В. Заварзин и др.; под ред. В.С. Тикунова. М.: Издательский центр «Академия», 2009.

15 Шипулин В.Д. Основные принципы геоинформационных систем: учеб. пособие. Харьков, 2010.

16 ArcGIS Help 10.1 [Электронный ресурс] / ArcGIS Resourses. Режим доступа: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/#/_Welcome_to_the_ ArcGIS_Professional_Help_Library/00qn0000001p000000/. Дата доступа: 01.04.2012.

Репозиторий ВГУ

Учебное издание

КРАСОВСКАЯ Ирина Анатольевна
ГАЛКИН Александр Николаевич
КУРЛОВИЧ Дмитрий Мирославович

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

Методические рекомендации
к выполнению лабораторных работ

Технический редактор *Г.В. Разбоева*
Компьютерный дизайн *Е.А. Барышева*

Подписано в печать 29. 07. 2016. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 3,14. Уч.-изд. л. 3,42. Тираж 50 экз. Заказ 98.

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/255 от 31.03.2014 г.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.

Репозиторий ВГУ