

Л. В. Гурьянова

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ГИС

Компьютерный практикум для студентов Полоцкого госуниверситета

Часть 1

**Полоцк
2011**

УДК 91:004.9(07)
ББК 26.8ф.я7
Г95

Рекомендовано
Ученым советом Полоцкого госуниверситета

Рецензенты:

*Директор научно-производственного республиканского унитарного предприятия
«Космоаэрогеология», кандидат биологических наук* *А.Р. Понтус*

*Доцент кафедры теоретической и прикладной механики,
кандидат физико-математических наук* *В.В. Видякин*

Гурьянова, Л. В.

Г 95 Аппаратно-программные средства ГИС: компьютерный практикум для студентов / Л. В. Гурьянова.- Полоцк: 2011.- 79 с.

ISBN

Компьютерный практикум представляет собой систему учебных упражнений для последовательного освоения практических методов использования инструментов ГИС-технологий для территориального планирования и управления. Практикум разработан на базе программного обеспечения ESRI Inc. *ArcGIS 9*.

Для студентов и аспирантов, а также специалистов, работающих в области ГИС-технологий.

УДК 91:004.9(07)
ББК 26.8ф.я7

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕМА 1: ГЕОПРИВЯЗКА РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	5
Упражнение 1.1. Координатная геопривязка растрового изображения по списку координат	5
Упражнение 1.2. Геопривязка космического снимка по векторному слою	9
Упражнение 1.3. Импорт табличных данных с координатной привязкой в shape-файл	13
ТЕМА 2: ВЕКТОРИЗАЦИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	17
Упражнение 2.1. Интерактивная трассировка растровых данных в ArcScan с созданием линейных и полигональных объектов	17
ТЕМА 3: ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ	22
Упражнение 3.1. Отображение и манипуляция пространственной информацией	22
ТЕМА 4: РАБОТА С АТТРИБУТИВНЫМИ ДАННЫМИ	35
Упражнение 4.1. Работа с атрибутивными данными	35
Упражнение 4.2. Запросы по атрибутивным данным	41
ТЕМА 5: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЕКТОРНЫХ ДАННЫХ	45
Упражнение 5.1. Анализ пространственных данных по выбору	45
Упражнение 5.2. Использование инструментов построения буферных зон, слияния, объединения с расчетом метрических показателей	51
ТЕМА 6: РАСТРОВЫЙ АНАЛИЗ	63
Упражнение 6.1. Растровый анализ	63
Упражнение 6.2. Построение подсветки рельефа расчета уклонов	69
Упражнение 6.3. Построение стоимостных поверхностей	74
Список рекомендуемых источников	79

ВВЕДЕНИЕ

Компьютерный практикум предназначен для обучения решению различных географических задач на основе использования технологий географических информационных систем (ГИС). ГИС-практикум содержит авторские методические разработки по практическим работам в ГИС-среде. Компьютерный практикум разработан под использование лицензионной линейки программных продуктов ESRI Inc. (*ArcGIS 9* в комплектации *ArcInfo* с дополнительными модулями). Исходные данные для выполнения упражнений включают фактические и цифровые материалы по Беларуси, предоставленные для учебного процесса республиканскими предприятиями и ведомствами. Используемые в учебном процессе мультиспектральные снимки со спутника Landsat-7 получены из бесплатного архива Global Land Cover Facility (<http://glfc.umiacs.umd.edu/index.shtml>).

Основные упражнения компьютерного практикума объединены в темы по геопривязке и векторизации растровых изображений, визуализации пространственных данных, работе с атрибутивными данными, пространственному анализу векторных данных и растровому анализу. Разработанные упражнения по данным темам поступательно демонстрируют технологическую цепочку создания картографических документов в ArcGIS 9 для выполнения пространственного анализа. Каждое упражнение начинается с постановки географической задачи, в которой сформулировано основное прикладное значение изучаемых ГИС-инструментов. Содержательная часть задач затрагивает актуальные вопросы землепользования, построения комплексных географических атласов, формирования статистической отчетности при обработке пространственных данных административных и территориальных единиц, мониторинга санитарно-защитных зон предприятий, изменения границ земельных участков и поиска мест для строительства с учетом стоимостных показателей.

Разработанные формулировки контрольных упражнений предполагают самостоятельное выполнение ГИС-обработки исходных данных по вариантам, предложенным преподавателем в специально подготовленных учебных ГИС-классах. В случае самостоятельного прохождения компьютерного практикума обучаемые имеют возможность получения свободно распространяемых цифровых данных в сети Интернет (<http://www.esri.com>; <http://www.opensourcegis.org>; <http://www.geocomm.com>) и опубликованных методических разработок [1-5].

ТЕМА 1: ГЕОПРИВЯЗКА РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Базовые функции *ArcGIS* включают мощные инструменты регистрации (географической привязки, геопривязки) растровых изображений.

Упражнение 1.1. Координатная геопривязка растрового изображения по списку координат

Задача: *подготовить карту-основу для построения тематических карт и выполнения картометрических измерений (автоматизированный расчет длин, периметров, площадей геообъектов) при создании комплексного географического атласа.*

Цель: освоить алгоритм геопривязки растрового изображения по списку координат.

Исходные данные:

- карта части территории Минского района масштаба 1:600 000 на бумажном носителе;
- текстовый список координат центров городов Минского района в десятичных градусах;
- шейп-файл карты городов Беларуси в десятичных градусах (*ropir02.shp*).

Ход выполнения:

Шаг 1. Отсканируйте карту или необходимый фрагмент карты с разрешением 200 dpi. Рекомендуется полностью сохранить координатную сетку, если она есть и оставить зарамочное оформление, если оно не сильно велико. Сохраните карту под именем *RB.TIF*.

Шаг 2. Загрузите отсканированную карту (или фрагмент) без построения пирамидных слоев в *ArcMap*, выполнив следующие команды: *Файл - Добавить данные и слои (File - Add Data)*, рис.1.

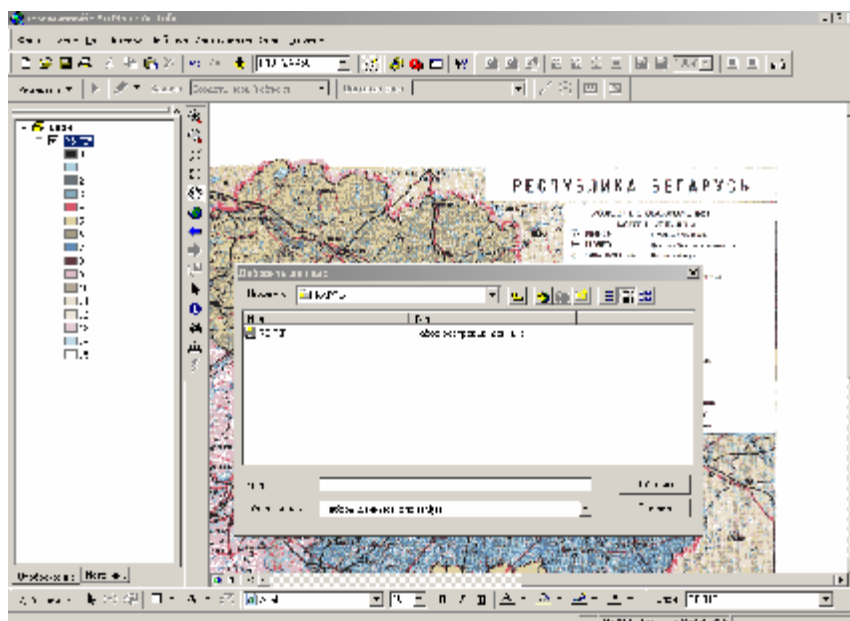


Рис.1

Шаг 3. Подключите панель пространственной привязки (*Вид - Панели инструментов - Пространственная привязка* или *View – Toolbars - Georeferencing*), рис.2.



Рис.2

Шаг 4. Нажмите на кнопку *Таблица* (последняя в панели инструментов привязки). При этом появится пустая таблица. Уберите галочку в окне "Автонастройка". Отключение автонастройки означает, что в данном случае, карта не будет автоматически трансформироваться после каждой новой точки привязки, рис.3.

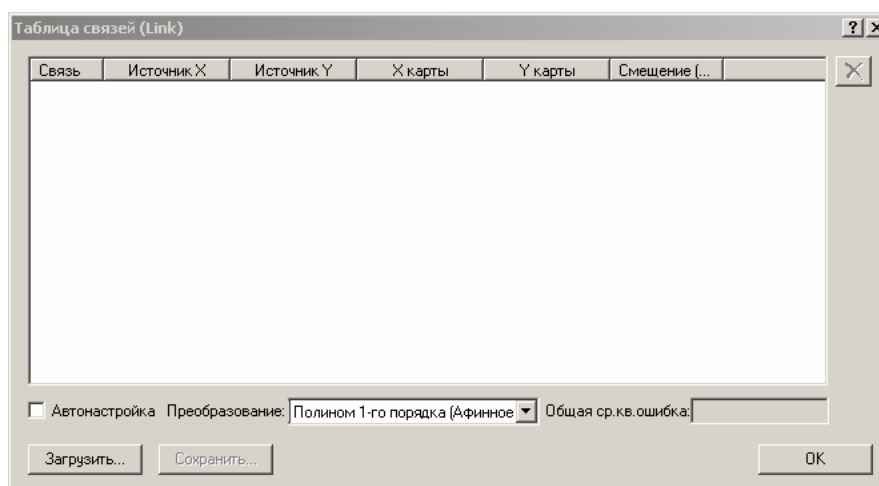


Рис.3

Шаг 5. С помощью инструмента привязки (предпоследняя кнопка) нажмите на пересечение координатных линий (или любой другой точке с известными координатами) на карте и через правую клавишу мыши в меню «Ввести координаты» введите географические или плановые координаты для точки. Координаты должны вводиться в формате DD.DDDDD (десятичные градусы).

Повторите этот шаг для всех или большинства точек с известными координатами на карте. Чем больше точек привязки, тем более точно будет привязана Ваша карта.

В таблице связей, с каждым новым нажатием, будут появляться новые строки, которые при необходимости можно корректировать или удалять, рис.4.

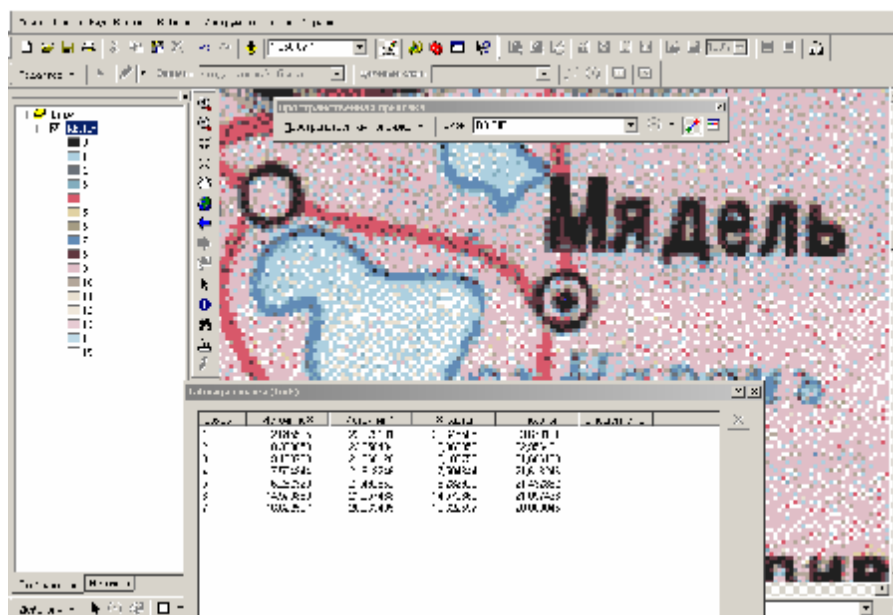


Рис.4

Шаг 6. После расстановки всех точек, в таблице включите функцию «Автонастройка». При этом карта изменит размеры и положение, ориентируясь к координатам привязки, соответственно точки привязки приблизятся к точкам с известными координатами. Если у Вас расставлено больше 6 точек выберите полиномиальную модель трансформации 2-го порядка учитывающую возможную кривизну линий. Значение средне квадратичной ошибки (RMS) должно быть минимальным, рис.5.

Связь	Источник X	Источник Y	X карты	Y карты	Смещение [...]
1	22,645585	23,679101	22,645585	23,679101	0,00001
2	18,368853	22,956434	18,368853	22,956434	0,00011
3	19,109758	21,666120	19,109758	21,666120	0,00012
4	17,504844	21,618246	17,504844	21,618246	0,00007
5	16,282920	21,492862	16,282920	21,492862	0,00007
6	14,570860	21,057438	14,570860	21,057438	0,00007
7	16,622597	20,063485	16,622597	20,068045	0,00017
8	20,395512	19,344100	20,395513	19,352216	0,00004
9	23,400167	18,214246	23,400168	18,228320	0,00018
10	24,508104	17,260665	24,508106	17,282242	0,00003
11	24,063561	17,103553	24,063563	17,127222	0,00021
12	21,909235	15,320118	21,906959	15,367287	0,00006

Автонастройка Преобразование: Полином 2-го порядка Общая ср.кв.ошибка: 0,00011

Рис.5

Шаг 7. Сохраните внесенные в таблицу координаты привязки, нажав на кнопку «Сохранить». Таким же образом можно загрузить (нажав кнопку «Загрузить» и выбрать путь) данную таблицу в дальнейшем.

Шаг 8. Для проверки привязки загрузите шейп-файл (*porip02.shp*), про который известно, что он правильно привязан географически и имеет ту же систему координат.

Шаг 9. Для сохранения результатов геопривязки выполните команды: *Пространственная привязка – Трансформировать*. В контекстном меню трансформации укажите путь к выходному растру, размер ячейки выходного растра. Нажмите *OK.*, рис.6.

Размер ячейки:	<input type="text" value="11785,832835"/>
Тип передискретизации:	<input type="text" value="Ближайшего соседа (для дискретных даннь"/>
Выходной растр:	<input type="text" value="D:\ВЕРСТКА АПС 2008\КАРТЫ\RectifyRB"/> <input type="button" value="..."/>
<input type="button" value="Сохранить"/> <input type="button" value="Отмена"/>	

Рис.6

Геопривязанный Вами растр *RectifyRB* можно в режиме географической связки открывать совместно с другими растровыми и векторными изображениями в используемой системе координат для выполнения пространственного анализа данных, построения тематических картограмм, проведения картометрических измерений (автоматизированный расчет

длин, периметров, площадей геообъектов) при создании комплексного географического атласа.

Контрольное упражнение.

Выполните геопривязку физико-географической карты Беларуси в масштабе 1:600 000. Проведите измерение расстояний между столицей республики и областными центрами.

Упражнение 1.2. Геопривязка космического снимка по векторному слою

Задача: информация о местоположении, поставляемая с космическими снимками, часто не позволяет провести адекватный анализ или отобразить их в точном географическом соответствии с другими данными. Географическая привязка космических снимков обеспечивает их отображение, запрос и анализ в единой географической связке с другими географическими данными.

Цель: освоить алгоритм геопривязки космического снимка по векторному слою (шейп-файлу).

Исходные данные:


- космоснимок со спутника Landsat - 7 (*dz042001_new.img*);
- шейп-файл автодорог карты Минской области Беларуси масштаба 1:500000 (*roadsm.shp*);

Векторные данные представлены в проекции UTM 1983 35 Zone, в качестве единиц измерения заданы метры.

Ход выполнения:

Шаг 1. Создайте структуру каталогов. В каталогах будут храниться учебные данные и файлы, создаваемые в ходе выполнения данного упражнения. Создайте каталог *Landsat* в корневом каталоге. Создайте два подкаталога, *Images* и *SHPFiles*. В каталоге *Images* создайте папки *Unknown* и *UTM*. В каталоге *SHPFiles* также создайте папку *UTM*.

Шаг 2. Запустите *ArcMap* и загрузите панель инструментов геообработки, выбрав *Вид - Панели инструментов - Пространственная привязка (View – Toolbars - Georeferencing)*.

Шаг 3. Щелкните на пиктограмме  *Добавить данные (Add Data)* и выберите файлы *roadsm.shp* и *dz042001_new.img*, рис.7.

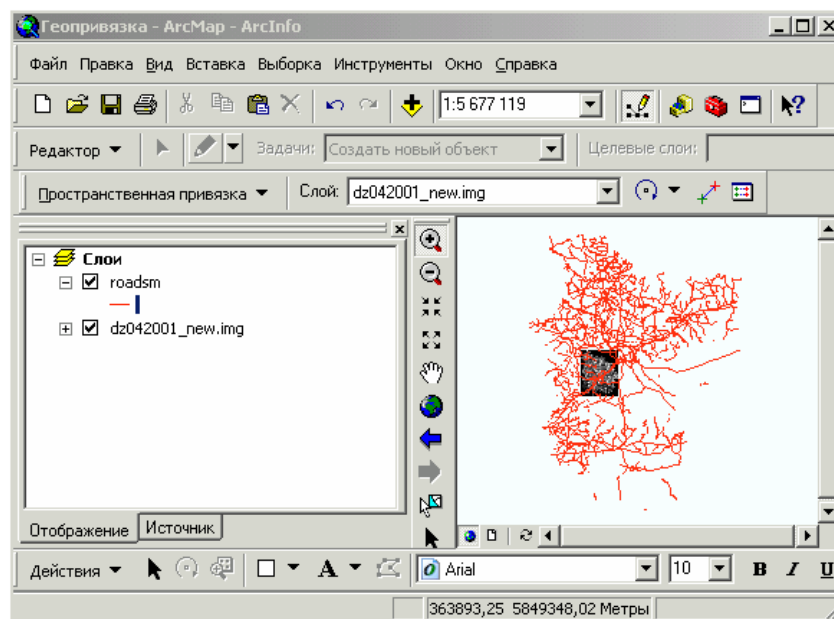



Рис.7

Шаг 4. Установите единицы отображения данных. Щелкните правой кнопкой мыши на *фрейме данных (Layers)* в таблице содержания, выберите опцию *Свойства (Properties)*, щелкните на закладке *Общие (General)* и в ниспадающем списке выберите метры (*meter*) в качестве единиц измерения для карты и отображения.

Шаг 5. Приблизьте участок снимка так, чтобы были видны перекрестки дорог на севере. В панели инструментов *Пространственная привязка* щелкните на пиктограмме  *Добавить опорные точки (Add Control Points)*. Курсор превратится в перекрестье. Разместите курсор над точкой космоснимка и сделайте щелчок. Курсор превратится в цветное перекрестье. Переместите курсор на соответствующую опорную точку шейп-файла *roadsm.shp* и щелкните на ней. Изображение сдвинется и соединит два значка X прямой линией. Этот сдвиг изображения представляет собой трансформацию по одной точке, основанную на комбинации одной контрольной точки на растре и соответствующей опорной точки в целевых данных (в нашем случае это *roadsm.shp*), и называется связью (*link*). Прделайте аналогичные действия еще с тремя другими опорными точками, соответствующими распознаваемым перекресткам дорог, рис.8.

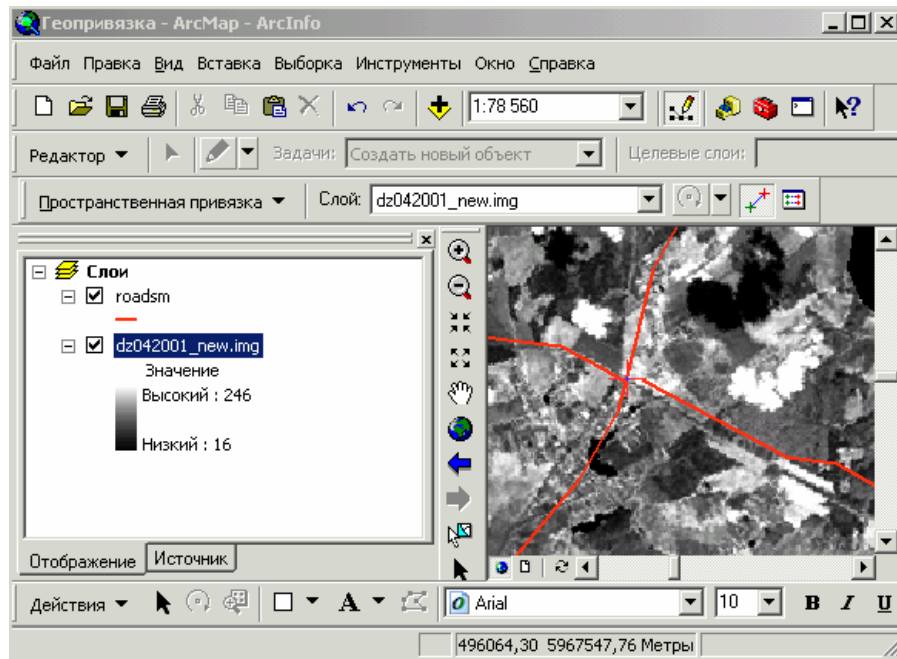



Рис.8

Шаг 6. После завершения этих действий щелкните на пиктограмме  *Показать таблицу связей (View Link Table)* в панели инструментов *Пространственная привязка*, рис.9.

Связь	Источник X	Источник Y	X карты	Y карты	Смещение (...)
1	498038,953504	5970021,275531	497831,095102	5969896,560490	20,88236
2	516434,422049	5952540,383952	516455,207889	5952249,382190	3,57869
3	505050,503056	5945137,099291	505188,556135	5944863,856237	174,61079
4	505836,574237	5941153,498101	505943,277997	5941206,357980	150,14975

Автонастройка
 Преобразование:
 Общая ср.кв.ошибка:


Рис.9

В проделанных операциях *ArcGIS* использует полиномиальную трансформацию по опорным точкам 1, 2, 3 и 4 и применяет ее таким образом, что исходные местоположения аппроксимируют заданные выходные местоположения с использованием метода наименьших квадратов. Полиномиальная трансформация наилучшего приближения основана на двух формулах: первая служит для расчета выходной *x*-координаты для исходного (*x*,*y*) местоположения, вторая – для расчета *y*-координаты для


исходного (x, y) местоположения. В результате расчета по методу наименьших квадратов выводится общая формула, которая может быть применена для всех точек.

Когда эта общая формула применяется к опорной точке, то результатом расчета будет значение ошибки. Эта ошибка меняется в зависимости от того, где задана начальная точка относительно фактически заданного положения (или от положения задаваемой конечной точки). Чем больше используется контрольных точек с одинаковым качеством, тем более точный полином может быть подобран для трансформирования исходных данных по отношению к выходным координатам. Поскольку пока в нашем примере было задано только четыре опорные точки, *ArcGIS* может реализовать трансформацию на основе полинома первого порядка, то есть так называемое аффинное преобразование.

Количество связей, необходимых для трансформации раstra, зависит от используемого метода. В идеале, связи, указывающие на пространственные объекты, должны быть распределены по снимку, причем в каждом из его углов должно быть не менее одной связи. Степень точности трансформации по всем опорным точкам измеряется путем сравнения фактического положения координат карты с их положением на трансформированном растре. Эти измеренные значения для каждой связи называются ошибками регистрации.

Шаг 7. Щелкните на пиктограмме  *Таблица связей* в панели инструментов *Пространственная привязка*, чтобы посмотреть значения ошибки для снимка *dz042001_new.img*. Общая ошибка рассчитывается как сумма средних квадратичных отклонений (*RMS*) по всем связям. Эта ошибка является оценкой точности трансформации, но она не обязательно указывает на общее качество привязки (регистрации) снимка.

Шаг 8. Проведите привязку опорных точек 5, 6, 7 и вновь посмотрите таблицу связей. Каждая добавляемая точка увеличивает ошибку *RMS*, но добавление опорных точек в центре снимка улучшает общую точность привязки.

Шаг 9. Щелкните на кнопке  *Таблица связей*. В открывшемся диалоговом окне *Таблицы связей* щелкните на ниспадающем списке *Преобразование (Transformation)* и выберите *Полином 2-го порядка (2nd Order Polynomial)*. В *ArcMap* можно применять более сложные математические алгоритмы для подгонки данных и исправления ошибки *RMS*. Точки, по которым получена неприемлемо большая ошибка, можно выбирать, удалять и заменять. Для проведения трансформации на основе полинома второго порядка необходимо не менее шести точек привязки.

Шаг 10. Сохраните документ *ArcMap*. В процессе сохранения документа *ArcMap* информация о географической привязке сохраняется в отдельном файле с расширением *.aux* и с тем же именем, что и у растра.

Контрольное упражнение.

Выполните геопривязку космоснимка *Landsat-7* для территории Минского района по шести опорным точкам.

Упражнение 1.3. Импорт табличных данных с координатной привязкой в shape-файл

Задача: в полевых географических исследованиях при отсутствии специального кабеля соединяющего *GPS* и компьютер или другими обстоятельствами, данные *GPS* могут переноситься в *ArcGIS* через табличный или текстовый файл.

Цель: освоить алгоритм импорта табличных данных с координатной привязкой в шейп-файл *ArcGIS*.

Исходные данные:

- список координат в десятичных градусах (формат *DD.DDDDDDD*) в табличной форме *Excel*. При этом колонкам желательно давать короткое название на английском языке (5-6 символов) или английскими символами заглавными буквами без знаков тире, подчеркивания, пробелов, скобок, знака номера (№), запятой. Разделителем целой и дробной частей координат установите запятую.

Ход выполнения:

Шаг 1. Сохраните координаты в текстовом формате с разделителями табуляции в *Excel - Text (Tab delimited)* под именем *table.txt*, рис.10.

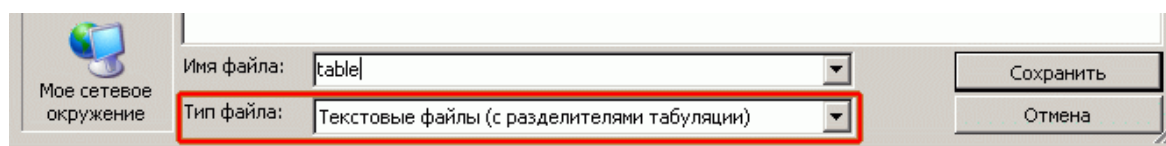


Рис.10

Шаг 2. Добавьте полученный текстовый файл координат в *ArcMap* через *Файл – Добавить данные (File - Add Data)*. Файл добавится в раздел *Source* фрейма данных, рис.11. В графическом отображения данных не будет, так как *ArcMap* не знает, что в таблице содержатся данные о координатах.

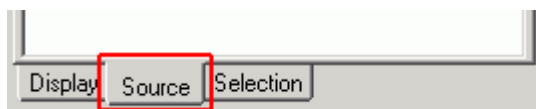


Рис.11

Шаг 3. Просмотрите загруженную таблицу, щелкнув по ней правой кнопкой мыши и выбрав *Open (Открыть)*. Если координаты содержат более 6 знаков после запятой, то остальные разряды показаны не будут, хотя в таблице они останутся. Чтобы они тоже отображались нужно дважды щелкнуть левой клавишей мыши на названии таблицы и выбрать соответствующую кнопку в закладке *Поля (Field)* с помощью которой можно изменить представление данных, рис.12.

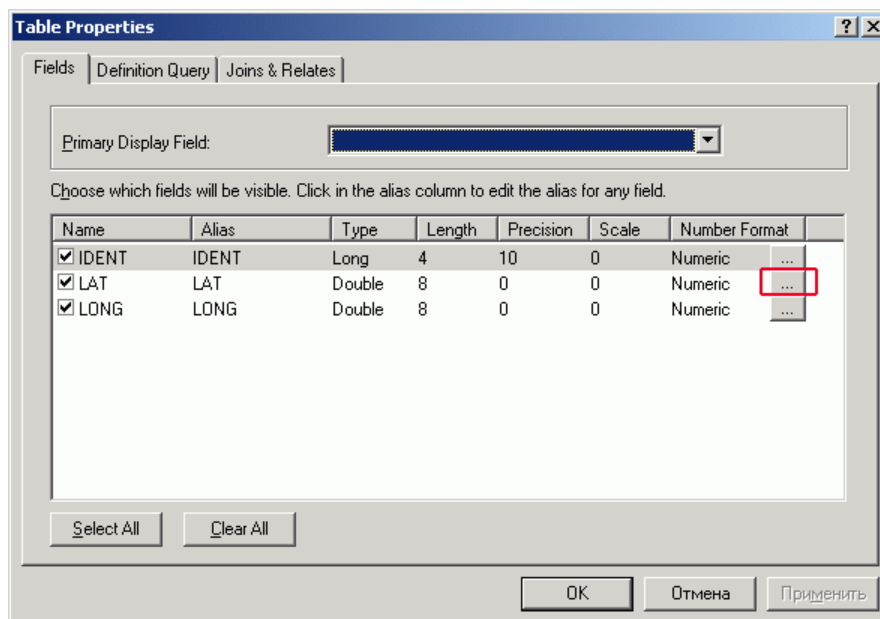


Рис.12

Шаг 4. Преобразуйте таблицу в виртуальную точечную тему с использованием следующих команд – *Отобразить данные XY (Display XY Data)*, щелкнув правой кнопкой мыши на загруженной таблице. В появившемся окне выберите названия полей соответствующих соответственно долготе (X) и широте (Y), а так же систему координат импортируемых данных.

После этой операции, в закладке *Source* у выбранной таблицы появится еще один пункт, имеющий название *table.txt События (Events)*, рис.13.

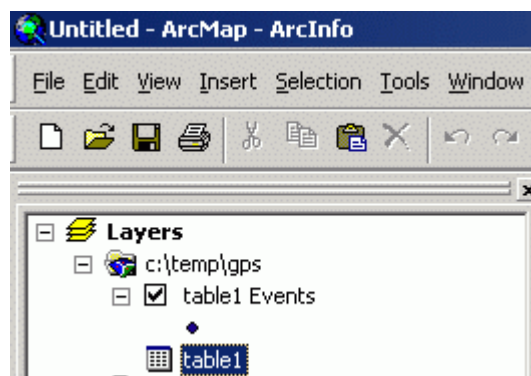


Рис.13

Шаг 5. Переключитесь на закладку *Отображение (Display)*, где отображаются пространственные данные. Во фрейме данных появляется слой с одноименным названием и объекты на карте, рис.14.

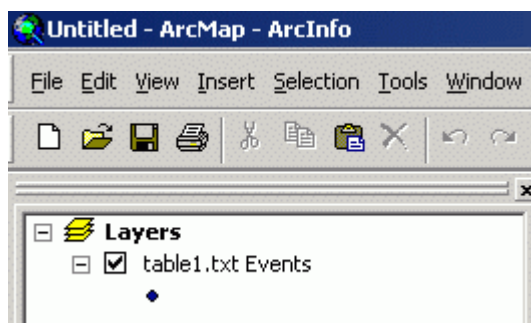


Рис.14

Шаг 6. Поскольку полученный слой является виртуальным и сохраняется только в проекте *ArcGIS (*.mxd)* его нужно преобразовать в отдельный шейп-файл через операцию экспорта. Щелкните правой кнопкой на *table.txt События* и выберите *Экспорт данных (Data - Export Data)* и сохраните готовый шейп-файл в папку, рис.15.

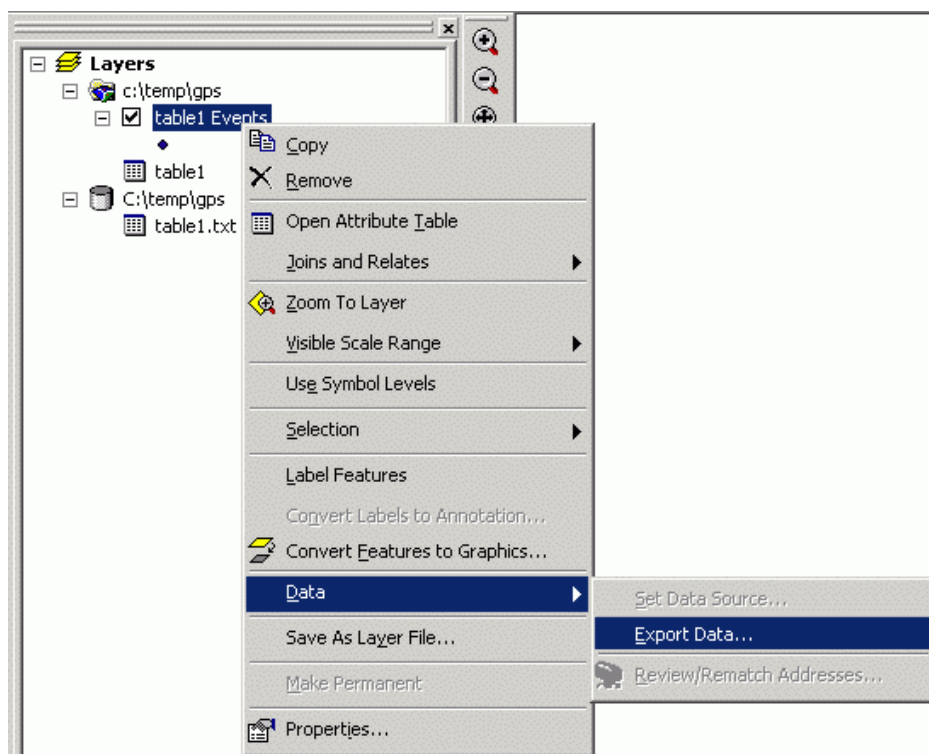


Рис.15

Контрольное упражнение.

Выполните построение точечной темы по следующему списку координат:

<i>X</i>	<i>Y</i>
<i>53 53 37,36</i>	<i>27 32 58,98</i>
<i>53 53 34,12</i>	<i>27 32 56,56</i>
<i>53 53 34,35</i>	<i>27 32 55,72</i>
<i>53 53 37,59</i>	<i>27 32 58,15</i>
<i>53 53 44,53</i>	<i>27 33 01,97</i>
<i>53 53 42,33</i>	<i>27 32 55,77</i>
<i>53 53 33,55</i>	<i>27 32 43,68</i>
<i>53 53 34,09</i>	<i>27 32 43,95</i>
<i>53 53 35,06</i>	<i>27 32 40,12</i>

ТЕМА 2: ВЕКТОРИЗАЦИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

ArcScan – дополнительный модуль для *ArcGIS*, разработанный для преобразования растровых данных в линейные и полигональные векторные объекты в форматах базы геоданных или шейп-файла. Возможности *ArcScan* позволяют векторизовать объекты в ручном, полуавтоматическом (интерактивном) или автоматическом режимах.

Упражнение 2.1. Интерактивная трассировка растровых данных в *ArcScan* с созданием линейных и полигональных объектов

Задача: создать векторные слои горизонталей рельефа для последующего построения цифровой модели местности.

Цель: освоить алгоритм создания настроек для векторизации растра, установки размера растровых ячеек и выбора ячеек для создания линейных и полигональных объектов.

Исходные данные:

- фрагмент отсканированной карты горизонталей рельефа в формате *TIF (Relief.tif)*.

Ход выполнения:

Шаг 1. Откройте отсканированное изображение *Relief.tif* в программе *Adobe Photoshop* и через меню *Изображения – Режим – Индексированный* конвертируйте в индексированное изображение, которое затем конвертируйте в черно-белое и затем в битовое. Сохраните под именем *relif_bin.tif* без сжатия.

Шаг 2. В приложении *ArcCatalog* в своей рабочей папке создайте новый шейп-файл под названием *binary_relief.shp*. В опциях укажите создание линейного объекта и через кнопку *Редактировать (Edit)* выберите систему координат – *UTM, WGS 1984 UTM Zone 35N* и нажмите *OK*, рис.16.

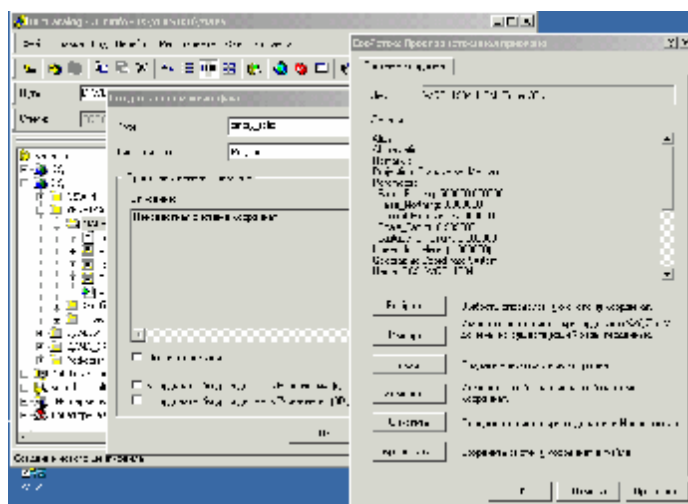


Рис.16

Шаг 3. В приложении *ArcMap* сохраните новый картографический документ под названием *mapbin.mxd* в своей рабочей папке. Добавьте в картографический документ *mapbin.mxd* TIF файл для векторизации – *relif_bin.tif* и созданный шейп-файл *binary_relief.shp*.

Шаг 4. Измените свойства отображения слоя *relif_bin.tif*. Для этого выберите этот слой и через правую клавишу мыши перейдите в меню *Свойства (Properties)*. Во вкладке *Символы (Symbology tab)* выберите сначала *Классификация*. Нажмите *OK*. Повторно зайдите по вкладку *Символы* и выберите *Уникальное значение (Unique Values)*. В созданных двух классах значений для белого фона указывается ноль, для черного – 1. Нажмите кнопку *OK*, рис.17.

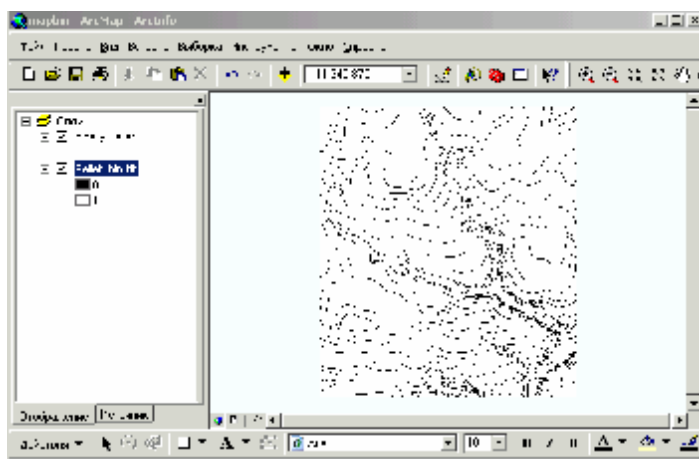


Рис.17

Шаг 5. Откройте *ArcScan* на панели инструментов, выбрав *Вид - Панели инструментов - ArcScan*.

Шаг 6. Установите экстенд для области векторизации. Для этого увеличьте исследуемую область, рис.18.

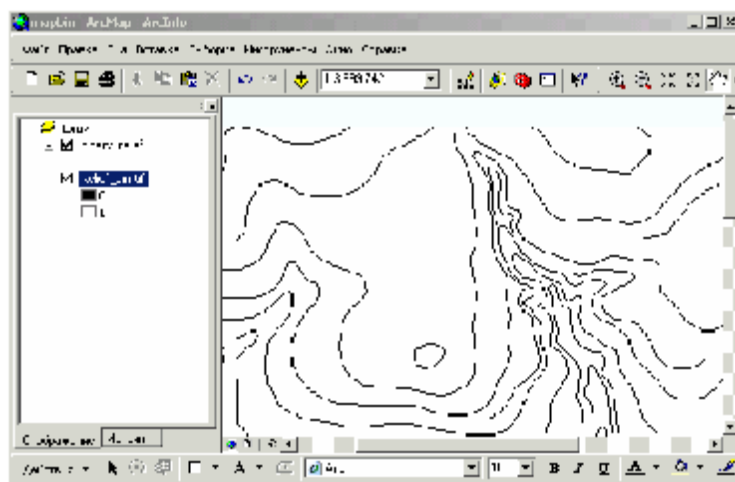


Рис.18

Выполните команду в меню *Вид – Закладки - Создать* (*View > Bookmarks > Create*). Введите название закладки *Trace lines*. Нажмите кнопку *полного экстенкта* (*Full extent*) для просмотра всего растрового изображения. Вернитесь в Вашу закладку, выбрав *Вид – Закладки - Trace lines*.

Шаг 7. Для выполнения трассировки линий и использования инструментов *ArcScan* должна быть задана команда по открытию сеанса редактирования. Откройте *Вид – Панели инструментов – Редактор* (*Editor*) и начните *редактирование* (*Start Editing*), рис.19.

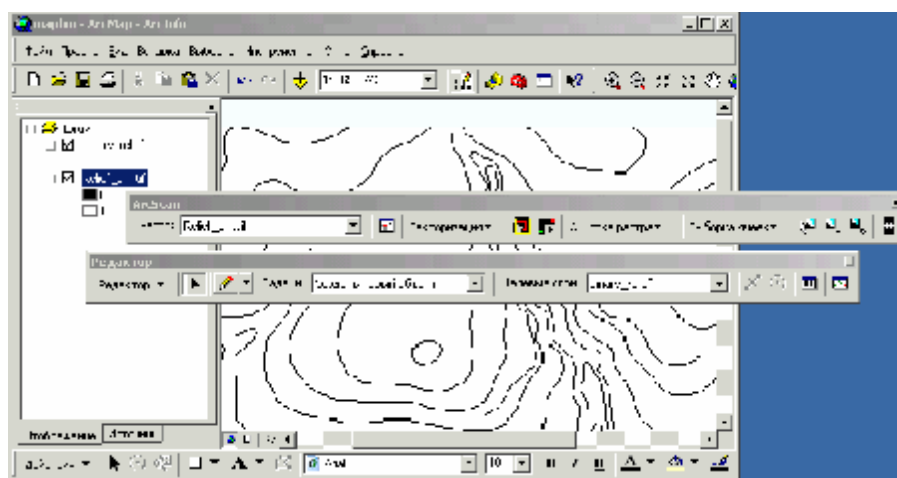




Рис.19

Шаг 8. Для проведения векторизации необходимо настроить поисковые радиусы (привязка) для проведения трассировки. Эти параметры задаются в диалоговом окне *Опции замыкания растра* (*Raster Snapping Options*) через пиктограмму . Щелкните по меню *Raster Snapping Options*. Установите максимальную ширину линии размером в *7 пиксе-*

лов. Эта установка обеспечивает аккуратную трассировку граничных областей. Нажмите кнопку *OK*.

Шаг 9. Установите опцию трассировки по центральной линии (*Centerlines*) через меню *Векторизация – Опции* на панели *ArcScan*.

Шаг 10. Выберите меню на панели *ArcScan* *векторизация трассировкой* (*Vectorization Trace*) через пиктограмму . Переместите указатель к ближайшей границе и кликните начать редактировать (*start tracing*). Кликните указателем мыши вниз точку векторизации, чтобы начать трассировать линию. Далее нажимайте и указывайте трассировщику другие точки по растру для процесса векторизации. В последней точке для завершения трассировки щелкните правой кнопкой мыши и выполните команду *завершить скетч*, рис.20.

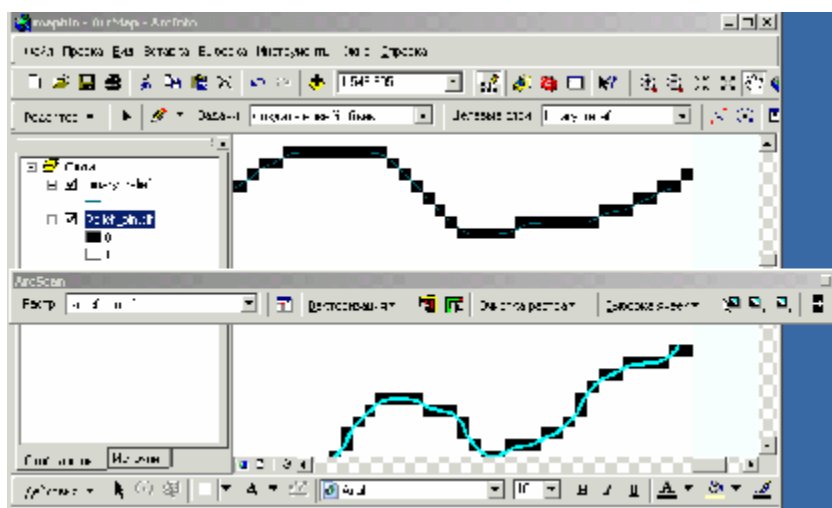


Рис.20

Шаг 11. После успешной трассировки линейных объектов завершите сеанс редактирования (*Stop Editing*) в панели *Редактора* с сохранением изменений, рис.21.

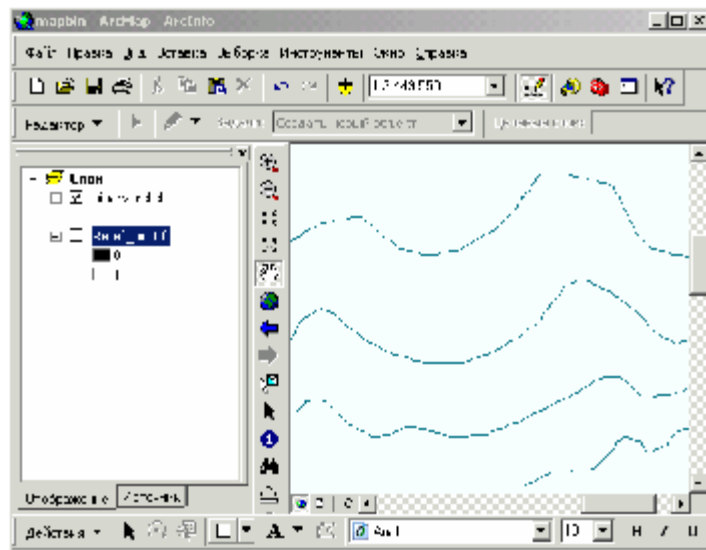


Рис.21

Контрольное упражнение.

Выполните трассировку замкнутых горизонталей отсканированной карты горизонталей рельефа в формате TIF (Relief.tif).

ТЕМА 3: ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

В *ArcGIS* отображение пространственных объектов таких, например, как города, административные районы, дороги и др., представляются точками, полигонами и линиями, которые заданы как набор пар координат X и Y . Одновременно в ГИС для каждого графического примитива приведена в соответствие атрибутивная информация о непространственных качественных и количественных характеристиках геообъектов.

Упражнение 3.1. Отображение и манипуляция пространственной информацией

Задача: составить комплексный географический атлас отдельного административного района Беларуси в формате шейп-файлов.

Цель: научиться манипулировать визуализацией пространственных данных, сортировать и выбирать данные, выбирать данные по атрибутивным критериям и строить по ним цифровые слои, подписывать объекты, сохранять созданные слои.

Исходные данные: шейп-файлы карты Минской области Беларуси масштаба 1:500 000 в составе:

- *Rivers.shp* - реки
- *Roadsm.shp* - автодороги
- *Towns.shp* – населенные пункты
- *Distr.shp* – административные районы
- *Hydpm.shp* – отметки урезов воды
- *Hydami.shp* – озера и водохранилища
- *Mireg.shp* – Минская область
- *Vegetm.shp* - леса
- *Vil.shp* - деревни
- *Bulm.shp* - трубопроводы
- *Expoins.shp* – промышленные объекты
- *Miboard.shp* – границы Минской области.

Ход выполнения:

Шаг 1. Сохраните в *ArcMap* новый документ под именем *Minsk_obl.mxd* в своей рабочей папке. Добавьте в документ шейп-файлы Минской области. Обратите внимание на то, что в масштабном блоке не отображается масштаб, т.к. не установлены единицы измерения для данного документа, рис.22.



Рис.22

Выполните щелчок правой клавишей мыши во фрейме данных Минской области и откройте *Свойства*. Во вкладке *Общие* в строке названия слоя введите *Минская область*, в строке единиц отображения установите неизвестные величины на *метры* и сохраните изменения, рис.23.

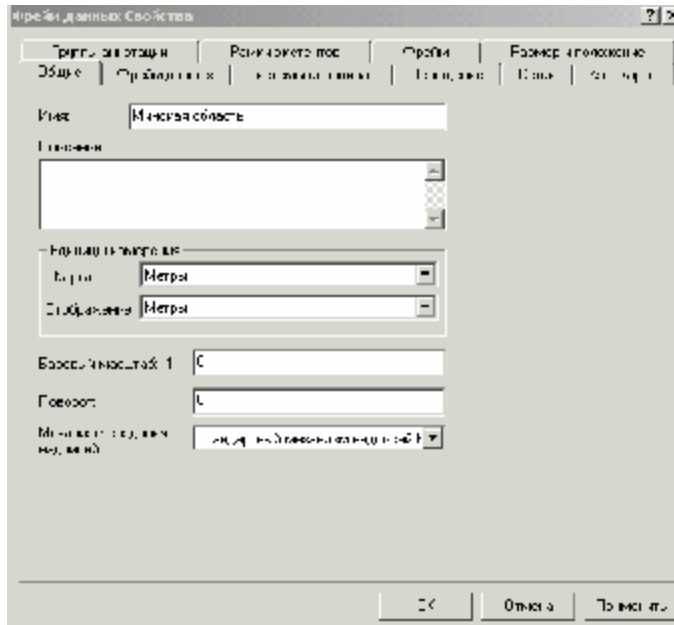


Рис.23

В масштабный блок введите значения 1:25 000 как показано на рис.24.









Рис.24



Используя панель навигационных инструментов (рис.25) также можно принудительно менять масштаб картографического документа.



Рис.25

1. Изучите инструменты фиксированного изменения картографического документа с использованием инструментов  и .
2. Изучите пиктограмму полного экстента .
3. Проэкспериментируйте с инструментом экстент выбранного слоя .

4. Проэкспериментируйте с инструментами предыдущего экстента  и следующего экстента .

5. Проэкспериментируйте с инструментами панорамирования  и перемещения к области интереса .

Шаг 2. Выполните включение и выключение слоев данных, включая или выключая маленький бокс слева от названия слоя во фрейме данных. Выполните изменения в порядке прорисовки слоев во фрейме данных. Во фрейме данных первоначально прорисовываются слои, которые размещаются выше по списку. В этой связи важно учитывать то обстоятельство, то полигональные объекты предпочтительно устанавливать в списке последними, а в верхней части списка размещать точечные и линейные темы. При необходимости можно с использованием мыши выбрать слой и принудительно его переместить в нужное место по списку при активной вкладке *Отображение*, рис.26. Проэкспериментируйте с порядком прорисовки слоев во фрейме данных.

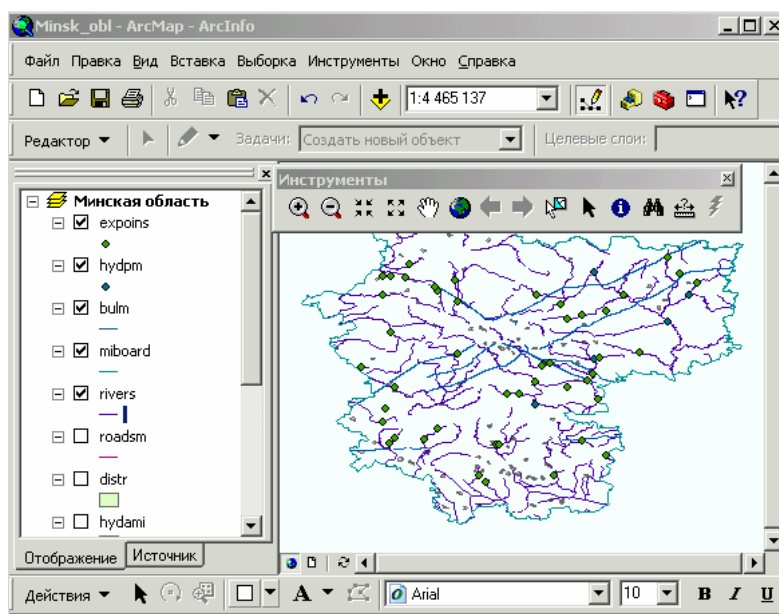


Рис.26

Шаг 3. Диалоговое окно свойств слоя позволяет знакомиться или перенастраивать все характеристики слоя. Сделайте активным шейп-файл по рекам Минской области (*rivers.shp*). Через правую клавишу мыши перейдите в меню *Свойства* и откройте вкладку *Общие*. Измените имя слоя на *Реки* и установите масштаб отображения картографического документа с опцией *Показывать слой во всех масштабах*, рис.27.

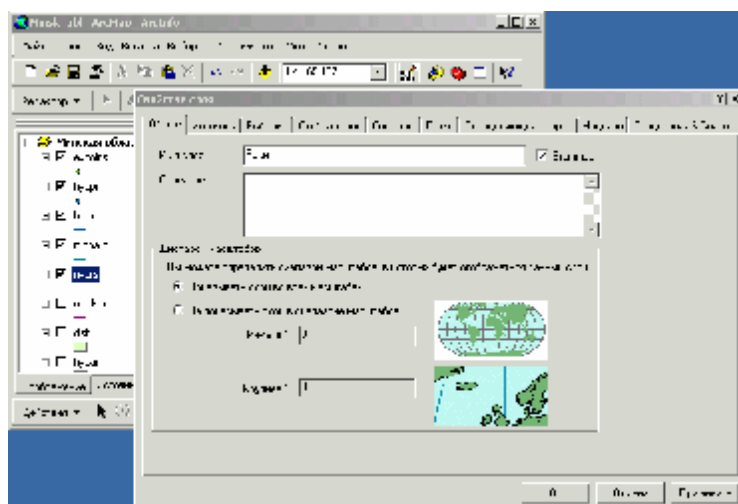


Рис.27

Щелкните опцию источников данных *Источник*, чтобы ознакомиться с информацией об исходных данных.

Щелкните опцию выбора данных *Выборка*, чтобы определить или изменить символ или цвет для выбираемых данных.

Щелкните опцию символов *Символы*, чтобы просмотреть тип классификации по атрибутам.



Щелкните опцию по просмотру таблицы атрибутов *Поля*, чтобы посмотреть название, тип и другие характеристики в атрибутивной таблице. Просмотрите другие опции и настройки окна символов. Нажмите *ОК*.


Шаг 4. Для просмотра атрибутивной таблицы слоя по городам Минской области выберите мышью этот слой во фрейме данных (*Towns.shp*). Правой кнопкой мыши вызовите контекстное меню, в котором выберите опцию по открытию атрибутивной таблицы – *Открыть таблицу атрибутов*. Используйте прокрутку, чтобы просмотреть все строки атрибутивной таблицы. Внизу диалогового окна атрибутивной таблицы располагается счетчик записей, в котором указывается общее число строк в таблице (в нашем случае 44 записи), выбранных записей и другие опции, рис.28.

FID	Shape*	MRT_	MRT_ID	OWN_NAMES	ИННАБИТАНТ	POL_ADM
0	Полигон	10	9	МЯДЕЛЬ	6,8	[9] Центр района
1	Полигон	13	12	СВИРЬ	1,9	[10] Поселковый совет
2	Полигон	15	14	КРИВИЧИ	3,4	[10] Поселковый совет
3	Полигон	17	16	ХОЛОПЕНИЧИ	2	
4	Полигон	18	17	ВИЛЕЙКА	19	[9] Центр района
5	Полигон	20	19	ПЛЕЩЕНИЦЫ	7,6	[10] Поселковый совет
6	Полигон	21	20	БОБР	1,8	[10] Поселковый совет
7	Полигон	22	21	КРУПКИ	15,1	[9] Центр района
8	Полигон	23	22	МОЛОДЕЧНО	66	[9] Центр района
9	Полигон	24	23	ДОМАШИ	0,61	
10	Полигон	25	24	ЛЕБЕДЕВО	0,8	[11] Сельский совет
11	Полигон	26	25	БОРИСОВ	159	[9] Центр района
12	Полигон	27	26	ЛОГОЙСК	5,9	[9] Центр района
13	Полигон	28	27	РАДОШКОВИЧИ	3,4	[10] Поселковый совет
14	Полигон	29	28	ЖОДИНО	45,1	
15	Полигон	30	29	ВОЛОЖИН	8,8	[9] Центр района
16	Полигон	31	30	СМОЛЕВИЧИ	12,7	[9] Центр района
17	Полигон	32	31	ЗЕЛЕНЬ БОР	1,8	[10] Поселковый совет
18	Полигон	33	32	ЗАСЛАВЛЬ	10	[11] Сельский совет

Запись: 1 Показать: Все Выбранные записи (0 из 44 выбрано.)

Рис.28

Шаг 5. Выполните сортировку записей в атрибутивной таблице. Для этого в атрибутивной таблице слоя *Towns.shp* через правую клавишу мыши активизируйте поле *OWN_NAMES* и просмотрите опции выпадающего контекстного меню. Выберите опцию сортировки по возрастанию с пиктограммой  и выполните сортировку записей по полю *OWN_NAMES* по возрастанию. Затем выполните сортировку по убыванию с использованием соответствующего инструмента  по полю административного статуса *POL_ADM*. Просмотрите результаты сортировки.

Шаг 6. Выберите записи в атрибутивной таблице слоя *Towns.shp*. Для этого с использованием инструмента выборки объектов  выберите запись в атрибутивной таблице, щелкая по крайнему левому положению необходимой записи. При выборе записи в атрибутивной таблице *ArcMap* одновременно показывает выбранные объекты на карте в графическом окне дисплея. Если одновременно удерживать клавишу *<Ctrl>*, то можно дополнительно выбрать несколько записей. Обратите внимание, что расположенный внизу счетчик указывает на количество выбранных записей (в нашем случае 6 из 44), рис.29.

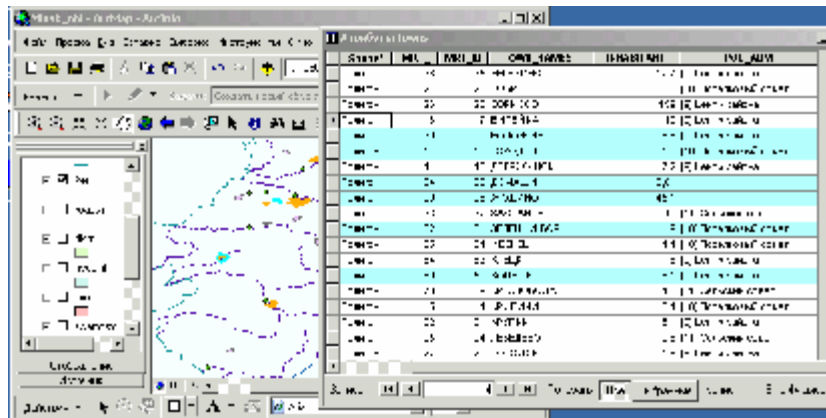


Рис.29

Для того, чтобы показать строки только для выбранных объектов внизу атрибутивной таблицы переключитесь на вкладку *Выбранные записи*. Для того, чтобы снять выборку нажмите клавишу *Опции* и выберите команды *Очистить выборку*. Если воспользоваться главной панелью меню *ArcMap* в разделе *Выборка – Очистить выбранные объекты*, то будут очищены выборки всех используемых слоев. Закройте атрибутивную таблицу слоя *Towns.shp*

Шаг 7. *ArcMap* предоставляет возможности для интерактивного выбора объектов непосредственно на карте по заданным критериям. Установите опции выбора. Для этого щелкните в меню пункта *Выборка* и затем в меню опций *Опции* и перейдите в соответствующее контекстное меню, рис.30.

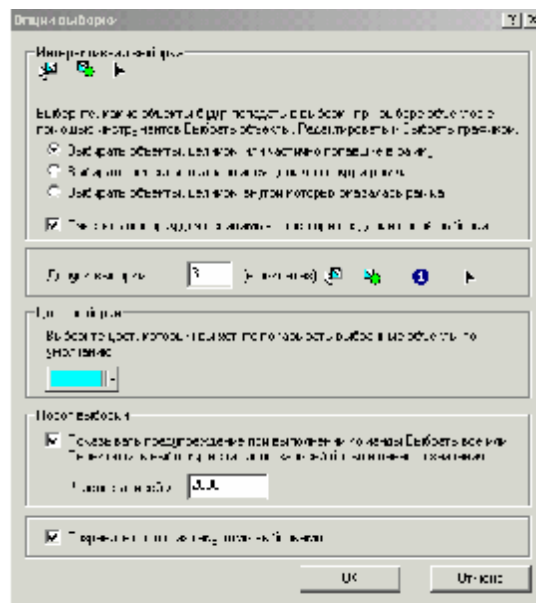


Рис.30

Ознакомьтесь с опциями выбора объектов, но ничего не изменяйте для выполнения данного упражнения.

Шаг 8. Для установки слоя выбора щелкните в меню выбора объектов *Выборка* на верхней панели *ArcMap* и выберите опцию *Установить слои, доступные для выборки (Set Selectable Layers)*. Щелкните опцию *Очистить все (Clear All)* для снятия всех выборов. В левом боксе выберите слои *Towns.shp* и *Vegetm.shp* (они будут выбраны), рис.31.

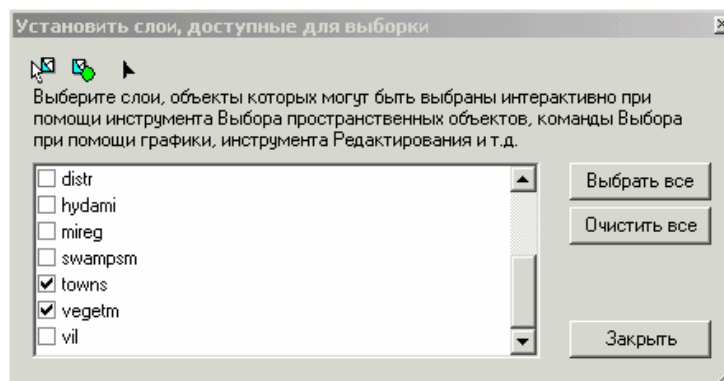


Рис.31

Включите кнопку *Выбрать все*, чтобы можно было выполнять операции выбора во всех слоях. Закройте окно.

Шаг 9. Для использования интерактивного метода выбора объектов необходимо воспользоваться пунктами меню *Выборка (Selection) – Интерактивный метод выборки (Interactive Selection Method)*. Активизируйте опцию *Создать новую выборку* и в графическом окне документа выберите рамкой несколько городов Минской области. Выбранные города будут отмечены голубым контуром на карте, рис.32.

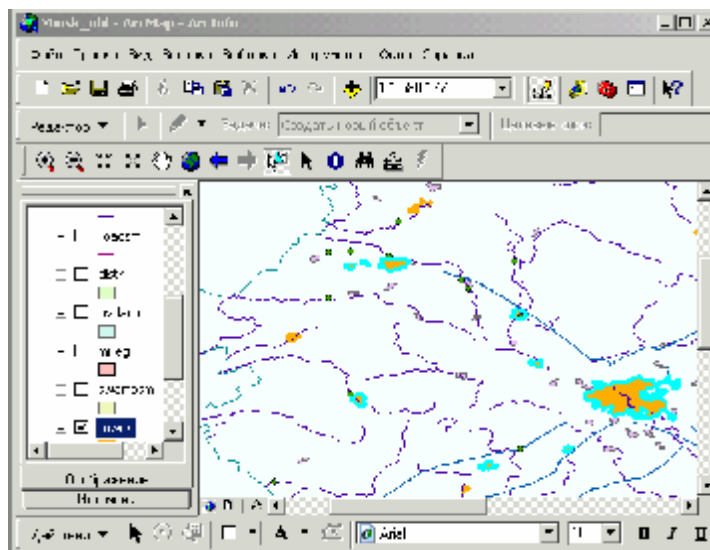




Рис.32

Просмотрите и очистите выборку.

Шаг 10. Для интерактивного выбора объектов с графического окна дисплея измените размер окна так, чтобы хорошо видеть границы поли-

гонов растительности в активном слое леса *Vegetm.shp*. Используя инструмент интерактивного выбора  в панели инструментов и выберите несколько полигонов лесов, удерживая клавишу <Shift>. Откройте атрибутивную таблицу слоя *Vegetm.shp* и в нижнем левом углу будет показана информация о количестве выбранных полигональных объектов. В меню выборки отмените выборку объектов и закройте атрибутивную таблицу.

Шаг 11. Для выборки объектов графикой включите и сделайте активным слой по населенным пунктам Минской области *Vil.shp*. Через правую клавишу мыши откройте контекстное меню и выполните команду приближения к слою *Приблизить к слою (Zoom To Layer)*, чтобы просмотреть весь слой целиком.

Чтобы использовать метод выбора объектов графикой (*Select By Graphics*) необходимо сначала выбрать из набора инструментов рисования (*Draw*)  многоугольники рамки выбора. Для этого необходимо выполнить операции по созданию нового полигона (*New Polygon*). Начертите мышью многоугольник в картографическом документе. Через правую клавишу мыши перейдите в контекстное меню и перейдите в закладку свойств. Снимите заливку с многоугольника через опцию *Цвет заливки* для того, чтобы были видны выбранные объекты. В меню выбора (*Selection*) выберите команду выбрать графикой (*Select By Graphics*), рис.33.

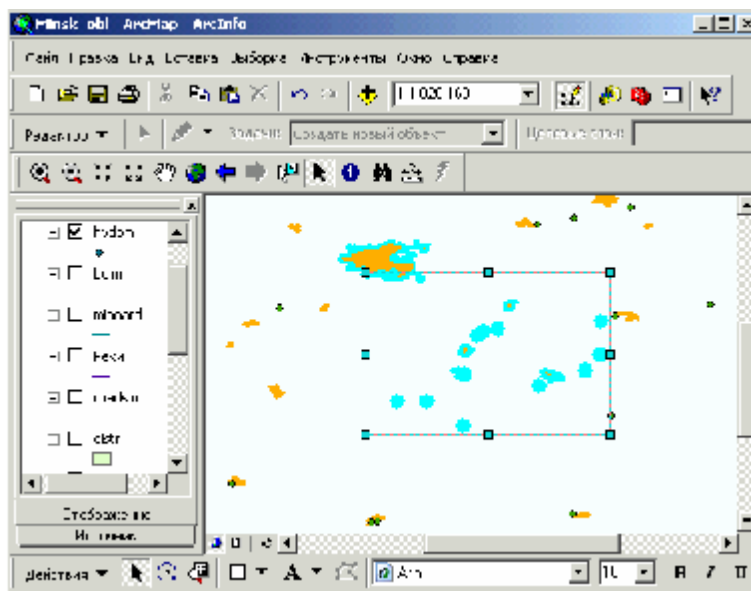




Рис.33

Откройте атрибутивную таблицу и просмотрите выбранные записи. Закройте атрибутивную таблицу и отмените выборку объектов. Удалите

многоугольник выбора, выбрав его указателем , через клавишу клавиатуры *Delete*.

Шаг 12. Для работы с инструментами по идентификации объектов сделайте активным слой по озерам Минской области *Hydami.shp*. Щелкните пиктограмму идентификации (*Identify*)  на панели инструментов. В графическом окне щелкните по заданному объекту, в результате появится падающее меню с описанием атрибутивных полей объекта, рис.34.

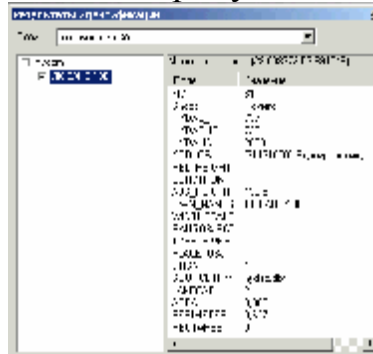


Рис.34

Закройте меню идентификации.

Шаг 13. Для ознакомления со свойствами картографического отображения сделайте активным слой по автомобильной дорожной сети Минской области (*roadsm.shp*). Через правую клавишу мыши перейдите в контекстное меню, выберите опцию свойств карты и перейдите на вкладку свойств дисплея *Отображение*. В контекстном меню активируйте опции свойств дисплея по показу свойств карты *Показывать подсказки карты (Show Map Tips box)*, рис.35.

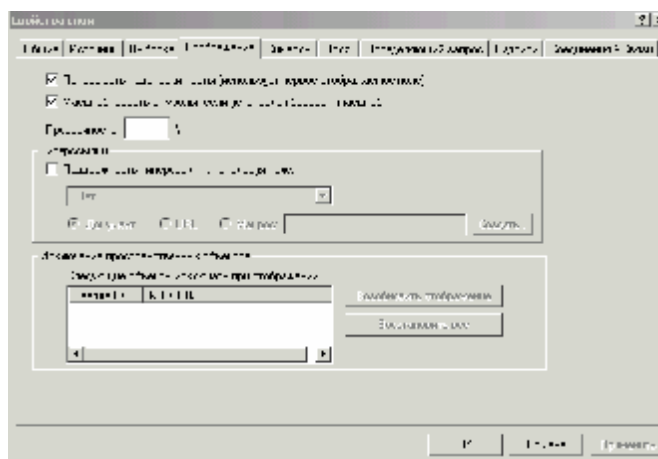


Рис.35

Откройте вкладку по описанию полей атрибутивной таблицы *Поля (Fields tab)*. В опции *Показывать первым поле (Primary Display Field)*

установите из списка поле кодов дорог KOD_OBJ. Ознакомьтесь с описанием характеристик поля, рис.36.

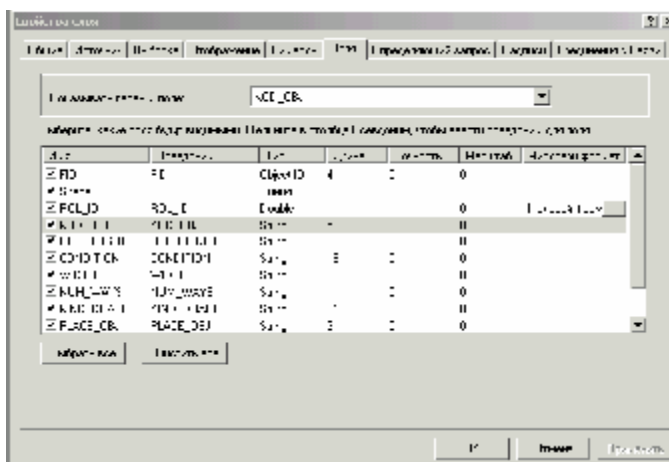


Рис.36

Закройте панель свойств с сохранением изменений.

Шаг 14. Подписи и этикетки – это два основных типа текста для объектов в ArcGIS. В ArcMap подписи устанавливаются автоматически, что обеспечивает быстрый и легкий доступ к основным характеристикам атрибутов. Комментарий используется для добавления описательного текста по нескольким характеристикам или для добавления текста, который не связан с атрибутивными характеристиками.

Проверьте, чтобы слой автомобильных дорог (*roadsm.shp*) был включен и активен. Через правую клавишу мыши перейдите в контекстное меню свойств (*Properties*) и выберите вкладку *Надписи*. Включите опцию *Надписывать объекты этого слоя по методу Единого стиля записей*. В поле подписи выберите поле KOD_OBJ, рис.37.

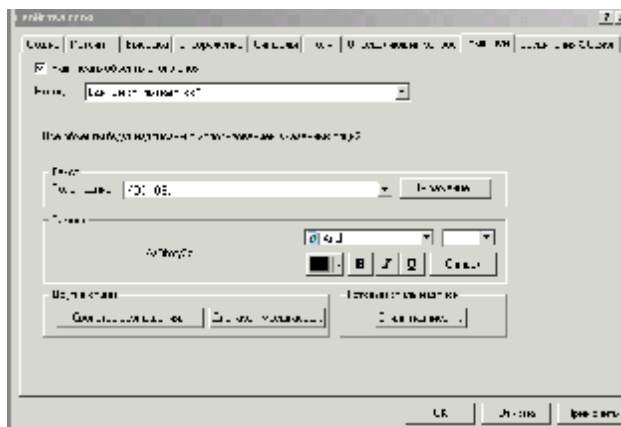


Рис.37

Прежде чем закрывать контекстное меню, просмотрите опцию свойств размещения подписей *Свойства размещения (Placement*

Properties) и масштаб отображения *Диапазон Масштаба (Scale Range)*. Нажмите *Применить* и закройте окно свойств.

Через правую клавишу мыши перейдите в контекстное меню свойств (*Properties*) и выберите вкладку *Надписать объекты*, рис.38.

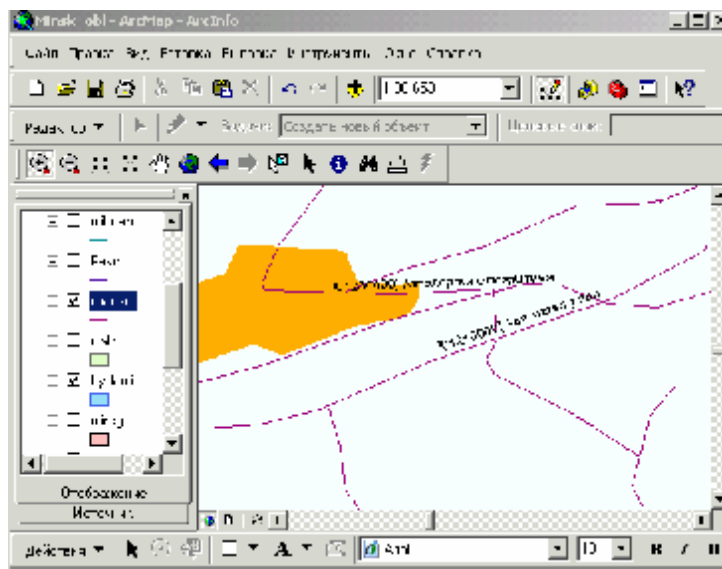


Рис.38

Необходимо заметить, что подписи являются не редактируемыми объектами, в отличие от *комментариев (Annotation)*.

Шаг 15. Если необходимо ввести индивидуальные изменения в подписи можно воспользоваться опцией конвертирования подписей в аннотации.

Убедитесь, что слой автомобильных дорог Минской области (*roadsm.shp*) является активным. Через правую клавишу мыши вызовите контекстное меню и кликните опцию *Конвертирования надписей в аннотации (Convert Labels to Annotation)*. В диалоговом окне опции *Конвертирования надписей в аннотации* имеются две опции по сохранению аннотаций *В документе карты (In the map)* и в *Базе данных (In a database)*. Если использовать опцию *В документе карты*, то текст будет загружаться как часть документа карты. Можно также загрузить текст комментария в базу данных. При выборе последней опции текст комментария загружается в стандартную базу геоданных как слой аннотации, который можно использовать на других картах, рис.39.

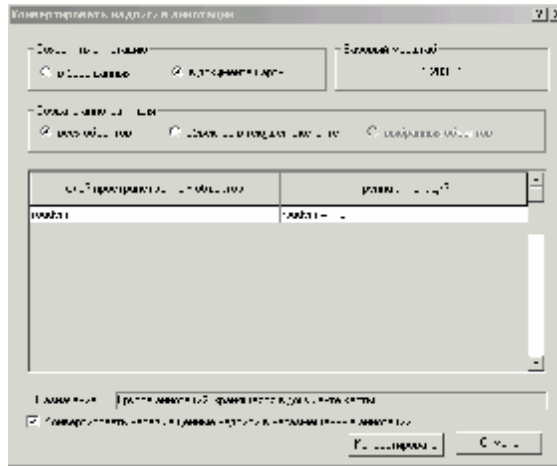


Рис.39

В опции *Создать аннотации для* (*Create annotation for*) можно выбрать набор характеристик, для которых будут созданы аннотации. После задания всех настроек щелкаем опцию *конвертирования* (*Convert*) и просматриваем результаты карты.

Шаг 16. Выполните создание тематической картограммы по атрибутам геообъектов. Сделайте активным слой городов Минской области (*Towns.shp*) и через правую клавишу мыши перейдите в контекстное меню и выберите опцию *свойств слоя* (*Properties*). Перейдите на вкладку *Символы* (*Symbology tab*). В категориях укажите тип символов *уникальные значения* (*Unique values*). В поле значений (*Value Field*) выберите поле названий населенных пунктов *OWN_NAMES*. Внизу под набором символов нажмите опцию *добавить все значения* (*Add All Values*). Все величины будут добавлены в список символов, рис.40.

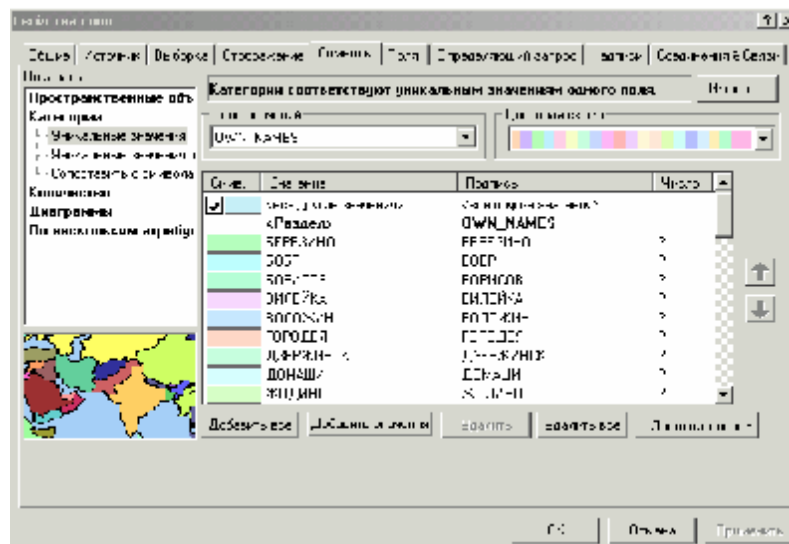


Рис.40

Нажмите *OK* для просмотра готовой тематической карты, рис.41.

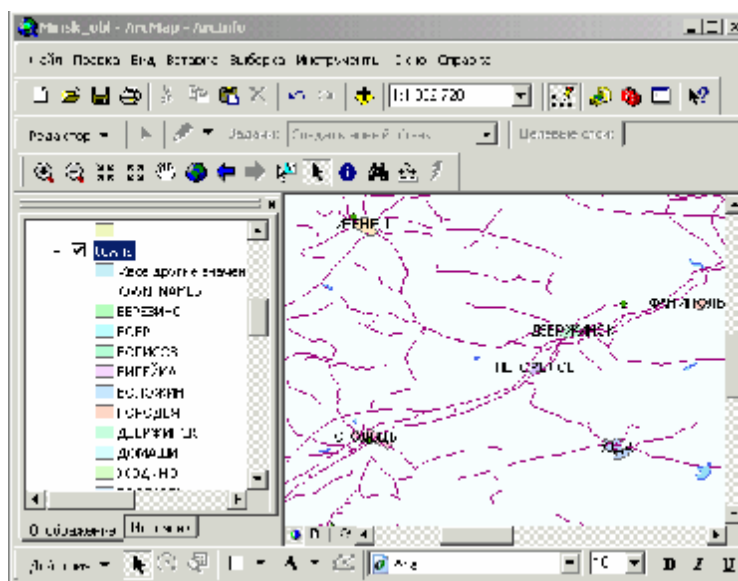


Рис.41

Шаг 17. Для сохранения картографического документа в меню *Файл* выполните команду *Сохранить*.

Контрольное упражнение.

С использованием инструментов выборки объектов составьте комплексный атлас Минского района Минской области в составе следующих цифровых слоев: Rivers.shp – реки; Roadsm.shp – автодороги; Towns.shp – населенные пункты; Hydami.shp – озера и водохранилища; Vegetm.shp – леса; Vil.shp – деревни; Vultm.shp – трубопроводы; Ex-роins.shp – промышленные объекты.

ТЕМА 4: РАБОТА С АТТРИБУТИВНЫМИ ДАННЫМИ

Атрибутивные данные в ГИС содержат неграфические характеристики геообъектов. В процессе решения ГИС-задач выполняется набор операций по обработке атрибутивных данных таких, как ввод, редактирование, удаление, связывание, соединение, формирование простых и сложных запросов и многие другие. Все результаты обработки атрибутивных данных в режиме реального времени автоматически отражаются на пространственных данных в графическом окне дисплея.

Упражнение 4.1. Работа с атрибутивными данными

Атрибутивные таблицы, которые содержат серию колонок и столбцов, где каждая колонка или запись представляет собой географическую характеристику (например, улица, здание), а каждый столбец – конкретный атрибут (например, ширина и характер дорожного покрытия; высота здания и материал стен и т.д.). Атрибутивные таблицы могут быть составной частью внутренних форматов ГИС, так и присоединенными таблицами из баз данных dBase, Oracle, Informix и др.

Задача: *подготовить материалы статистики о работе агропромышленного комплекса административного района.*

Цель: освоить алгоритмы работы с атрибутивными данными: изменение формата данных, переименование столбцов, расчет статистических характеристик, редактирование атрибутивных таблиц в *ArcMap*, соединение и связывание таблиц, подготовка выходных табличных данных и копирование таблиц.

Исходные данные: шейп-файлы карты Минской области Беларуси масштаба 1:500 000 в составе:

- *Rivers.shp* - реки
- *Roadsm.shp* - автодороги
- *Towns.shp* – населенные пункты
- *Distr.shp* – административные районы
- *Hydpm.shp* – отметки урезов воды
- *Hydami.shp* – озера и водохранилища
- *Mireg.shp* – Минская область
- *Vegetm.shp* - леса
- *Vil.shp* - деревни
- *Bulm.shp* - трубопроводы
- *Expoins.shp* – промышленные объекты
- *Miboard.shp* – границы Минской области.

Ход выполнения:

Шаг 1. Откройте в *ArcMap* шейп-файл по городам Минской области Беларуси (*Towns.shp*). Через правую кнопку мыши откройте таблицу атрибутов. Просмотрите числовое значение поля INHABITANT и количество знаков после запятой. Для округления значений численности населения до целых чисел вызовите контекстное меню и перейдите в меню *Свойства*. В контекстном меню *Свойства слоя* выберите вкладку *Поля* (*Fields*) и опцию *числового формата данных* (*Format*) у записи INHABITANT, которая позволяет изменять тип атрибутивного поля (числовой формат, проценты, пользовательский и др.), округление, выравнивание и другие общие настройки, рис.42.

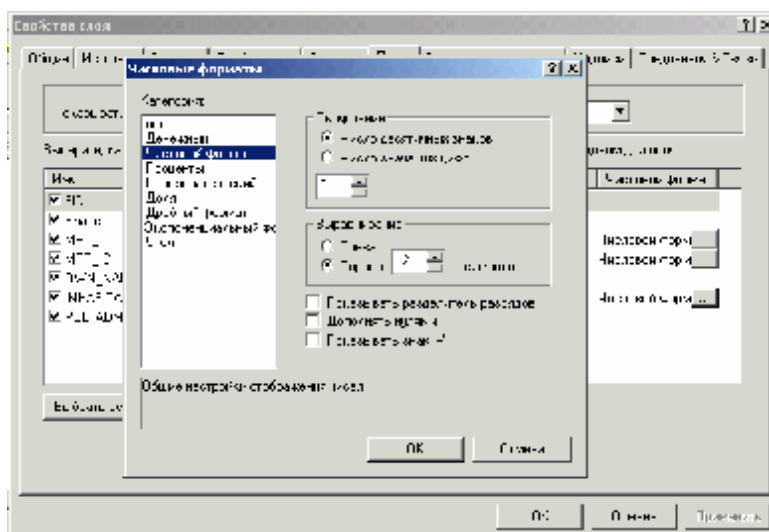


Рис.42

Поставьте ноль в опции *Число десятичных знаков*. Нажмите *ОК*. Просмотрите изменения в атрибутивной таблице.

Шаг 2. Учитывая, что столбцы атрибутивной таблицы являются базой данных, то для переименования столбцов используется способ присваивания *псевдонимов* (*alias*), т.е. дублируемые названия столбцов пользователем. Для присваивания псевдонимов полям шейпа городов Минской области (*Towns.shp*) перейдите в контекстное меню свойств слоя. Перейдите во вкладку *Поля* (*Fields*) и введите в столбце *Псевдонимы* псевдонимы для следующих полей: OWN_NAMES – НАЗВАНИЕ; INHABITANT – ЧИСЛЕННОСТЬ, POL_ADM – СТАТУС, рис.43.

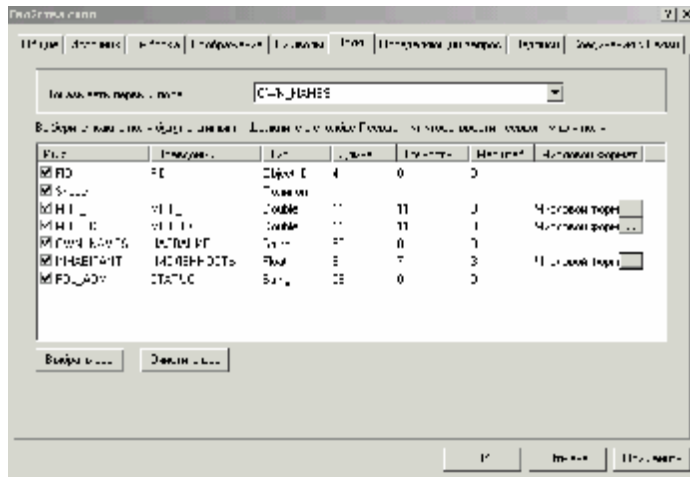


Рис.43

Шаг 3. Сделайте активным во фрейме данных слой по водоемам Минской области (*Hydami.shp*). Через правую кнопку мыши откройте таблицу атрибутов. Выделите мышью столбец поля AREA. Через правую кнопку мыши оставаясь на заголовке поля AREA вызовите падающее меню и в нем опцию *Статистика*, рис.44.

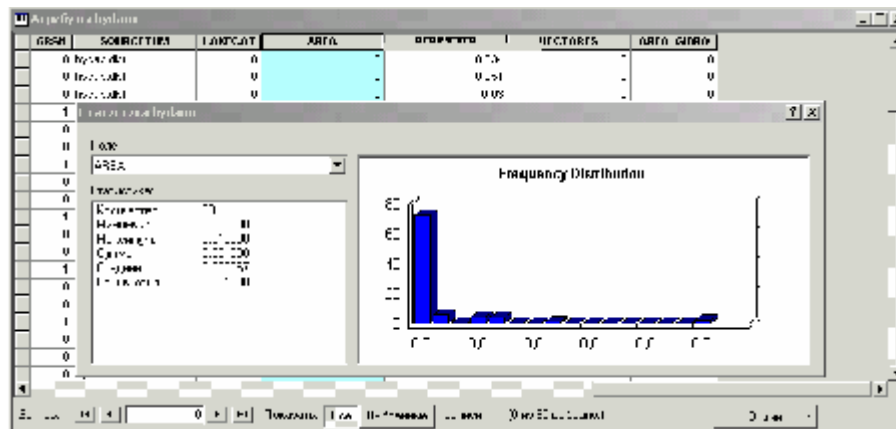


Рис.44

В диалоговом окне статистики по шейпу *Hydami.shp* указываются сведения по следующим позициям: количество (count), минимум (min), максимум (max), сумма (sum), среднее (mean) и среднее квадратичное отклонение (standard deviation).

Шаг 4. Сделайте активным во фрейме данных слой по сельским населенным пунктам Минской области (*Vil.shp*). Для выполнения статистической обработки результатов и представления их в отдельной таблице используйте следующие инструменты *ArcToolbox – Analysis Tools – Статистика - Суммарная статистика (ArcToolbox – Analysis – Statistics - Summary)*, рис.45.

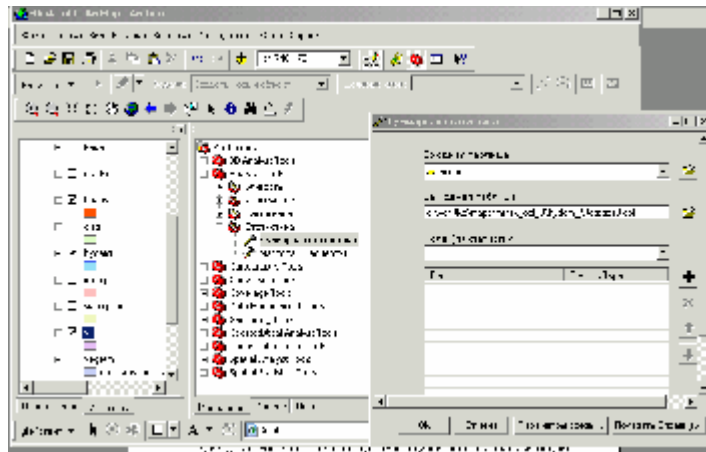



Рис.45

Через пиктограмму *Добавить данные*  добавьте полученную таблицу *hydami_Statistics.dbf* в картографический документ и откройте ее, рис.46.

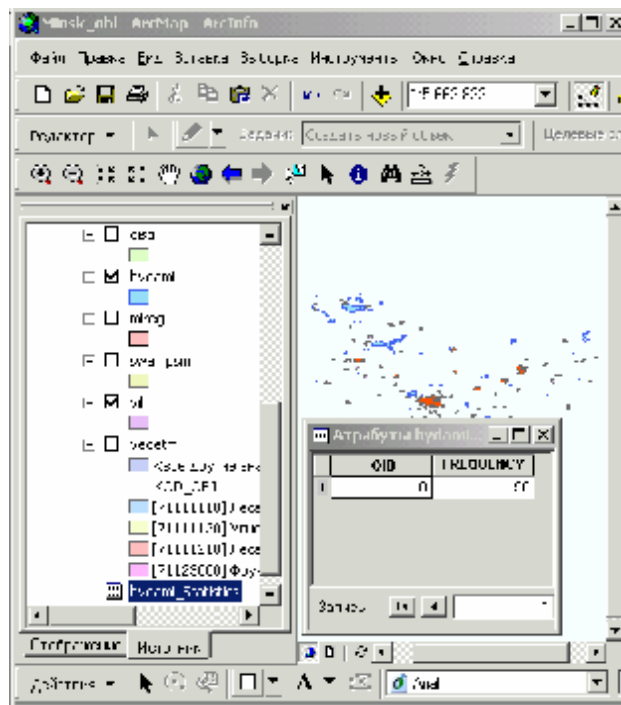


Рис.46

Шаг 5. Сделайте активным во фрейме данных слой по промышленным объектам Минской области (*Expoinstl.shp*). Возможности *ArcMap* позволяют добавлять новые записи в атрибутивную таблицу или редактировать ее значения. Для того, чтобы производить изменения в записях таблицы необходимо войти в сеанс редактирования, выполнив следующие команды: *Вид – Панели инструментов – Редактор* (*View - Tools – Editor*). Кликните команду *Редактор* (*Editor*) и выберите *Начать редак-*

Delete. Если правой клавишей мышки выделить значения ячейки, то эти значения можно вырезать, копировать, вклеивать или удалять. Для сохранения изменений в атрибутивной таблице выполните команду *Редактор – Сохранить изменения (Editor- Save)*. Выйдете из режима редактирования, выполнив команду *Редактор – Завершить редактирование (Editor- Stop Editing)*.

Шаг 7. Для создания новой пустой атрибутивной таблицы воспользуйтесь инструментами *ArcCatalog*. Выберите в *ArcCatalog* свою рабочую папку, например *Minsk_obl_3*. Вызовите контекстное меню через правую клавишу мыши и перейдите в опцию *Новый*. Выберите таблицу с расширением *dBASE* с названием *ecology*. Двойным щелчком мыши на названии появившегося в списке слоя откройте контекстное меню *Свойства таблицы dBASE*. Добавьте новое поле под именем *Выброс_заг* в пустую ячейку столбца *Имя поля*. В столбце *Тип данных* установите *Long Integer*, рис.49. Нажмите *OK*.

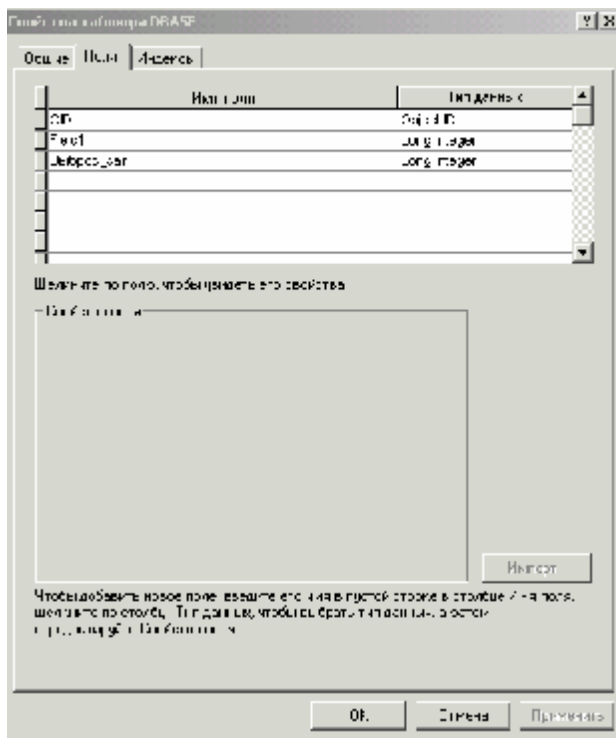


Рис.49

Контрольное упражнение.

Составьте комплексный отчет в виде ГИС- карт и таблиц о работе АПК Минского района по материалам ГУ «Статистический издательский центр».

Упражнение 4.2. Запросы по атрибутивным данным


Задача: для администрации Минской области для выполнения отчета о состоянии окружающей среды необходимо уточнить информацию о численности населения в населенных пунктах по результатам переписи населения и состоянию водного фонда.

Цель: освоить алгоритмы запросов по атрибутивным данным.

Исходные данные: шейп-файлы карты Минской области Беларуси масштаба 1:500 000 в составе:

- *Rivers.shp* - реки
- *Roadsm.shp* - автодороги
- *Towns.shp* – населенные пункты
- *Distr.shp* – административные районы
- *Hydpm.shp* – отметки урезов воды
- *Hydami.shp* – озера и водохранилища
- *Mireg.shp* – Минская область
- *Vegetm.shp* - леса
- *Vil.shp* - деревни
- *Bulm.shp* - трубопроводы
- *Expoins.shp* – промышленные объекты
- *Miboard.shp* – границы Минской области.

Ход выполнения:

Шаг 1. Для уточнения местоположения объекта используется инструмент *Найти* с пиктограммой  на панели *Инструментов*. С использованием инструмента *Найти* найдите в шейпе городов Минской области (*Towns.shp*) город БЕРЕЗИНО, рис.50.

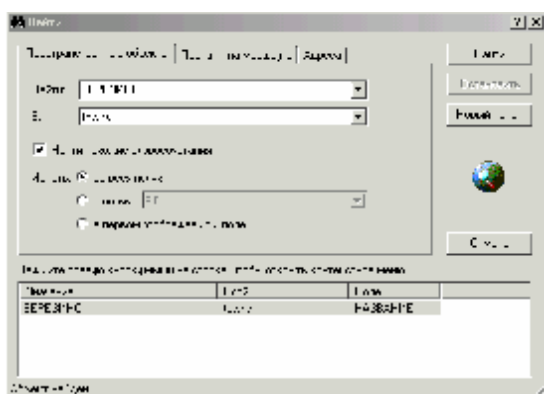


Рис.50

Уточните информацию об атрибутах города БЕРЕЗИНО в цифровом слое *Towns.shp* с использованием инструмента *Найти/Заменить* в кнопке *Опции* в атрибутивной таблице, рис.51.

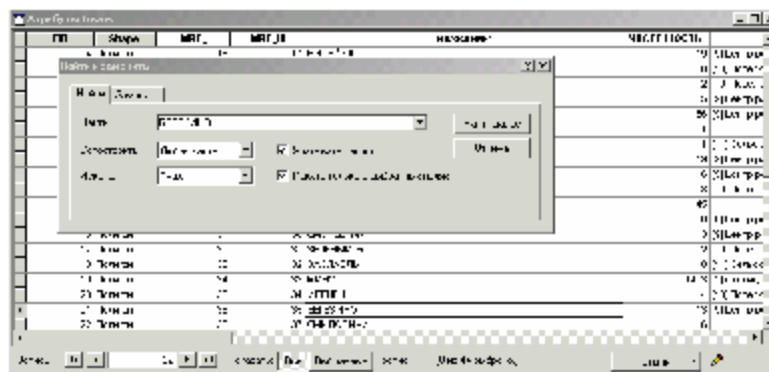


Рис.51

Шаг 2. Дополнительно к инструментам ИДЕНТИФИКАЦИИ, ВЫБОРА и ПОИСКА геообъектов можно составлять сложные реляционные запросы по поиску геообъектов по нескольким критериям. Самый простой запрос состоит из атрибута (например, НАЗВАНИЕ) и какому-либо показателю (например, РАЙОН) и отношению между эти позициями с использованием операторов (например, «равно»). Более сложные запросы объединяют простые запросы с использованием дополнительных операторов «И», «ИЛИ» на языке SQL (Структурный Язык Запросов).

Во фрейме данных сделайте активным шейп *Hydami.shp*. Создайте сложный запрос к шейп-теме по водоемам Минской области (*Hydami.shp*). Щелкните по меню *Выборка* в стандартной панели инструментов и выберите меню *Выбрать по атрибуту*.

Выберите водоемы Минской области с площадью водного зеркала более 0,003 кв. км. Для этого в диалоговом окне в ячейке *Слой* укажите шейп *Hydami.shp*, выберите метод *Создать новую выборку*, нажмите кнопку *Получить значения*, двойным щелчком выберите поле *AREA*, знак больше или равно и число *0.003*. Нажмите кнопку *Проверить*. Если в запросе нет синтаксических ошибок и появилось сообщение *Выражение было успешно проверено*, нажмите кнопку *Применить*, рис.52.

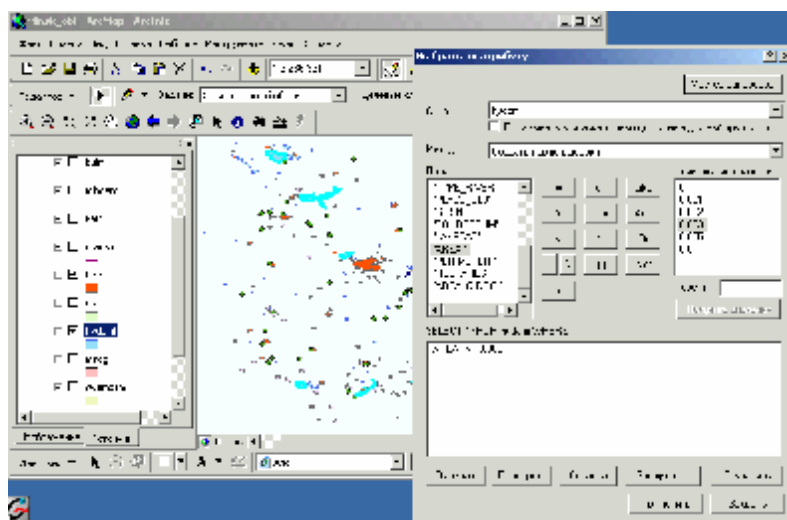


Рис.52

Выбранные водные объекты показываются в графическом окне дисплея.

Шаг 3. Составьте сложный запрос с дополнительным критериям.

Во фрейме данных должен быть активен слой по водоемам Минской области *Hydami.shp*. Откройте таблицу атрибутов. Через кнопку *Опции* перейдите в меню *Выбрать по атрибутам*. Установите метод: *Создать новую выборку*. Создайте запрос "KOD_OBJ" = '[31131000]_Водохранилища' и проверьте его. Если в запросе нет синтаксических ошибок и появилось сообщение *Выражение было успешно проверено*, нажмите кнопку *Применить*. Просмотрите атрибутивную таблицу на число выбранных записей и включите кнопку *Выбранные*, чтобы изучить только выбранные записи. Нажмите кнопку *Опции* и перейдите в меню *Выбрать по атрибутам*. Установите метод: *Выбрать из текущей выборки*. Создайте запрос "AREA" = 0.003 и проверьте его. Если в запросе нет синтаксических ошибок и появилось сообщение *Выражение было успешно проверено*, нажмите кнопку *Применить*. По результатам выборки в Минской области найдено 3 водохранилища (в том числе Заславское, Солигорское), удовлетворяющих данным критериям, рис.53.

ABS_HEIGHT	OWN_NAMES	AREA	WETHSCALE	RANGOBJECT	TYPE_RIVER	PLACE_OBJ
216	ЗАСЛАВСКОЕ	0,003				
148	СОЛИГОРСКОЕ	0,003				
160		0,003				

Запись: 0 Показать: Все Выбранные записи (3 из 90 выбрано.)

Рис.53

Результаты сложного запроса по выбору объектов можно увидеть выбранными на карте с голубым цветом выбора. Нажмите кнопку *Пока-*

затем все записи, кликните кнопку *Опции* и выберите команду *Очистить выборку*.

Контрольное упражнение.

Подготовьте материалы для администрации Мядельского района Минской области в виде отчета о состоянии окружающей среды с уточнением информации о численности населения в населенных пунктах по результатам переписи населения и современном состоянии водного фонда.

ТЕМА 5: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЕКТОРНЫХ ДАННЫХ

В реальной ГИС-практике выполнение пространственного анализа территории предполагает не просто использование готовых наборов цифровых слоев, а их взаимный анализ и сопоставление, построение сложных геореляционных запросов, расчет необходимых статистических показателей и др. операции. Набор инструментов пространственной обработки данных размещается в модуле *ArcToolbox*, который доступен через *ArcCatalog* или *ArcMap*.

Упражнение 5.1. Анализ пространственных данных по выбору


Задача: *подготовить пространственные и атрибутивные данные для издания комплексного атласа территории (административного района, города, национального парка и др.) из имеющихся цифровых данных по всей административной области.*

Цель: освоить алгоритмы выбора заданных геообъектов в отдельный слой, вырезания пространственных данных по определенному фрагменту, установки проекции для данных, открываемых в *ArcMap*.


Исходные данные: шейп-файлы карты Минской области Беларуси масштаба 1:500 000 в составе:

- *Rivers.shp* - реки
- *Roadsm.shp* - автодороги
- *Towns.shp* – населенные пункты
- *Distr.shp* – административные районы
- *Hydpm.shp* – отметки урезов воды
- *Hydami.shp* – озера и водохранилища
- *Mireg.shp* – Минская область
- *Vegetm.shp* - леса
- *Vil.shp* - деревни
- *Bulm.shp* - трубопроводы
- *Expoins.shp* – промышленные объекты
- *Miboard.shp* – границы Минской области.

Ход выполнения:

Шаг 1. Во фрейме данных *ArcMap* включите и сделайте активным слой административных районов Минской области (*Distr.shp*). Через пиктограмму  добавьте инструменты приложения *ArcToolbox*. Для выбора территории Дзержинского административного района в отдель-

ный слой воспользуйтесь инструментами *Analysis Tools – Извлечение - Выборка (Select)* в *ArcToolbox*. В открывающемся диалоговом окне укажите слой *Distr.shp* в ячейке *Входных объектов*, выходной класс объектов

будет указан автоматически, через пиктограмму  перейдите в калькулятор запросов и сформируйте запрос "NAME" = 'Дзержинский', проверьте его и нажмите кнопку *OK*, рис.54.

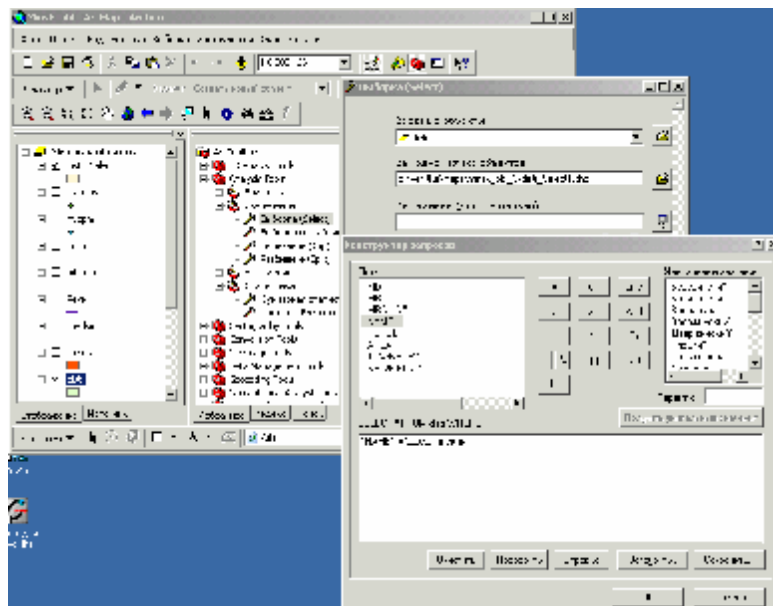


Рис.54

Во фрейм данных добавлен новый шейп-файл *distr_Select_1.shp*, который содержит только полигон территории Дзержинского района. Удалите из фрейма данных исходный слой *Distr.shp*, рис.55.

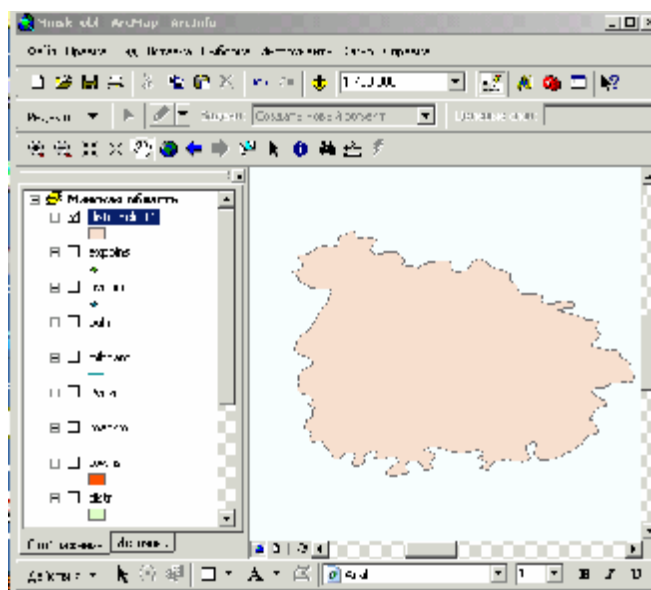



Рис.55

Шаг 2. Вырежьте из полигона территории Дзержинского района полигоны, занятые территориями крупных населенных пунктов района. Для этого включите и сделайте активными слои территории Дзержинского района (*distr_Select_1.shp*) и населенных пунктов Минской области (*Towns.shp*). Через пиктограмму  добавьте инструменты приложения *ArcToolbox*. Воспользуйтесь инструментами *Analysis Tools – Извлечение – Вырезание (Clip)* в *ArcToolbox*. В открывающемся диалоговом окне укажите слой *Towns.shp* в ячейке *Входных объектов*, слой *distr_Select_1.shp* в ячейке *Вырезающих объектов*, выходной класс объектов будет указан автоматически и нажмите кнопку *OK*, рис.56.

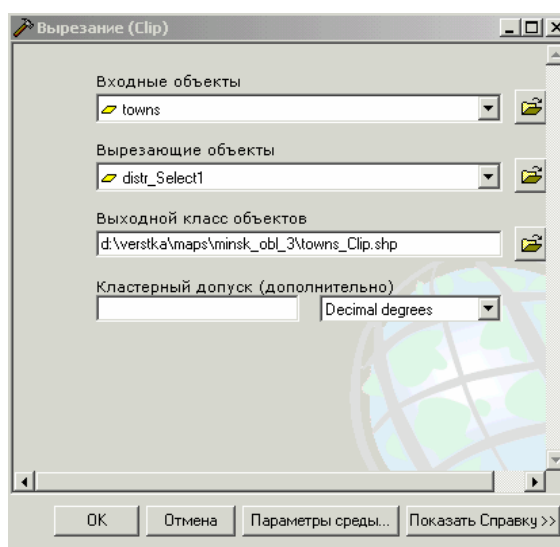


Рис.56

Во фрейм данных добавлен новый шейп-файл *towns_Clip.shp*, который содержит только полигоны крупных населенных пунктов на территории Дзержинского района. Удалите из фрейма данных исходный слой *distr_Select_1.shp*, рис.57.

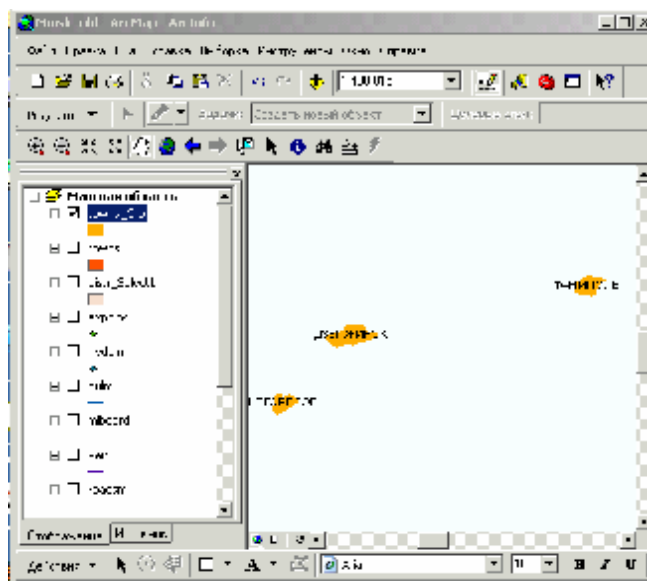



Рис.57

Шаг 3. Во фрейме данных *ArcMap* включите и сделайте активным слой территории Дзержинского административного района Минской области (*distr_Select_1.shp*). Установите систему координат для шейпа *distr_Select_1.shp*. Для этого через пиктограмму  добавьте инструменты приложения *ArcToolbox*. Воспользуйтесь инструментами *Data Management Tools – Проекции и преобразования (Projections and Transformations)*. Данный набор инструментов включает такие инструменты, как *Пространственный объект* и *Растр*. Инструмент *Пространственный объект* выполняет преобразование проекции для векторных примитивов и баз геоданных. Соответственно инструмент *Растр* преобразовывает проекции для таких моделей данных как покрытия, гриды и тины. Инструмент *Определить проекцию* определяет систему координат для векторных объектов. Поскольку *distr_Select_1.shp* является шейп-файлом, то необходимо воспользоваться инструментом *Пространственный объект* с опцией *Проецировать* с указанием в качестве входного набора классов объектов *distr_Select_1.shp* (выходной класс объектов формируется автоматически) в падающем меню, рис.58

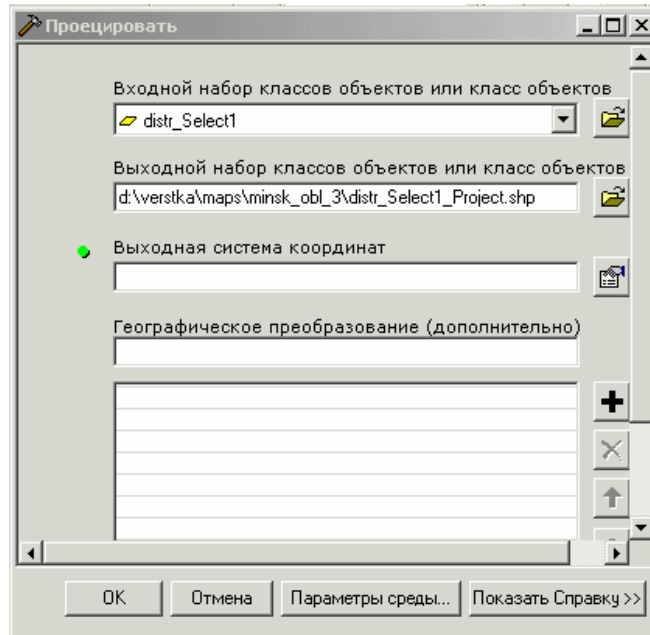


Рис.58


Используйте пиктограмму выходной координатной системы  для выбора необходимой проекции из иерархической библиотеки проекций, рис.59.



Рис.59

Нажмите кнопку *Выбрать* и выберите папку *Projected Coordinate Systems*. В этой папке выберите папку *Utm* (список проекций Utm). В папке *Utm* выберите папку *Wgs 1984*. В папке *Wgs 1984* выберите проекцию *WGS 1984 UTM Zone 35N.prj*. Нажмите *Добавить*. В выпадающем

меню можно просмотреть подробное описание выбираемой проекции, рис.60.

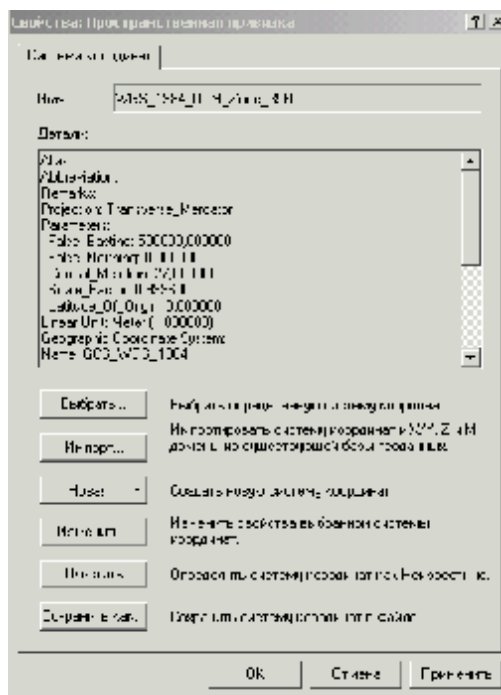


Рис.60

Нажмите кнопку *Применить*, затем *OK*. Диалоговое окно *Проецировать* принимает следующий вид, рис.61.

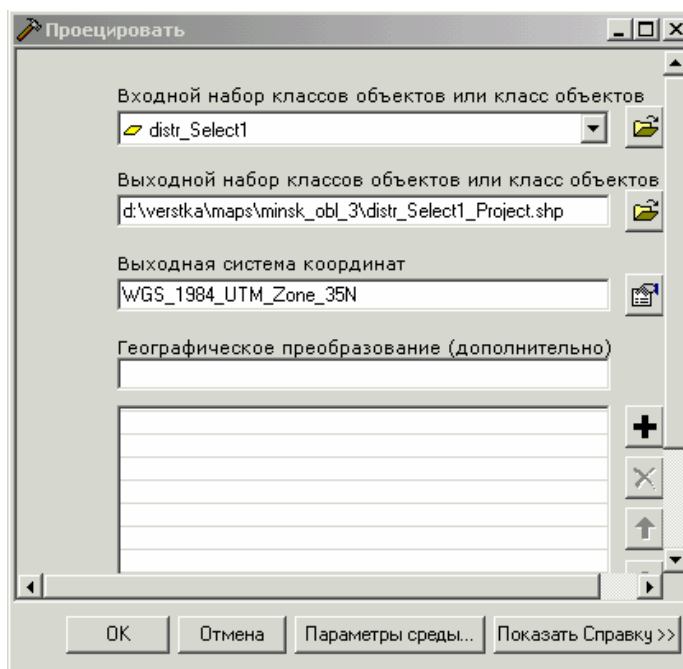



Рис.61

Нажмите кнопку *OK*. Во фрейм данных добавляется спроецированный новый слой *Distr_Select1_Project.shp*. Через правую клавишу мыши

вызовите контекстное меню *Свойства* и во вкладке *Источник* просмотрите описание проекции.

В главной панели *ArcMap* в меню *Вид* включите команду *Строка состояния*. Выберите инструмент *Измерить* через пиктограмму  и определите расстояние между крайними точками на севере и юге Дзержинского района. В *Строке состояния* слева просмотрите результаты измерений.

Контрольное упражнение.

Используя цифровые материалы по Минской области, выполните создание отдельного комплексного географического атласа для Мядельского административного района.

Упражнение 5.2. Использование инструментов построения буферных зон, слияния, объединения с расчетом метрических показателей

Задача: *экологический мониторинг состояния санитарно-защитных зон предприятий.*


Цель: освоить алгоритмы использования инструментов построения буферных зон, слияния, объединения с расчетом метрических показателей (площадей и периметров) новых геометрических объектов.

Исходные данные: шейп-файлы карты Минской области Беларуси масштаба 1:500 000 в составе:

- *Rivers.shp* – реки
- *Roadsm.shp* – автодороги
- *Towns.shp* – населенные пункты
- *Distr.shp* – административные районы
- *Hydpm.shp* – отметки урезов воды
- *Hydami.shp* – озера и водохранилища
- *Mireg.shp* – Минская область
- *Vegetm.shp* – леса
- *Vil.shp* – деревни
- *Vulm.shp* – трубопроводы
- *Expoins.shp* – промышленные объекты
- *Swampsm.shp* – болота
- *Miboard.shp* – границы Минской области.

Ход выполнения:

Шаг 1. Для выполнения данного упражнения скачайте с сайта <http://support.esri.com/index.cfm?fa=downloads.geoprocessing.filteredGatew>

ay&GPID=4 дополнительный инструментарий, который включает операцию *Merge*. Для добавления данного набора инструментов откройте через пиктограмму  приложение *ArcToolbox* и в открытом окне *ArcToolbox* через правую клавишу мыши выполните команду *Добавить набор инструментов* и подключите скачанный с сайта файл *Geoprocessing_Wizard_Tools.tbx*. В набор инструментов *ArcToolbox* добавляется пакет инструментов *Geoprocessing_Wizard_Tools* с инструментами *Вырезание (Clip)*, *Генерализация (Dissolve)*, *Пересечение (Intersect)*, *Слияние (Merge)*, *Объединение (Union)*, рис.62.

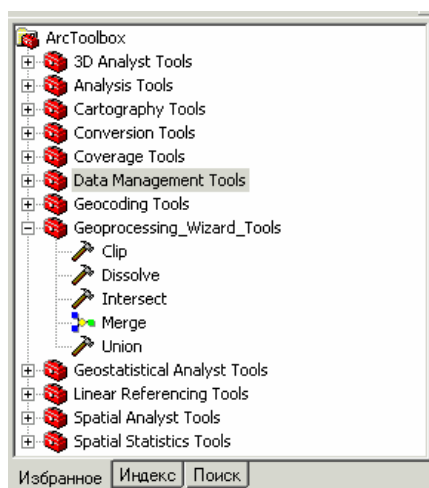





Рис.62

Шаг 2. Запустите *ArcMap* с новой пустой карты. Сохраните будущий картографический документ как *Ecology.mxd* через команду *Файл - Сохранить как*. Щелкните на пиктограмму слоев фрейма данных и через правую клавишу мыши откройте контекстное меню и выберите опцию *Свойства* фрейма данных. Во вкладке *Общие* введите новое название фрейма данных как *Санитарно-защитные зоны предприятий*. Введите в ячейки единиц измерений и отображения метры. Нажмите *ОК*.

Шаг 3. Добавьте цифровые слои по Минской области для создания новой тематической карты *Санитарно-защитные зоны предприятий* с использованием пиктограммы *Add Data*  согласно исходным данным.

Шаг 4. Соедините в один слой слои водоемов (*Hydami.shp*) и болот *Swampsm.shp*. Перейдите в модуль *ArcToolbox*  и в меню *Geoprocessing Wizard Tools*. Выберите опцию *Merge*. Установите следующие настройки: в качестве входящих цифровых слоев (*Input Features*) укажите *Hydami.shp* и *Swampsm.shp*. В качестве выходной папки (*Output feature class location*) укажите свою рабочую папку. В качестве *Выходного класса объектов (Name of the output feature class)* укажите *merge.shp*. В ячей-

ке *Feature class(es) that define the output fields* укажите слой водных объектов *Hydami.shp*. В опции *Spatial Reference (optional)* выберите координатную систему через пиктограмму . В библиотеке проекций выберите проекцию *WGS 1984 UTM Zone 35N.prj*. Нажмите *Применить* и *ОК*. В контекстном меню *Свойства: Пространственная привязка* нажмите *ОК*. Диалоговое окно инструмента *Merge* с настройками показано на рис.63.

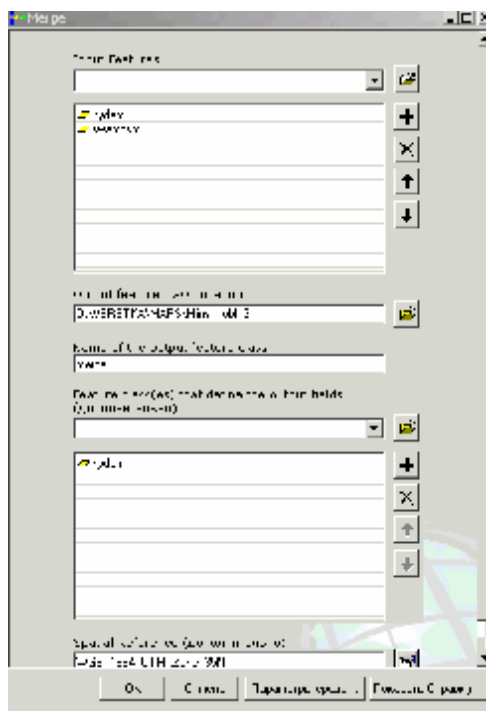


Рис.63

После выполнения операции слияния (*Merge*) новый слой *merge.shp* автоматически добавляется в картографический документ *ecology.mxd*, рис.64.

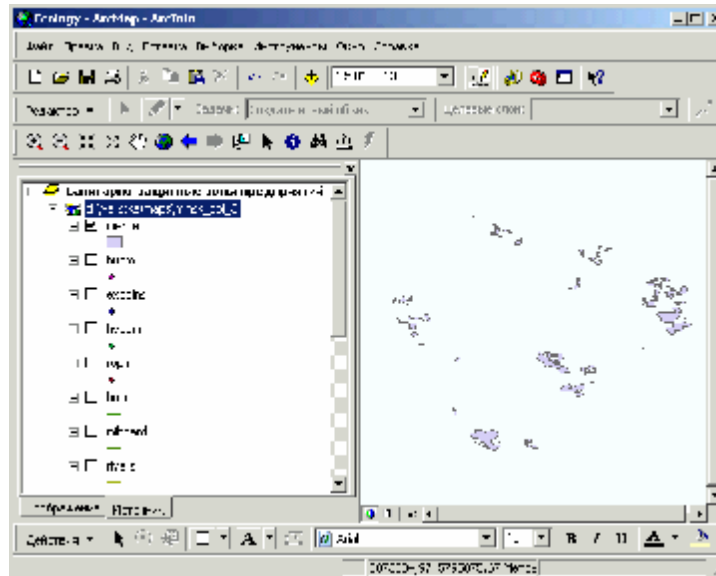



Рис.64

Удалите из документа исходные слои *Hydami.shp* и *Swampsm.shp* и сохраните все изменения.

Шаг 5. Во фрейме данных включите и сделайте активным точечный слой промышленных объектов Минской области *Expoins.shp*. Выполните построение буферных зон вокруг промышленных объектов шириной 200

метров. Перейдите в модуль *ArcToolbox*  и в меню *Analysis Tools-Близость (Proximity)* и выберите инструмент *Буфер (Buffer)*.

В качестве входных объектов укажите *Expoins.shp*. В ячейке выходных классов объектов выходной слой буфера *expoins_Buffer2.shp* прописывается автоматически. В ячейке Единиц длины укажите 200 метров. В опциях *Типа слияния* укажите ALL. Нажмите *OK*, рис.65.

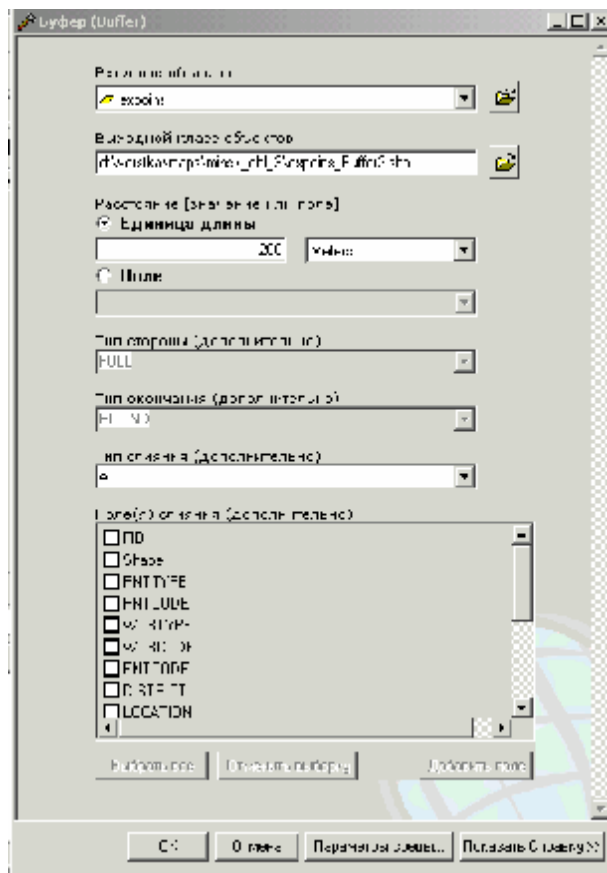


Рис.65

Созданный слой *expoins_Buffer2.shp* автоматически добавляется в картографический документ, рис.66.

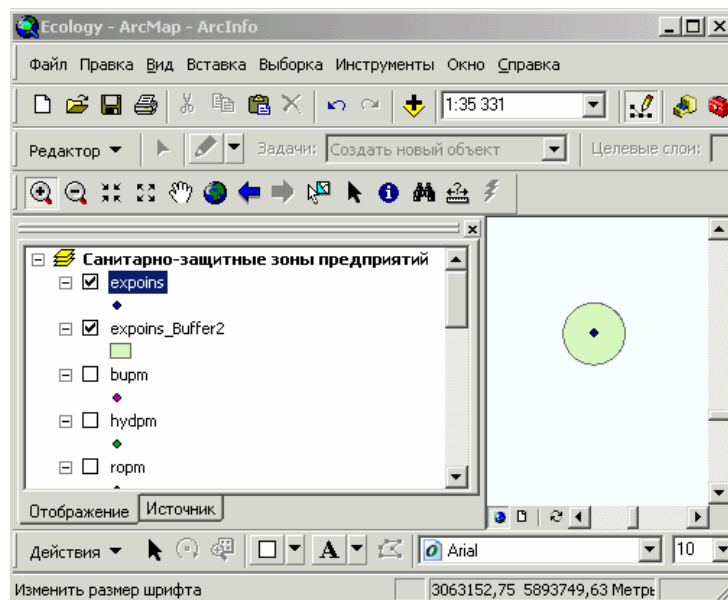



Рис.66

Сохраните изменения в документе *ecology.mxd*.

Шаг 6. Для вырезания лесопокрытых территорий, которые размещаются в 200 м буферной зоне, перейдите в модуль *ArcToolbox*  и в меню *Geoprocessing Wizard Tools*. Двойным щелчком откройте падающее меню инструмента *Clip*. В качестве *Входных объектов* выберите слой лесопокрытых территорий (*Vegetm.shp*). В качестве *Вырезающих объектов* укажите буферный слой (*expoins_Buffer2.shp*). В ячейке выходного класса объектов выходной слой *vegetm_Clip2.shp* прописывается автоматически, рис.67.

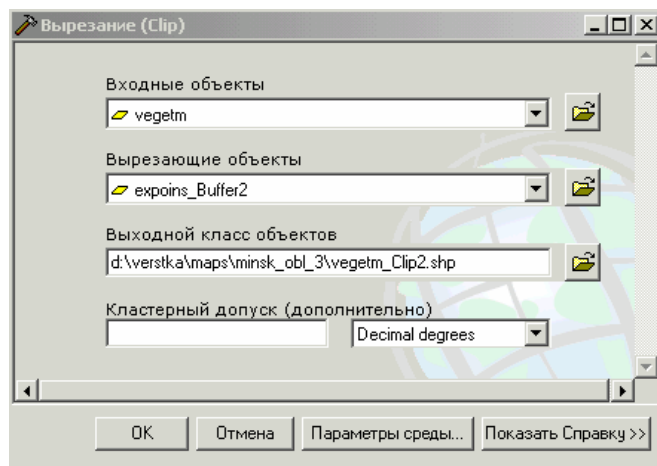


Рис.67

Нажмите *OK*.

Во фрейм данных добавляется новый картографический слой *vegetm_Clip.shp*, на котором показываются участки лесопокрытых территорий в составе санитарно-защитных зон предприятий, рис.68.

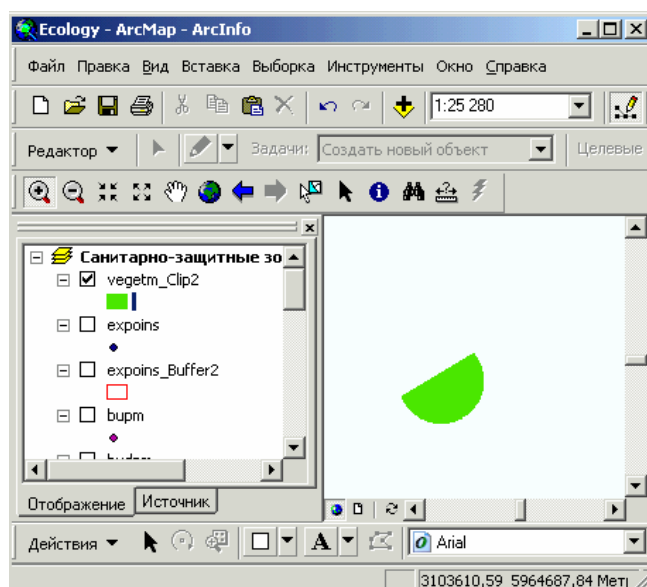



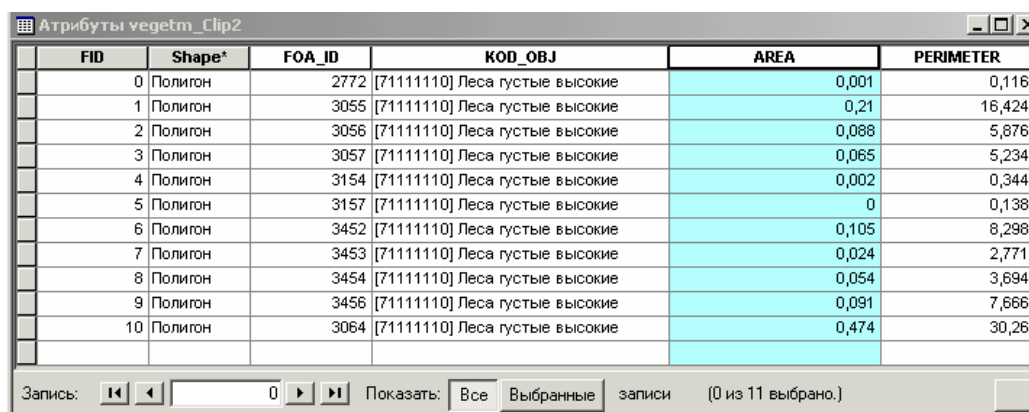
Рис.68

Сохраните изменения в документе *ecology.mxd*.

Шаг 7. Когда выполняются операции по обработке геопространственных данных, связанных со слиянием слоев, вырезанием, построением буферных зон, то метрические показатели для вновь созданных объектов не вычисляются автоматически, т.е. атрибуты механически переносятся в новый слой, но не корректируются, чтобы отражать новую геометрию объектов. В этой связи необходимо сделать перерасчет метрических показателей.

Откройте атрибутивную таблицу последнего слоя *vegetm_Clip.shp* через правую клавишу мыши. На панели инструментов вызовите *Редактор* (*Editor*) по пиктограмме  и откройте сеанс редактирования *Начать редактировать*.

В атрибутивной таблице *vegetm_Clip2.shp* выделите мышью поле AREA, рис.69:



FID	Shape*	FOA_ID	KOD_OBJ	AREA	PERIMETER
0	Полигон	2772	[71111110] Леса густые высокие	0,001	0,116
1	Полигон	3055	[71111110] Леса густые высокие	0,21	16,424
2	Полигон	3056	[71111110] Леса густые высокие	0,088	5,876
3	Полигон	3057	[71111110] Леса густые высокие	0,065	5,234
4	Полигон	3154	[71111110] Леса густые высокие	0,002	0,344
5	Полигон	3157	[71111110] Леса густые высокие	0	0,138
6	Полигон	3452	[71111110] Леса густые высокие	0,105	8,298
7	Полигон	3453	[71111110] Леса густые высокие	0,024	2,771
8	Полигон	3454	[71111110] Леса густые высокие	0,054	3,694
9	Полигон	3456	[71111110] Леса густые высокие	0,091	7,666
10	Полигон	3064	[71111110] Леса густые высокие	0,474	30,26

Рис.69

Через правую клавишу мыши вызовите опцию *Вычислить значения*. В *Калькуляторе* поля включите опцию *Дополнительно (Advanced)* для открытия окна сценариев скриптов VBA (*Pre-Logic VBA Script Code*). Введите следующий код соответствующего сценария VBA в окно калькулятора области, который можно взять из справочной системы ArcGIS и который выглядит следующим образом:

```
Dim Output as double  
Dim pArea as Iarea  
Set pArea = [shape]  
Output = pArea.area
```

В ячейку AREA= введите *Output*. Окно *Калькулятора* поля выглядит следующим образом, рис.70:

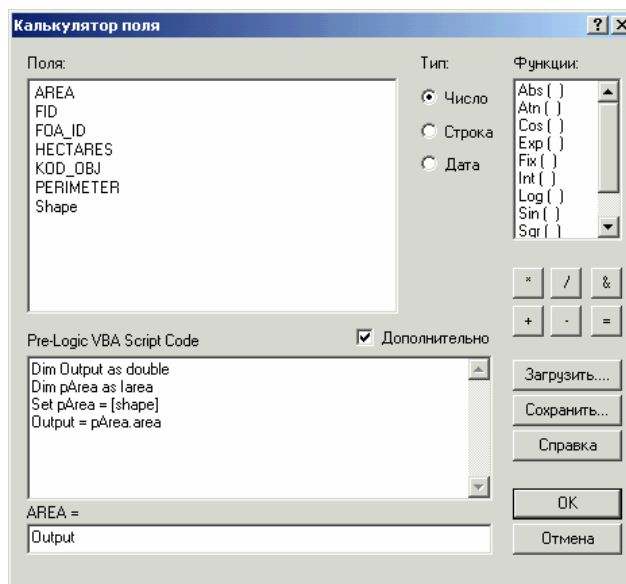


Рис.70

Нажмите *OK*. После выполнения команды площадь геообъектов пересчитывается, рис.71.

FID	Shape*	FOA_ID	KOD_OBJ	AREA	PERIMETER
0	Полигон	2772	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	0,116
1	Полигон	3055	[71111110] Леса густые высокие	0,000004559	16,424
2	Полигон	3056	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	5,876
3	Полигон	3057	[71111110] Леса густые высокие	0,000020323	5,234
4	Полигон	3154	[71111110] Леса густые высокие	0,000006161	0,344
5	Полигон	3157	[71111110] Леса густые высокие	0,000006184	0,138
6	Полигон	3452	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	8,298
7	Полигон	3453	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	2,771
8	Полигон	3454	[71111110] Леса густые высокие	0,000002643	3,694
9	Полигон	3456	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	7,666
10	Полигон	3064	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	30,26

Рис.71

Шаг 8. Следующим шагом является пересчет периметра для геообъекта. Для этого в атрибутивной таблице *vegetm_Clip2.shp* правой клавишей мыши сделайте активным поле PERIMETER. Вызовите *Калькулятор поля*.

С использованием справочной системы *ArcGIS* просмотрите код сценария VBA (Pre-Logic VBA Script Code) по подсчету длин и периметров (Length or Perimeter), который скопируйте в калькулятор в поле скриптов VBA:

```
Dim Output as double
Dim pCurve as ICurve
Set pCurve = [shape]
Output = pCurve.Length
```

Калькулятор периметра выглядит следующим образом, рис.72:

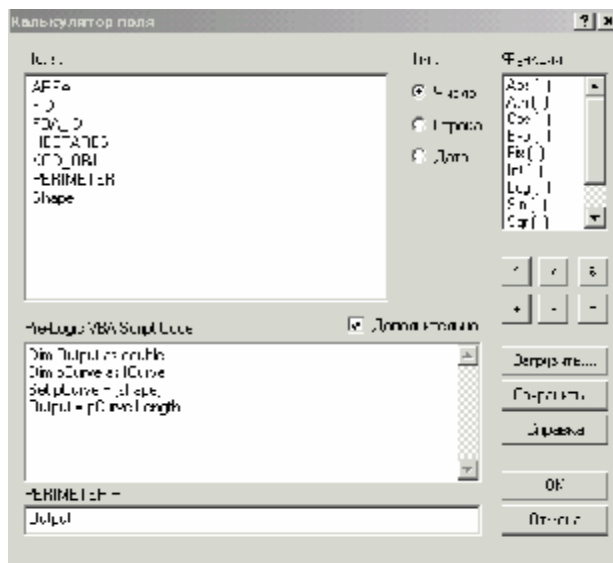


Рис.72

Нажмите *OK*. После выполнения команды периметр геообъектов пересчитывается, рис.73.

FID	Shape*	FID_ID	KOD_OBJ	AREA	PERIMETER
0	Полигон	2772	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	0,011300671
1	Полигон	3055	[71111110] Леса густые высокие	0,000004559	0,015199537
2	Полигон	3056	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	0,011300671
3	Полигон	3057	[71111110] Леса густые высокие	0,000020323	0,022601341
4	Полигон	3154	[71111110] Леса густые высокие	0,000006161	0,009802651
5	Полигон	3157	[71111110] Леса густые высокие	0,000006184	0,009813702
6	Полигон	3452	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	0,011300671
7	Полигон	3453	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	0,011300671
8	Полигон	3454	[71111110] Леса густые высокие	0,000002643	0,007478948
9	Полигон	3456	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	0,011300670
10	Полигон	3064	[71111110] Леса густые высокие	0,000010161	0,011300670

Рис.73

С использованием панели инструментов в меню *Редактора (Editor)* выполните команду по *Завершению редактирования (Stop Editing)* с сохранением результатов изменений.

Закройте атрибутивную таблицу *vegetm_Clip2.shp* с сохранением картографического документа *ecology.mxd*.

Шаг 9. Выполните пространственное соединение двух тем с целью соединения атрибутивных полей двух тем. Необходимо к атрибутивной таблице полигональной темы *vegetm_Clip2.shp* присоединить точечную тему промышленных объектов *Expoincs.shp*.

Для выполнения данной операции включите и сделайте активным слой *vegetm_Clip2.shp*. Через щелчок правой клавиши мыши перейдите в

контекстное меню и выберите опцию *Соединения и Связи*. Выберите вкладку *Соединения*. В ячейке *Что вы хотите присоединить к слою?* Выберите опцию *Присоединить атрибуты таблицы*. Установите поле FID, как поле слоя, на котором будет основано соединение. В качестве таблицы для присоединения к слою выберите *Expoins.shp*. Установите поле FID, как поле в таблице, на котором основано соединение, рис.74.

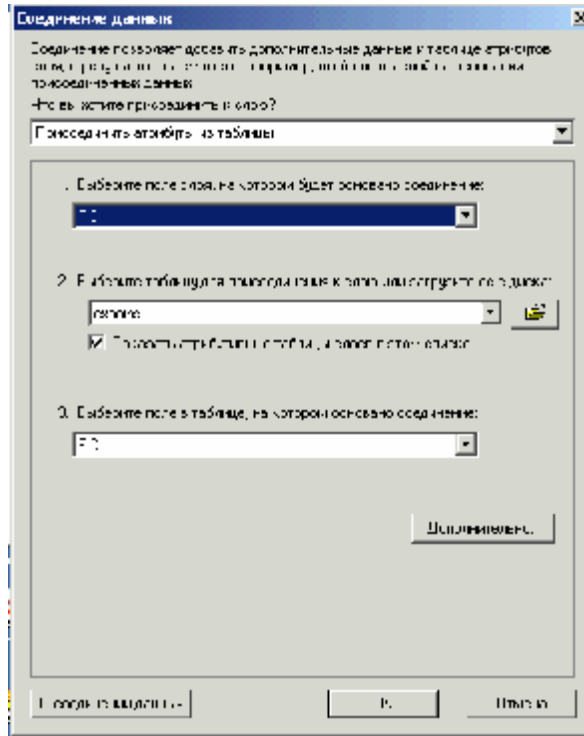


Рис.74

Нажмите *OK*. Откройте заново атрибутивную таблицу слоя *vegetm_Clip2.shp*, рис.75.

veg	vegetm_Clip2.KOD_OBJ	m	u	e	e	e	e	e	expoins.LOCATION	expoins.ADDLOC
0	[71111110] Леса густые высокие	00	00	В	Н	р	Г	Не	г.Несвиж	Несвижское ЛПУ МГ
1	[71111110] Леса густые высокие	00	01	В	К	р	Н	З	п/о Староселье	Крупское ЛПУ МГ
2	[71111110] Леса густые высокие	00	02	В	П	р	С	З	п. Дружный	Свислочское ПО ЖКХ
3	[71111110] Леса густые высокие	00	03	В	П	р	С	З	п.г. Руденск	Завод пластмассовых изделий
4	[71111110] Леса густые высокие	00	04	В	М	р	У	З	Мо.д. Красное	Красненский консервный завод
5	[71111110] Леса густые высокие	00	05	В	М	р	У	З	Мо.д. Красное	ООО "Забудова"
6	[71111110] Леса густые высокие	00	06	В	М	р	У	З	Мо.д. Малиновщина	Малиновщинский спиртзавод
7	[71111110] Леса густые высокие	00	07	В	М	р	У	З	Мо.г. Молодечно	Молодеченское ПУВКХ
8	[71111110] Леса густые высокие	00	08	В	М	р	У	З	Мо.ст. Пруды	Молодеченский к-т строймат.
9	[71111110] Леса густые высокие	00	09	В	В	р	В	З	Ви.г. Вилейка	Вилейское ПУВКХ
10	[71111110] Леса густые высокие	00	01	В	М	р	У	З	Мя	Нарочанское предприятие УВКХ

Рис.75

Анализ данных таблицы показывает, что к атрибутам темы лесопокрытых территорий находящихся в 200 м санитарно-защитной зоне

предприятий (*vegetm_Clip2.shp*) добавились атрибуты точечной темы промышленных объектов (*Expoins.shp*). Таким образом, по данным созданной таблицы мы можем уточнить в каких санитарно-защитных зонах имеются лесопокрытые территории.

Закройте атрибутивную таблицу. Сохраните изменения в документе *ecology.mxd*.

Шаг10. Во фрейме данных сделайте активным слой *merge.shp*, в котором содержатся данные по площадным гидрографическим объектам Минской области (озерам, водохранилищам, прудам и болотам). Через правую клавишу мыши откройте таблицу атрибутов слоя *merge.shp*. В атрибутивной таблице левой клавишей мыши сделайте активным поле *KOD_OBJ* и через правую клавишу мыши - активной опцию *Суммировать* (*Summarize*).

В диалоговом окне опции *Суммировать* установите следующие настройки. В ячейке *Выберите поле для суммирования* укажите поле *KOD_OBJ*. В ячейке *Выберите статистические параметры для включения в выходную таблицу* укажите поле *AREA*. Раскройте знак плюса слева от названия поля *AREA* и включите опцию *Сумма*. В ячейке *Укажите выходную таблицу* название таблицы формируется автоматически (*Sum_Output_3.dbf*), рис.76.

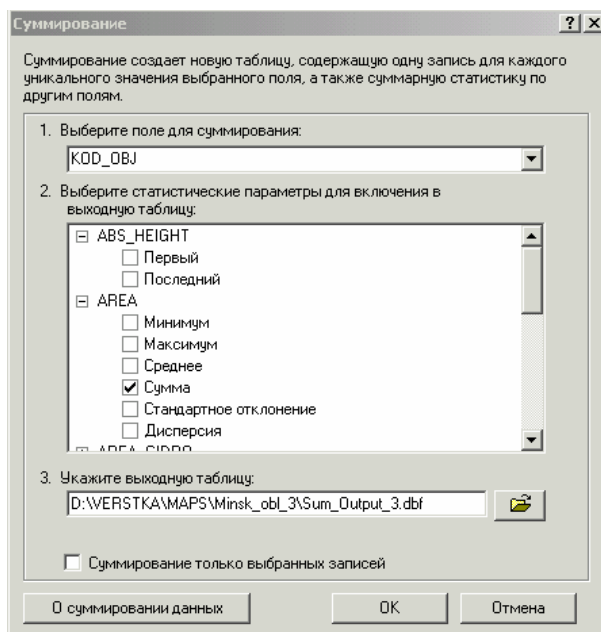

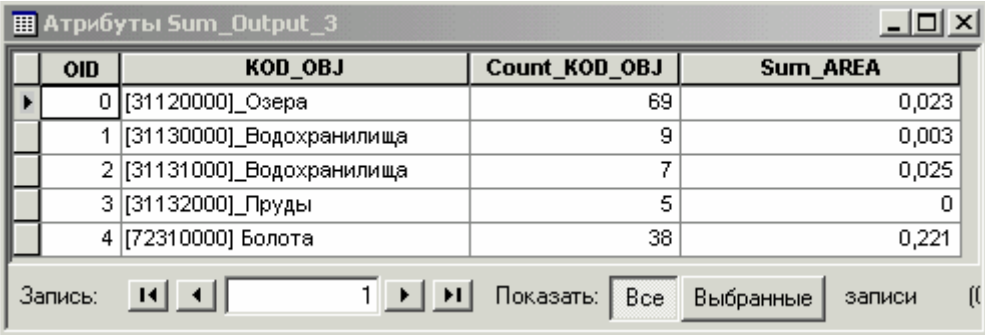


Рис.76

После выполнения операции дайте утвердительный ответ на вопрос – *Вы хотите добавить результирующую таблицу к карте и закройте исходную атрибутивную таблицу темы merge.shp.*

Через пиктограмму  добавьте в картографический документ полученную таблицу *Sum_Output3.dbf*. Сделайте активной таблицу и через правую клавишу мыши откройте ее, рис.77.



OID	KOD_OBJ	Count_KOD_OBJ	Sum_AREA
0	[31120000]_Озера	69	0,023
1	[31130000]_Водохранилища	9	0,003
2	[31131000]_Водохранилища	7	0,025
3	[31132000]_Пруды	5	0
4	[72310000]_Болота	38	0,221





Запись:   1   Показать: записи

Рис.77

В данной таблице содержатся данные по суммарной площади (*Sum_AREA*) для каждого типа водных объектов – озер, водохранилищ, прудов и болот с указанием их числа (*Count_KOD_OBJ*).

Закройте таблицу атрибутов *Sum_Output3.dbf*. Сохраните изменения в картографическом документе *ecology.mxd*.

Контрольное упражнение.

Выполните анализ состояния водоохраных зон водоемов Мядельского района с оценкой структуры землепользования в них и соответствующим расчетом основных метрических показателей.

ТЕМА 6: РАСТРОВЫЙ АНАЛИЗ

В *ArcGis* для построения поверхностей непрерывно распределенных признаков таких, например, как температура воздуха, осадки и др., а также при моделировании рельефа земной поверхности, расчета и построения стоимостных поверхностей и для многих других географических задач, используются инструменты расширения *Spatial Analyst*.


Упражнение 6.1. Растровый анализ

Задача: Для строительной фирмы в г.Дзержинске Минской области необходимо составить карту, на которой отображаются возможные земельные участки для выбора места для строительства торгового комплекса. Потенциальное место для строительства должно располагаться в границах застройки частным сектором в непосредственной близости от имеющегося промышленного предприятия и ближайшей зеленой зоны.

Цель: освоить алгоритмы выполнения растрового анализа территории по выбору места для объекта строительства с использованием инструментов зональной статистики, расчета поверхностей расстояний и переклассификации растра в *Spatial Analyst*.

Исходные данные: растровый слой *Lands* в формате *ESRI GRID* по структуре землепользования территории г.Дзержинска Минской области Беларуси.

Ход выполнения:

Шаг 1. Запустите *ArcMap* и создайте новый картографический документ под именем *Выбор места.mxd*. Через меню *Вид – Свойства фрейма данных* во вкладке *Общие* данных задайте единицы измерения карты и отображения – метры и присвойте имя слою данных – г.Дзержинск. Через пиктограмму  добавьте исходные растровые слои.

Шаг 2. Запустите *ArcMap* и подключите расширение *Spatial Analyst* через выполнение команд *Вид – Панели инструментов - Spatial Analyst*. В меню *Инструменты – Дополнительные модули* включите модуль *Spatial Analyst*. В интерфейс программы будет добавлена панель инструментов *Spatial Analyst*, рис.78.

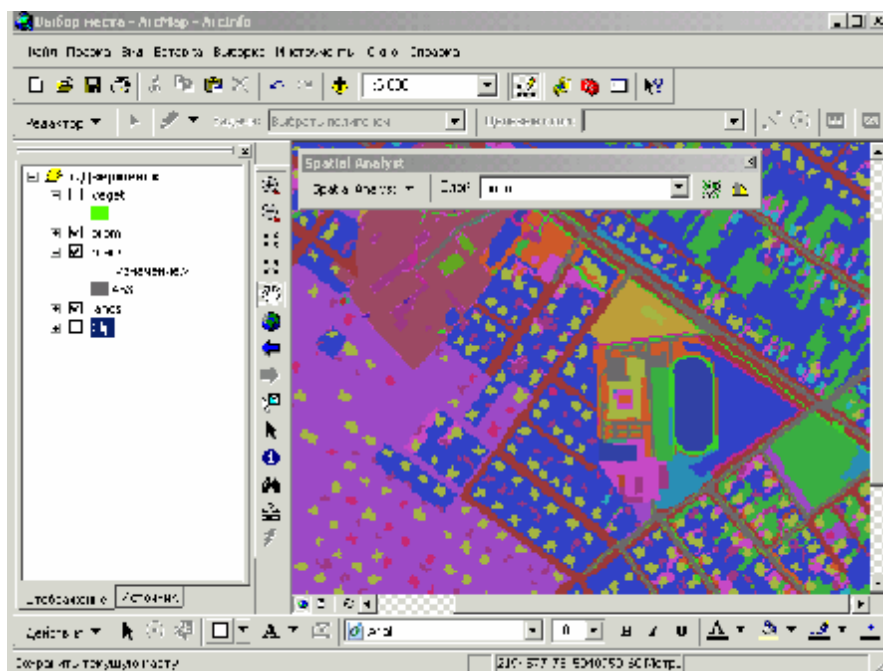


Рис.78

Шаг 3. Сделайте активным слой по структуре землепользования *Lands*. На панели инструментов *Spatial Analyst* перейдите в меню *Spatial Analyst* и выберите зональную статистику (*Zonal Statistics*).

В диалоговом окне инструмента зональной статистики укажите целевой слой для расчета статистики *Данные по зонам* – структуру землепользования по полю *Lands*. В качестве *Поля зоны* укажите код землепользования в поле *Value*, в качестве *Растра значений* укажите *Lands*, включите опцию *Игнорировать значение NoData* при вычислениях, выключите опцию *Диаграмма статистики* и в качестве *Выходной таблицы* укажите название будущей таблицы *lands_st.dbf*. Нажмите *OK*. Результирующая таблица имеет записи для каждого типа землепользования. Для каждого типа земель рассчитана статистическая информация, которая включает в том числе площадь под каждым типом землепользования, рис.79.

VALUE	COUNT	ASUM	SUM
3	21541	2	64623
6	4345	5	26070
42	6	7	252
121	523	6	63283

Рис.79

Проанализировав таблицу *lands_st.dbf*, закройте ее.

Шаг 4. Из меню расширения *Spatial Analyst* выберите инструмент калькулятора растра (*Raster Calculator*). В *Калькуляторе растра* сделайте запрос по поиску участков земли под постройками частного сектора (код частного сектора 666). Для этого выделите слой *Lands*, двойным щелчком выберите знак равенства и введите значение 666. Нажмите кнопку *Вычислить*, рис.80.

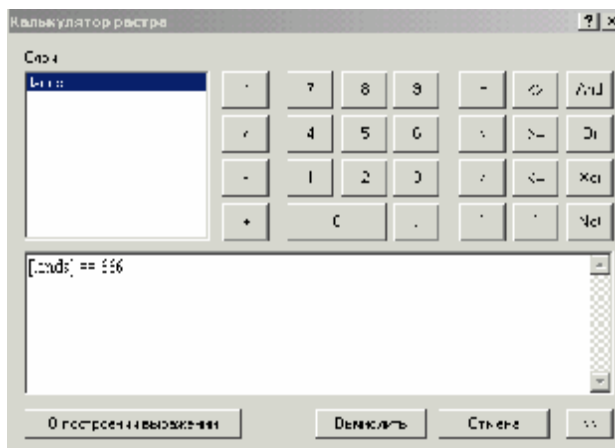


Рис.80

По результатам запроса в картографический документ добавляется созданный новый цифровой слой *Вычисление*, рис.81.

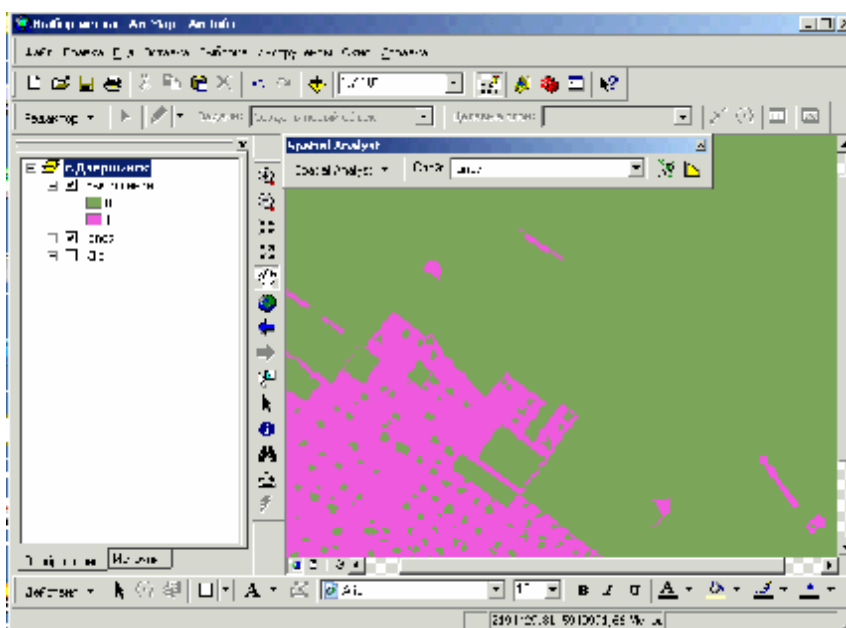


Рис.81

Измените название созданного слоя на *Частный сектор*. В этом слое значением ноль показываются территории вне частного сектора, а значением 1 показываются участки земли частного сектора. Удалите из

слоя участки земли вне частного сектора. Для этого двойным щелчком откройте меню свойств слоя *Частный сектор*. Перейдите во вкладку символов (*Symbology tab*). Щелкните символ нуля и укажите на его удаление (*Remove*). Нажмите *OK*. В результате в графическом окне будут показаны только участки земли частного сектора, рис.82.

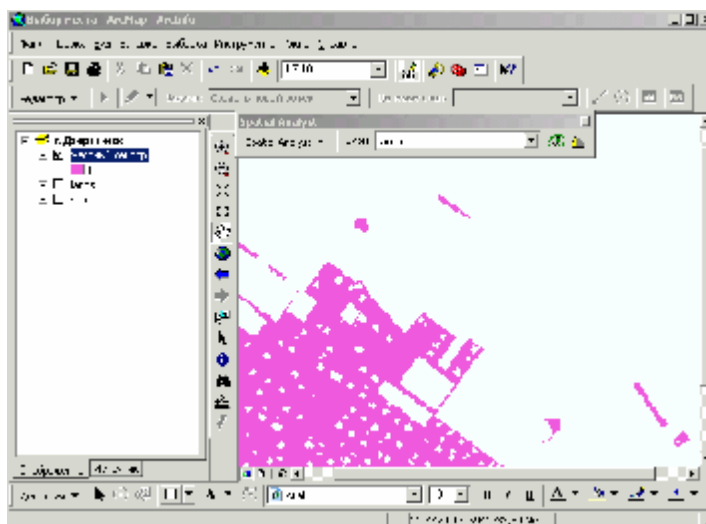


Рис.82

Аналогичным образом с использованием *Калькулятора растра* в отдельные цифровые слои выберите участки земель под промышленными объектами (код 461) и под зелеными зонами (код 121). Переименуйте по слоям как *Промышленные объекты* и *Зеленые зоны*, рис.83.

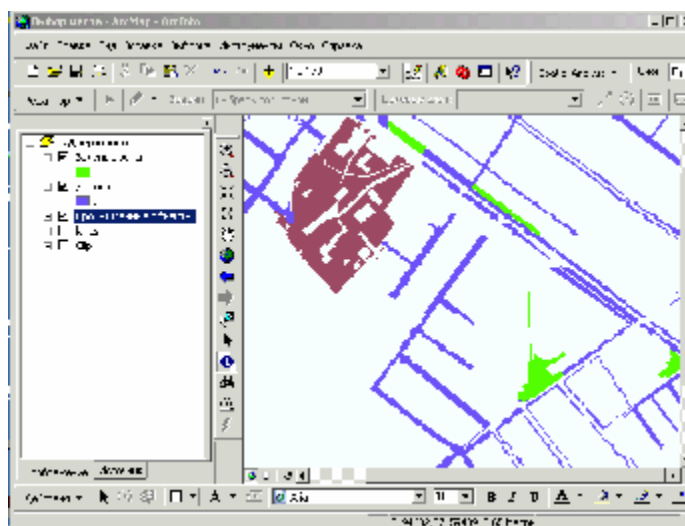


Рис.83

Шаг 5. Создайте поверхность расстояний от промышленного объекта. Для этого во фрейме данных включите и сделайте активным слой промышленных объектов. В меню *Spatial Analyst* выберите инструмент оценки дистанций – *Расстояние (Distance)* и нажмите опцию *Расстоя-*

ние по прямой (*Straight Line*). В диалоговом окне *Расстояние по прямой* в ячейку *Расстояние до* введите слой *Промышленные объекты*, в качестве выходного растра укажите *prom_new*. Нажмите кнопку *OK*, рис.84.

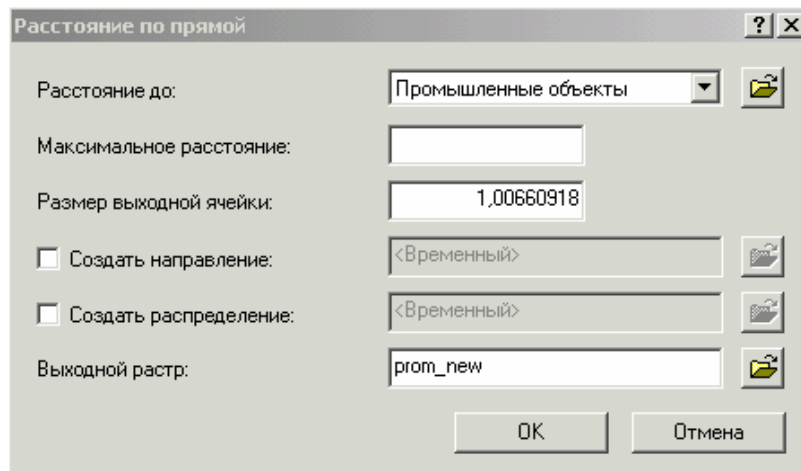


Рис.84

В результате во фрейм данных добавляется новый слой поверхности расстояний под именем *prom_new*. При этом желтым и оранжевым цветом показаны ближайшие к промышленным объектам расстояния, соответственно наиболее удаленные области показаны пурпурным и синим цветом, рис.85.

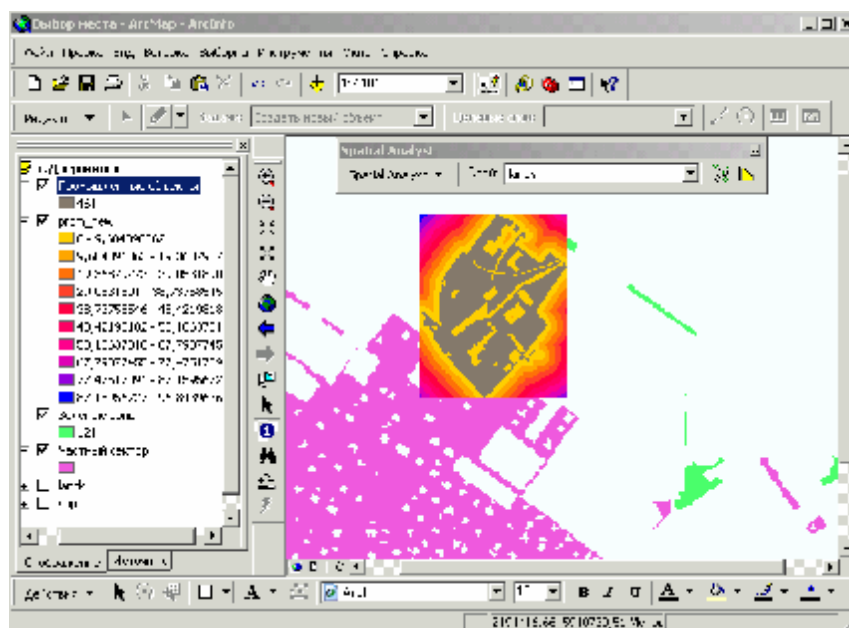


Рис.85

Шаг 6. Аналогичным образом выполните построение поверхности расстояния от *Зеленых зон (zel_new)*, рис.86.

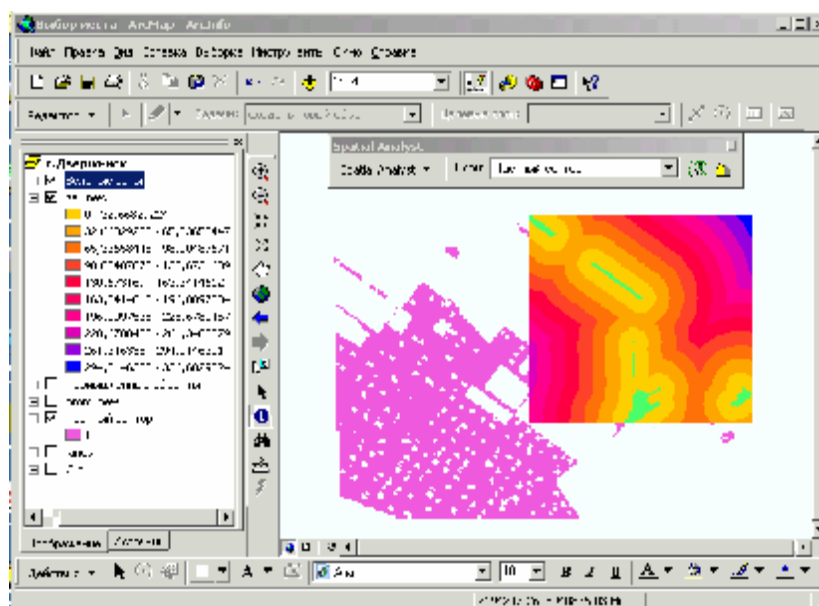


Рис.86

Шаг 7. Выполните операцию пересечения растровых слоев территории застройки частным сектором и поверхностей расстояний от промышленных объектов и зеленых зон.

В меню *Spatial Analyst* нажмите *Калькулятор растров*. В *Калькуляторе растров* сформулируйте выражение, которое выбирает области пересечения растровых слоев территории застройки частным сектором и поверхностей расстояний от промышленных объектов и зеленых зон. Напишите следующее выражение: [Частный сектор] & [prom_new] & [zel_new]. (Примечание: значок амперсанда & заменяет слово «и»). Нажмите кнопку *Вычислить*.

В результате обработки вычислений во фрейм данных добавляется новый слой *Вычисление*. Переименуйте слой как слой *Строительство*. Значения равные 1 показывают области, которые включают земли частного сектора, которые располагаются в непосредственной близости от промышленного предприятия и зеленых зон города. Через правую клавишу мыши перейдите в контекстное меню свойства слоя *Строительство*. Во вкладке *Символы* выберите запись со значением ноль и удалите ее. Нажмите *ОК*, рис.87.

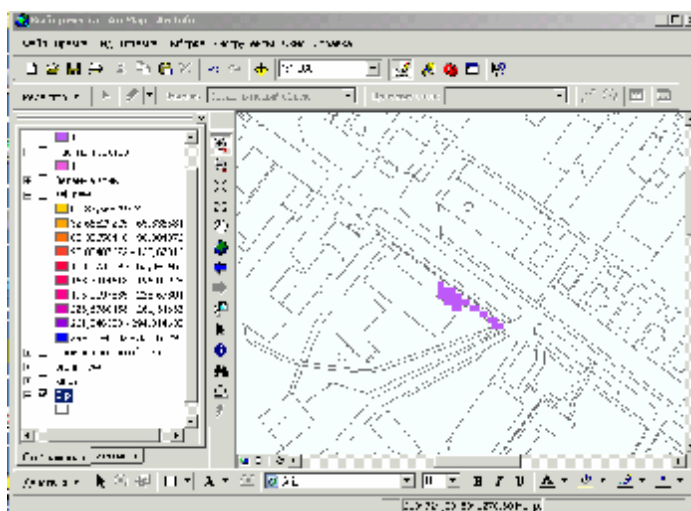


Рис.87

На карте г.Дзержинска будут отображены земельные участки, которые могут рассматриваться в качестве потенциальных площадок для строительства торгового комплекса.

Сохраните картографический документ *Выбор места.mxd*.

Контрольное упражнение.

Выполните поиск места для строительства нового магазина по продаже бытовой техники на территории города.

В этой задаче Вам необходимо изучить районы города по обеспеченности магазинами по продаже бытовой техники и социального статуса клиентов этих магазинов. Этот анализ поможет Вам выбрать место для открытия нового магазина по продаже бытовой техники. Чтобы правильно выполнить поиск места Вам будет необходимо ответить на серию вопросов: На каком расстоянии будут расположены ближайшие аналогичные магазины? Какие конкурентные преимущества у размещения нового магазина? Каких потенциальных клиентов будет обслуживать данный магазин? Дополнительно при выполнении пространственного анализа можно рассматривать такие вопросы как доступность транспортных путей, платежи за землю в зависимости от функционального зонирования города и др. вопросы.

Упражнение 6.2. Построение подсветки рельефа и расчета уклонов

Задача: *Для изучения эрозионных процессов на территории сельскохозяйственных предприятий Дзержинского района Минской области, которые имеют угодья на отметках высот от 250 до 320 м, ГИС-специалистам необходимо составить карту рельефа, рассчитать уклоны рельефа и оценить структуру землепользования на эрозионно опасных землях.*

Цель: освоить алгоритмы выполнения построения карты подсветки рельефа и расчетов уклонов в *Spatial Analyst*.



Исходные данные:

Otm.shp – отметки высот на территории Дзержинского района Минской области Беларуси.

Land.shp – структура землепользования Дзержинского района Минской области.

Ход выполнения:

Шаг 1. Запустите *ArcMap*. Сохраните и назовите новый картографический документ *Рельеф.mxd* через команды *Файл – Сохранить как*. Назовите фрейм данных *Рельеф* через команды *Вид – Свойства фрейма данных* – вкладка *Общие*. Во вкладке *Общие* установите *Единицы измерения* карты и отображения – *метры*.

Шаг 2. Через пиктограмму  добавьте шейп *Otm.shp*. Кликните двойным щелчком левой клавишей мыши на названии слоя и перейдите в контекстное меню *Свойства слоя*. Во вкладке *Общие* переименуйте файл на *Отметки высот*. Через пиктограмму  добавьте шейп *Land.shp*. Кликните двойным щелчком левой клавишей мыши на названии слоя и перейдите в контекстное меню *Свойства слоя*. Во вкладке *Общие* переименуйте файл на *Землепользование*.

Шаг 3. Подключите модуль *Spatial Analyst* через команды *Вид – Панели инструментов - Spatial Analyst*. Проверьте включение модуля командами *Инструменты – Дополнительные модули*.

Шаг 4. Во фрейме данных включите и сделайте активным слой *Отметки высот*. По значениями отметок высот постройте интерполяционный грид методом сплайн. Для построения грида в панели инструментов *Spatial Analyst* перейдите в меню *Интерполировать в растр – Сплайн*. В контекстном меню метода *Сплайн* в ячейке *Входные точки* укажите слой *Отметки высот*. В ячейке *Поле Z значений* укажите поле отметок высот – *H*. В ячейке *Тип сплайна* укажите *Регуляризованный*. В ячейке *Выходной растр* укажите название грида *H_splain*. Другие параметры оставьте без изменений. Нажмите *ОК*. Новый грид под именем *H_splain* будет добавлен в картографический инструмент, рис.88.

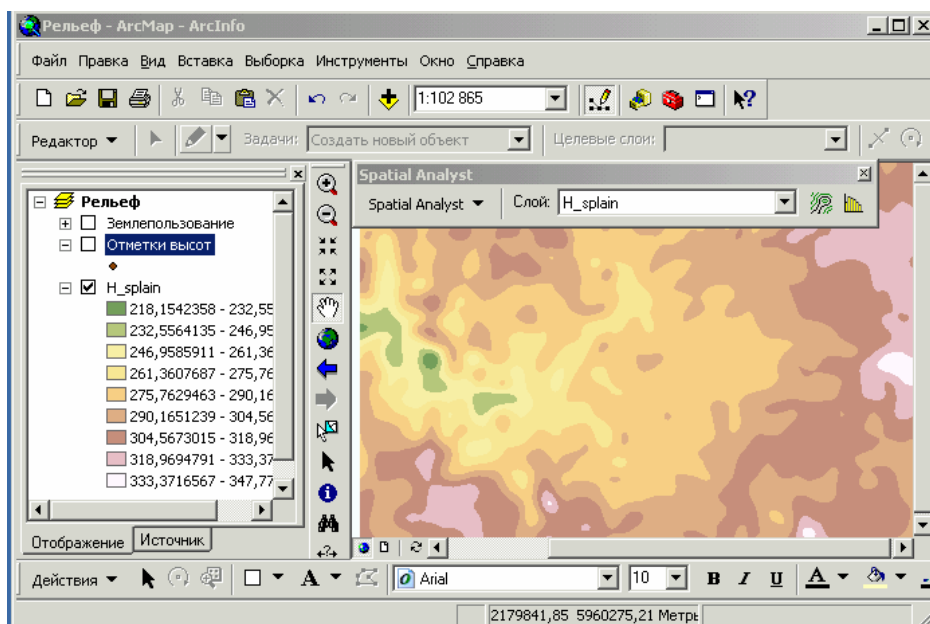


Рис.88

Шаг 5. Постройте отмывку рельефа. Для построения отмывки рельефа в панели инструментов *Spatial Analyst* перейдите в меню *Анализ поверхности – Отмывка*. В контекстном меню *Отмывка* в ячейке *Входная поверхность* укажите слой *H_splain*. В ячейке *Выходной растр* укажите название грида *hillshade*. Другие параметры оставьте без изменений. Новый грид под именем *hillshade* будет добавлен в картографический инструмент, рис.89.

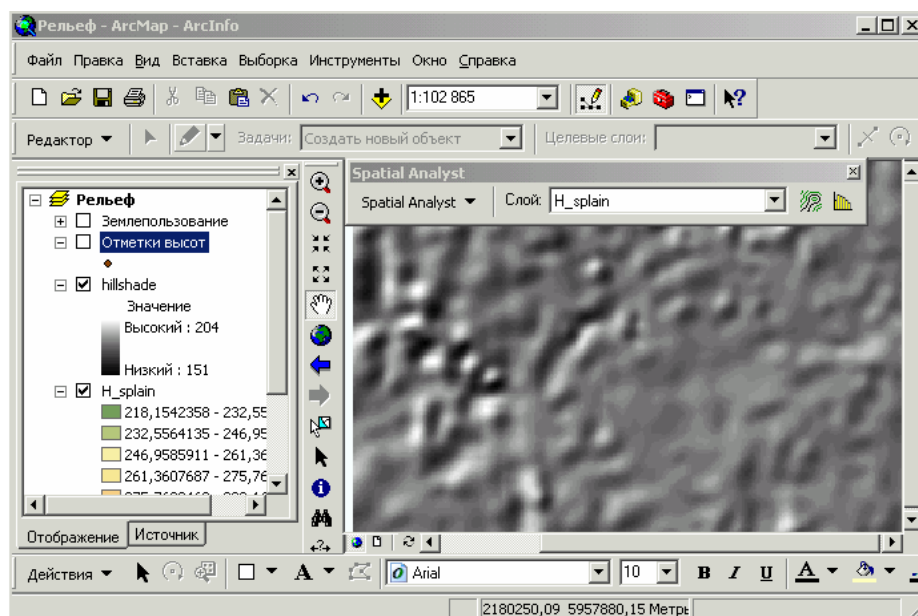





Рис.89

Шаг 6. Во фрейме данных поднимите слой *H_splain* над слоем *hillshade*. Сделайте активным слой *H_splain*. В главной панели *ArcMap* вы-

берите меню *Вид – Панели инструментов – Эффекты*. В панели инструментов *Эффекты* в ячейке *Слой* установите слой *H_splain*. Нажмите пиктограмму  по регулировке прозрачности слоя. Установите значение прозрачности слоя *H_splain* на значении 59%. Через пиктограмму  по регулировке контрастности изображения установите значение контрастности изображения для слоя *H_splain* равное 62%. Через пиктограмму  по регулировке яркости изображения установите значение яркости изображения для слоя *H_splain* равное минус 28%. Просмотрите и изучите топографические особенности местности, рис.90.

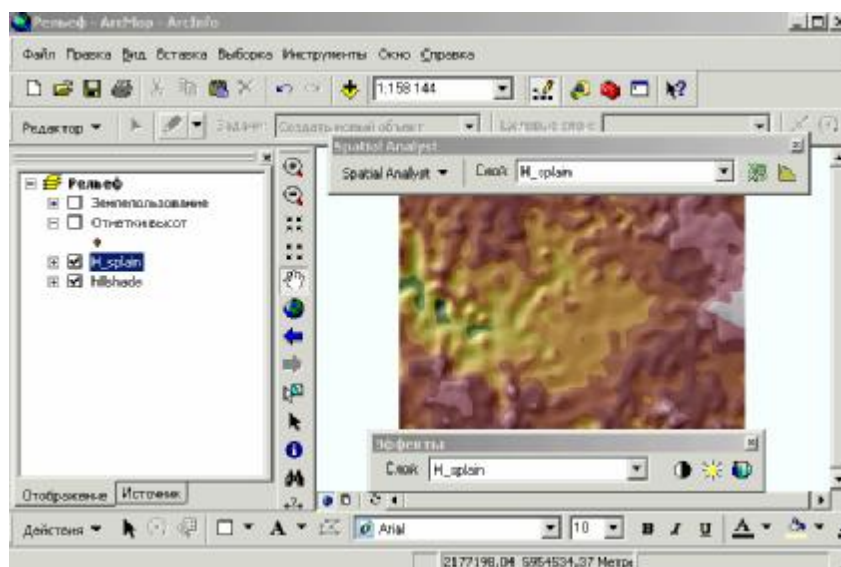



Рис.90

Шаг 7. Во фрейме данных поднимите слой *Землепользование* над слоем *hillshade*. Сделайте активным слой *Землепользование*. В главной панели *ArcMap* выберите меню *Вид – Панели инструментов – Эффекты*. В панели инструментов *Эффекты* в ячейке *Слой* установите слой *Землепользование*. Нажмите пиктограмму  по регулировке прозрачности слоя. Установите значение прозрачности слоя *Землепользование* на значении 71%. Ознакомьтесь визуально со структурой землепользования на возвышенностях, рис.91.

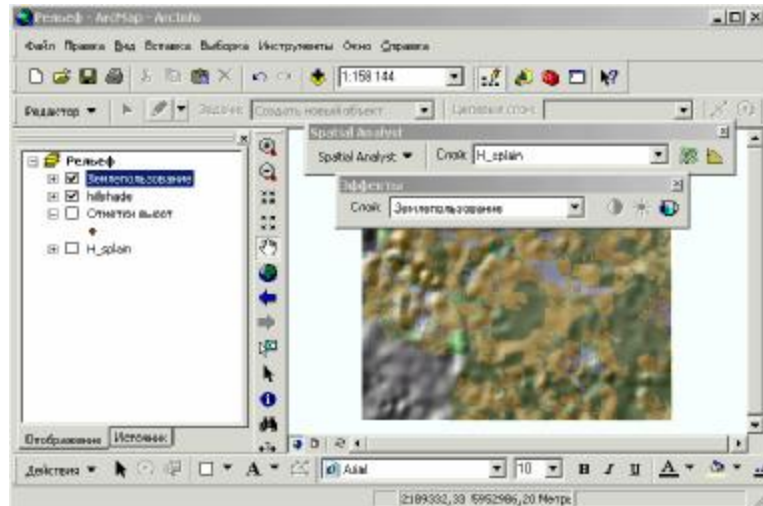


Рис.91

Шаг 8. Во фрейме данных включите и сделайте активным слой *H_splain*. Отключите визуализацию всех остальных слоев во фрейме данных. В главной панели *ArcMap* выберите меню *Вид – Панели инструментов – Эффекты*. В панели инструментов *Эффекты* в ячейке *Слой* установите слой *H_splain*. Верните значения *Прозрачности*, *Контрастности* и *Яркости* на *ноль*. Закройте панель инструментов *Эффекты*.

Постройте слой уклонов в градусах по слою *H_splain*. Для построения слоя уклонов перейдите в панель инструментов *Spatial Analyst* и выберите меню *Анализ поверхности – Уклон*. В диалоговом окне меню *Уклон* в ячейке *Входная поверхность* укажите слой *H_splain*. В ячейке *Результат измерения* выберите градусы. В ячейке *Выходной растр* задайте название *Uклон*. Нажмите кнопку *OK*. В картографический документ автоматически добавляется слой *Uклон*, рис.92.

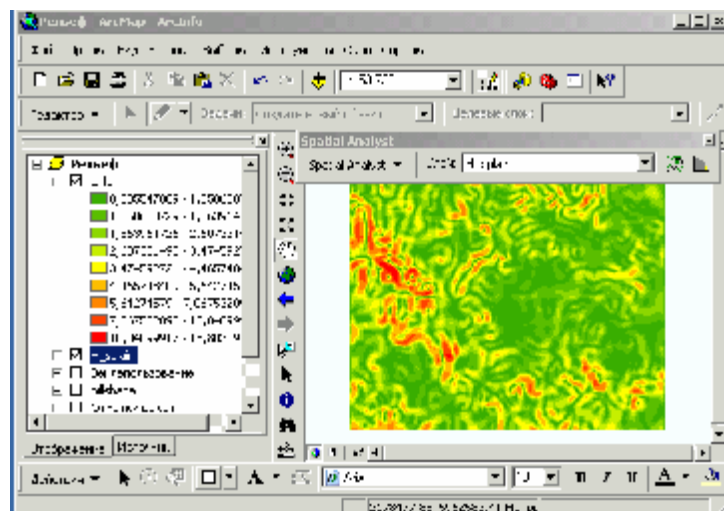


Рис.92

Проанализируйте карту уклонов и сопоставьте уклоны рельефа с имеющейся структурой угодий. Ответьте на вопрос, какие сельскохозяйственные угодья (код леса – 311, пашни – 3, пастбища – 173), расположенные в холмистой местности с уклонами более 7 градусов, нуждаются в противоэрозионных мероприятиях?

Контрольное упражнение.

Для изучения эрозионных процессов на территории Логойского района Минской области в сельскохозяйственных предприятиях, которые имеют угодья на отметках высот от 250 до 300 м, составьте карту рельефа, рассчитайте уклоны рельефа и оцените структуру землепользования на эрозионно опасных землях.

Упражнение 6.3. Построение стоимостных поверхностей

Задача: Из архитектурно-строительной фирмы поступил запрос к ГИС-специалистам о составлении цифровой карты для поддержки решений о расширении границ земельного участка для туристической гостиницы с целью строительства дополнительных комплексов обслуживания (сауна, пункт проката спортивного инвентаря), расположенной в Дзержинском районе Минской области.


Цель: освоить алгоритмы построения стоимостных поверхностей, создания новых полигональных объектов.

Исходные данные:

- растровый слой *Uклон* в формате *ESRI GRID* по уклонам местности фрагмента территории Дзержинского района Минской области Беларуси (см. упражнение 6.2);
- растровый слой *H_splain* в формате *ESRI GRID* по топографии местности фрагмента территории Дзержинского района Минской области Беларуси (см. упражнение 6.2);
- растровый слой *hillshade* в формате *ESRI GRID* по подсветке рельефа фрагмента территории Дзержинского района Минской области Беларуси (см. упражнение 6.2).

Ход выполнения:

Шаг 1. Запустите *ArcMap*. Сохраните и назовите новый картографический документ *Гостиница.mxd* через команды *Файл – Сохранить как*. Назовите фрейм данных *Гостиница* через команды *Вид – Свойства фрейма данных – вкладка Общие*. Во вкладке *Общие* установите *Единицы измерения карты и отображения – метры*.


Шаг 2. Через пиктограмму  добавьте следующие растровые слои в формате *ESRI GRID*: *Uklon* по уклонам местности, *H_splain* по топографии местности, *hillshade* по подсветке рельефа фрагмента территории Дзержинского района Минской области Беларуси.

Шаг 3. Создайте в *ArcCatalog* в своей рабочей папке новый полигональный шейп-файл – *hotel.shp*. Подгрузите новый шейп-файл *hotel.shp* в картографический документ *Гостиница.mxd*.

Шаг 4. Создайте полигональный объект места расположения туристической гостиницы. Выполните следующие команды: *Вид – Панели инструментов – Редактор (View - Toolbars - Editor)*. В *Редакторе* выберите меню *Начать редактирование*. В ячейке *Задачи* выберите *Создать новый объект*. В ячейке *Целевые слои*: установите *hotel*, рис.93.



Рис.93

Выберите *Инструмент Скetch*  и вычертите небольшой полигон в месте расположения туристической гостиницы. Прекратите редактирование двойным щелчком и выполните команды *Редактор – Завершить редактирование*, рис.94.

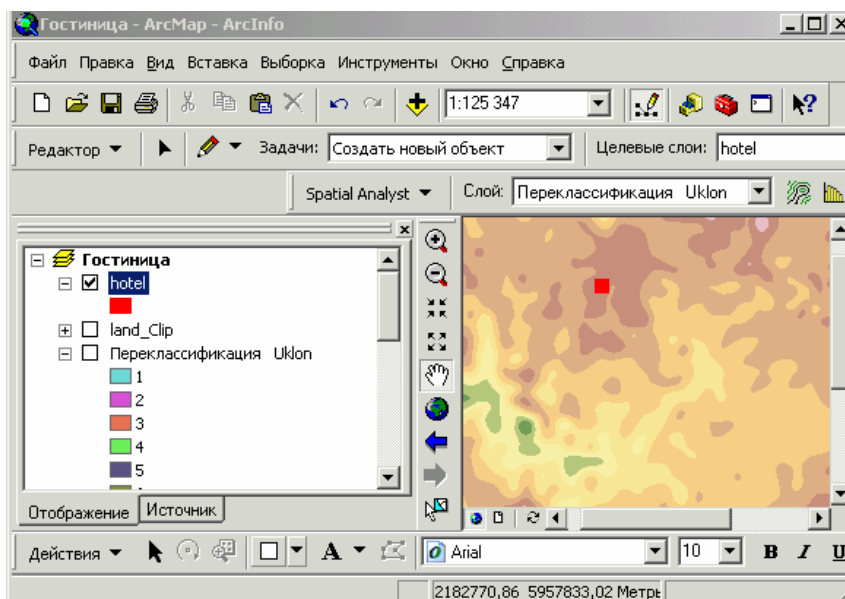


Рис.94

Шаг 5. Создайте стоимостную поверхность. Перед созданием стоимостной поверхности необходимо выполнить реклассификацию уклонов. Во фрейме данных сделайте активным слой *Uklon*.

Подключите модуль *Spatial Analyst* через меню *Вид – Панели инструментов - Spatial Analyst*. В панели инструментов *Spatial Analyst* выберите меню *Переклассифицировать*.

В качестве *Входного растра* укажите *Uklon*. Выберите метод *Классификации растра - Метод равных интервалов* с числом классов равным 10. При этом для первого значения установите 10, в следующей записи 9 и т.д. В поле без значений (*NoData*) - значения не вводите. Нажмите клавишу *OK*. Во фрейм данных добавляется новый слой по реклассификации уклонов, рис.95.

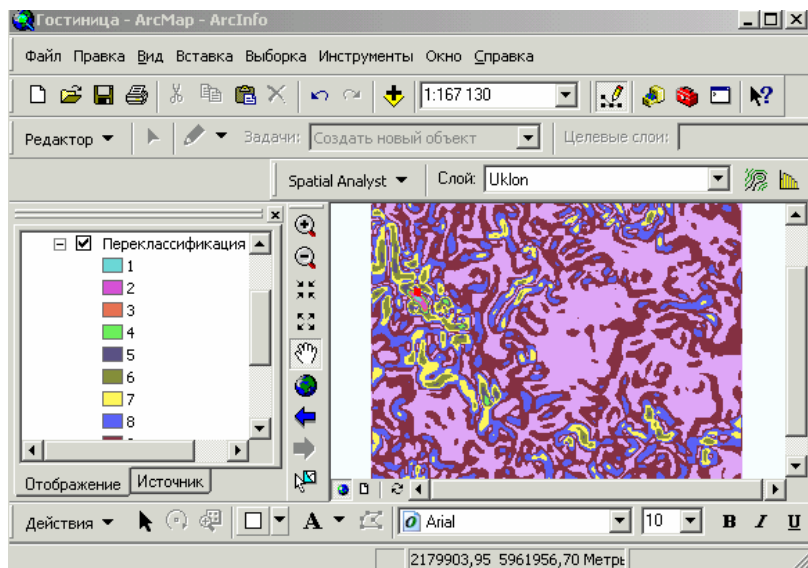


Рис.95

Во фрейме данных выберите слой реклассификации уклонов и через правую клавишу мыши вызовите контекстное меню. В контекстном меню выберите опцию *Сделать постоянным* и сохраните его в своей рабочей папке под именем *rclass2*.

Высокие оценки в слое *rclass2* указывают на повышенные издержки при выполнении строительных работ при сооружении шоссе, т.е. возведения дополнительных инженерных сооружений на крутых склонах.

Шаг 6. Корректировка значений стоимости в зависимости от расстояний.

Для выполнения корректировки значений стоимости в зависимости от расстояний выполните следующую последовательность команд: *Spatial Analyst – Расстояние (Distance) – Взвешенная стоимость (Cost Weighted)*. В качестве места отсчета расстояний *Расстояние до (Set Distance to)* выберите *hotel*. В качестве *Растра стоимости (Cost raster to)* укажите *Переклассификация Ukлон*. Включите опцию *Создать направление (Create direction)*. Нажмите *OK*, рис.96.

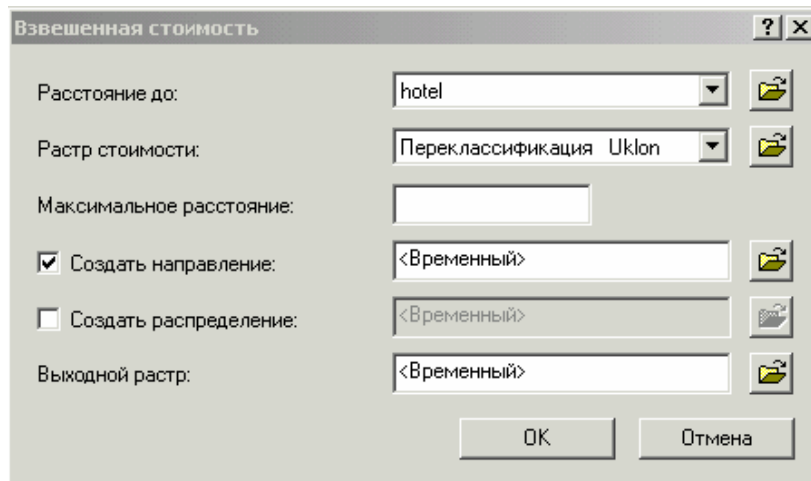


Рис.96

Во фрейм данных автоматически добавляются слои как по расстояниям, так и по направлениям, рис.97, 98.

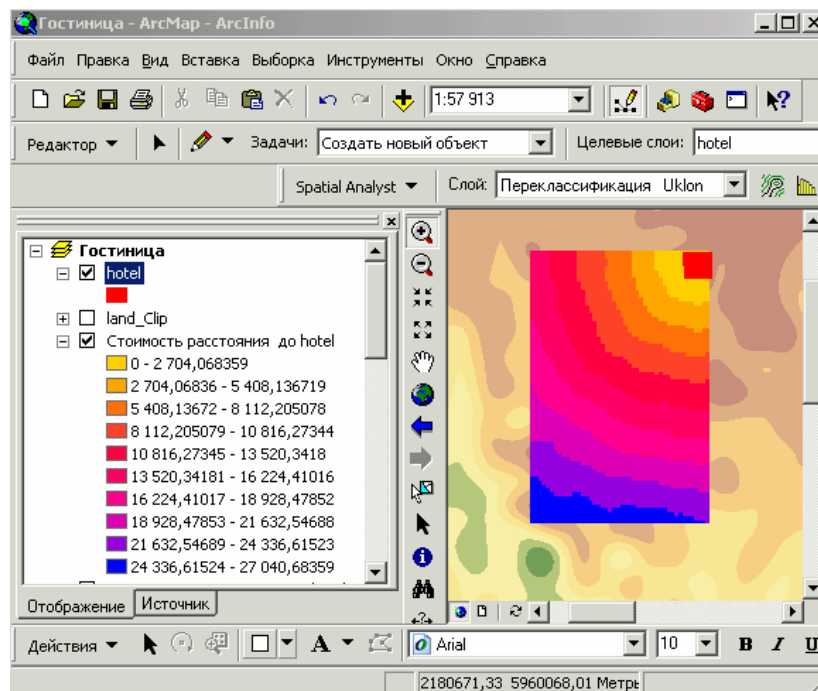


Рис.97

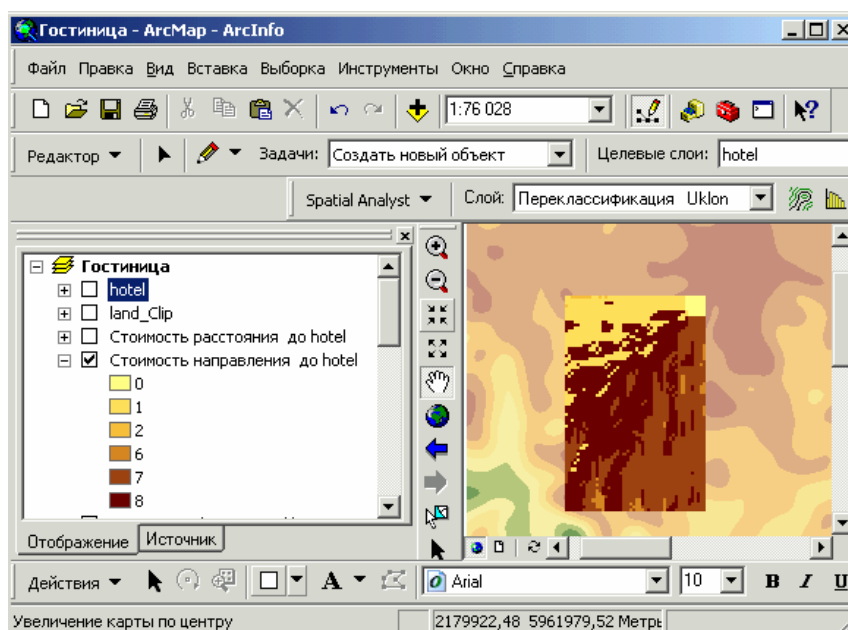


Рис.98

Переименуйте слои как *Расстояние* и *Направление*, соответственно. В слое *Расстояния* желтым и оранжевым цветом показаны ближайшие к гостинице расстояния, соответственно наиболее удаленные области показаны пурпурным и синим цветом. В слое *Направление* более дорогие земельные участки показаны темно-коричневым цветом. Анализируя эти два слоя можно сделать вывод, что экономически целесообразно расширять границы земельного участка для туристической гостиницы с целью строительства дополнительных комплексов обслуживания (сауна, пункт проката спортивного инвентаря) к западу от современного сооружения.

Контрольное упражнение.

Выполните построение стоимостных поверхностей и обоснуйте отчуждение земель в целях расширения городской черты г.Дзержинска.

Список рекомендуемых источников

1. Основы геоинформатики : в 2 кн.: учеб. пособие для студентов вузов; под ред. В. С. Тикунова. — М. : Изд. центр «Академия», 2004
2. Журавков М. А., Видякин В. В. ГИС–технологии в прикладной механике. — Минск : БГУ, 2000
3. Гурьянова Л. В. Аппаратно-программные средства ГИС. — Минск : БГУ, 2004
4. Ищук А.А., Швайко В.Г., Курбацкий А.С. Возможности пространственного моделирования в ГИС интегрированной стоимости трасс проектируемых коммуникаций // ArcReview.- 2005, №1.- С.13
5. Лурье И.К., Косиков А.Г., Тутубалина О.В. и др. Компьютерный практикум по цифровой обработке изображений и созданию ГИС.- М.: Научный мир, 2004.- 148 с.