

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГИС В ГЕОЛОГИИ

Учебное пособие

Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ по дисциплине "ГИС в геологии" для студентов специальности 130101.65 Прикладная геология, специализация Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых

Благовещенск
Издательство АмГУ
2014 г.

ББК 26.823я73
К 33

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
Амурского государственного
университета*

***Разработано в рамках реализации гранта «Подготовка
высококвалифицированных кадров в сфере горно-металлургического
кластера Амурской области» по заказу предприятия-партнера ЗАО УК
«Петропавловск»***

Рецензенты:

*С.В.Дюжнев, начальник отдела компьютерного моделирования ООО НППФ «Регис»
Н.В.Моисеенко, доцент кафедры «Геологии и природопользования» Амурского
государственного университета (АмГУ, г.Благовещенск), кандидат геол-мин. наук*

Т.В. Кезина : составитель

«ГИС в геологии»: Учебное пособие по дисциплине / Методические рекомендации по выполнению практических работ для студентов специальности 130101.65 Прикладная геология, специализация Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых / Т.В.Кезина. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 123 с.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 130101.65 Прикладная геология, специализация Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых. В учебном пособии рассмотрен материал по отдельным темам рабочей программы дисциплины ГИС в геологии, задания для практических и лабораторных работ с рекомендациями для их пошагового выполнения.

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 130101.65 Прикладная геология, специализация - Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых.

В авторской редакции

ББК 26.823я73

©Амурский государственный университет, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ИСТОРИЯ ГИС	5
2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ГИС	15
2.1 Тематические разделы ГИС	15
3. ПОДСИСТЕМЫ ГИС	17
4. ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАТИКИ	19
4.1. Обзор базовых ГИС	19
4.2. Концептуальная схема организации данных в ГИС. ГИС как интегрирующая технология	20
4.3. Организация данных в ГИС. Источники данных в ГИС. Растровая модель данных. Векторная модель данных.	21
5. КАРТА И РАБОТА С НЕЙ	22
5.1. Пространственные объекты	23
5.2. Шкалы измерений	27
5.3. Пространственные координаты	28
5.4. Масштабы карты	32
6. ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ	33
6.1. Растровые модели	35
6.2. Векторные модели	36
7. МЕТОДЫ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ	38
7.2. Методы ввода векторных данных	39
7.3. Методы ввода растровых данных	39
7.4. Устройства ввода	41
8. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	44
8.1. Начало работы с ArcView.	45
8.2. Проекты	46
8.3. Окно проекта	47
8.4. Ключевые особенности	50
8.5. Анализ	51
8.6. Настрой	51
8.7. Доступ к данным	51
8.8. Адресное кодирование	52
8.9. Скриншоты	52
9. РАБОТА В СРЕДЕ ArcView	53
9.1. Знакомство с видами	54
9.2. Создание тем и шейп-файлов	55
9.3. Знакомство с таблицами	58
10. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ 1-13	61
11. ПОНЯТИЕ О ЦИФРОВЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТАХ	86
11.1. Принципы составления цифровых карт	87
11.2. Отцифровка участка геологической карты (Задание 14)	91
12. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ	118
13. ПЕРЕЧЕНЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ	119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	120
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	121

ПРЕДИСЛОВИЕ

Геоинформационные системы (ГИС) являются мощным инструментом для всех направлений геологических исследований, проводимых как в научных, так и в производственных целях. Целью теоретической части курса является овладение общей идеологией геоинформационных систем, которые представляют собой идеальную виртуальную среду геологических исследований, моделирующую и адекватно представляющую реальную геологическую среду.

В план практических занятий входит знакомство с редактором векторной графики CorelDRAW, программой трехмерной картографии поверхности Surfer, географической информационной системой ArcView 3.2. Названные средства позволяют на профессиональном уровне строить модели и карты любого содержания, в том числе специальные геологические и карты природопользования. На практических занятиях студенты приобретают навыки работы с пространственно определенными данными базы ESRI.

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «ГИС в геологии» является изучение принципов построения и возможности использования геоинформационных систем в геологии.

Задачи: обучение способам ввода, хранения, обработки, анализа и визуализации пространственных данных, получение навыков работы с наиболее распространенными геологическими информационными системами, применение полученных знаний в практической деятельности в области «Прикладной геологии».

Географические информационные системы (ГИС) - это увлекательное поле деятельности с быстро растущими возможностями для тех, кто знаком с концепциями и технологией. Существует общее заблуждение о том, что поскольку ГИС легкодоступны и имеются во многих различных организациях, можно просто сесть за компьютер и начать ими пользоваться. Однако ГИС совсем не так просты, как, например текстовые редакторы. Также как и пользование текстовым редактором предполагает нашу способность организовывать наши мысли в связную последовательность предложений и абзацев, так и ГИС требуют знакомства с языком карт. Если спросить, большинство из нас скажут, что хорошо знают карты. Мы привычно пользуемся картами дорог, и, если необходимо, то заглядываем в атлас мира с его политическими, физическими и экономическими границами, связанными с ними цветами, графическими символами, текстом и, конечно, стрелкой направления на север. Большинство из нас, однако, не задумывается ни об объеме информации, которую содержит

карта, ни о процессах обобщения, которые возникают при решении вопроса о том, какие детали включаются, а какие – нет. Значительная часть этой генерализации обусловлена масштабом карты. Чем мельче масштаб (и больше размер области, отображенной на карте), тем более глубокая генерализация требуется для создания картографической модели. Идея о том, что карта является моделью реальности, возможно, наиболее важная идея, которую должен усвоить будущий специалист по ГИС [11].

Современные тенденции рынка технических средств показывают, что ГИС — быстро растущая область информационных технологий, далеко обгоняющая многих других, причем даже в периоды спада. А по мере роста числа организаций, знакомых с этой технологией, будет расти и потребность в понимании ее базовых принципов, а также нужда в специалистах, знающих эти принципы. При знакомстве с ГИС могут возникать некоторые проблемы поэтому от изучающего ГИС требуется изучать больше чем просто технику. Прежде чем освоить технику, вам нужно освоить ее идеи[16].

1. ИСТОРИЯ ГИС

Период возникновения предпосылок (начало 1940-х - середина 1960-х гг.)

Компьютерная эра началась с программно-управляемого компьютера Mark-1, который был создан в 1943 г. группой ученых под руководством американца **Говарда Айкена** по заказу и при поддержке фирмы IBM [20].

Первая фотосъемка поверхности Земли (пустыня в штате Нью-Мексико, США) из ближнего космоса была произведена 24 октября 1946 г. с ракеты V2 с высоты 130 км

В 1949 г. под руководством профессора Кембриджа **Мориса Уилкса** были заложены основы машинно-ориентированного языка программирования Ассемблер и реализованы первые библиотеки подпрограмм.

В 1952 г. фирма IBM выпустила первый промышленный компьютер IBM-701. Машина содержала 4000 электронных ламп и 12 000 германиевых диодов. Компания IBM заложила стандарты архитектуры промышленных ЭВМ и, как следствие, внесла однозначность в развитие программного обеспечения.

Фортран (Fortran - переводчик формул) — первый язык программирования высокого уровня, имеющий транслятор, был создан в период с 1954 по 1957 гг. группой программистов под руководством **Джона Бэкуса** в корпорации IBM.

Первый метеорологический спутник «Тирос-1» был запущен США в апреле 1960 г. В это же время на Землю начали поступать первые орбитальные космоснимки. По снимкам можно было

судить о перемещении крупных воздушных масс. Глобальная спутниковая система «Тирос» была развернута в феврале 1966 г.

В это же время появилась теория разработки автоматизированных информационных систем (АИС), которая к концу века приобрела вполне законченные, используемые в производстве формы. Общие подходы к разработке АИС схожи в различных областях человеческой деятельности. Потому заложенная в те времена теория использовалась и развивалась в появившихся позже геоинформационных системах.

Итак, в период возникновения предпосылок появления ГИС были созданы:

ЭВМ первого и второго поколений;

начала теории АИС;

программирование в машинных кодах;

контроль логики вычислений через блок-схемы

библиотеки стандартных программ, автокоды, машинно-ориентированные языки, Ассемблер, оптимизирующие трансляторы, первые языки высокого уровня, что создало предпосылки для создания программных сред обработки географической информации.

Новаторский период (середина 1960-х - начало 1970-х гг.)

В 1967 г. в маленьком Агентстве по изучению данных переписи населения (Census Use Study, CUS) города Нью-Хейвен штата Коннектикут математик **Джеймс Корбетт** и программисты **Дональд Кук** и **Уильям Максфилд** разработали один из первых картографических форматов GBF-DIME (Geographic Base File, Dual Independent Map Encoding). В формате, разработанном **Джеймсом Корбеттом**, была реализована схема определения пространственных отношений между объектами, называемая **топологией**. Позже этот формат трансформировался в не менее известный формат геоданных **TIGER** [20]. В следующем году в лаборатории компьютерной графики и пространственного анализа Гарвардского университета под руководством **Говарда Фишера** была разработана одна из первых геоаналитических программ SYMAP. Самого термина ГИС тогда еще не существовало;

Первые ГИС-программы визуализировали свои результаты с помощью алфавитно-цифровых печатных устройств. Это была первая картографическая неграфическая среда, которая реально показала возможность применения вычислительной техники в производстве карт, что не могло не всколыхнуть интерес к этой технологии.

В начале 60-х гг. прошлого столетия в Канаде работал английский географ **Роджер Томлинсон**, выступивший инициатором, разработчиком и руководителем проекта системы CGIS (Canada Geographic Information System). Система была создана для управления

земельными ресурсами. Термин и аббревиатура, вошедшие в название программы, стали обозначением фундаментального понятия, объединившего практически все отрасли человеческой деятельности.

В 1969 г. молодой Доктор естественных наук и ландшафтной архитектуры **Джек Данджермонд** и его жена **Лора** основали Институт Исследования Систем Окружающей Среды (Environmental , Systems Research Institute, ESRI).

Лаборатория Гарвардского университета, в то же время разработала программу CALFORM для вывода графики SYMAP на плоттер. В программе была реализована топология **Корбетта**. С помощью CALFORM уже можно было выводить подобие карт с примитивной легендой.

Параллельно со средой SYMAP, работающей с векторными данными, в Гарварде разрабатывалась первая растровая среда GRID. Изначально был реализован метод отображения однослойных таблиц, в каждой из ячеек которых хранилось какое-либо значение среды. В разработке системы использовались идеи ландшафтного архитектора **Иана Макхарга**.

В начале 70-х гг. XX столетия накопление электронных картографических данных достигло такого объема, что возник первый «микрорезис»: аналогичные данные многократно дублировались в форматах различных картографических сред. В Гарвардском университете был разработан конвертер POLYVRT, который взаимно преобразовывал нетопологические данные SYMAP, топологические данные среды CALFORM и формата DIME, получившего распространение во многих статистических учреждениях США. Конвертер был разработан под руководством Уильяма Уарнца [20].

В середине 1970-х гг. в Гарварде была разработана картографическая среда ODYSSEY, в которой идея конвертера POLYVRT была расширена от преобразования форматов до создания комплексного аналитического пакета, обрабатывающего векторные данные.

Два события достойно завершают Новаторский период развития ГИС:

29 октября 1969 г. считается днем рождения Интернета, который был создан в результате развития компьютерной сети в Калифорнийском университете

Первое четкое изображение освещенной поверхности Земли было сделано 7 декабря 1972 г. экипажем «Аполлона-17», что послужило толчком к реальному дистанционному зондированию Земли - основе современных ГИС.

Новаторский период эволюции ГИС характеризовался следующими чертами:

наличие серийных ЭВМ, способных выполнять аналитические функции;

первая волна стандартизации программных сред, основанная на языке низкого уровня Ассемблер;

появление первых ГИС-программ, обеспечивающих решение простейших аналитических пространственных задач;

разработка первых пространственных форматов данных, основанных на принципах топологии;

создание научно-исследовательских центров, осуществляющих сопровождение ГИС на долговременной основе;

появление предпосылок для коррекции топооснов с помощью космических фотоснимков;

появление сетей передачи данных - зачатков Интранета и Интернета.

Государственный период эволюции ГИС (начало 1970-х - начало 1980-х гг.)

23 июля 1972 г. с запуском первого спутника LANDSAT началась история получения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В указанный период были запущены три спутника LANDSAT. Съемка велась с разрешением не лучше 30 метров.

Первые геоинформационные системы разворачивались на мэйнфреймах — больших универсальных ЭВМ. Иными словами, они были доступны лишь тем, кто имел доступ к крупным вычислительным центрам, функционирующим на основе операционной системы UNIX. Доступ к ЭВМ по времени был ограничен. Носителями информации были перфокарты и перфоленты. Производительность вычислительных системы не соответствовала поставленным задачам.

1971 год заложил бомбу под государственный уровень информационных и геоинформационных систем. 15 ноября 1971 г. мировому рынку была представлена микросхема 4004 компании Intel — первый микропроцессор, который при стоимости 200 долларов США реализовывал на одном кристалле все функции процессора большой ЭВМ. Разрабатывался он, правда, всего лишь для создания калькуляторов Busicom. Но уже в следующем году **Дон Ланкастер** применил процессор 8008 в разработке прототипа персонального компьютера. А легендарные микропроцессоры Intel 8080 стали продаваться в комплектах для самостоятельной сборки персональных компьютеров «Альтаир». Спрос был так велик, что моментально возник дефицит этих комплектов [20].

На мэйнфреймах формировался менталитет программистов, основной целью которых было не создание тиражируемых продуктов, а обслуживание сотрудников конкретного учреждения. Появление микропроцессоров открыло эру персональных ЭВМ. Появление же персональных компьютеров послужило толчком к быстрому росту числа акционерных и частных предприятий, а также принципиально изменило подходы к разработкам информационных и геоинформационных систем. Появилась идея использования «одной

программы для всех» - универсальной программы, которая должна была удовлетворять потребности всех пользователей в конкретной отрасли.

Первый массовый персональный компьютер Apple II в пластиковом корпусе, с цветной графикой появился в 1977 г. На машине стоял процессор с тактовой частотой 1 МГц, 4 Кбайт памяти в стандартной поставке и до 64 Кбайт в продвинутых конфигурациях.

В 1981 г. широкой публике стал доступен компьютер IBM PC. Благодаря открытой архитектуре он стал стандартом почти для 90 % всех производимых ныне в мире персональных компьютеров. В тот же момент времени большинство производителей ГИС-сред стали задумываться о переходе с UNIX на Windows-платформы, что обеспечивало резкое расширение рынка геоинформационного программного обеспечения

В геоинформатике в тот момент произошло эпохальное событие: один из разработчиков среды ODYSSEY, Скотт Морхаус, перешел из Гарвардского университета в ESRI и занялся разработкой первой версии пакета ARC/INFO.

Пакет программ ARC/INFO создавался для рабочих станций, работающих в операционной среде UNIX. Переход к использованию на IBM PC-совместимых компьютерах начался в 1982 г. с версии PC ARC/INFO 3.4. Программный пакет для персональных компьютеров унаследовал от предшественника многооконный интерфейс, работу из командной строки и создание пользовательского функционала на языке AML. Качественным отличием PC ARC/INFO было создание программного пакета с пониженными требованиями к ресурсам компьютера. С этого момента появилась возможность устанавливать мощнейшую ГИС-среду на недорогих офисных компьютерах.

В конце 70-х — начале 80-х гг. XX века одной из наиболее бурно развивающихся отраслей программной индустрии стала разработка Систем управления базами данных (СУБД). На раннем этапе ГИС обходились без помощи стандартных СУБД; они использовали свои собственные форматы файлов для хранения данных, доступ к которым осуществлялся только через собственные интерфейсы геоинформационных сред. Взаимосвязь между ГИС-средами различных фирм-производителей происходила через файлы обменных форматов. Развитие стандартных СУБД подталкивало разработчиков ГИС-сред к унификации форматов хранения данных. Первый шаг по пути к корпоративным ГИС был заложен именно в это время.

Короткий период государственной монополии на разработку геоинформационных систем закончился с началом массового производства персональных компьютеров, появлением стандартных СУБД и сравнительно доступных пространственных данных, постоянно обновляемых на основе ДДЗ [20].

Для Государственного периода эволюции ГИС было характерным следующее:

серийный выпуск больших универсальных ЭВМ — мэйнфреймов;
создание и выпуск вычислительных устройств на базе микропроцессоров 8080;
запуск в производство персональных компьютеров Apple и IBM;
начало регулярного получения данных дистанционного зондирования Земли с помощью серии спутников LANDSAT;
разработка Систем управления базами данных (СУБД).
создание компанией ESRI пакетов ARC/INFO и Arc View.

Коммерческий период эволюции ГИС (начало 1980-х - начало 2000-х гг.)

В начале 1980-х гг. Интернет вышел за границы университетских сетей. В 1984 г. была реализована система доменных имен, которой мы пользуемся до сих пор.

Данные дистанционного зондирования со спутников LANDSAT-4, LANDSAT-5, LANDSAT-7 давали поток дешевой продукции для коррекции топооснов практически в режиме реального времени. Запущенный в 1999 г. спутник LANDSAT-7 был способен создать глобальное панхроматическое изображение всей поверхности Земли с разрешением 15 метров за 16 суток полета.

Если в предыдущем десятилетии снимки создавались, прежде всего, по заказам военных, то в 1980-90-е гг. они все чаще стали использоваться для управления экономикой, мониторинга окружающей среды, проектирования и моделирования глобальных процессов, навигационных и метеорологических целей.

В начале 1990-х гг. в связи с бурным развитием PC и UNIX-ориентированных машин начался кризис рынка крупных ЭВМ - мэйнреймов. Пик кризиса пришелся на 1993 г. Возникла перспектива перехода от централизованной обработки информации к распределенной — с помощью персональных компьютеров, объединенных двухуровневой архитектурой «клиент - сервер».

При проектировании АИС промышленных предприятий разработчики столкнулись с трудностями, связанными с разнородностью и сложной формализуемостью обрабатываемой информации. Неизбежным стало широкое применение реляционных СУБД для создания хранилищ данных. По этому же пути пошли крупнейшие разработчики ГИС - ESRI, Intergraph и MapInfo. Прогрессивным шагом стало хранение в СУБД не только атрибутивных данных, но и геометрии. Это дало продуктам такие типичные для промышленных СУБД преимущества, как пространственное индексирование данных (и как следствие - повышение скорости обработки запросов), одновременный регламентированный доступ многих пользователей, стандартные средства сохранения, восстановления и репликации данных, возможность работы в режиме «клиент - сервер» [20].

Следует отметить, что до появления в 1993 г. на рынке персональных компьютеров процессора Intel Pentium, разработанного под руководством Виинода Дэма, ощущался перекокс между ресурсными потребностями ГИС-сред и скромными возможностями аппаратного обеспечения.

Одновременно с появлением нового процессора произошел всплеск выпуска высокопроизводительной оперативной памяти и мощных видеоплат. Последнее обстоятельство связано, прежде всего, с повсеместным распространением ресурсоемких видеоигр. Тем не менее, это позволило за короткий срок довести ресурсные возможности персональных компьютеров до уровня рабочих станций.

Общедоступным Интернет стал с 1991 г. с появлением Всемирной Паутины. Он представляет собой хаотичное объединение автономных провайдерских систем, что не является гарантией качества связи из-за случайного сочетания элементов системы, но обеспечивает устойчивость и независимость функционирования.

В том же 1991 г. появился термин «пространственные данные», ныне понимаемый как сведения, характеризующие местоположение и геометрическое описание объектов в пространстве и относительно друг друга. Первоначально пространственные данные хранились исключительно во внутренних форматах компаний — разработчиков ГИС. Эти форматы в большинстве своем официально остаются закрытыми. Но в конце 1994 г. был основан Open GIS Consortium (OGC) - основа общедоступных через Интернет картографических сервисов.

Локальные сети позволили отдельным пользователям легко и быстро взаимодействовать друг с другом в рамках матрицы доступа. Они позволяют выполнять совместную работу с документами, упрощают документооборот, дают возможность сохранять и архивировать свою работу на сервере, получать удаленный доступ к приложениям. Такие решения облегчают совместное использование дорогостоящих ресурсов.

Новые реалии позволили комбинировать работу на персональных ЭВМ с вычислениями, выполняемыми на серверных ресурсах.

Коммерческий период эволюции ГИС характеризовался:

массовым выпуском высокопроизводительных персональных ЭВМ;

объединением ЭВМ разного уровня в Интернет и локальные сети;

широким участием коммерческих организаций в создании пространственных данных и разработке ГИС-приложений;

появлением общедоступных картографических сервисов.

Клиент-серверные, интранет-технологии и работа в терминальном доступе сняли массу ограничений на ресурсы. Ограничения в этот период оставались только на полосу пропускания

сетей. Наиболее важным следствием увеличения полосы пропускания и мощности персональных компьютеров для геоинформационного сообщества являются перспективы представления пространственной информации в мировой сети. Но эта перспектива реализовалась лишь на следующем этапе эволюции.

Период глобального распространения ГИС (начало 2000-х гг. - до настоящего времени)

Этот период совпал с началом свободной продажи космоснимков высокого разрешения. Первыми на продажу стали выставляться фрагменты снимков со спутников LANDSAT-4, LANDSAT-5, LANDSAT-7 в формате JPEG. Причем цены на них были ниже, чем в профессиональном формате GeoTIFF. Выгода такого бизнеса заключалась в расширении рынка и увеличении объема продаж космоснимков [20].

С середины первого десятилетия XXI века в интернете появились сервисы систем доступа к мозаикам снимков и картам на их основе. Любой фрагмент мозаики можно было купить после оценки в контексте оформления мозаик различными производителями сервисов.

Следствием стало осознание нескольких фактов, в реальности которых мы боялись себе признаться:

Сведения о пространственных данных какого-либо государства перестали быть его государственной тайной.

Пространственные данные - это достояние всего человечества, а не только его военной элиты.

Пространственные данные - такие же участники бизнес-процессов, как и любые другие данные, используемые в производстве.

Главное следствие заключается в том, что в индустриальном обществе не осталось людей, которых нужно убеждать в необходимости применения ГИС в производстве.

С 1974 по 1993 гг. США создали военную группировку спутников глобального позиционирования (GPS). С 1983 г. система стала использоваться и в гражданских целях. А после того, как в 2007 г. с GPS было окончательно снято загроуждение, позволяющее военным определять координаты с более высокой точностью, чем гражданским лицам, приборы глобального позиционирования стали общедоступной основой навигации и картопостроения.

В рамках национальной безопасности параллельно американской системе GPS были созданы Galileo — совместный проект спутниковой системы навигации Европейского союза и Европейского космического агентства, и советско-российская система ГЛОНАСС.

Объединение технологий картографических веб-сервисов и систем глобального позиционирования породило в 2004 г. сервис OpenStreetMap (OSM) - свободный проект по совместному развитию легальных общедоступных бесплатных карт и схем городов, улиц, дорог

с помощью ручного или автоматического ввода данных, полученных с помощью портативных GPS-приемников. Относиться к этому источнику информации можно с разной степенью осторожности, но на настоящий момент он является наиболее динамически развивающимся сервисом поставки актуальной картографической информации.

Ключевым словом в этом периоде эволюции ГИС стало слово СЕРВИС. Впервые за многие тысячелетия картопостроения вопрос актуализации картографической информации лег на плечи тех, кто занимается поставками и обработкой данных в глобальном масштабе и предоставляет эти данные на уровне сервиса [20].

Интеграционный период эволюции ГИС (ближайшее обозримое будущее)

Что нас ожидает в ближайшее время в геоинформационных технологиях? Если посмотреть на ГИС-функционал двух последних десятилетий, то создается впечатление, что все уже сделано: мы движемся в сторону масштабирования известных продуктов, повышения скорости обработки данных, улучшения методов хранения информации, облегчения многопользовательского подхода в сопровождении и использовании пространственных данных.

Уровень развития электронной промышленности стал таким, что исчезли ресурсные ограничения на обработку достаточно сложных моделей пространственных данных даже для персональных пользователей.

Ограничения по объемам хранилищ данных исчезли. Равным образом, резко снизилась стоимость элементной базы хранилищ.

Верная идеология создания пространственных данных на топологической основе подкрепляется новыми математическими моделями, не вступающими в конфликт с предыдущими разработками. Современное программное ГИС-обеспечение ограничивает уровень решаемых задач только фантазией и тезаурусом разработчиков.

Реальность заставляет напрягаться. Благостность картины всеобщего благоденствия затуманивает главную проблему современных ГИС - то, что системы должны быть геоИНФОРМАЦИОННЫМИ. На предыдущих этапах эволюции существовали ограничения технического и программного характера, которые в определенной мере поддерживали баланс картографического и атрибутивного блока ГИС. В настоящий момент средняя скорость передачи данных в широкополосном Интернете в среднем не превышает 6 мегабит в секунду.

По плану Федеральной комиссии по связи США, к 2020-му году 100 миллионов домовладений в США должны быть обеспечены интернет-подключением со средней скоростью 100 мегабит в секунду. Что это значит? Это значит, что сформируется так называемый Networked World (мир, связанный в глобальную сеть). Каждое цифровое устройство будет

включено в сеть. Как следствие, можно ожидать сбора единообразной информации по единым моделям без участия людей в планетарном масштабе.

Это значит, что исчезнет понятие хранения данных глобального характера на серверах каждой специализированной компании. Экономически выгодно будет повсеместно использовать концепцию «вычислительных облаков» (Cloud Computing). Все необходимые ресурсы корпоративные пользователи смогут за достаточно скромную плату арендовать у провайдеров «вычислительных облаков». Широкополосное интернет-подключение позволит использовать вычислительные мощности и дисковое пространство удаленных серверов, как свое собственное — без затрат на сопровождение, обновление ПО, резервирование данных и, как ни странно, — без головной боли о несанкционированном доступе к данным. Известный сетевой ресурс WikiLeaks, который в середине 2010 г. опубликовал данные более чем 90 тыс. секретных документов о военных действиях США в Афганистане, хранит свою информацию именно так: отдельные блоки файлов разбиты между множеством удаленных серверов, а алгоритм их сборки в единое целое обновляется через очень короткие промежутки времени, не давая возможности уничтожить первоисточник [20].

Разновидностью облачных технологий являются модели SaaS и IaaS.

SaaS (Software as a Service — «Программное Обеспечение как услуга») - новое веяние в продаже программного обеспечения: поставщик разрабатывает веб-приложение и самостоятельно управляет им, предоставляя заказчикам доступ к программному обеспечению через Интернет. Отличие от «облачного вычисления» заключается в том, что экземпляр ПО в нужный момент работает на аппаратном обеспечении заказчика сервиса.

IaaS (Infrastructure as a Service - «Инфраструктура как услуга») - разновидность концепции «облачных вычислений». По всей видимости, в ближайшее время это будет наиболее привлекательной основой для разработки Корпоративных геоинформационных систем, т.к. даст возможность создавать инфраструктуру системы такой, какой она должна быть в соответствии с теорией, а не с возможностями компании на данный момент.

Велика вероятность быстрого развития технологии расширенной, или дополненной реальности (Augmented Reality, AR). Этот термин в 1990 г. ввел в практику Том Кодуэлл, профессор Университета Нью-Мексико. В системе дополненной реальности за окружающим миром следит видеочасть, изображение с которой после компьютерной обработки выводится на экран монитора. Компьютер может распознавать предметы или специальные метки в кадре и накладывать на живое видео дополнительное виртуальное изображение.

В наше время начинается использование новой информационной единицы - «логического вывода», зародившегося в недрах систем искусственного интеллекта.

Организованные на основе «логических выводов» данные (базы знаний) управляются не с помощью команд, а самими данными. На этой основе ЭВМ позволят достичь производительности в миллиард операций в секунду...

Невероятно, но весь этот путь был пройден за относительно короткий по историческим меркам период времени [20].

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ГИС

2.1. Тематические разделы ГИС.

Применение геоинформационных технологий в разных сферах знаний, в том числе и при выполнении народно-хозяйственных задач (опираясь на географическую основу территорий), свидетельствует о возможности решения большого спектра научных и практических вопросов средствами ГИС.

ГИС-технологии позволяют автоматически выполнять пространственные операции с объектами на карте, анализировать имеющуюся атрибутивную информацию и оперативно получать результаты для оценки.

В настоящее время существует широкий круг тематических ГИС:

Геология и исследование недр;

Земля и недвижимость;

Территориальное управление и муниципальные ГИС;

Природопользование;

Инженерные коммуникации и сети;

Изыскания, проектирование, строительство;

Навигация, связь, транспорт;

Образование;

Геодезия;

Картография;

Дистанционное зондирование Земли;

Оборона, правопорядок, чрезвычайные ситуации, защита данных;

Технологии;

Здравоохранение;

Демография и статистика.

Рассмотрим возможности некоторых из них.

На базе ГИС гидрологического назначения разрабатывается программный комплекс для оценки уровня затопления и расчета величины возможного экономического ущерба в пойме рек, выделения зон градаций страховых рисков от наводнений.

Комплекс гидрологических задач решает задачу оценки численных характеристик водонаполнения заданного бассейна при изменении уровня подъема воды, а также получение графических документов с результатами моделирования - отображение матриц глубин, профилирование с использованием матриц глубин, графики изменения численных характеристик с возможностью сохранения в графические форматы BMP, WMF, EMF. Комплекс решает задачи построения зон затопления и осушения в виде матриц глубин.

Зоны затопления и осушения могут быть сохранены в виде площадных объектов пользовательской карты (рис. 1). Совместное отображение объектов зоны затопления и основной карты позволяет определить частично или полностью затопленные населённые пункты, дороги, мосты и другие объекты инфраструктуры.

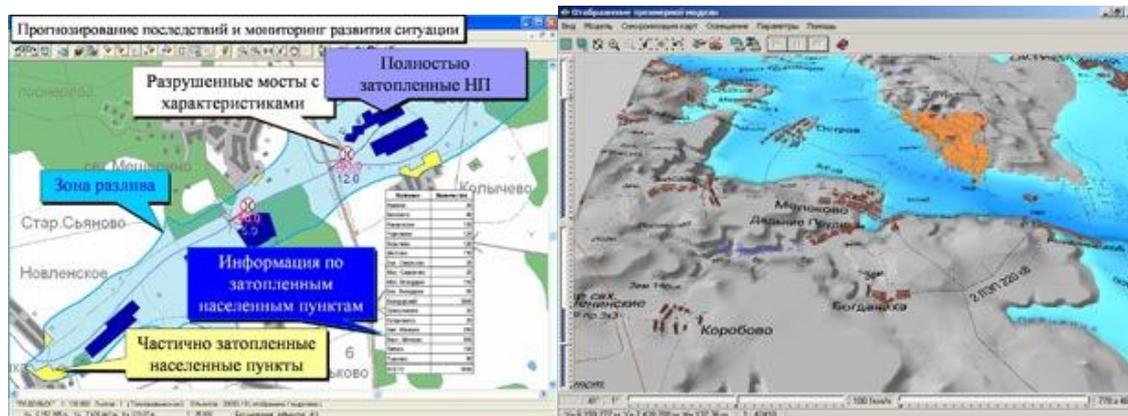


Рисунок 1 - Карта прогнозирования зон затопления

ГИС системы в геологии применяются для сбора и обобщение всех материалов предшествующих работ; создания комплекта карт (карта фактов, геологическая карта, карта геохимических аномалий и др. в зависимости от решаемых задач); пространственного анализа карт с целью получения новых значимых данных; создания актуальных цифровых моделей рельефа; дешифрирования геологических объектов; проведения линеamentного анализа.

Широкое применение ГИС технологии находят при управлении городским муниципальным хозяйством: планирование развития; управление ресурсами;

выбор наиболее безопасных маршрутов автобусов;

демографические исследования;

охрана правопорядка;
обслуживание коммунальных сетей (дежурные карты);
географическая привязка БД по земельным кадастрам, недвижимости;
оценка экономического риска и ущерба при ЧС;
прогноз экономической эффективности для отраслей народного хозяйства;
мобильные ГИС;
ГИС в туристском бизнесе и др.

Предшественники ГИС.

ГИС технологии появились не вдруг и не на пустом месте. При этом немаловажную, а вернее основную роль сыграли уже существовавшие: цифровая картография, геосъемка, СУБД, САПР, дистанционное зондирование Земли и фотограмметрия (методы обработки аэрокосмических изображений).

Ядро ГИС.

Основу или ядро ГИС составляют:

Средства ввода данных в машинную среду;

Программно-технологические средства преобразования систем координат и трансформации картографических проекций;

Средства хранения и манипулирования позиционными (метрическими и топологическими) и непозиционными (тематическими, семантическими) атрибутами в БД с помощью СУБД;

Растрово-векторные операции;

Измерительные операции, включая вычисление длин отрезков, вычисление площадей, периметров и т.п.;

Вывод данных и документирование результатов с использованием различных устройств

Картографическая графика монохромного и цветного воспроизведения карт (выбор и изменение палитры цветовых заливок, штриховок, редактирование легенды карты)

Цифровая обработка дистанционных изображений (фильтрация, сводка листов, привязка к географической основе, тематическая классификация изображений)

3. ПОДСИСТЕМЫ ГИС

В соответствии с данным выше определением, ГИС имеют следующие подсистемы:

1. Подсистема сбора данных, которая собирает и проводит предварительную обработку данных из различных источников. Эта подсистема также в основном отвечает за

преобразования различных типов пространственных данных (например, от изолиний топографической карты к модели рельефа ГИС).

2. Подсистема хранения и выборки данных, организующая пространственные данные с целью их выборки, обновления редактирования.

3. Подсистема манипуляции данными и анализа, которая, выполнив различные задачи на основе этих данных, группирует и разделяет их;

устанавливает параметры и ограничения и выполняет моделирующие функции.

4. Подсистема вывода, которая отображает всю базу данных или часть ее в табличной, диаграммной или картографической форме.

Первая подсистема ГИС может быть соотнесена с первым и вторым шагом процесс картографирования – сбором данных и компиляцией (составлением) карт. Исходная информация берется из таких источников, как аэрофотосъемка, цифровое дистанционное зондирование, геодезические работы, словесные описания и зарисовки, данные статистики и т.д. Использование компьютера и других электронных устройств, например дигитайзера или сканера, позволяет проводить подготовку исходных данных для записи, или кодирования точек, линий и областей к их дальнейшему использованию. Кроме того, источниками могут быть готовые цифровые карты, цифровые модели рельефа, цифровые ортофотоснимки и многие др. [16].

Вторая подсистема – подсистема хранения и выборки полностью соответствует нашим представлениям о функциях компьютера, как хранителя информации. В ГИС подсистема хранения и выборки позволяет делать запросы, возвращающие только нужную, контекстно-связанную информацию, она переносит акцент с общей интерпретации информации на формулирование адекватных запросов. В общих словах, эта подсистема хранит либо явно, либо неявно, геометрические координаты точечных, линейных и площадных геометрических объектов и связанные с ними характеристики (атрибуты). Компьютерные методы поиска естественным образом присущи самому программному обеспечению ГИС.

Анализ данных чаще всего является преимуществом человека-пользователя. Подсистема анализа позволяет значительно упростить и облегчить анализ пространственно-связанных данных, практически исключить ручной труд и в значительной мере упростить расчеты, выполняемые пользователем. Подсистема анализа является "сердцем" ГИС. Необходимость анализа карт для выделения и сравнения картин распределения земных феноменов дал импульс для поиска новых, более удобных, быстрых и мощных методов. ГИС-анализ использует потенциал современных компьютеров, сравнения и описания

информации, хранящейся в базах данных которые дают быстрый доступ к исходным данным и позволяют агрегировать и классифицировать данные для дальнейшего анализа. Они способны комбинировать выбранные наборы данных уникальными и ценными способами [16].

После выполнения анализа, нужно представить как-то его результаты. В картографии, будь то традиционная бумажная картография или ее цифровой эквивалент, компьютерная картография, выходной продукт в целом тот же – карта. Подсистема вывода позволяет компоновать результирующие данные в любой удобной для пользователя форме. Среди примеров выходных данных – печать адресов на конвертах по результатам поиска в базе данных потенциальных клиентов с целью распространения рекламы; базы данных некоторых служб могут быть подключены в единую систему, результатом чего будет максимальная информационная насыщенность данных на выдаче. В действительности типы выдачи часто продиктованы больше областью применения ГИС, нежели используемым программным обеспечением. И, как и пользователи карт, выдачи бывают самые разные [2].

4. ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАТИКИ.

4.1. Обзор базовых ГИС-концепций. Базовые структуры данных в ГИС.

Геоинформатика это специфический раздел информатики, имеющий дело с пространственно привязанной информацией.

Основу геоинформатики составляют: **элементы картографии;**

номенклатура – способ обозначения (идентификации) листов (фрагментов) географической карты;

основные картографические проекции (Проекция Гаусса-Крюгера (СНГ) Проекция Меркатора, UTM (распространена на Западе));

топология – набор правил целостности и программных инструментов, определяющих поведение пространственно связанных географических объектов и классов объектов.

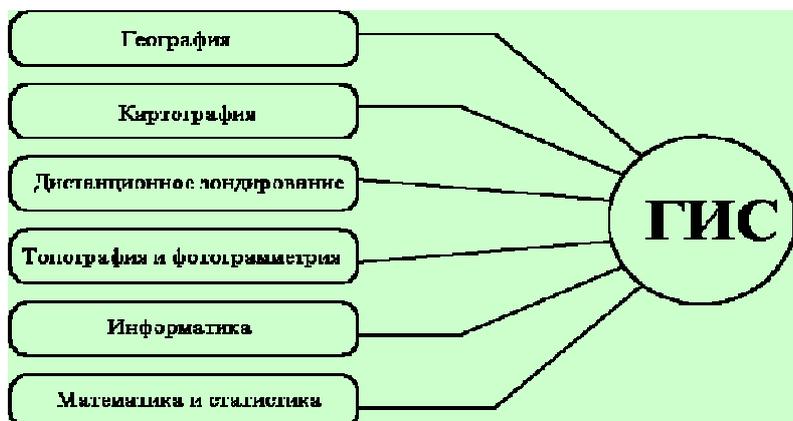


Рисунок 2 - Связь ГИС с научными дисциплинами и технологиями

Типовые вопросы на которые способна ответить ГИС:

Где находится А?

Как расположено А по отношению к В?

Сколько А расположено в пределах расстояния D от В?

Каково значение функции Z в точке X?

Что находится в X1, X2, ..., Xn?

Какие объекты следуют за теми, у которых наблюдается определенное сочетание для определенных свойств?

Как изменится пространственное распределение объектов, если изменить существующую классификацию?

Что может случиться с А, если изменится В и его положение относительно А?

4.2. Концептуальная схема организации данных в ГИС.

ГИС как интегрирующая технология.

Опыт развития ГИС показал, что наиболее удобна и информативна послойное представление данных.

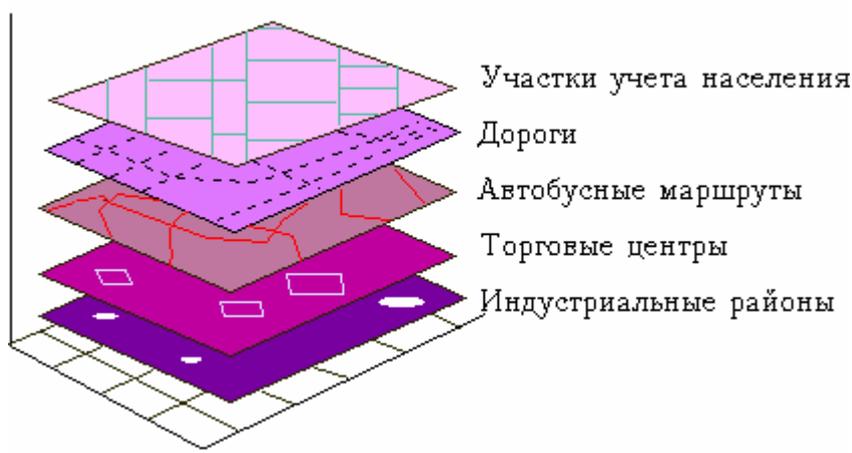


Рисунок 3 - ГИС как интегрирующая технология

В зависимости от тематики мы можем делать выборку необходимых нам слоев (информации), интегрируя имеющуюся в базе данных информацию.

База данных ГИС - Пространственная база данных — [база данных](#) (БД), оптимизированная для хранения и выполнения [запросов](#) к данным о пространственных объектах, представленных некоторыми абстракциями: точка, [линия](#), полигон и др. (лишь отчасти соответствующих базовым математическим понятиям [точка](#), [кривая](#), [полигон](#)).



Рисунок 4 – Включение информационных слоев

Рисунок 5 очень хорошо демонстрирует нам возможности использования одной базы данных многими пользователями в самых разнообразных целях.



Рисунок 5 – Пример содержание базы данных и вопросов обращения к ней

4.2. Организация данных в ГИС. Источники данных в ГИС. Растровая модель данных. Векторная модель данных.

Базы данных ГИС содержат разнообразную информацию в закодированном виде. Эта информация в зависимости от назначения может быть **пространственной графической** (точечные, линейные и полигональные или площадные объекты); **тематической** (атрибутивной) информация, характеризующая пространственные объекты.

Представление (организация) данных может быть **послойным** (тематические слои, временные срезы и уровни по вертикали) или **растровым и векторным** (преимущества векторного представления: занимает меньше места в памяти ЭВМ, обладает свойством масштабируемости).

Несложно понять, что основу данных в базах составляют оцифрованные карты территорий. Чаще (и иногда удобнее для подготовки отдельных проектов) они представлены орогидрографическими планшетами, привязанными к координатной сетки [19].

5. КАРТА И РАБОТА С НЕЙ

Карта является основным языком географии. Следовательно, она является и основным языком компьютеризированной географии. Эта графическая форма представления пространственных данных состоит из различных координатных систем, проекций, наборов символов, методов упрощения и генерализации.

В геоинформатике встречается большое разнообразие карт из курсов геологии, топографии или почвоведения. Вдобавок к геологическим, топографическим, кадастровым и почвенным картам, используемым в этих дисциплинах, тематическое наполнение покрытий ГИС включает карты растительности, транспорта, распределения животных, коммунальных служб, планы городов, зональные карты, карты землепользования, ландшафтов и снимки дистанционного зондирования. Эти карты могут иметь как вполне привычный вид, так и такие нетрадиционные формы как блок-диаграммы, карты плотности точек, объемные карты и множество других типов [16].

Исследование земли посредством ГИС основывается на нашей способности мыслить пространственно. Пространственное мышление требует от нас умения выбирать, наблюдать, измерять, записывать и характеризовать то, что нам встречается. Реальная ценность объектов в картографической форме представления зависит от решаемых задач, от того, пытаемся ли мы лишь изобразить карту или анализировать ее в ГИС. Чем больше мы знаем о возможных сочетаниях графических элементов и о том, как с ними обходятся на картографических документах, тем яснее наш географический язык. Более развитый уровень понимания графических приемов пригодится во всех четырех подсистемах ГИС.

При вводе существующих карт в геоинформационную систему необходимо знать о влиянии различных уровней генерализации, масштабов, проекций, символизации и т.п. на то, что вводится, и как это вводится. Для анализа данных необходимо знать о возможности ошибок в некоторых покрытиях, созданных из мелкомасштабных карт. При выводе

возникает проблема отображения результатов анализа при решении которой необходимы знания о картографических методах и критериях дизайна.

Карта является моделью пространственных явлений, абстракцией. Однако, необходимо признать, что отображение всех деталей и объектов невозможно. Есть пределы тому, что мы можем изображать на картах. Главной причиной нашей переоценки возможностей карт в отображении реальности является то, что они – среди наиболее удачных графических инструментов, созданных для передачи пространственной информации. Карты существуют тысячи лет, и все мы больше или меньше привыкли их видеть.

Карты бывают разных видов и на разные темы. Два основных типа – это карты общегеографические и тематические. Наиболее часто в ГИС нам придется иметь дело с тематическими картами, хотя общегеографические и топографические карты тоже используются для ввода в ГИС, главным образом для того, чтобы обеспечить общегеографическую основу для сложных тематических карт [16].

Карты, как изображения мира показывают как положения объектов в пространстве и их форму, так и качественные, и количественные их характеристики. Эти взаимосвязанные геометрические объекты и атрибуты необходимы для картографического документа. Но независимо от того, какие объекты реального мира представляются этими точками, линиями, площадями или поверхностями они не могут выступать в качестве миниатюризации действительности из-за ограничений масштаба. Вместо этого они должны храниться в памяти компьютера, а затем, при отображении, используется какой-либо набор символов для их представления. Символы, в свою очередь, должны иметь ключ к их пониманию, называемый легендой карты. Легенда тактически соединяет геометрические объекты с их атрибутами, после чего каждый из них может быть воспринят в качестве представления реального объекта с его количественными характеристиками. Таким образом, может представить себе, что же в действительности наблюдалось при сборе исходных данных.

5.1. Пространственные объекты

Все реальные объекты отображаются на картах какими либо условными знаками, точками, линиями, полигонами или поверхностями. Кроме того, немаловажным фактором является цветовая градация объектов, например изображение ландшафта или распределение плотности населения. Примеры картографического представления объектов реального мира основными типами графических примитивов можно увидеть на рис. 6.

Точки, линии, области и поверхности вместе могут представлять большинство природных и социальных феноменов, которые мы встречаем каждый день. В рамках ГИС

объекты реального мира явно представляются тремя типами объектов из указанных. Точки, линии и области могут представляться соответствующими символами, поверхности же представляются чаще всего либо высотами точек, либо другими компьютерными средствами. Феномены непространственные по своей природе не могут непосредственно исследоваться в ГИС, если только им не присвоить некоторые представляющие их пространственные характеристики. Рассмотрим пространственные объекты более подробно [16].

Точечные объекты – это такие объекты, каждый из которых расположен только в одной точке пространства.

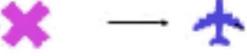
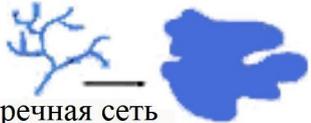
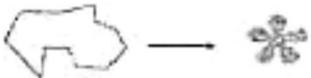
		Картографическое представление		
		точечное	линейное	площадное
Объекты реального мира	точечные	 - дерево	 Цепь валунов	 ареал  животные
	линейные	 аэропорт	 железная дорога	 речная сеть бассейн реки
	площадные	 пятно загрязнения хим.	 водохранилище	 земельный участок
	объемные	 карьер	 долина реки	 ирригационный сток

Рисунок 6 – Объекты реального мира и картографическое представление

Примером таких объектов могут быть деревья, дома, перекрестки дорог, и многие другие. О таких объектах говорят, что они дискретные, в том смысле, что каждый из них может занимать в любой момент времени только определенную точку пространства. В целях моделирования считают, что у таких объектов нет пространственной протяженности, длины или ширины, но каждый из них может быть обозначен координатами своего местоположения. В действительности, все точечные объекты имеют некоторую пространственную протяженность, пусть самую малую, иначе мы просто не смогли бы их увидеть. Принимаем отсутствие длины и ширины так, что, например, при измерениях атмосферного давления, характеризуемых потенциально бесконечным числом точек, сами точки всегда занимают определенные местоположения без каких-либо перекрытий. Масштаб, при котором мы наблюдаем эти объекты, задает рамки, определяющие представление этих объектов как точек. Например, если вы смотрите на дом с расстояния нескольких метров, то сооружение выглядит внушительным и имеет существенные длину и ширину. Но это представление меняется, когда вы начинаете отдаляться: чем дальше, – тем меньше дом выглядит как площадный объект, тем больше – как точечный.

Линейные объекты представляются как одномерные в нашем координатном пространстве. Такими "одномерными" объектами могут быть дороги, реки, границы, изгороди, любые другие объекты, у которых один из геометрических параметров существенно больше другого. Масштаб, при котором мы наблюдаем эти объекты, опять же, обуславливает порог, при пересечении которого мы можем считать эти объекты не имеющими ширины. Как вы знаете, реки, дороги, изгороди имеют два измерения при близком рассмотрении. Но чем дальше мы от них, тем более тонкими они становятся. Постепенно они становятся такими тонкими, что оказывается возможным представить их себе как линейные объекты. Другие линии, такие как политические границы, вообще не имеют ширины. В действительности, эти линии даже не являются материальными сущностями, а возникают как следствие политических соглашений [3].

Для линейных объектов, в отличие от точечных, мы можем указать пространственный размер простым определением их длины. Кроме того, поскольку они не занимают единственное местоположение в пространстве, мы должны знать, по меньшей мере, две точки – начальную и конечную – для описания местоположения линейного объекта в пространстве. Чем сложнее линия, тем больше точек нам потребуется для указания точного ее расположения. Опираясь на геометрию, мы можем также определять формы и ориентации линейных объектов.

Объекты, рассматриваемые с достаточно близкого расстояния, чтобы иметь и длину и ширину, называются областями или *площадными объектами*. Примеры областей, или "двухмерных" объектов, включают территории, занимаемые двором, городом или целым континентом. При определении местоположения области в пространстве мы обнаруживаем, что ее граница является линией, которая начинается и кончается в одной и той же точке. Помимо указания местоположения областей через использование линий, мы можем себе представить теперь три характеристики: как и для линий, мы можем указывать их форму и ориентацию, а теперь еще и величину площади, которую область занимает.

Добавление нового измерения, высоты, к площадным объектам позволяет нам наблюдать и фиксировать *поверхности*. Хотя мы можем рассматривать дом с близкого расстояния и описывать его в терминах его общей длины и ширины, нам часто нужно знать, сколько в нем этажей. В таком случае нам нужно рассматривать дом не как плоскую область, а как трехмерный объект, имеющий длину, ширину и высоту. Поверхности окружают нас повсюду. Холмы, долины, гряды гор, скалы и множество других образований могут описываться указанием их местоположения, занимаемой площади, ориентации, и теперь, с добавлением третьего измерения, их высот [3].



Рисунок 7- Непрерывные и дискретные поверхности

Поверхности состоят из бесконечного числа точек со значениями высот. Мы говорим, что они непрерывны, поскольку эти точки распределены без разрывов по всей поверхности, что показано на рис. 2.2. В действительности, поскольку высота трехмерного объекта меняется от точки к точке, мы можем также измерять величину изменения высоты с

перемещением от одного края до другого. Имея такую информацию, мы можем определить объем материала в выбранном образовании. Возможность таких вычислений весьма полезна, когда нам нужно узнать, сколько воды содержится в водоёме или сколько материала (пустой породы) лежит поверх угольного пласта [3].

5.2. Шкалы измерений

Картографические объекты содержат информацию не только о том, как они занимают пространство, но и о том, чем они являются и насколько они важны для нашего рассмотрения. Например, дерево, обозначенное как точечный объект, может быть отнесено к определенному классу на основе таксономической терминологии, то есть дуб, сосна и т.п. Мы можем узнать также возраст дерева, пробуравив его и подсчитав годовые кольца. Дополнительная непространственная информация, помогающая нам описывать объекты, наблюдаемые в пространстве, образует набор атрибутов объектов.

Атрибуты объектов затем можно распределять по категориям, а затем классифицировать. Это делается для того, чтобы можно было сказать, что определенный объект с определенным названием и с некоторыми измеримыми атрибутами существует в определенном месте. Но перед тем как присвоить эти атрибуты объектам, мы должны знать, как их измерять. Иначе мы не сможем сравнивать объекты в одном месте с объектами в другом месте.

Существует устоявшаяся основа для измерения практически всех видов данных, в том числе и географических. Эти так называемые *шкалы измерения данных* простираются от простого именования объектов, до высокоточных измерений, позволяющих нам непосредственно сравнивать качества различных объектов. Используемая шкала измерений будет определяться отчасти типом классификации, отчасти необходимой информацией, и отчасти возможностями производить измерения при заданном масштабе наблюдения [16].

Существует огромное количество шкал, приведем некоторые из них. Номинальная шкала, из названия которой следует, что объекты различаются по именам. Эта система позволяет говорить о том, как называется объект, но не позволяет делать прямого сравнения объектов.

Если необходимо провести более тонкое сравнение объектов, то следует выбрать более высокую шкалу измерений. Таковой является порядковая шкала, позволяющая проводить качественное сравнение от лучшего к худшему для данного конкретного вопроса. Если необходима более высокая точность в измерениях, то нужно воспользоваться интервальной шкалой измерения, в которой измеряемым величинам приписываются численные значения. Как и в случае порядковой шкалы, здесь тоже можно сравнивать

объекты, но сравнения могут делаться с более точной оценкой различий. Хорошим примером пространственных данных, измеряемых в интервальной шкале, является температура почвы на некоторой исследуемой площади с различными типами почв. Последняя и наиболее "количественная" шкала измерений – это шкала отношений.

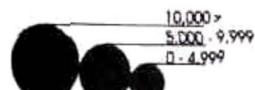
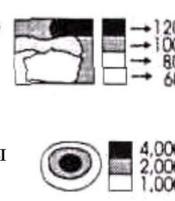
Шкала	Примеры измерений характеристик объектов		
	Точки	Линии	Области
Номинальная (наименований)	 <ul style="list-style-type: none"> • город ⚒️ шахта ▪️ вершина горы 	 <ul style="list-style-type: none"> — дорога - - - граница — река 	 <ul style="list-style-type: none"> болото пустыня лес
Порядковая (ранговая)	 <ul style="list-style-type: none"> Город: большой средний малый 	 <ul style="list-style-type: none"> Шоссе: федеральное региональное местная дорога 	 <ul style="list-style-type: none"> Загрязненность территории: большая умеренная малая
Интервалов/ отношений	 <p>Дебит скважины</p>	 <p>Отметка горизонтали</p> <p>Грузопоток</p>	 <p>Плотность населения</p> <p>Интервалы высот</p>

Рисунок 8 - Шкалы измерений картографических объектов

5.3. Пространственные координаты

Теперь мы можем наблюдать широкий спектр объектов, группировать их при заданном масштабе наблюдения на точки, линии, области и поверхности, а также классифицировать их при помощи измерений их характеристик в четырех различных шкалах – номинальной, порядковой, интервалов, отношений – в зависимости от требуемого описания и степени сравнения. Далее необходимо узнать, как объекты взаимодействуют в пространстве, создавая общую картину.

Определение местоположения объекта означает, что должен быть некий механизм сообщения положения каждого наблюдаемого объекта. Первым типом такого механизма является абсолютное местоположение, дающее определенную фиксированную точку на

поверхности Земли. Но прежде необходимо иметь систему координат, в которой будет выражаться это положение и которая имеет фиксированное соотношение с земной поверхностью [16].

Земля в первом приближении – сферический объект, с большими или меньшими отклонениями от этой формы. Если рассматривать ее в целом, то обычно удобно считать ее строго сферической. На этой сфере можно использовать некоторую сферическую систему координат, подчиняющуюся правилам геометрии. Рассматриваемая система координат имеет два набора воображаемых линий показанных на рис. 2.4.

Первый набор линий начинается со средней линии Земли, экватора. Эти линии называются параллелями, поскольку они параллельны друг другу и опоясывают Землю с востока на запад. Экватору присваивается начальное числовое значение 0. Поскольку каждой линии соответствует угол с вершиной в центре Земли, один из лучей которого пересекает земную поверхность в точке, лежащей на этой линии можно использовать для ее числового выражения соответствующее угловое расстояние, называемое широтой.

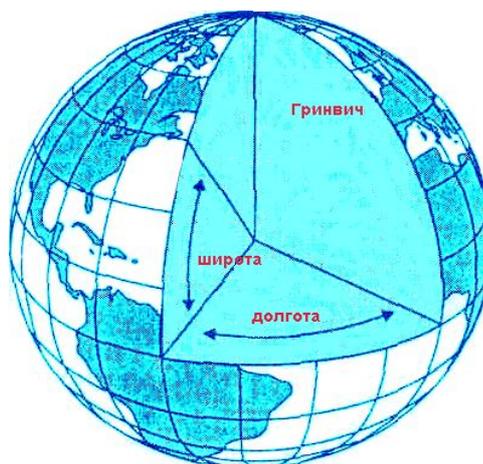


Рисунок 9 – географические координаты

Это одна половина нашей координатной системы. Для завершения ее нам надо провести набор других линий, идущих точно перпендикулярно первым. Эти линии, называемые меридианами, идут от полюса до полюса. Отсчет их начинается с начального меридиана, проходящего через Гринвич, Англия. Если продолжить этот меридиан за полюса, то он превратится в международную линию смены даты. От начального меридиана отсчитывается угловая величина, называемая долготой.

Эта система угловых измерений позволяет нам обозначить абсолютное положение любой точки на земле простым указанием величин широты и долготы. С ее помощью можно описать положение любого выбранного объекта. Вдобавок, эти угловые величины могут

быть легко преобразованы в футы, мили, метры или километры, позволяя измерять большие и малые расстояния на земле, с использованием соответствующих формул.

Однако помимо сферической системы координат существуют и другие, позволяющие описывать не только абсолютные положения объектов, но и их отношения с другими объектами в географическом пространстве.

Система координат необходима для определения расстояний и направлений на земле. Географическая система координат, использующая широту и долготу, хороша для определения положений объектов, расположенных на сферической поверхности Земли или промежуточном глобусе. Но так как чаще всего работать придется с двухмерными картами, спроецированными с этого глобуса, то потребуется одна или несколько систем координат, соответствующих различным проекциям. Такие системы координат на плоскости называются картографическими (геодезическими) прямоугольными системами координат, они позволяют нам точно указывать положение объектов на плоских картах.

Основная система прямоугольных координат состоит из двух линий – абсциссы и ординаты. Абсцисса – горизонтальная линия, содержащая равномерно распределенные числа начиная с 0 , называемого началом координат, и продолжающаяся так далеко в двух направлениях, насколько это нужно для измерения расстояний (рис. 2.5). Величины называются X -координатами, они положительны справа от 0 и отрицательны слева. Вторая линия, ордината, обеспечивает движение по вертикали от той же начальной точки в положительном или отрицательном направлении. Вместе они позволяют определять местоположение любой точки или объекта указанием величин X и Y . По традиции, первой называют координату X , второй – Y . Когда карта ориентирована севером вверх, как обычно, X -координата называется отсчетом на восток, поскольку он соответствует расстоянию от начальной точки в восточном направлении. Аналогично, Y -координата называется отсчетом на север, поскольку он соответствует расстоянию на север от начальной точки. Чтобы исключить западное и южное направление начальную точку размещают на карте так, чтобы все значения были положительны, или, иначе говоря, чтобы все точки оказались в северо-восточном квадранте системы координат. В некоторых случаях размер территории может потребовать введения смещенных (ненулевых) начал координат, чтобы обеспечить для каждого участка земли достаточно точное представление плоской поверхности [16].

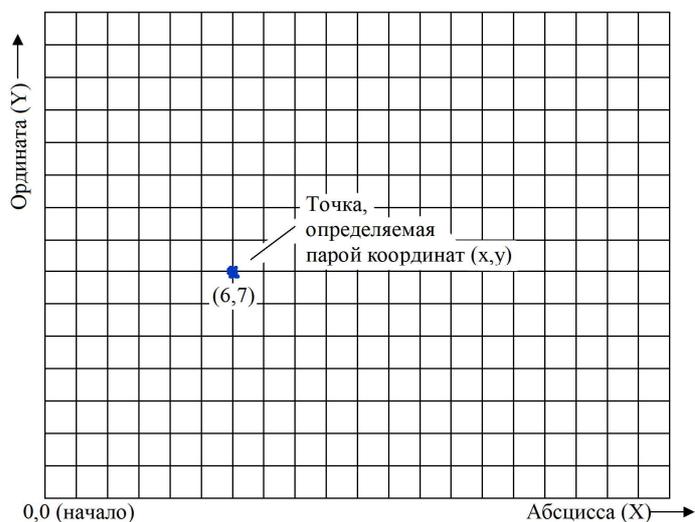


Рисунок 10 – Декартова система координат

Несмотря на большое количество имеющихся проекций, подавляющее большинство систем координат на плоскости пытаются достичь равноугольности использованием только равноугольных картографических проекций, обычно поперечной Меркатора, полярной стереографической и равноугольной конической Ламберта. Хотя, так бывает не всегда. Например, если область вашего интереса находится вблизи экватора, более полезной может оказаться проекция Меркатора.

Наиболее широко распространенной в ГИС системой проекции и координат является универсальная поперечная Меркатора, показанная на рис. 2.6. Она используется в большинстве работ с дистанционным зондированием, подготовке топографических карт, построении баз данных природных ресурсов, так как она обеспечивает точные измерения в метрической системе, принятой в большинстве стран и научным сообществом в целом. В ней основной единицей измерения длины является метр.

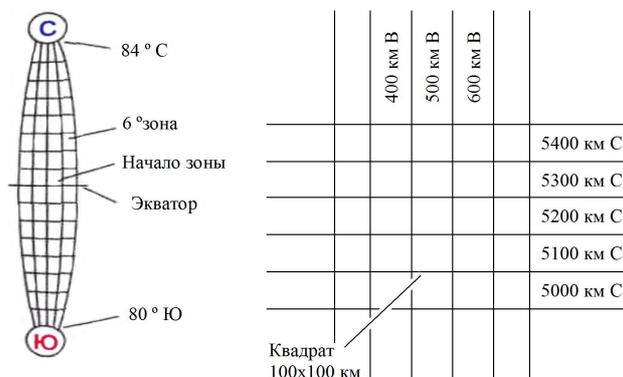


Рисунок 11 - Универсальная поперечная координатная система Меркатора

Каждая секция, образованная пересечением зоны и ряда, обозначается комбинацией числа и буквы, поэтому можно выделить довольно малые участки земного шара. За исключением самого северного ряда, каждая из таких секций имеет сторону около 100 км поэтому, для измерений с точностью до одного метра достаточно использовать отсчеты на север и восток из пяти десятичных знаков [16].

5.4. Масштаб карты

Независимо от выбора парадигмы при рассмотрении пространства в виде карты, необходимо помнить, что карты – это упрощение действительности. Главная цель любой тематической карты – показать важные сведения для большого региона без отвлечения внимания на неуместные или избыточные подробности. Степень упрощения определяется уровнем детализации, который требуется для исследования области. При рассмотрении очень маленькой области, такой как одно поле (скажем, 20 га), не требуется упрощения реальности в такой же степени, как и для области в 1000 км².

Масштаб – термин, часто используемый для обозначения степени уменьшения на картах. Наиболее легко он может быть выражен как отношение длины некоторого отрезка на карте к длине того же отрезка на земле. Например, легенда карты может сообщать, что одному сантиметру на карте соответствуют 500 м на земле. Масштаб, выраженный словами " в одном сантиметре 500 метров" называется *вербальным масштабом*. Этот распространенный способ выражения масштаба имеет преимущество легкого понимания большинством пользователей карт. Другим распространенным представлением является *численный масштаб*, когда расстояние на карте и расстояние на земле даются в одних единицах измерения, как дробь, устраняя тем самым необходимость упоминать единицы измерения. Численный масштаб обычно предпочитаем опытными пользователями карт, поскольку он устраняет путаницу с единицами измерения. Специалисту по ГИС особо следует помнить о необходимости устанавливать, какой из этих двух способов выражения масштаба используется. *Линейный масштаб* – еще один из основных методов выражения масштаба. Здесь действительные расстояния на земле показываются прямо на карте. На карте могут быть показаны и реальные площади, но это встречается гораздо реже. Манипуляции с картами в ГИС с большой вероятностью влекут за собой многие изменения масштаба выходных документов, в зависимости от требований пользователя. Во время ввода карты на нее может быть помещена масштабная линейка, и при изменении масштаба на выходе будет изменяться и сама линейка [16].

Начав работать с ГИС, вы обнаружите, что большинство программ очень легко выполняют изменения масштаба. И конечно, масштаб входных данных может отличаться от

масштаба отображения результатов. Способность программного обеспечения как угодно преобразовывать масштаб карты может привести к чрезмерному доверию к карте, что может в дальнейшем вызвать некоторые проблемы. Достоверность результатов анализа существенно зависит от качества данных, вводимых в систему. Эта надежность, в свою очередь, зависит в большой степени от масштаба вводимых карт.

6. ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ И АТТРИБУТОВ

Существуют два основных метода представления географического пространства. Первый метод использует квантование, или разбиение пространства на множество элементов, каждый из которых представляет малую, но вполне определенную часть земной поверхности. Этот растровый метод может использовать элементы любой подходящей геометрической формы при условии, что они могут быть соединены для образования сплошной поверхности, представляющей все пространство изучаемой области. Хотя возможны многие формы элементов растра, например, треугольная или шестиугольная, обычно проще использовать прямоугольники, а еще лучше – квадраты, которые называются ячейками. В растровых моделях ячейки одинаковы по размеру, но это не является обязательным требованием для разбиения пространства на элементы, которое не выполняется в не очень широко используемом подходе, называемом квадродеревом. Рассмотрим модели, в которых все ячейки одинакового размера, и представляют такое же количество географического пространства, как любые другие [13].

Растровые структуры данных не обеспечивают точной информации о местоположении, поскольку географическое пространство поделено на дискретные ячейки конечного размера. Вместо точных координат точек мы имеем отдельные ячейки растра, в которых эти точки находятся. Это еще одна форма изменения пространственной мерности, которая состоит в том, что мы изображаем объект, не имеющий измерений (точку), с помощью объекта (ячейки), имеющего длину и ширину. Линии, то есть одномерные объекты, изображаются как цепочки соединенных ячеек. Каждая точка линии представляется ячейкой растра, и каждая точка линии должна находиться где-то внутри одной из ячеек растра.

В растровых системах есть два способа включения атрибутивной информации об объектах. Простейшим является присваивание значения атрибута каждой ячейке растра. Распределяя эти значения, мы в конечном итоге позволяем позициям значений атрибутов играть роль местоположений объектов. Например, если числом 10 мы представляем водную поверхность, и записываем его в левую верхнюю ячейку растра, то по умолчанию эта ячейка

является участком земной поверхности, представляющим воду. Таким образом мы можем каждой ячейке на данной карте присвоить только одно значение атрибута. Альтернативный подход, а на самом деле, расширение только что описанного, состоит в связывании каждой ячейки растра с базой данных. Этот подход становится все более преобладающим, так как он уменьшает объем хранимых данных и может обеспечивать связь с другими структурами данных, которые также используют СУБД для хранения и поиска данных [13].

Растровые структуры данных могут показаться плохими из-за отсутствия точной информации о местоположении. На самом деле верно обратное. Растровые структуры имеют много преимуществ перед другими. В частности, они относительно легко понимаются как метод представления пространства. Например, телевидение использует то же растровое представление изображений в виде набора точек (пикселей). Еще одной замечательной характеристикой растровых систем является то, что, многие функции, особенно связанные с операциями с поверхностями и наложением, легко пополняются на этом типе структур данных. Среди главных недостатков растровой структуры данных – уже упоминавшаяся проблема низкой пространственной точности, которая уменьшает достоверность измерения площадей и расстояний, и необходимость большого объема памяти, обусловленная тем, что каждая ячейка растра хранится как отдельная числовая величина.

Второй метод представления географического пространства, называемый векторным, позволяет задавать точные пространственные координаты явным образом. Здесь подразумевается, что географическое пространство является непрерывным, а не разделенным на дискретные ячейки. Это достигается приписыванием точкам пары координат (X и Y) координатного пространства, линиям – связной последовательности пар координат их вершин, областям – замкнутой последовательности соединенных линий, начальная и конечная точки которой совпадают. Векторная структура данных показывает только геометрию картографических объектов. Чтобы придать ей полезность карты, мы связываем геометрические данные с соответствующими атрибутивными данными, хранящимися в отдельном файле или в базе данных. В растровой структуре мы записывали значение атрибута в каждую ячейку, в векторном же представлении мы используем совсем другой подход, храня в явном виде собственно графические примитивы без атрибутов и полагаясь на связь с отдельной атрибутивной базой данных. В векторных структурах данных линия состоит из двух или более пар координат, для одного отрезка достаточно двух пар координат, дающих положение и ориентацию в пространстве. Более сложные линии состоят из некоторого числа отрезков, каждый из которых начинается и заканчивается парой координат. Таким образом видно, что хотя векторные структуры данных лучше

представляют положения объектов в пространстве, они не абсолютно точны. Они все же являются приближенным изображением географического пространства [13].

Хотя некоторые линии существуют самостоятельно и имеют определенную атрибутивную информацию, другие, более сложные наборы линий, называемые сетями, содержат также дополнительную информацию о пространственных отношениях этих линий. Например, дорожная сеть содержит не только информацию о типе дороги и ей подобную, она показывает также возможное направление движения. Другие коды, связывающие эти отрезки, могут включать информацию об узлах, которые их соединяют. Все эти дополнительные атрибуты должны быть определены по всей сети, чтобы компьютер знал присущие реальности отношения, которые этой сетью моделируются. Такая явная информация о связности и пространственных отношениях называется топологией.

Площадные объекты могут быть представлены в векторной структуре данных аналогично линейным. Соединяя отрезки линии в замкнутую петлю, в которой первая пара координат первого отрезка является одновременно и последней парой координат последнего отрезка, мы создаем область, или полигон. Как с точками и линиями, так и с полигонами связывается файл, содержащий атрибуты этих объектов.

В то время, как растровые и векторные структуры данных дают средства отображения отдельных пространственных феноменов на отдельных картах, все же существует необходимость разработки более сложных подходов, называемых моделями данных, для включения в базу данных взаимоотношений объектов, связывания объектов и их атрибутов, обеспечения совместного анализа нескольких слоев карты. Вначале рассмотрим растровые модели, затем – векторные [14].

6.1. Растровые модели

Как говорилось выше, в растровых структурах данных каждая ячейка связана с одним значением атрибута. Для создания растровой тематической карты собираются данные об определенной теме в форме двумерного массива ячеек, где каждая ячейка представляет атрибут отдельной темы. Такой двумерный массив называется *покрытием* (coverage). Покрытия используют для представления различных типов тематических данных (землепользование, растительность, тип почвы, поверхностная геология, гидрология и т.д.). Кроме того, этот подход позволяет фокусировать внимание на объектах, распределениях и взаимосвязях тем без ненужной путаницы. Чаще всего создается отдельное покрытие для каждой дополнительной темы. Можно сложить эти покрытия наподобие слоеного пирога, в котором сочетание всех тем может адекватно моделировать все необходимые характеристики области изучения.

Существует несколько способов хранения и адресации значений отдельных ячеек раstra, их атрибутов, названий покрытий и легенд. Среди первых попыток можно упомянуть подход под названием GRID/LUNR/ MAGI, все ранние растровые ГИС использовали именно его. В этой модели каждая ячейка содержит все атрибуты вроде вертикального столбика значений, где каждое значение относится к отдельной теме. Преимуществом, конечно, является то, что относительно легко выполняется вычислительное сравнение многих тем или покрытий для каждой ячейки раstra. Но в то же время, неудобно сравнивать группы ячеек одного покрытия с группами ячеек другого покрытия, поскольку каждая ячейка должна адресоваться индивидуально [13].

6.2. Векторные модели

Векторные структуры данных дают представление географического пространства более интуитивно понятным способом и очевидно больше напоминают хорошо известные бумажные карты. Существуют несколько способов объединения векторных структур данных в векторную модель данных, позволяющую исследовать взаимосвязи между показателями внутри одного покрытия или между разными покрытиями. Например спагетти-модель, топологическая модель и кодирование цепочек векторов [13].

Простейшей векторной структурой данных является спагетти-модель, приведенная на рис. 2.7, которая по сути переводит "один в один" графическое изображение карты. Возможно, она представляется как наиболее естественная или наиболее логичная, в основном потому, что карта реализуется как умозрительная модель. Хотя название звучит несколько странно, оно на самом деле весьма точно по сути. Если представить себе покрытие каждого графического объекта нашей бумажной карты кусочком (одним или несколькими) макарон, то вы получите достаточно точное изображение того, как эта модель работает. Каждый кусочек действует как один примитив: очень короткие – для точек, более длинные – для отрезков прямых, наборы отрезков, соединенных концами, – для границ областей. Каждый примитив – одна логическая запись в компьютере, записанная как строки переменной длины пар координат (X,Y).



Рисунок 12 - Спагетти-модель векторных данных

В этой модели соседние области должны иметь разные цепочки спагетти для общих сторон. То есть, не существует областей, для которых какая-либо цепочка спагетти была бы общей. Каждая сторона каждой области имеет свой уникальный набор линий и пар координат. Хотя, конечно, общие стороны областей, даже будучи записанными отдельно в компьютер должны иметь одинаковые наборы координат. В отличие от спагетти-модели, топологические модели, как это следует из названия, содержат топологическую информацию в явном виде. Для поддержки продвинутых аналитических методов нужно внести в компьютер как можно больше явной топологической информации. Подобно тому, как математический сопроцессор объединяет многие специализированные математические операции, так и топологическая модель данных объединяет решения некоторых из наиболее часто используемых в географическом анализе функций. Это обеспечивается включением в структуру данных информации о смежности для устранения необходимости определения ее при выполнении многих операций [16].

Топологическая информация описывается набором узлов и дуг. Узел – больше, чем просто точка, обычно это пересечение двух или более дуг, и его номер используется для ссылки на любую дугу, которой он принадлежит. Каждая дуга (arc) начинается и заканчивается либо в точке пересечения с другой дугой, либо в узле, не принадлежащем другим дугам. Дуги образуются последовательностями отрезков, соединенных промежуточными (формообразующими) точками. В этом случае каждая линия имеет два набора чисел: пары координат промежуточных точек и номера узлов. Кроме того, каждая дуга имеет свой идентификационный номер, который используется для указания того, какие узлы представляет ее начало и конец. Области, ограниченные дугами, также имеют идентифицирующие коды, которые используются для определения их отношений с дугами. Далее, каждая дуга содержит явную информацию о номерах областей слева и справа, что

позволяет находить смежные области. Эта особенность данной модели позволяет компьютеру знать действительные отношения между барическими объектами. Другими словами, мы имеем векторную модель данных, которая лучше отражает то, как мы, пользователи карт, определяем пространственные взаимоотношения, записанные в традиционном документе [16].

7. МЕТОДЫ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ.

Есть много способов ввода данных. Одни выглядят примитивными, вроде помещения прозрачной сетки на карту. Другие – более современные, так, например, используют устройства цифрового ввода – дигитайзеры и сканеры.

Перед тем, как использовать структуры данных, модели и системы, необходимо преобразовать нашу реальность в форму, понимаемую компьютером. Методы, при помощи которых это будет сделано, зависят в некоторой степени от имеющегося оборудования и от конкретной системы. Во-первых, подсистема ввода спроектирована для переноса графических и атрибутивных данных в компьютер. Во-вторых, она должна отвечать хотя бы одному из двух фундаментальных методов представления графических объектов – растровому или векторному. В-третьих, она должна иметь связь с системой хранения и редактирования, чтобы гарантировать сохранение и возможность выборки того, что мы введем, и давать возможность устранять ошибки и вносить изменения по мере необходимости [16].

Вначале необходимо определить, какой тип ГИС, векторный или растровый, будет использоваться, а также будет ли ваша ГИС способна преобразовывать эти типы данных один в другой. Некоторые программы работают главным образом на растровых структурах данных, в то время как другие оперируют в основном векторной информацией.

Хотя преобразование между векторной и растровой формами – дело достаточно обычное, есть несколько вещей, о которых следует помнить. Чаще всего при преобразовании векторов в растр результаты получаются визуально удовлетворительными, но методы растеризации могут давать результаты, которые не удовлетворительны для атрибутов, представляющие каждую ячейку. Это особенно верно вдоль границ областей, где имеется неопределенность с присвоением ячейкам растра атрибутов с одной или другой стороны границы. С другой стороны, преобразуя растр в вектора, вы можете сохранить подавляющее большинство атрибутивных данных, но визуальные результаты будут часто отражать блочный, лестничный вид ячеек растра, из которых преобразование было произведено. Существуют алгоритмы сглаживания этого лестничного эффекта, использующие

математические методы сплайн-интерполяции. Не вдаваясь в подробности, укажем, что это просто графический прием, сглаживающий зубчатые линии и острые углы [16].

7.2. Методы ввода векторных данных

Как ранее указывалось, существуют многие инструменты для ввода в ГИС векторных данных. Ограничим обсуждение дигитайзерной оцифровкой как распространенным "классическим" методом. Некоторые программы требуют ввода точек в определенной последовательности, в то время как другие этого не требуют. Документация и/или сама программа сообщит вам об этом.

Кроме того, программа укажет, какие пронумерованные кнопки используются для ввода конкретных типов объектов. Одни кнопки используются для указания положения точечных объектов, другие – для обозначения концов прямых отрезков, третьи – для смыкания многоугольников. Многие ошибки оцифровки, особенно у новичков, происходят вследствие нажатия не тех кнопок, что требуется. Конкретная процедура оцифровки зависит также от структуры данных, которая используется программой. Одни требуют указания положений узлов, другие – нет. Одни требуют явного кодирования топологии во время оцифровки, другие используют программные методы построения топологии после того, как база данных заполнена. Правила различны для разных программ, и нужно заблаговременно просмотреть соответствующую документацию для выяснения этих стратегий. Эта работа может рассматриваться как часть процесса подготовки карты, а не самой оцифровки [16].

Атрибутивные данные в векторных ГИС вводятся чаще всего с использованием клавиатуры компьютера. Хотя этот способ ввода данных предельно прост, он требует такого же внимания, как и ввод графических объектов. Причины две. Первая: опечатки совершаются очень легко. Вторая, и возможно, наиболее проблематичная: атрибуты должны быть связаны с графическими объектами. Ошибки в таком согласовании – одни из наиболее трудных для обнаружения ошибок, поскольку их не всегда можно заметить на взгляд, и они не проявляются до начала выполнения какого-нибудь анализа. Хорошей практикой является проверка атрибутов в процессе ввода, возможно, во время частых коротких перерывов для их просмотра. Время, потраченное на это, окупится затем с лихвой при редактировании.

7.3. Методы ввода растровых данных

Ввод растровых данных следует иной стратегии, нежели ввод векторных данных. Растровый ввод иногда все еще делается с использованием накладной сетки, когда атрибуты вводятся последовательно, друг за другом. Широкая доступность сканеров быстро вытесняет этот трудный метод ввода, однако его применение хорошо иллюстрирует разные методы,

используемые программами оцифровки для ввода ячеек растра. В прошлом часто использовался также метод оцифровки растра с помощью дигитайзера, когда полученный с дигитайзера контур объекта в виде векторов затем заполняется пикселями уже самой программой оцифровки.

Прежде всего необходимо решить, какую площадь должна занимать каждая ячейка растра. Это решение должно быть принято до начала оцифровки или наложения сетки, чтобы сообщить программе оцифровки размер ячейки или дать оператору сведения о размерах квадратов сетки. Кроме того, нам следует решить, пригодится ли какой-нибудь метод кодирования (типа группового или блочного кодирования), который мог бы сократить процесс. При том, что методы сжатия данных хороши для уменьшения их объема, использование этих методов при вводе может оказаться не менее важным благодаря сокращению времени ввода. Некоторые растровые ГИС, не поддерживающие ввод с дигитайзера или поддерживающие ввод и с клавиатуры, и с дигитайзера, имеют команды, позволяющие вводить данные в виде цепочек или блоков атрибутов. Выбрав метод ввода, вы должны решить, как каждая ячейка растра будет представлять различные имеющиеся темы. Помимо разрешения растра, это может быть наиболее важным мнением, которое вы должны принять. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

Для ввода растровых данных наиболее широко применяются сканеры. Однако, следует учитывать, что введенные со сканера тематические данные не становятся автоматически тематическими данными в растровой ГИС. Дело в том, что однородно закрашенные на карте области после считывания сканером неизбежно получают некоторый разброс значений, вследствие многих причин: неоднородность нанесения краски на карту, незаметная для глаз, неоднородность подсветки в сканере, износ карты и т.д. Кроме того, тематические карты обычно печатаются офсетным способом, который предполагает образование всего богатства полутонов и цветовых оттенков смешением мельчайших точек красок небольшого числа цветов. При сканировании эти незаметные на глаз точки, превращаются во вполне самостоятельные пиксели, образующие "винегрет" на месте внешне однородной по цвету области. Естественно, такие карты не пригодны для анализа. Результат сканерного ввода в сильной степени зависит от соотношения разрешений сканера и полиграфического растра. Именно сложность решения этой проблемы приводит иногда к решению использовать упомянутый выше способ ввода растровых данных посредством векторной оцифровки контуров объектов с последующим преобразованием в растр [16].

7.4. Устройства ввода

Самые разные типы устройств использовались и используются для ввода информации в компьютер. Большинство из них, если не все, в большей или меньшей степени используются сегодня для ввода в ГИС. Возможно, первым подходом к картографическому вводу было утомительное и подверженное ошибкам использование прозрачного материала с нанесенной сеткой, с помощью которого данные, ячейка за ячейкой, вводились вручную в компьютер. В большинстве случаев ячейкам растра присваивались числовые значения, которые, опять же вручную, друг за другом вносились в компьютер. Это требовало применения некоторого правила, определяющего, где внутри ячейки растра помещался вводимый объект. В качестве такой точки может использоваться центр ячейки или любой из четырех ее углов. В то время как знание точного положения точки пространственной привязки каждого элемента принципиально необходимо для векторных систем, также важно определить это и для растровых данных, которые будут представляться внутри компьютера ячейками растра. Представьте себе, например, измерение расстояния на основе количества ячеек растра: вам нужно будет знать, от чего вы отсчитываете, – от сторон ячеек или от их центров. В конце концов, помните, что всякая ячейка растра занимает некоторую площадь. И чем больше эта площадь (т.е. чем ниже разрешение), тем более значимым становится этот вопрос.

Обычно приходится работать с более современным и сложным оборудованием. Для ручного ввода пространственных данных стандартом является дигитайзер. Он является более совершенным и гораздо более точным родственником наиболее широко используемого графического манипулятора – мыши, которую пользователь может свободно перемещать по практически любой поверхности. Внутри мыши находятся датчики, которые реагируют на вращение резинового шара, помещенного внутрь корпуса мыши. Для увеличения точности подобного устройства в дигитайзере используется электронная сетка на его столике. К столику присоединено подобное мыши устройство, называемое курсором, которое перемещается по столу в различные положения на карте, которая к этому столу прикреплена. Курсор обычно имеет перекрестие, нанесенное на прозрачную пластинку, которое позволяет оператору позиционировать его точно на отдельных элементах карты. Кроме того, на курсоре размещены кнопки, которые (число их зависит от уровня сложности устройства) позволяют указывать начало и конец линии или границы области, явно определять левые и правые области и т.д. Использование кнопок определяется в основном спецификой программы ввода. Рабочая поверхность дигитайзера может быть гибкой или жесткой, размерами от книжной страницы до очень больших форматов для размещения больших карт,

даже с запасом. Некоторые из крупноформатных дигитайзеров имеют подъемно-поворотное основание, позволяющее оператору устанавливать оптимальное для работы положение. Размер стола определяется частично размером вводимых документов. С расширением использования компьютеров растет и автоматизация ввода в них информации. Для автоматизации ввода карт используются такие устройства, как автоматизированные дигитайзеры и растровые сканеры с программами векторизации или без них.

Автоматизированные дигитайзеры, или дигитайзеры с отслеживанием линий, имеют устройство, подобное головке оптического считывания проигрывателя компакт-дисков. Оно фиксируется на выбранной пользователем линии (как проигрыватель фиксируется на дорожке записи) и, самостоятельно следуя вдоль нее, передает координаты точек линии в компьютер. Эти устройства требуют постоянного участия оператора, так как их нужно вручную устанавливать на каждую новую линию для продолжения процесса сканирования. Кроме того, они легко могут ошибаться на сложных картах и картах с низкой контрастностью изображения. Например, когда линия расщепляется на две, вполне обычна ситуация, когда сканер не знает, куда идти дальше. Эта проблема может оказаться еще тяжелее, линии изображаются пунктиром, который дигитайзер не может проследить из-за разрывов или из-за того, что цвет светлее и имеет меньший контраст, чем исходная линия [16].

Большее распространение получили растровые сканеры. Они позволяют вводить растровое изображение карты в компьютер без вмешательства человека. Для ввода цветных карт и снимков следует использовать цветные сканеры, для панхроматических снимков и топографических карт достаточно черно-белых сканеров, которые несколько дешевле. Если карта должна храниться в векторной модели данных, то после сканирования растровое изображение должно быть векторизовано. Векторизация в компьютере выполняется подобно тому, как работает сканер с отслеживанием линий, но здесь уже возможно более "разумное" поведение алгоритма, самостоятельно находящего и оцифровывающего линии. Здесь также наиболее удачно оцифровываются контрастные карты невысокой сложности. Сами растровые сканеры делятся на ручные, роликовые (с протяжкой листа), планшетные и барабанные. Планшетные сканеры представляют из себя прозрачное стекло, на которое кладется оригинал, и под которым перемещается лампа и устройство оптического считывания. Ручной сканер является, по сути, оптической головкой планшетного сканера, и пользователю приходится самому двигать ее по поверхности оригинала. Очевидно, что точность сканирования ручных сканеров – самая низкая, поэтому устройства этого вида практически не пригодны для ввода карт. Сканеры с протяжкой листа действуют подобно

факсовому аппарату, т.е. в них двигается не головка считывания, а сам оригинал, как в пишущей машинке. Эти устройства обладают точностью, меньшей, чем планшетные сканеры, но зато позволяют сканировать очень длинные оригиналы. В барабанных сканерах оригинал закрепляется на круглом барабане, вдоль которого перемещается головка считывания. Эти устройства могут обеспечить высокую точность сканирования очень больших оригиналов.

Основные характеристики сканеров – оптическое разрешение, скорость сканирования и стабильность. Для офисных работ обычно используются достаточно быстрые сканеры с невысоким разрешением (300 точек на дюйм). Возможности калибровки обычно отсутствуют. Эти устройства могут использоваться для ввода карт и снимков дистанционного зондирования, когда требования точности позволяют это.

Наиболее продвинутые (и, конечно, наиболее дорогие) сканеры образуют категорию так называемых фотограмметрических сканеров. Другой вид сканеров, барабанный, использует более подробный растровый подход, который на самом деле ближе к векторному режиму. Карта прикрепляется к барабану, который вращается, в то время как чувствительный датчик прибора перемещается под прямым углом к направлению вращения. Таким образом, сканируется вся карта, линия за линией. Записывается каждое положение на карте, даже если там нет графических объектов. В результате создается подробное растровое изображение всей карты. Барабанные сканеры могут давать как монохромное, так и цветное изображение. В последнем случае каждый из основных цветов должен сканироваться по отдельности. Как монохромное, так и цветное изображение должны преобразовываться в векторную форму, если таковая требуется вашей ГИС. Обе формы создают очень большие файлы данных. Специализированные картографические сканеры большого формата очень дороги по сравнению с дигитайзерами того же формата. Кроме того, векторизация введенного растра может занять почти столько же времени, сколько и ручная оцифровка, особенно если карта оказалась очень сложной. Несомненно, по мере совершенствования технологии объем необходимого редактирования будет уменьшаться. Но нельзя верить заявлениям, что сканеры освободят человека от процесса ввода. Короче говоря, по меньшей мере в ближайшем будущем устройства автоматизированного ввода и программы векторизации будут экономить время только при условии четких карт с высоким контрастом. Чаще всего дорогие сканеры используются фирмами, специализирующимися на услугах оцифровки. Вы же можете ориентироваться на оцифровку карт с помощью дигитайзера, или с помощью менее дорогих сканеров, если их характеристики приемлемы для ваших целей [8].

8. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Тематика практических и самостоятельных занятий	Трудо- емкость (час.)
<p>Тема 1: Знакомство с пакетом ArcView. Цель: Закрепление навыков по работе с ГИС пакетом ArcView и освоение технологических приемов отображения на экране видов и тем, использование системы оперативной помощи и получение информации об объектах.</p>	2
<p>Тема 2: Добавление тем в вид. Цель: Закрепление навыков добавления тем в вид, создание нового проекта и освоение приемов добавления тем растрового изображения и CAD в вид.</p>	2
<p>Тема 3: Устройства свойств вида Цель: Закрепление навыков по работе со свойствам вида и освоение технологических приемов проверки масштаба и единиц измерения карт, измерения расстояния, применения проекции к виду.</p>	
<p>Тема 4: Использование редактора легенды Цель: Закрепление навыков по работе с редактором легенды и освоение технологических приемов изменения цвета символа и типа легенды, изменения классификации, числа классов. Оформление карты плотности точек, использование градуированных символов</p>	2
<p>Тема 5: Установка свойств отображения темы. Цель: Закрепление навыков по работе со свойствами отображения тем и освоение технологических приемов отображения выборки темы, установки горячих связей.</p>	
<p>Тема 6: Создание и редактирование объектов в темах. Цель: Научиться создавать в среде пакета ArcView точечные, линейные и полигональные темы, наносить на картографическую основу точечные, линейные и полигональные объекты, создавать и наполнять атрибутивные таблицы.</p>	2
<p>Тема 7: Создание и редактирование таблиц. Цель: Освоение и закрепление навыков создания и редактирования таблиц. Освоение технологических приемов копирования файлов в каталог, добавление таблиц и изменение способа их отображения. Редактирование значения ячеек и добавление записей, добавление полей и вычисление значений.</p>	2
<p>Тема 8: Выбор и резюмирование записи. Цель: Освоение и закрепление навыков выбора и резюмирования</p>	2

записей. Освоение технологических приемов создания запроса к таблице и отображении выборки и выполнения выборки таблицы.	
Тема 9: Соединение и связывание таблиц. Цель: Закрепление навыков по работе с таблицами данных и освоения технологических приемов соединения и связывания таблиц.	2
Тема 10: Создание диаграмм. Цель: Закрепление навыков по работе с диаграммами и освоение технологических приемов создания множественных полей диаграммы. Изменение типа и элементов диаграммы.	2
Тема 11: Создание компановки. Цель: Научиться создавать в среде пакета ArcView компановки, содержание вида, диаграммы, таблицы, импортированную графику и графические примитивы.	
ИТОГО	16

8.1. Начало работы с ArcView

Географическая информационная система ArcView - мощный, легкий в использовании инструмент для обеспечения доступа к географической информации. ArcView дает широкие возможности для отображения, изучения, выполнения запросов и анализа пространственных данных.

ArcView разработан Институтом Исследований Систем Окружающей Среды (Environmental Systems Research Institute, ESRI), изготовителем ARC/INFO - ведущего программного обеспечения для географических информационных систем (ГИС). Более 25 лет ESRI занимается решением разнообразных пространственных задач [21].

ArcView может быть использована любым, кому необходима работа с пространственными данными. Главная особенность ArcView - простота загрузки в ArcView табличных данных, типа файлов dBASE и данных с серверов баз, для отображения, запросов, обработки и организации таких данных в удобном для восприятия и анализа виде.

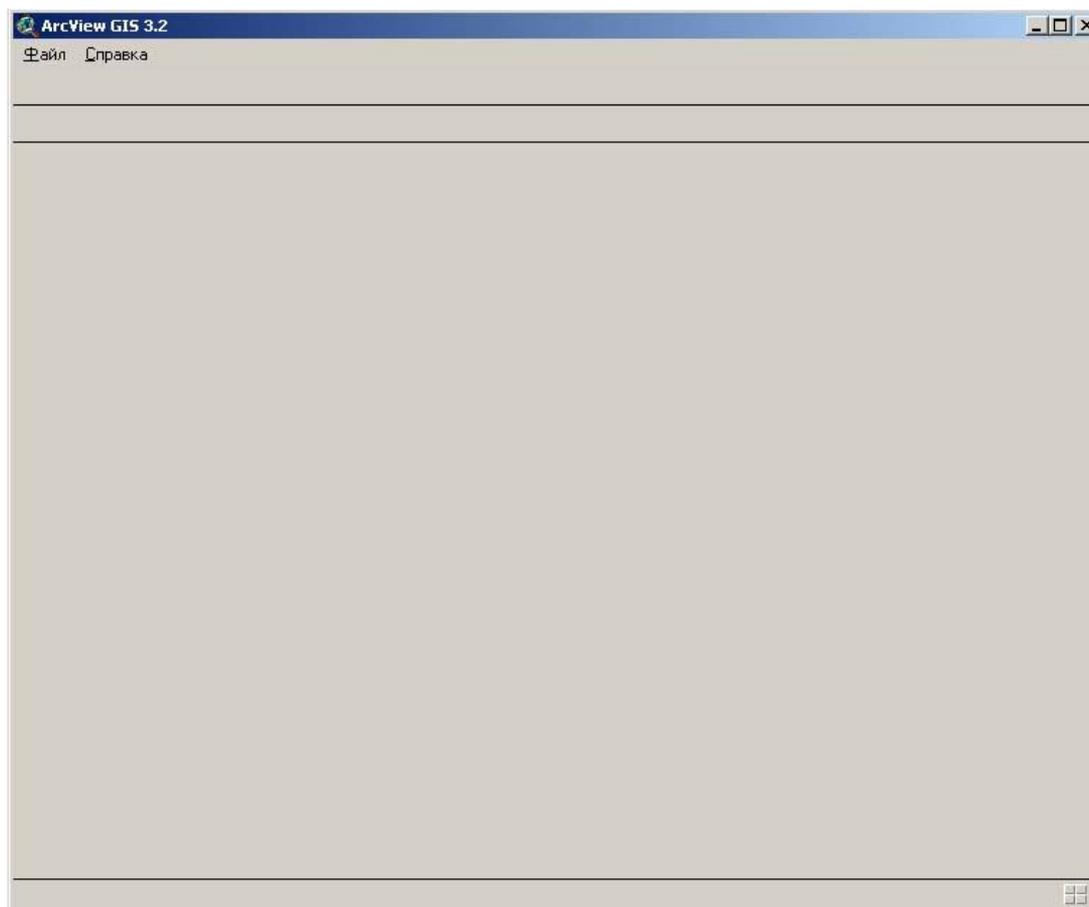


Рисунок 13 - Главное окно приложения.

8.2. Проекты (Projects)

Все компоненты в текущем сеансе работы с ArcView: виды, таблицы, диаграммы, компоновки и скрипты для удобства сохраняются в одном файле, называемом **проект**. Окно проекта ArcView показывает вам все компоненты вашего проекта и облегчает управление вашей работой.

Проект - это файл, в котором хранится работа, выполняемая с помощью ArcView. Проект обычно содержит все виды, таблицы, диаграммы, компоновки и тексты программ (скрипты), используемые в конкретном приложении ArcView. Все они являются компонентами проекта. Имена файлов проектов имеют расширение **.apr**. Файл проекта является файлом ASCII. Файл проекта можно редактировать с помощью текстового редактора.

Файл проекта не содержит сами данные, которые используются в ArcView, такие как: пространственные данные типа шейп-файлов (shapefiles) и покрытия ARC/INFO, а также табличные данные типа dBASE файлов. В проекте хранятся только ссылки на

местоположение исходных данных на диске. Таким образом, одни и те же данные могут использоваться в любом числе проектов без их дублирования [21].

Важно, что обычно в файле проекта прописываются полные пути к файлам, например:

```
Path: "c:/-maps/lo_map/dd_line.shp"
```

Это приводит к тому, что при смене директория или логического диска, доступ к файлам, входящим в проект теряется и появляются сообщения об ошибках типа:

Where is c:/-maps/lo_map/dd_line.shp (Arc)? Самый эффективный путь борьбы с этими ошибками заменить пути в файле проекта на новые путем редактирования. Альтернативный путь - создать новый файл проекта.

Если shape-файлы поместить во вложенный по отношению к файлу проекта директорий, прописываются относительные пути к файлам, например:

```
Path: "lo_map/dd_line.shp"
```

Во многих случаях это оказывается более эффективным способом организации проекта, т.к. в этом случае раздел с проектом можно копировать без изменения путей к файлам.

В окне проекта представлены все его компоненты. Из окна проекта создаются новые компоненты проекта, можно открыть или переименовывать существующие компоненты, или удалить компоненты из проекта. Когда окно проекта активно, то становятся доступными опции и кнопки меню, что позволяет выполнять дополнительные операции с проектом и его компонентами.

В ArcView можно настраивать меню, кнопки и инструменты, выбрав опцию *Адаптировать (Customize)* из меню Проект (Project) или дважды щелкнув на панели кнопок, элементы окна проекта.

8.3. Окно проекта.

Каждый проект в ArcView имеет окно проекта, которое вы можете использовать для работы с видами, таблицами, диаграммами, компоновками, текстами программ (скриптами) и другими компонентами проекта.

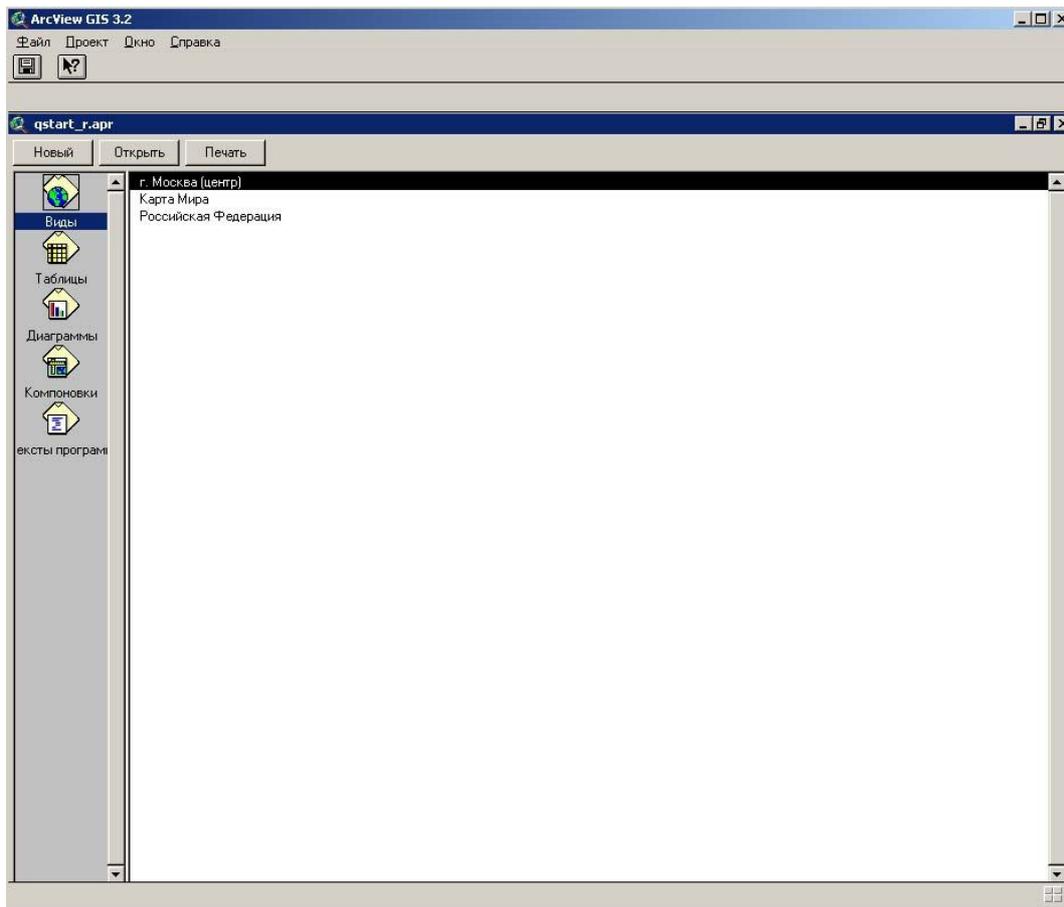


Рисунок 14 - Окно проекта.

В левой части окна проекта размещаются значки, которые используются для выбора компонента (документа), который необходимо вывести на экран или для создания документа нужного типа. Например, чтобы увидеть, какие таблицы содержатся в проекте, нужно щелкнуть на значке **Таблицы**. Появится список имен таблиц, содержащихся в проекте. Чтобы открыть таблицу из этого списка, необходимо выбрать таблицу, щелкнув левой кнопкой мыши, затем щелкните на кнопке **Открыть** или дважды щелкните на имени таблицы. Чтобы открыть несколько таблиц из этого списка нужно, не отпуская SHIFT, щелкнуть на именах таблиц, чтобы их выбрать, а затем нажмите кнопку **Открыть**. Чтобы создать новую таблицу, нужно щелкнуть на кнопке **Новый** или дважды щелкните на значке **Таблицы**.

Каждый значок в окне проекта отражает способ изображения данных; каждый значок представляет интерфейс пользователя для документа. Стандартные виды документов (Диаграммы, Компоновки, Тексты программ, Таблицы, Виды) перечислены в окне проекта по умолчанию. Имеется возможность создавать новые способы изображения данных и добавлять соответствующие значки в окно проекта. Можно удалять ненужные значки,

изменять порядок вывода значков, задавать для них другие имена, другие значки. Так же имеется возможность изменять имена трех кнопок, расположенных в верхней части окна проекта и изменять их функции [21].

Для активации одного окна из нескольких, скрытого за остальными, нужно использовать меню **Окно**. Окно проекта всегда стоит на первом месте в списке текущих открытых окон в этом меню. Окно проекта нельзя закрыть, но можно убрать его из видимой области экрана. Чтобы восстановить "скрытое" окно проекта, используется опции **мозаика** или **каскад** в меню **Окно**.

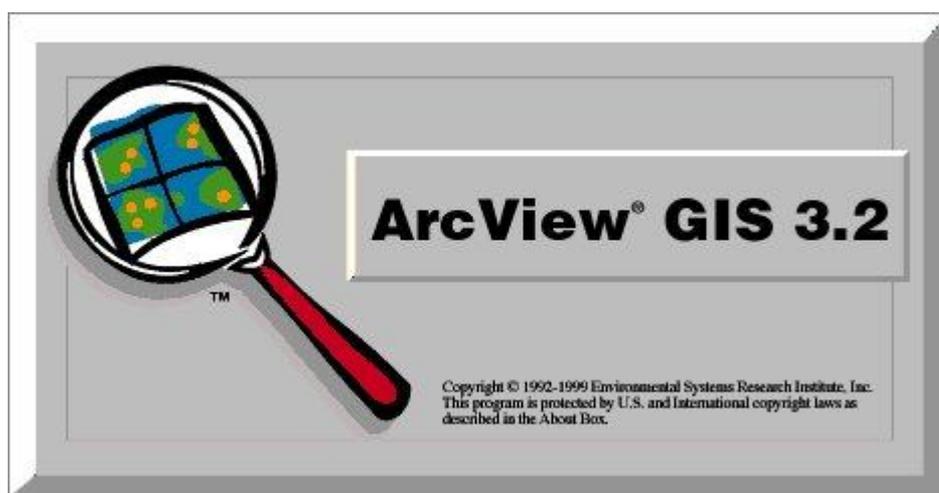


Рисунок 15 –Ярлык программы ArcView 3.2

ArcView 3.2 + Rus

Год выпуска: 2009

Версия: 3.2

Разработчик: ESRI.com

Совместимость с Seven: неизвестно

Системные требования: Системные требования: MS Windows 95/98/Me/2000/XP;Pentium 100 или выше;не менее 8Мб оперативной памяти; видеографический адаптер SVGA 800x600 (hi-color);150mb свободного пространства на жестком диске;устройство чтения CD-ROM;16-битная Windows-совместимая звуковая плата;Microsoft Internet Explorer 4.0 или выше;колонки или наушники;мышь.

Язык интерфейса: английский + русский

Лекарство: Присутствует

Описание: Легкий в использовании интерфейс, Доступ к множеству типов данных, Объединение диаграмм, карт, таблиц и графики, Мощные средства визуализации карт, Усилена функциональность создания отчетов Crystal Reports, Обновление данных на лету, Исключительные возможности анализа Адресное геокодирование, Развитая среда редактирования.

8.4. Ключевые особенности

Установление географических горячих связей для всех поддерживаемых форматов данных

Интеграция снимков, картографических данных, данных САПР, таблиц и SQL баз данных

Клиент/серверный доступ к хранилищам данных

Легко масштабируема функциональность с использованием встроенных в ядро и дополнительных внешних модулей

Встроенная программа быстрого обучения

Полное руководство пользователя, знакомящее с решением основных задач

Поддержка дат от 4715 до н.э. до 9999 н.э.

Встроенные Мастера, облегчающие выполнение различных функций пространственного анализа, таких как буферизация, пересечение, объединение и т.д.

Простые в использовании инструменты создания текста и размещения надписей

Полная настраиваемость:

Собственная встроенная среда разработки (Avenue)

Встроенная система интерактивной справки

Картирование и создание компоновок карт

Создание полноцветных визуальных изображений с заданными цветовыми схемами

Использование различных методов классификации карт (равноплощадной, равноинтервальной, естественных границ, стандартного отклонения, нормализации данных и т.д.)

Отображение символов в различных формах (плотность точек, масштабируемый размер, уникальные цвета, изменяющиеся цвета, диаграммы)

Использование любого из сотен встроенных картографических символов TrueType или ваших собственных символов и картинок

Отображение карт в одной из множества поддерживаемых проекций

Построение компоновок, содержащих карты, табличные данные, диаграммы и другие графические элементы

Создание координатных и других сеток, а также легенд для компоновок при помощи удобных Мастеров

Использование предварительно заданных шаблонов компоновок и создание собственных

Импорт и экспорт стандартных форматов, таких как TIFF, WMF, BMP, PICT, EPS, JPEG

8.5. Анализ

Выполнение пространственных запросов

Использование Мастера для построения буферных зон вокруг объектов темы

Использование Мастера Геообработки для выполнения сложных пространственных операций, таких как разбиение, пересечение, вырезание, объединение и т.д.

Выбор объектов на одной карте в зависимости от объектов другой карты

Соединение табличных данных, основываясь на местоположении объектов на карте

Уровни наложения данных для создания новых данных

Объединение данных с целью получения новой информации.

8.6. Настройка

Создание новых кнопок, меню и инструментов

Создание собственных приложений

Интеграция других приложений при помощи DLL, RPC и DDE

Редактирование

Редактирование табличных данных и векторных объектов

Использование мыши или дигитайзера для ввода/редактирования данных

Выполнение сложного редактирования вершин (добавление, передвижение, удаление, замыкание)

Использование операций над геометрической формой объектов (разбиение, объединение, пересечение)

Автоматическое обновление атрибутов при редактировании.

8.7. Доступ к данным

Прямое чтение картографических данных из шейп-файлов, ARC/INFO, PC ARC/INFO, ArcCAD, AutoCAD (DXF, DWG), Intergraph (DGN). Импорт картографических данных из MapInfo, Atlas GIS и ASCII.

Возможность открывать растровые данные из ADRG, BIL, BIP, BMP, BSQ, CADRG, CIB, EPS, ERDAS Imagine, GeoTIFF, GIF, JPEG, Landsat, NITF, PICT, RLC, TIFF (включая TIFF 6.0), USGS DOQ, SPOT, Sun Raster.

Прямое использование таблиц баз данных из ASCII, dBase, INFO, ACCESS, Oracle, FoxBase, SQL Server, Sybase, Paradox, DB2, Ingres и любых ODBC/SQL совместимых баз данных [21].

Возможность присоединени к Spatial Database Engine (SDE) в качестве клиента для доступа к пространственным базам данных.

8.8. Адресное геокодирование

Поиск местоположения по адресу на любом уровне - от мира и страны до города и улицы

Наличие подробной логической справки для получения качественного результата

Геокодирование по многим типам картографических данных или базам данных

Расширение Digitizer (только Windows 95, NT) позволяет производить цифрование в ArcView

8.9. Скриншоты

Скриншот - это мгновенный снимок экрана монитора, изображение, которое показывает в точности то, что показывается на вашем мониторе в конкретный момент, что дает определенное удобство при работе в сети с менеджерами ГИС и при создании пошаговых инструкций.

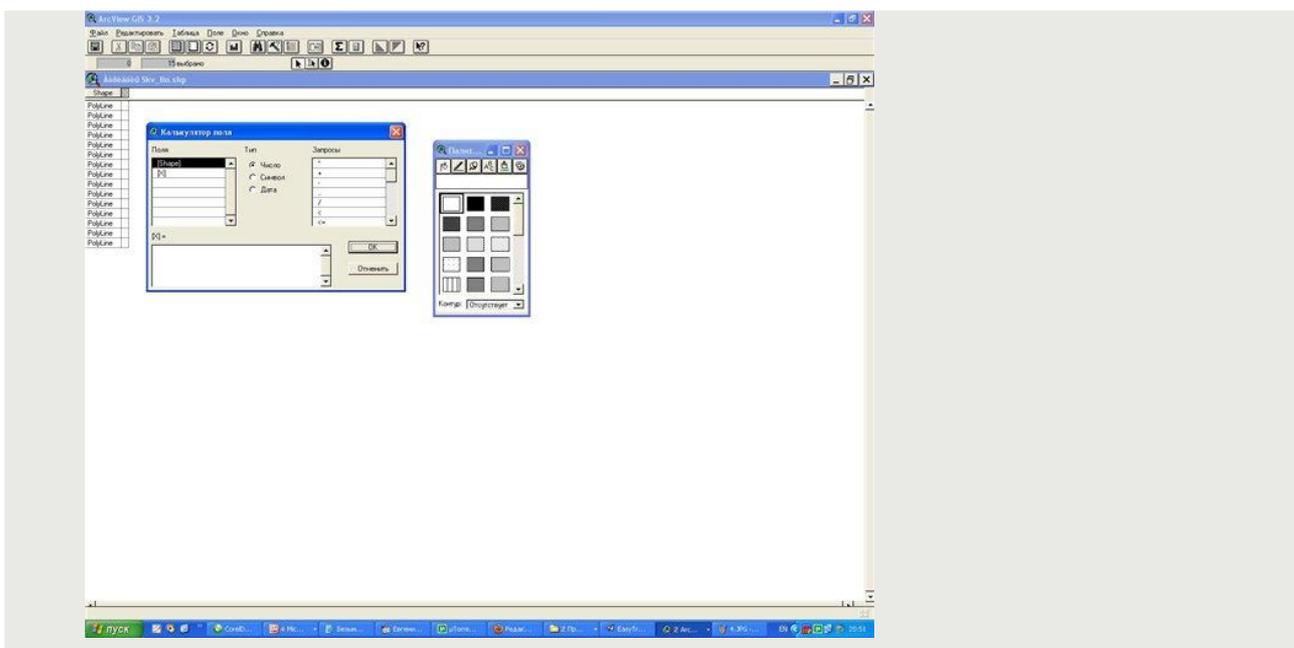


Рисунок 16 – Пример скриншота

9. РАБОТА В СРЕДЕ ARCVIEW. СОЗДАНИЕ НОВОГО ПРОЕКТА

Для создания нового проекта необходимо:

При запуске программы выбрать в предлагаемом меню (рис. 17):

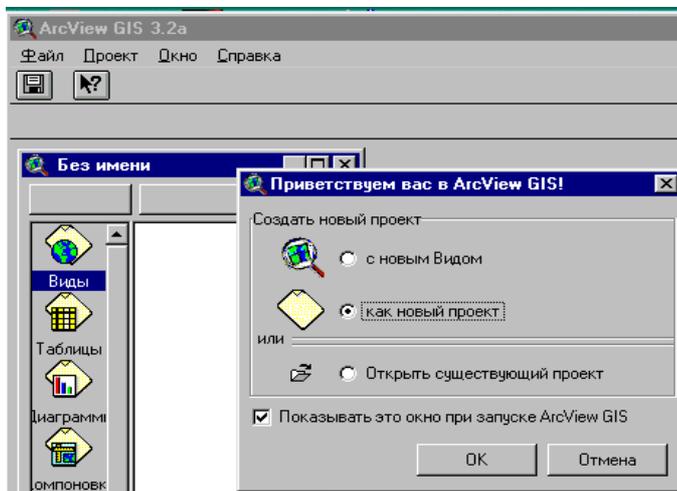


Рисунок - 17 - Меню нового проекта

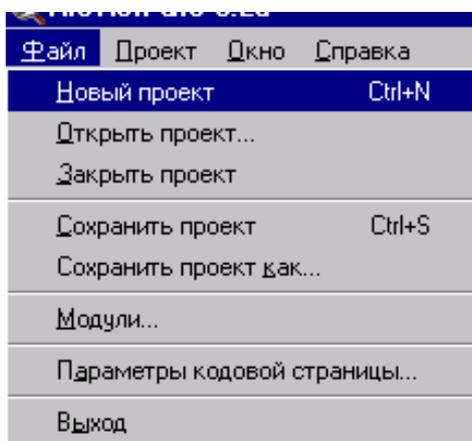
– создать новый проект с новым видом, в этом случае в проекте будет создан пустой вид;

– создать новый проект как новый проект, тогда будет создано просто окно проекта (рис. 7.1).

1) При открытом проекте:

– меню "ФАЙЛ" → "Новый проект". При этом создается новое окно проекта (рис. 18);

– в окне проекта нажать на кнопку "Новый", произойдет аналогичное действие.



9.1. Знакомство с видами

Вид – это интерактивная карта, которая позволяет отображать, исследовать, делать запросы и анализировать пространственные данные в ArcView. Виды хранятся в проекте ArcView. Вид определяет пространственные данные, которые будут использоваться, и способ их отображения, но он не содержит файлы пространственных данных в явном виде. Вместо этого, в нем хранятся ссылки на файлы исходных данных. Если исходные данные изменяются, Вид, который использует эти данные, автоматически отразит изменение при последующем его отображении. Это также означает, что те же самые данные могут использоваться в нескольких Видах. Например, в проекте может находиться Вид, который демонстрирует городские округа переписи, классифицированные по численности населения, и другой Вид, демонстрирующий только границы этих округов [16].

Окно вида состоит из двух частей: *таблицы содержания* (рис. 8.3) и *области отображения карты* (рис. 8.4)

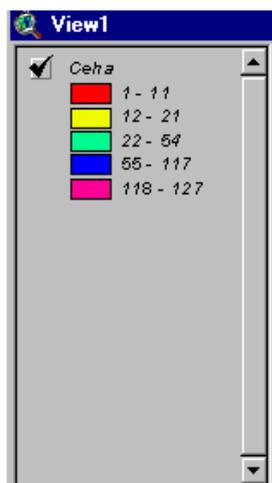


Рисунок 19 - Таблица содержания

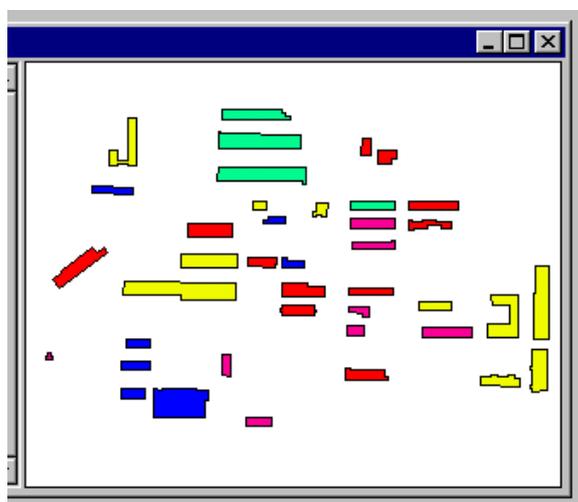


Рисунок 20 - Окно отображения карты

Таблица содержания приводит список тем и отображает их легенды, в окне отображения карты осуществляется вывод на экран объектов для каждой темы.

Графический интерфейс вида содержит меню, кнопки и инструменты, которые используются для выполнения каких-либо действий в видах и темах. Графический интерфейс показан на рис. 21.



Рисунок 21 - Графический интерфейс проекта

9.2. Создание тем и шейп-файлов

Тема – это набор пространственных объектов в виде. Тема отображает такие исходные пространственные данные как: шейп-файлы ArcView; покрытия ARC/INFO; GRID данные ARC/INFO; растровые данные; SDE данные (если установлен модуль доступа к Базам Данных); TINы (если установлен модуль 3D Analyst); чертежи CAD и VPF данные. Кроме того, Тема может отображать и растровые данные разных форматов, при подключении соответствующих модулей, о которых говорилось выше [16].

При добавлении темы в Вид необходимо выбирать существующие исходные данные, которые будут использоваться в качестве темы. Данные могут храниться как на дисках собственного компьютера, так и быть доступными в сети или на компакт-дисках (CD-ROM). Можно также добавить темы, основанные на пространственной информации, такой как адреса улиц или XY координаты, хранящиеся в таблице.

Рассмотрим добавление некоторых типов данных более подробно.

Добавление покрытия ARC/INFO или шейп-файл ArcView:

– нажмите кнопку "Добавить тему";



– в окне "Тип исходных данных" выберите источник данных;

– перейти в каталог, который содержит покрытие ARC/INFO или шейп-файл ArcView, которые необходимо добавить, дважды щелкните на каталоге, чтобы просмотреть файлы,

которые он содержит. Шейп-файлы ArcView выводятся с расширением **.shp**, покрытия ARC/INFO показываются по имени.

- щелкните на шейп-файле или покрытии, если покрытие ARC/INFO содержит более одного класса объектов, то это будет показано значком папки в списке покрытий. В этом случае щелкните на имени покрытия, чтобы выбрать заданный по умолчанию класс объекта, или щелкните на папке, чтобы вывести список доступных классов объектов и выбрать тот, который будет использоваться. Заданный по умолчанию класс объекта – первый в списке;
- чтобы добавить несколько покрытий ARC/INFO или шейп-файлов ArcView сразу, удерживайте нажатой клавишу SHIFT и щелкайте на них в списке файлов.

При добавлении темы в Вид, ArcView не сразу отображает ее в нем. Это дает возможность сначала провести редактирование легенды темы, изменять очередность отображения, если имеются несколько тем, и т.д. Чтобы отобразить добавленную тему необходимо щелкнуть на флажке-переключателе рядом с именем темы в таблице содержания вида.

Редактирование легенды темы осуществляется в окне "Редактор легенды" (рис. 22).



Рисунок 22 - Окно редактора легенды

Можно изменить цветовое отображение объектов темы, значение, по которому будет проведена сортировка объектов и подписи объектов.

При установке свойств темы можно управлять такими характеристиками, как название темы, какие объекты из исходных данных будут отображаться в теме, в каком масштабе будет изображаться тема.

Кроме того, можно менять порядок отображения тем, передвигая их в таблице содержания, а также проводить масштабирование их изображения в окне отображения карт.

Шейп-файл является форматом ArcView, предназначенным для того, чтобы хранить геометрию и атрибутивную информацию для набора геометрических объектов. Геометрия объектов хранится в качестве формы, описанной набором векторных координат [19].

При создании шейп-файла средствами ArcView создается набор файлов:

- ***.shp** – хранит геометрию объектов, т.е. информацию о форме и местоположении;
- ***.shx** – хранит индекс геометрии объектов;
- ***.dbf** – файл базы данных, хранящий атрибутивную информацию об объектах;
- ***.sbn** и ***.sbx** – используются для индексации пространственных данных;
- ***.ain** и ***.aix** – используются для индексации атрибутивных данных.

Шейп-файл создается как новая тема: меню "Вид" → "Новая тема". При этом появляется окно (рис. 23), где необходимо указать тип объекта, затем указать путь его сохранения и имя файла.

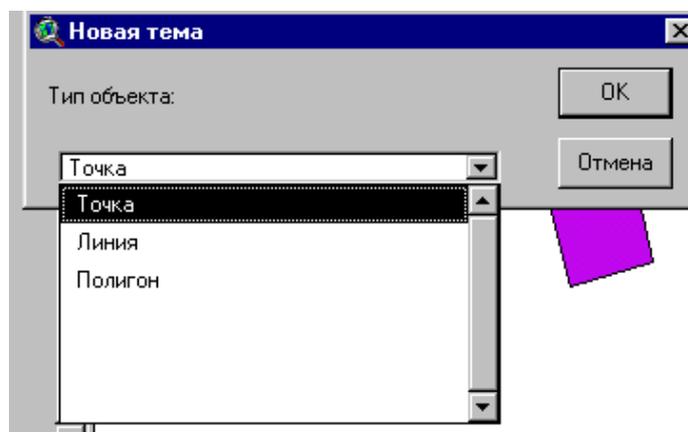


Рисунок 23 - Создание шейп-файла

После этого тема шейп-файла добавляется в вид и с ней можно работать.

Для создания объектов в шейп-файле используется инструмент "Draw" (Рисовать). В зависимости от выбранного типа объектами темы могут быть:

- точка для точечного типа объекта;

- линия, полилиния для типа объекта линия;
- прямоугольник, окружность, многоугольник для полигонального типа объекта.

Рисование объектов можно осуществлять как на чистом листе, так и по готовой подложке, такой способ называется "цифрованием".

9.3. Знакомство с таблицами

Источники пространственных данных – такие, как покрытия ARC/INFO или Шейп-файлы ArcView, имеют атрибутивные таблицы, содержащие описательную информацию об этих данных. Каждая строка или запись определяет в таблице единичный член представленной группы. Каждая колонка или поле определяет отдельную характеристику всех членов. Таблицы позволяют работать с данными различных источников табличных данных. Доступ к атрибутам таблицы можно получить как из окна проекта, так и непосредственно из вида [5].

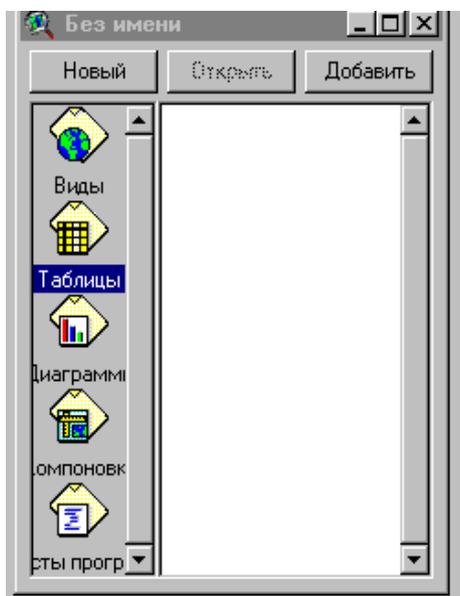


Рисунок 24 - Создание новой таблицы

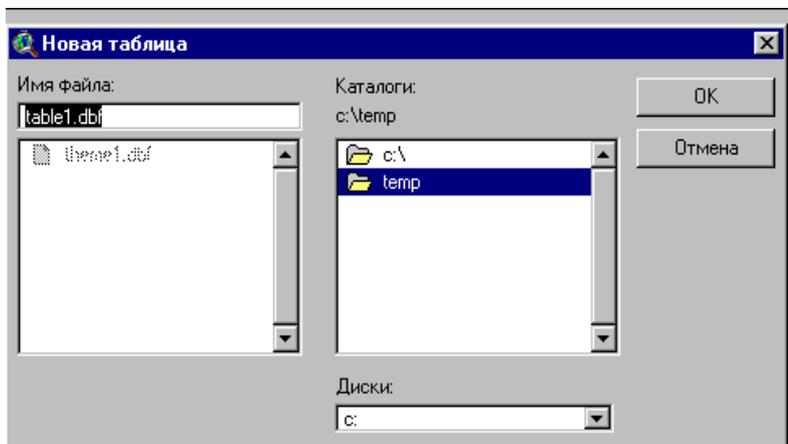


Рисунок 25 - Указание имени новой таблицы

Возможно соединение имеющихся табличных данных с атрибутивными таблицами, которые относятся к пространственным данным. Это позволяет представить пространственные объекты в Виде в зависимости от значений полей атрибутивной таблицы, а также позволяет производить различные выборки объектов на основе атрибутов.

ArcView также позволяет как создавать новые таблицы, так и подключать существующие, преобразуя их при этом в собственный формат.

Создание новой таблицы:

- в окне проекта выбираем категорию таблицы (рис. 8.8) и нажимаем кнопку "Новый";
- появляется окно (рис. 24, 25), где надо указать название таблицы и путь для ее сохранения;
- новая таблица создана и можно приступать к ее редактированию.

После создания новой таблицы можно добавить к ней поля. Для этого нужно использовать позицию "Добавить поле" в меню "Редактировать". При этом появится окно (рис. 24. 26), где указывается имя поля, его тип и ширина. Существует четыре типа полей: числовой, строковый, логический и тип даты [16].

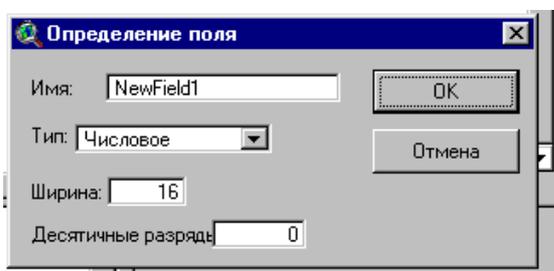


Рисунок 26- Окно определения поля

Удаление поля осуществляется с помощью позиции "Удалить поле" в меню "Редактировать".

Добавление записей в поле происходит выбором позиции "Добавить запись" в меню "Редактировать". Для редактирования самих записей используется меню "Таблица" позиция "Начать редактирование". Другие действия с таблицей показаны на рис. 8.11.

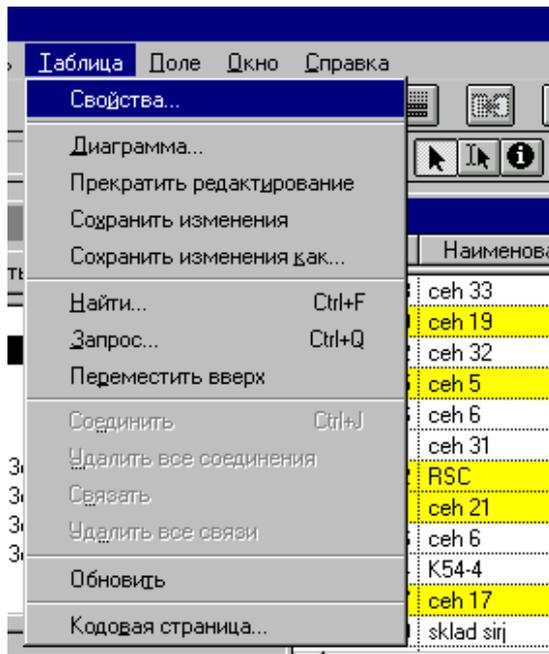


Рисунок 27 - Редактирование таблиц

При работе с таблицами ArcView позволяет осуществлять выборку информации в таблице путем составления запросов. Пример запроса показан на рис. 28.

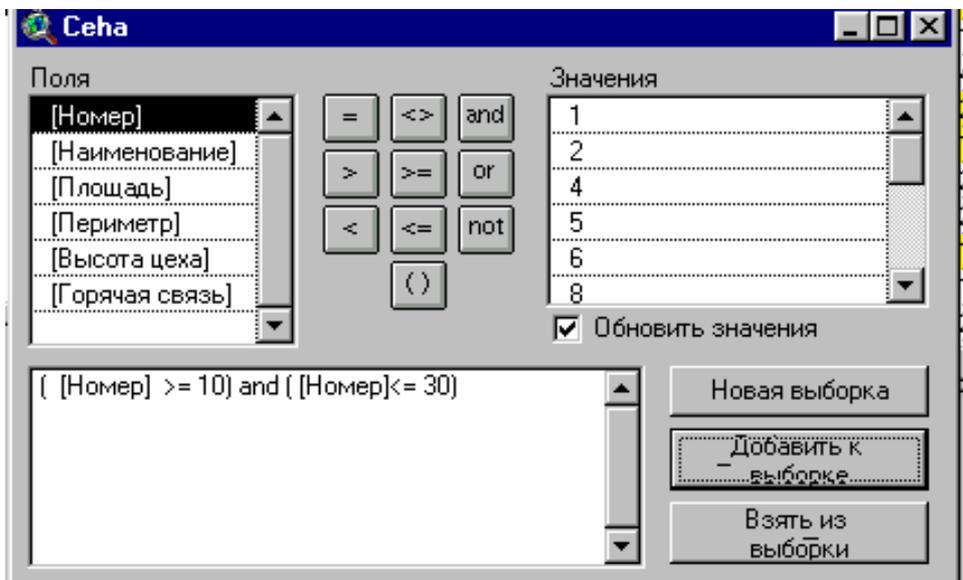


Рисунок 28 - Пример составления запроса

10. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1 [22].

1. Запустите программу ESRI, воспользовавшись ярлыком ArcView GIS на рабочем столе..



Ярлык для arcview.lnk

Познакомьтесь со справочной системой, воспользовавшись меню «справка»/ «разделы справки»/ «Введение в ArcView», «Типы данных которые можно использовать в ArcView», «Данные, поставляемые с ArcView».

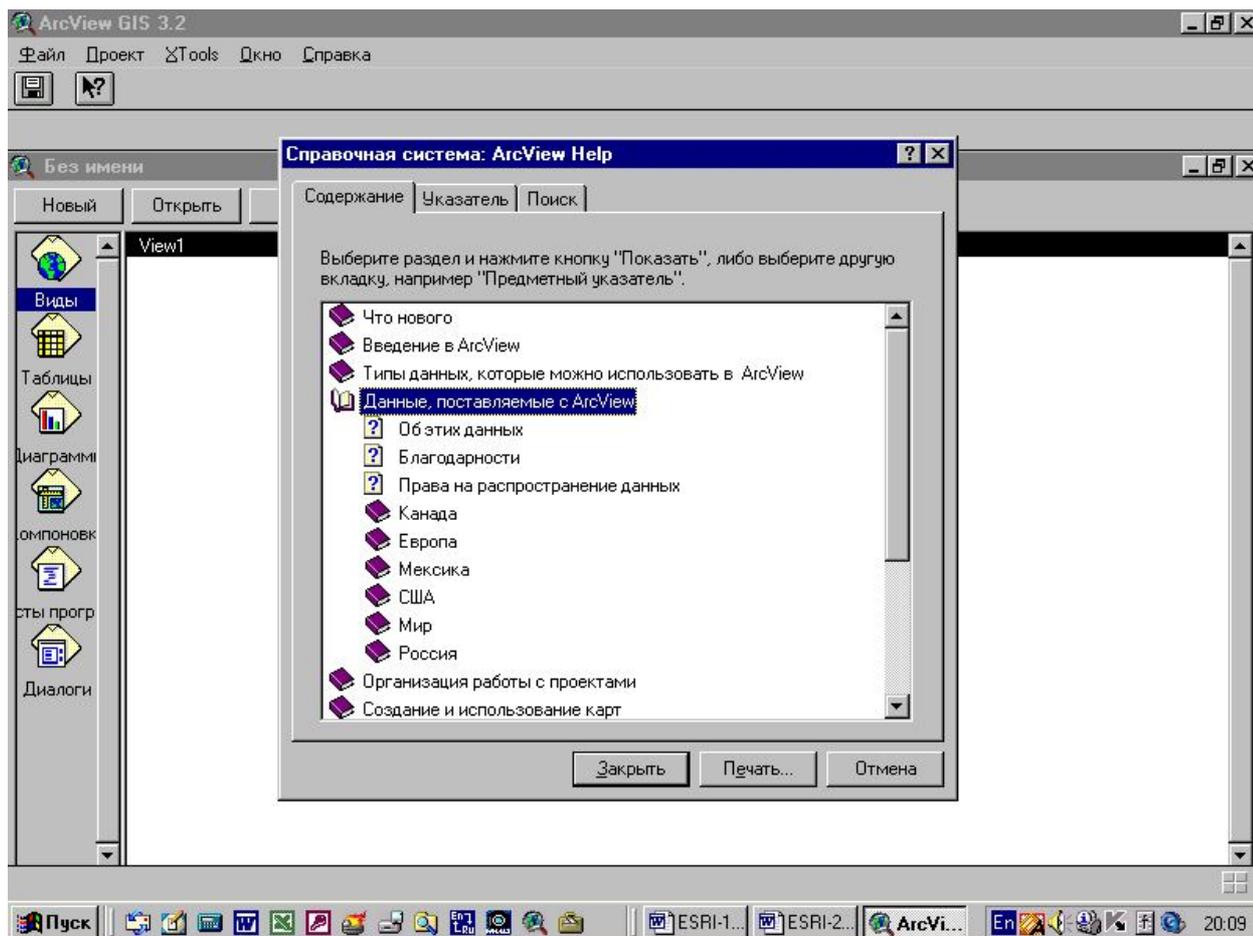


Рисунок 29 – Окно справочной системы ArcView

Подготовьте файл в редакторе Word «Словарь понятий ArcView». Запишите в него понятия «Вид», «Тема», «Проект», «Шейп-файл», «Компоновка».

2. Откройте файл C:/esri/esridata/world/country – на экране монитора отобразится картосхема стран мира. Каждое государство будет иметь индивидуальную раскраску.

3. Создайте шейп-файл – Тема/Преобразовать в шейп-файл и сохраните в своей папке под именем «страны мира».

4 Выполнить редакцию легенды- осн. меню - Тема/Редактировать легенду/ Тип легенды – «отдельный символ». Двойной клик по символу – вызов редактора легенды. Выбрать в меню раскраска (символ «заливка») неокрашенный прямоугольник. Нажать клавишу «применить».

5. Добавка слоев карты. Меню Вид/Добавить тему/ C:/esri/esridata/world/geogrid – на экране отобразятся линии градусной сетки географических координат. Что это за линии?

6. Скройте линии geogrid убрав значок «v» с легенды.

7. Добавьте в вид слои отображающие реки и озера, указав соответствующие шейп-файлы rivers.shp, lakes.shp.

8. Сохраните проект под своей фамилией в своей папке.

9. Создайте новый вид с картой США, выполнив те же операции. (сверните этот вид и создайте новый для карты США). Слои карты США находятся в папке C:/esri/esridata/USA. Подготовьте карту США со слоями границы штатов, города, реки, озера, железные дороги и автодороги.

Задание 2 [22]

Знакомство с ArcView GIS

Подготовка картограмм и картодиаграмм. Работа с таблицами.



Ярлык для arcview.lnk

1. Запустите программу ESRI, воспользуйтесь ярлыком ArcView GIS.

2. Откройте свой проект.

Подготовка картограммы плотность населения в США.

3. Создайте новый вид в который добавьте темы C:/esri/esridata/USA/states – и на экране монитора отобразится картосхема США. Каждый штат будет иметь индивидуальную раскраску.

4. Создайте шейп-файл – Тема/Преобразовать в шейп-файл «Население США» и сохранить в своей папке.

5 Выполнить редакцию легенды- осн. меню - Тема/Редактировать легенду/ (или двойной клик по символу – вызов редактора легенды) Выбрать в меню - Тип легенды – «цветовая шкала».

6. Выбрать в меню – «Поле классификации» - Pop90_sqmi – (Плотность населения на квадратную милю»)

7. Выбрать в меню – «Цветовые линейки» - «Красный». Просмотрите полученные результаты – «Применить».

8. Измените шкалу легенды - для большей дифференциации показателя:

в столбце «значения» редактора легенды указать показатели. 1-25, 25-50, 50-100, 100-150, 150-250, 250-500, 500-1000, 1000-5000. Дополнительные значения вводятся кнопкой «+» внизу таблицы.

9. Выбрать в меню – «Цветовые линейки» - «Оранжевый»

10. Просмотрите результаты.

Подготовка картодиаграммы –

1. Создайте шейп-файл «структура населения», добавьте его в тему

2. Выполнить редакцию легенды - осн. меню - Тема/Редактировать легенду/ (или двойной клик по символу – вызов редактора легенды) Выбрать в меню - Тип легенды – «локализованная диаграмма». Для построения диаграммы добавит поля «Мужчины» и «Женщины» (“males”, “females”)

3. Используя кнопку «Свойства» «Редактора легенды» укажите минимальный и максимальный размер диаграммы учитывая размер карты.

4. Просмотрите полученные результаты.

5. Используя кнопку «Символ фона» «Редактора легенды» сделайте фон прозрачным.

6. Просмотрите полученные результаты.

7. Сохраните проект.

* для успешно выполнивших задания:

1. Выполните экспорт полученной карты в файл графического формата (bmp) и просмотрите его в графическом редакторе (Painter)

2. В меню «Вид» выполните «компоновку» карты. Для решения вопросов воспользуйтесь «Справкой».

Задание 3 [22].

ArcView GIS

Работа с таблицами. Компоновка карты. Экспорт карты. Подготовка карты к печати в графическом и текстовом редакторе



Ярлык для arcview.lnk

1. Запустите программу ESRI, воспользуясь ярлыком ArcView GIS.

2. Откройте свой проект.

Создание картограммы «Естественный прирост населения в Амурской области»

3. Создайте новый вид. Используя меню Вид / Свойства назовите будущую карту «Амурская область».

4. Постройте схему районов Амурской области Вид/добавить тему/ найти и открыть файл Am_reg.shp

5. Откройте таблицу этого шейп-файла (воспользуйтесь кнопкой или меню)

6. В таблицу необходимо внести данные по естественному движению населения по адм. районам за 2000 г. Исходные показатели в Таблице 1 (см след страницу).

7. Начать редактирование. – Таблица/Начать редактирование

8. Редактирование/ Добавить поле

9. Имя поле – Ввести gain (англ. - прирост), Тип поля – числовое, Ширина – оставьте 16, Десятичные разряды – сделайте 1.

10. Внести данные в столбец из таблицы 1, предварительно включив режим

редактирования – кнопку 

11. После занесения и проверки данных Таблица/Прекратить редактирование.

12. Отредактируйте легенду, используя свою шкалу.

13. Цветную шкалу замените черно-белой штриховкой.

14. Выполните компоновку карты.

15. Перенесите карту в графический редактор. Добавьте нумерацию районов.

16. Завершите обработку картограмме в текстовом редакторе. Образец готовой картограммы смотри ниже.

Таблица 1

Естественный прирост, убыль (-) на 1000 человек населения

Районы Амурской области / год	1990	1995	1997	1998	1999	2000	Ранг
Всего по области	7,5	-1,9	-2,4	-1,7	-3,3	-4,1	
Благовещенск	7,9	-1,5	-1,2	-0,4	-1,2	-1,2	5
Белогорск	3,6	-4,4	-3,8	4,1	-5,5	-6,6	21
Зея	5,6	-3,7	-2,5	2,8	-3,8	-5,1	15
Райчихинск	2,2	-4,2	-5,9	4,9	-7,4	-7,8	26
Свободный	2,7	-7,0	-7,0	6,2	-9,5	-10,8	27
Тында	13,4	3,7	3,5	3,4	0,4	0,8	1
Шимановск	6,5	0,1	-3,8	3,0	-6,7	-7,1	24
Архаринский	6,5	-1,7	-3,7	2,5	-3,4	-5,9	19
Белогорский	10,7	0,5	0,3	0,6	-0,1	-2,1	6

Благовещенский	5,7	0,1	-5,4	-2,7	-2,8	-3,1	9
Бурейский	6,8	-2,7	-4,7	-2,0	-4,1	-6,6	21
Завитинский	7,6	-0,6	-0,7	-0,2	-3,3	-4,5	12
Зейский	9,5	-2,3	-3,0	-3,2	-5,0	-6,2	20
Ивановский	8,5	-0,1	-0,8	-1,5	-3,0	-5,0	14
Константиновский	12,1	1,3	0,0	1,5	1,8	0,1	3
Магдагачинский	2,4	-4,9	-4,3	-2,7	-6,1	-7,7	25
Мазановский	7,6	-1,8	-3,1	-2,4	-3,7	-3,4	11
Михайловский	8,9	-0,4	-4,3	-2,6	-1,7	-3,2	10
Октябрьский	11,1	-1,2	-1,2	-0,9	-1,8	-5,3	16
Ромненский	13,1	-3,9	-2,6	-2,7	-4,9	-4,1	12
Свободненский	14,9	-0,9	-6,1	-3,0	-5,1	-6,7	22
Селемджинский	11,1	2,7	-1,1	-0,9	-2,4	-1,1	4
Серышевский	10,9	0,8	1,2	1,5	0,1	-2,3	7
Сковородинский	5,3	-4,8	-4,0	-3,7	-5,1	-4,8	13
Гамбовский	7,7	-1,9	-3,7	-2,0	-2,2	-2,6	8
Гындинский	10,6	1,7	1,9	1,7	0,0	0,2	2
Шимановский	8,0	-4,6	-9,3	-2,3	-4,0	-6,9	23

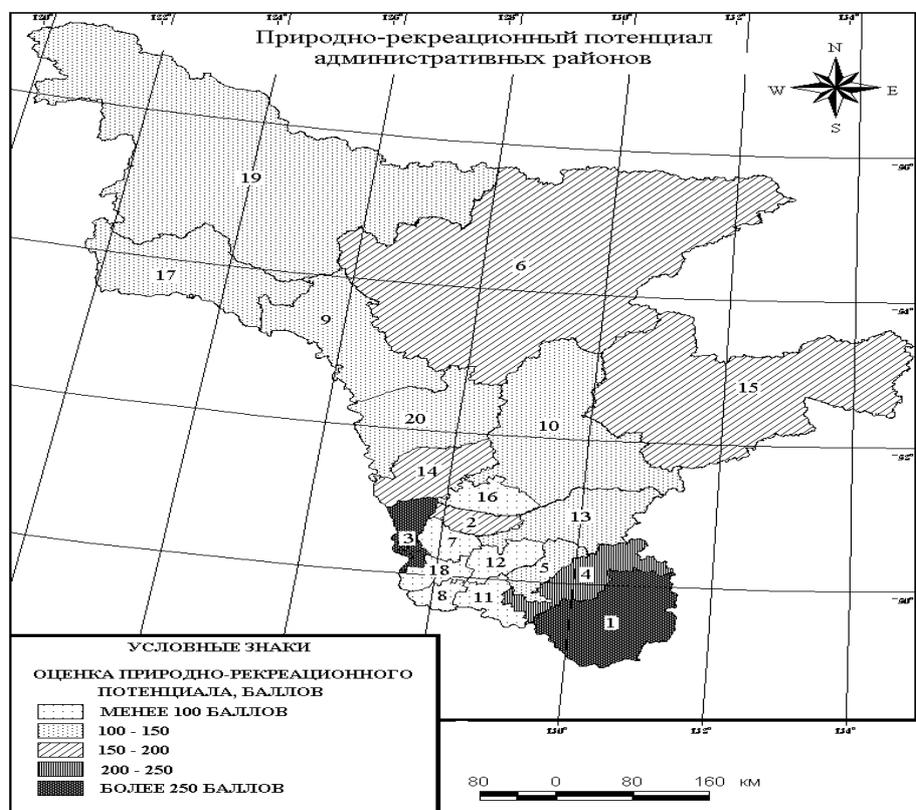


Рисунок 30 - Пример оформления картограммы Административные районы Амурской области

Цифрами обозначены административные районы:

1 - Архаринский, 2 – Белогорский, 3 - Благовещенский, 4 - Бурейский, 5 - Завитинский, 6 - Зейский, 7 - Ивановский, 8 - Константиновский, 9 - Магдагачинский, 10 - Мазановский, 11 - Михайловский, 12 - Октябрьский, 13 - Ромненский, 14 - Свободненский, 15 -

Селемджинский, 16-Серышевский, 17-Сковородинский, 18-Тамбовский, 19-Тындинский, 20 - Шимановский.

Задание 4 [22].

ArcView GIS

Контрольные задания.

1. Подготовка картограммы «Размещение населения». Показать способом картограммы плотность населения по странам мира. На этой же карте указать города миллионеры с населением: 1 - 1-2 млн ч. , 2 - 2-5 млн ч., 5-10 млн.ч., 4 – более 10 млн.ч.
2. Подготовить картосхему транспортной сети одного из федеральных округов Российской Федерации (по выбору студента).
3. Подготовить картограмму, отражающую изменение коэффициента рождаемости населения по административным районам Амурской области с 1990 по 2000 гг. (по данным таблицы)

Число родившихся на 1000 человек населения /человек

Районы Амурской области / год	1990	1995	1997	1998	1999	2000	Ранг
Всего по области	1 6,0	10,1	9,4	9,7	9,2	9,4	
Благовещенск	15,4	10,0	9,3	9,3	9,3	9,8	8
Белогорск	14,4	9,6	9,2	9,3	9,2	9,4	12
Зея	13,7	8,7	8,2	9,0	9,4	7,5	20
Райчихинск	13,1	10,4	8,5	9,1	8,3	8,8	15
Свободный	12,0	7,6	8,1	8,5	7,1	7,5	20
Тында	16,8	11,0	9,9	9,4	7,7	8,2	18
Шимановск	15,7	9,4	8,1	8,5	7,7	8,0	19
Архаринский	16,0	9,7	8,2	10,0	9,2	8,9	14
Белогорский	18,8	12,0	11,2	11,9	11,2	11,4	3
Благовещенский	14,8	11,8	9,5	9,9	11,0	9,5	11
Бурейский	17,5	10,1	8,9	9,4	8,8	9,3	13
Завитинский	15,3	10,3	10,2	11,0	9,3	9,4	9
Зейский	16,7	10,1	8,7	10,3	9,7	9,6	10
Ивановский	17,2	11,4	10,9	9,7	9,8	9,7	9
Константиновский	19,2	13,1	11,6	11,0	12,2	11,5	2
Магдагачинский	14,3	9,6	9,5	10,7	9,2	9,7	9
Мазановский	17,2	10,9	10,3	10,3	10,3	9,4	12
Михайловский	18,0	10,8	9,6	9,9	10,9	12,0	1
Октябрьский	20,2	11,0	10,0	10,3	9,7	9,4	12
Ромненский	21,4	9,6	9,4	9,7	8,3	8,6	16
Свободненский	25,9	11,3	10,6	11,9	10,7	12,0	1

Селемджинский	17,2	11,4	8,9	8,3	8,9	8,3	17
Серышевский	19,5	11,0	11,2	12,6	11,1	10,6	7
Сквородинский	15,9	11,6	10,7	11,4	10,0	11,1	5
Гамбовский	15,7	10,3	9,2	10,0	10,7	11,2	4
Гындинский	14,6	7,9	6,9	7,0	5,2	6,2	21
Шимановский	22,2	10,7	8,7	13,7	13,4	10,9	6

Все карты должны быть подготовлены к печати.

Задание 5 [22].

ArcView GIS

Работа с полигонами. Объединение полигонов. Пространственные операции.



Ярлык для arcview.lnk

1. Запустите программу ESRI, воспользуясь ярлыком ArcView GIS.
2. Откройте свой проект.

Создание картосхемы «Федеральные округа РФ»

3. Создайте новый вид. Вид / Свойства назовите будущую карту «Федеральные округа».
4. Постройте картосхему «Федеральные округа РФ»- Вид/добавить тему/
C:/esri/esridata/russia/rfobldd

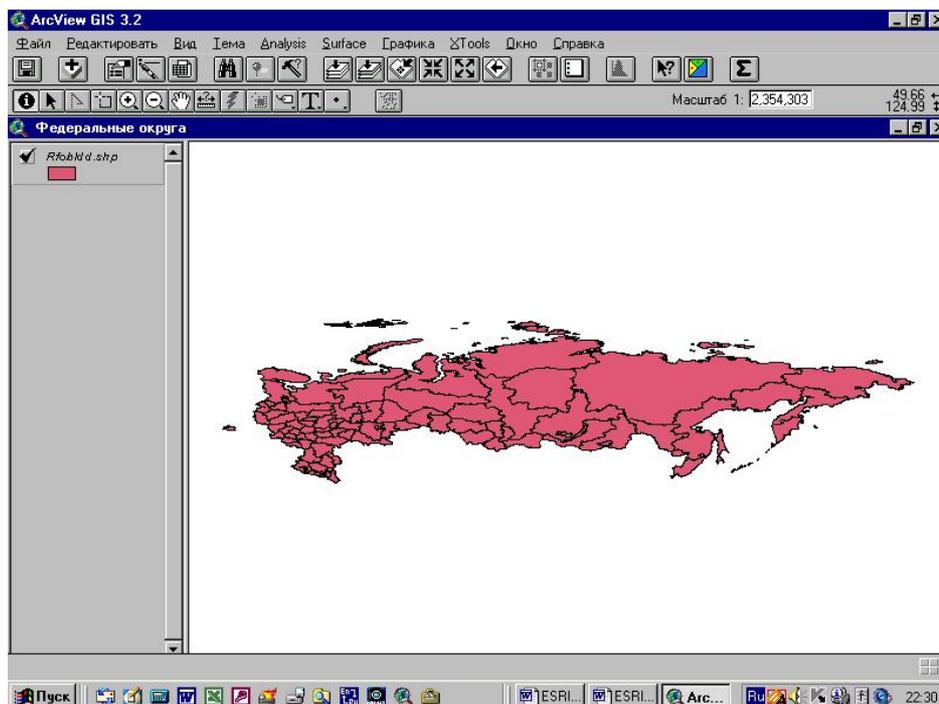


Рисунок 31 – Окно вида. Карта Федеральные округа Российской Федерации

5. Преобразуйте тему в шейп-файл – Тема/Преобразовать в шейп-файл сохраните в своей папке (можно под именем «Федеральные округа»).
6. Удалите исходную тему gfolbdd.
7. Главная строка меню – Тема/Начать редактирование/
8. Выделить на карте Дальний Восток используя инструмент «выбор объекта»

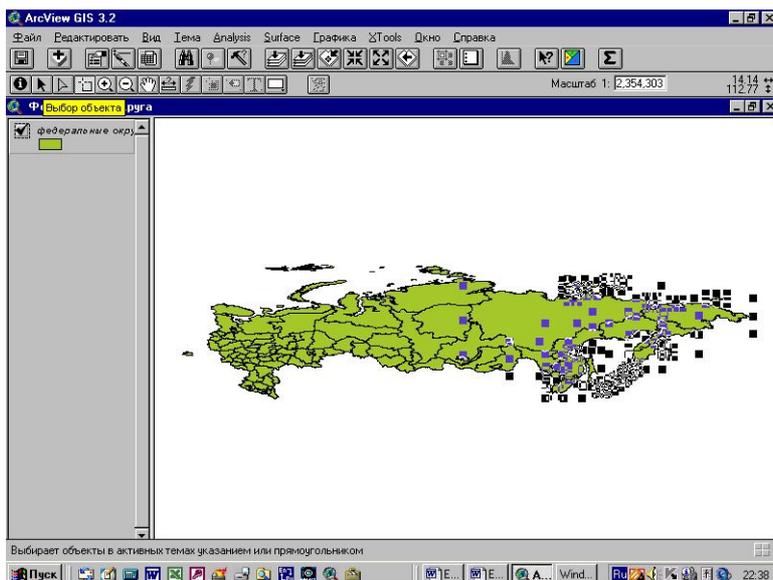


Рисунок 32 – Окно вида. Карта Дальнего Востока

9. Выделите территорию ДВ используя левую кнопку «мыши». Все субъекты, входящие в Дальневосточный федеральный округ будут выделены.
10. Используя меню Редактировать/Объединить объекты. Произойдет слияние всех полигонов субъектов ДВ в один по границе округа.
11. Аналогично выполните схемы других Федеральных округов России.
(Их состав можно уточнить по данным статистических справочников и по таблице «Население России», с которой Вы работали при изучении Excel/

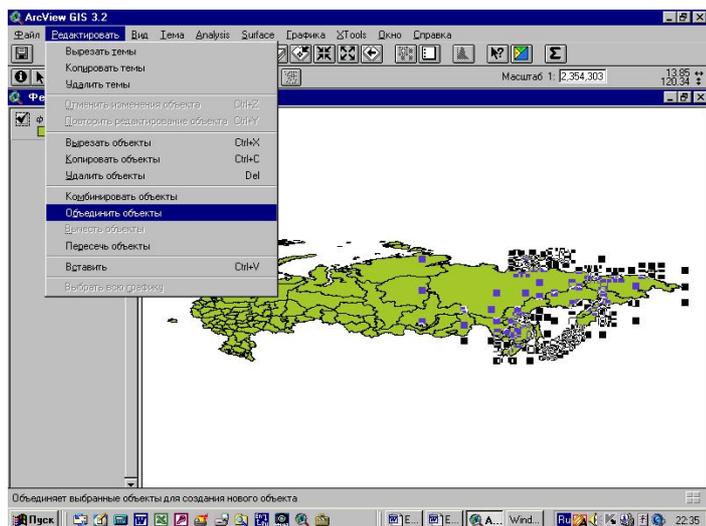


Рисунок 33 – Слияние полигонов субъектов РФ

13. Используя данные статистической таблицы, выполненной в Excel, которая находится в Вашей папке дополните таблицу вида данными по населению Федеральных округов и выполните карту (данные по вашему выбору). Можно использовать статистические справочники «Регионы России» и «Российский статистический ежегодник» на диске С.

14. Выполните компоновку карты.

15. Перенесите карту в графический редактор. Добавьте нумерацию округов. Отредактируйте легенду. Скопируйте в документ Word.

Задание 6 [22].

Контрольная работа

1. Подготовить картосхему одного из административных районов Амурской области (можно по месту жительства).
2. Подготовить картограмму плотности населения США в 1999 году. (в расчете данных поля используйте инструмент «калькулятор», расположенный рядом со знаком «сумма»)
3. Подготовить картограмму отражающую изменение населения по штатам США за 1999-1990 гг.

*В картограммах США используйте национальные проекции.

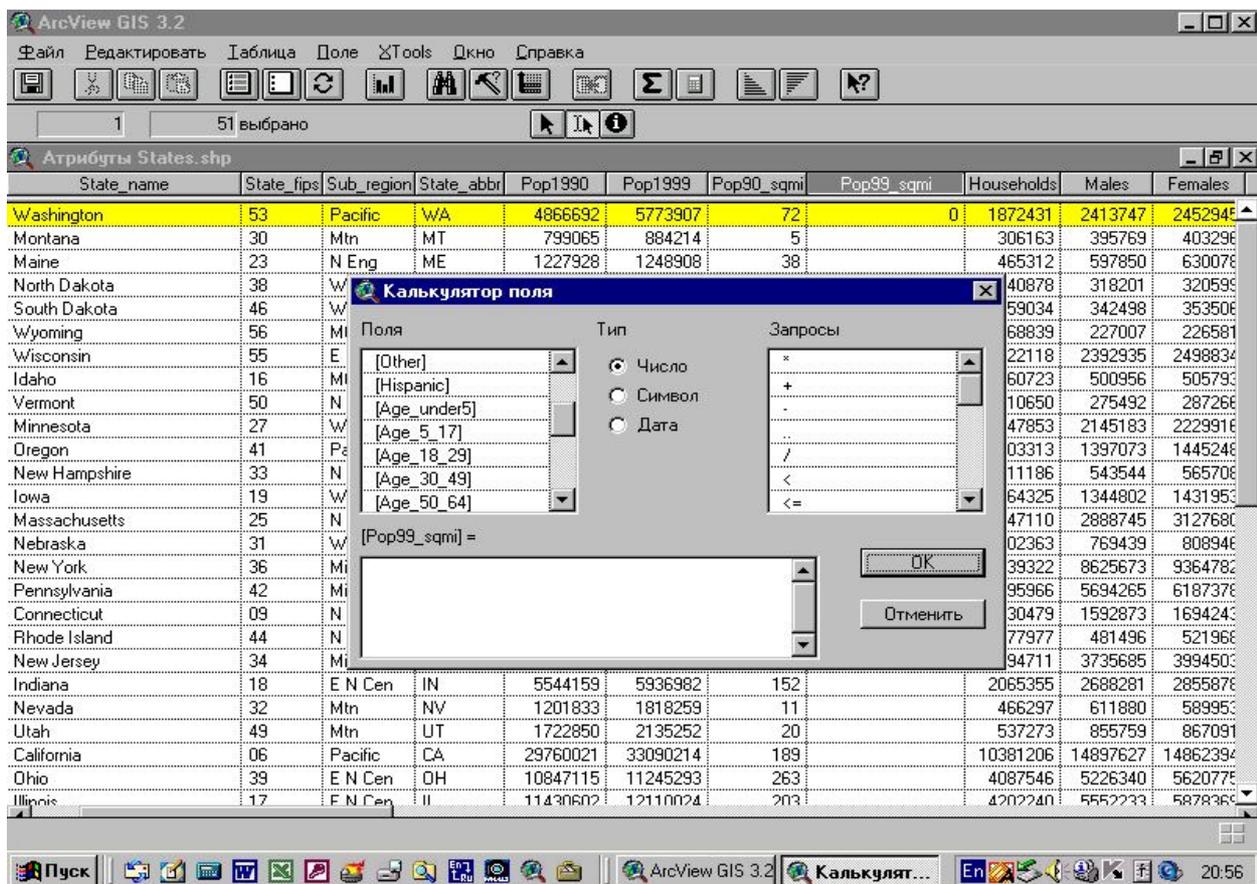


Рисунок 34 – Окно таблицы картограммы плотности населения США

Задание 7 [22].

ArcView GIS

Пространственные операции.

Создание карты Амурской области из шейп-файлов пространственных объектов России



Ярлык для arcview.lnk

1. Запустите программу ESRI, воспользуясь ярлыком ArcView GIS.
2. Откройте свой проект.
3. Создайте новый вид.
4. Назовите будущую карту «Амурская область». - Вид / Свойства/Имя
5. В Вид добавьте тему субъекты РФ - Вид/добавить тему/ C:/esri/esridata/russia/rfobldd
6. Используя инструмент «определение объекта укажите на территорию Амурской области. Окраска территории области изменит цвет на желтый.

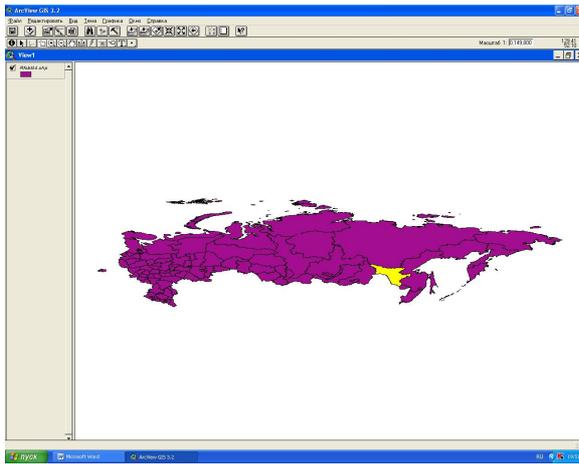


Рисунок 35 – Пример определения объекта

7.Создайте в своей папке шейп-файл «границы Ао» - Тема/преобразовать в шейп-файл/адрес своей папки

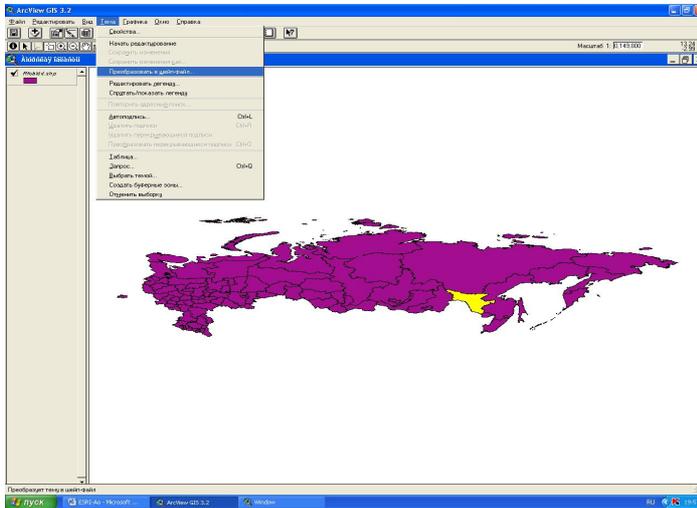


Рисунок 36 – Пример создания карты Амурской области

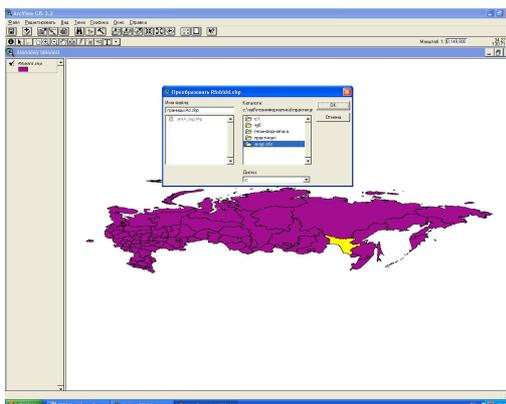


Рисунок 37 – Порядок действий при удалении темы

8. Из таблицы содержания удалите исходную тему gfboldd.

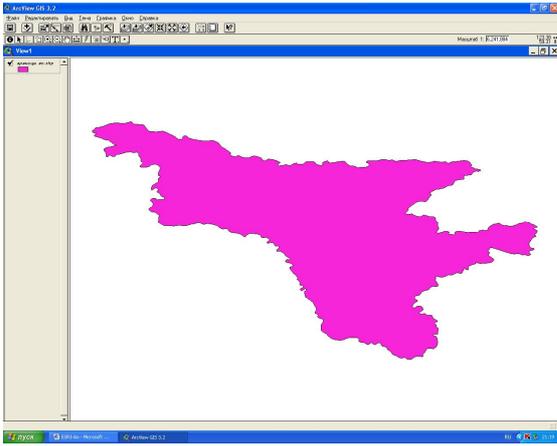


Рисунок 38 – Выделение объекта в необходимом масштабе

9. В Вид добавьте темы - города РФ, железные дороги, озера и реки - Вид/добавить тему/ C:/esri/esridata/russia/rfcities, а также rfrway, rfrivers, rflakes

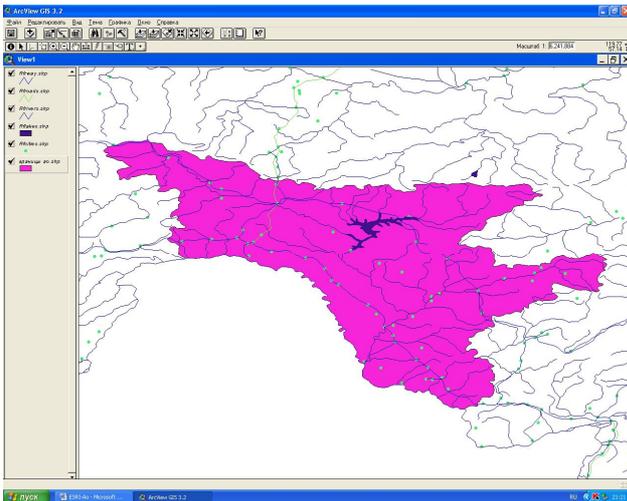


Рисунок 39 – Пример скриншота подключение железных дорог, гидрографии

10. Включите модуль «пространственные операции» - файл/модули/пространственные операции

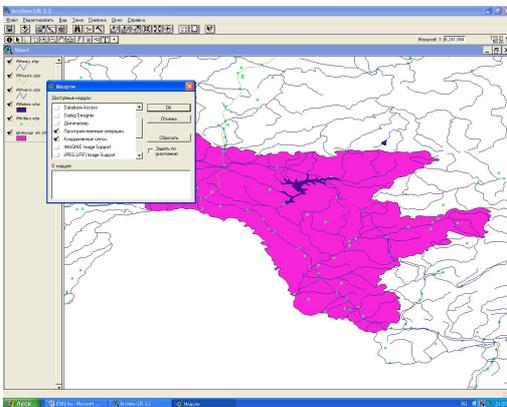


Рисунок 40 - Пример включения модуля «пространственные операции»

11. Создайте шейп- файл реки Амурской области - «Реки Ао»

Вид/мастер пространственных операций/ вырезать одну тему с использованием другой

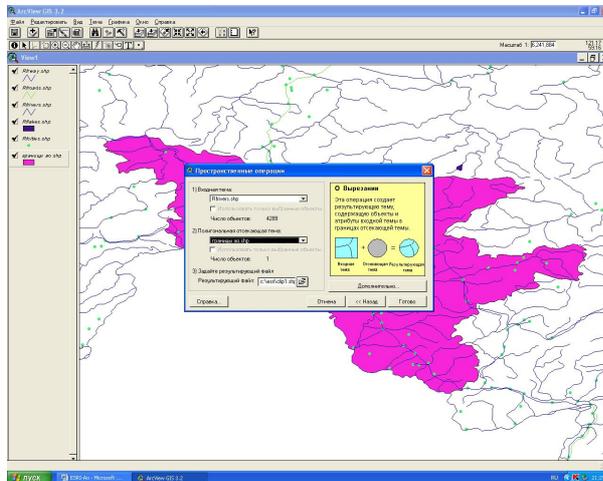


Рисунок 41 – Окно вида. Созданию шейп-файла реки Амур

12. В качестве входной темы укажите реки России – rfrivers.shp, в качестве полигональной отсекающей темы выберите «границы Ао». Результирующий файл – «реки Ао» сохраните в своей папке.

*Проводя эту пространственную операцию Вы отсекаете границами области речную сеть её территории из всей речной сети России.

13. Удалите из таблицы содержания исходный файл rfrivers.shp

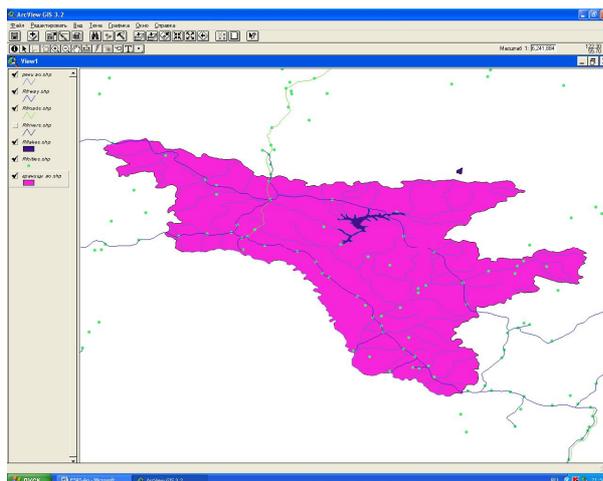


Рисунок 42 – Пример удаления информации по гидрографии

14. Прodelайте ту же операцию с темами rfcities, rfrway, rflakes

15. Сделайте территорию области неокрашенной

1. 16. Отобразите населенные пункты способом масштабируемого символа со следующей шкалой:
 1. 0,5-5 тыс чел;
 2. 5-12 тыс. чел.;
 3. 12-50 тыс. чел.;
 4. 50-100 тыс. чел.;
 5. 100-250 тыс. чел.;
17. используйте условные обозначение других пространственных объектов (реки, дороги) принятые в картографии.
18. подготовьте карту области в конической проекции Альберта

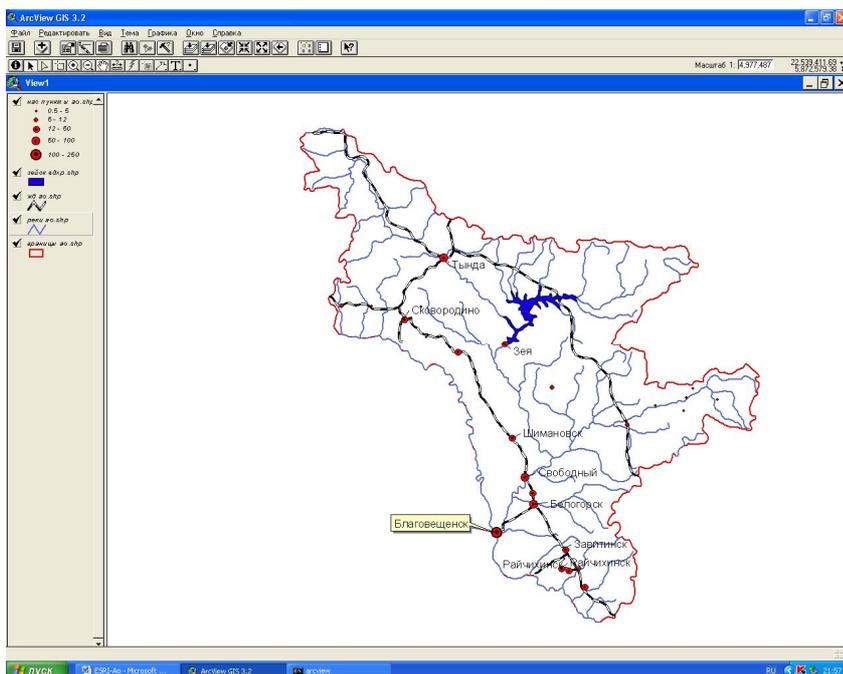


Рисунок 43 – Окно вида. Пример конической проекции территории Амурской области

19. выполните компоновку карты с градусной сеткой и подготовьте её к печати.

Задание 8 [22]

Контрольная работа

- Подготовить картосхемы своего (по месту жительства) административного района Амурской области
4. Речная сеть района. На карте должны быть показаны основные реки с их названиями).
 5. Население района. На карте должны быть показаны - сеть населенных пунктов с классификацией по числу жителей, главные реки, транспортная сеть. Подготовить компоновку карты и графический файл к печати.

* Карты должны быть выполнены в определенной проекции (обосновать выбор), единицы измерения длины – км. Все необходимые темы находятся в папке C:/stud_files/практикум/Амур обл/Амур обл топо/

- Подготовить картограмму отражающую изменение населения по штатам США за 1999-1990 гг.. (в расчете данных нового поля используйте инструмент «калькулятор», расположенный рядом со знаком «сумма»)

*В картограммах США используйте национальные проекции.

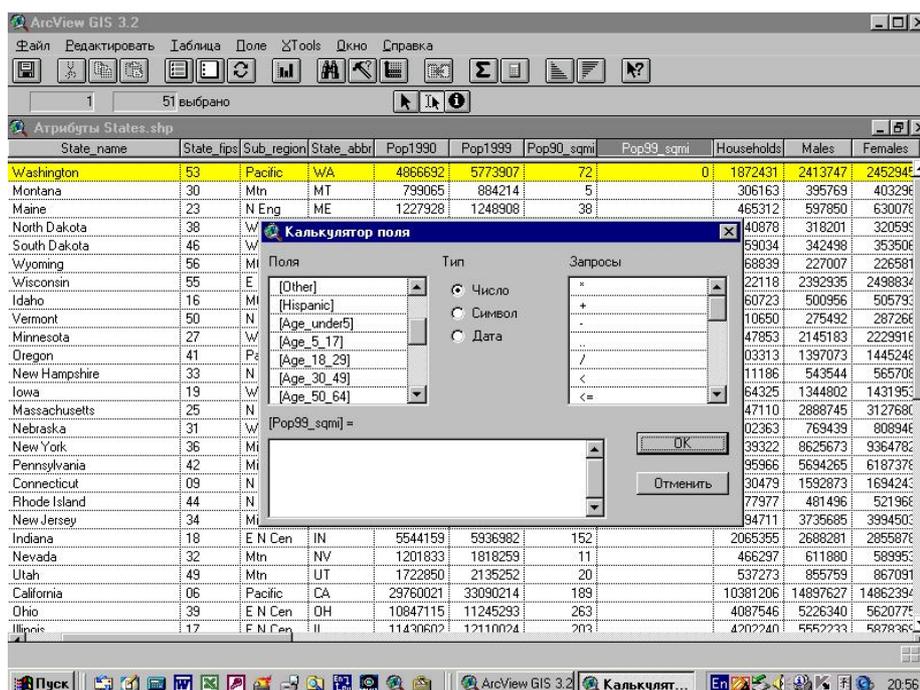


Рисунок 44 – Окно данных по численности населения США

Задание 9 [22].

Контрольные задания.

1. Подготовка картограммы «Размещение населения мира». Показать способом картограммы плотность населения по странам мира. На этой же карте указать города миллионеры с населением: 1 - 1-2 млн ч. , 2 - 2-5 млн ч., 5-10 млн.ч., 4 – более 10 млн.ч.

2.Подготовить картосхему транспортной сети Центрального ФО Российской Федерации.

Задание 10 [21]

1. Работа с картой Европы. Источник данных – в папке C:\ESRI\ESRIDATA\EUROPE. Все изменения производить с копиями, а не с оригиналами шейпфайлов. Из карты Европы сделать карту зарубежной Европы.

2. Найти на карте зарубежной Европы города с численностью населения более 1 млн. человек и записать их названия в файл формата Word.
3. Измерить расстояние между восточной частью Исландии и Стамбулом, записать его в тот же файл Word, что и названия городов.
4. Создать легенду карты, где уникальным цветом будет показана каждая страна Европы. Сохранить легенду в файле *.avl.
5. Создать Компоновку и сохранить ее в виде рисунка, импортированного в новый файл формата Word.

Указания к выполнению задания

Запустить программный пакет ArcView 3.2. В диалоговом окне, которое предлагает открыть проект «с Новым видом», «Как новый проект» или «Открыть уже существующий проект», выбрать последний пункт. В правой части появившегося диалогового окна перейдите в папку ESRI, находящуюся на диске «с» или «d», войдите в папку ESRIDATA. В левой части окна появятся названия проектов. Среди них выберите проект «eugore.арг». Перед Вами появится Вид «Еугоре» – электронная карта Европы. Далее последовательно делаете активными темы (слои Вида) одним щелчком левой кнопки мыши в области названия темы. Когда очередная тема сделана активной, в пункте меню «Тема» на Панели Инструментов выберите опцию «Преобразовать в шейп-файл». Когда компьютер предложит Вам место для сохранения нового шейпфайла, выберите Вашу личную папку и вложенную в неё папку «Задание 1». Старайтесь, чтобы названия создаваемых шейпфайлов отражали их содержание.

Когда вы преобразуете все 4 темы (слоя) Вида Еугоре, проект следует закрыть и открыть Новый проект. Для этого нужно выбрать пункт меню «Файл» на Панели Инструментов, а в нём – опцию «Новый проект». Перед Вами появится пустое окно нового Вида. На Панели Инструментов в верхнем ряду выберите вторую кнопку слева (добавить тему). На ней изображен символ «+». В правой части появившегося диалогового окна выберите Вашу папку, а в ней все имеющиеся шейп-файлы. Для этого на клавиатуре нажмите на кнопку «Shift» и нажатием левой кнопки манипулятора «мышь» отметьте все имеющиеся в диалоговом окне шейпфайлы. Теперь выберите в пункте меню «Файл» подпункт «Сохранить проект» и сохраните его в Вашей папке. Сделайте видимыми все темы (слои) Вашего проекта, поставив галочку в квадратике перед названием каждой темы в списке тем Вида. Теперь сделайте активной тему полигональных объектов - стран Европы, далее в пункте меню «Тема» выберите опцию «Начать редактирование». Затем на Панели Инструментов выберите кнопку с изображением черной стрелочки (вторая в нижнем ряду

кнопок). После этого наведите курсор мыши на территорию России и нажмите кнопку Delete. Таким образом, мы убрали очертания России с карты Европы. Аналогичным образом поступите с оставшимися на территории России реками, городами и урбанизированными территориями. Итак, из карты Европы мы сделали карту Зарубежной Европы. Все изменения без колебаний сохраняйте, ведь это всего лишь копии исходных шейп-файлов.

Сделайте активной тему городов Зарубежной Европы. Далее мы построим запрос, для чего выберем кнопку Построителя Запросов на Панели Инструментов (кнопка с изображением молотка и вопросительного знака). В левой части появившегося диалогового окна выбираем поле «Pop_class», в расположенной внизу области запроса должно быть создано логическое условие отбора. Для этого в центральной части диалогового окна выбираем кнопку « \Leftarrow ». Затем в правой части диалогового окна выбираем необходимый нам класс городов, в данном случае «от миллиона до пяти миллионов» (“1,000,000 to 5,000,000”). В области запроса должно появиться следующее условие: ([Pop_class] = “1,000,000 to 5,000,000”). Нажимаем кнопку «Новая выборка». На карте и в таблице объектов темы эти города будут выделены жёлтым цветом. Но существуют города, численность населения которых более пяти миллионов человек и их выносят в отдельный класс, соответственно мы опять конструируем запрос к теме городов, но в этот раз выбираем тип «более пяти миллионов» (“5,000,000 and greater”) и нажимаем кнопку «Добавить к выборке». Теперь все искомые города выделены. При преобразовании тему городов в новый шейпфайл в него будут записаны только отобранные города, записи (строки) которых выделены в таблице. Можно посмотреть на список выделенных городов в таблице исходной темы. Для этого в верхнем ряду Панели Инструментов нажмите кнопку «Открыть таблицу темы» - на ней изображены лист с загнутым верхним правым углом и таблица. На экране появится атрибутивная таблица темы. Затем в верхнем ряду Панели Инструментов нажмите кнопку с изображением двух жирных горизонтальных полос и направленной вверх жирной стрелки, которая перемещает выбранные строки в начало таблицы. Эта кнопка расположена правее кнопки Построителя Запросов. Теперь список всех выбранных городов находится вверху таблицы. Чтобы записать этот список в отдельный файл, в окне ArcView выберите ниспадающее меню «Файл», а в нём выберите опцию «Экспорт». Возможные форматы для экспорта: таблиц баз данных dBASE, INFO – семантических таблиц покрытий ARCINFO и текстовых файлов с разделителями. Поскольку мы хотим записать список городов-миллионеров в файл формата Word, то выбираем последний вариант, хотя при помощи Microsoft Excel возможен импорт в формат Word и из таблиц баз данных dBASE.

Измерение расстояний при помощи имеющейся на Панели Инструментов позволяет получить лишь приближенные результаты. Необходимо помнить, что в ArcView 3.2 все картометрические операции выполняются не на поверхности сферы или эллипсоида, а на поверхности проекции карты. Если, например, используется проекция Меркатора, то измерения будут производиться между точками плоскости развернутого цилиндра, которым мысленно обернут Земной шар. Для поиска кратчайшего расстояния следует применять гномоническую проекцию, на которой ортодромии – линии кратчайших расстояний, получаемые пересечением сферы плоскостью, проходящей через две точки на поверхности сферы и центр сферы, изображаются прямыми линиями. Поэтому измените проекцию Вида на гномоническую. Для этого: в окне ArcView активизируйте ниспадающее меню «Вид», а в нём – опцию «Свойства». В появившемся диалоговом окне «Свойства Вида» нажмите кнопку «Проекция». В диалоговом окне «Свойства проекции» включите переключатель «Определяется пользователем». В ниспадающем списке проекций выберите «Гномоническая». Гномоническая проекция представляет собой плоскость, касающуюся сферы в одной точке. Поверхность сферы проецируется на плоскость проекции лучами, исходящими из центра сферы. Параметры «Главный меридиан» и «Широта полюса истинных координат» определяют координаты точки касания плоскостью проекции сферы. Например, для представления на карте всего Северного полушария точку касания следует поместить на Северный полюс (широта – 90). При этом с удалением от точки касания быстро растут искажения масштаба. В данном случае не изменяйте эти параметры - ArcView по умолчанию использует в качестве точки касания центр Вида. Далее в Свойствах Вида следует задать ещё два параметра – Единицы карты и Единицы длины. В единицах карты строится система координат Вида. Координаты курсора в этих единицах отображаются в окне ArcView правее масштаба. Единицы длины никак не связаны с единицами карты. В единицах длины представляются результаты измерений. Задайте в качестве единиц карты метры, а единиц длины – километры.

Чтобы измерить расстояние, нажмите в нижнем ряду Панели Инструментов кнопку с изображениями линейки, двух стрелочек и вопросительного знака («Измерить»). Далее подведите курсор к восточной оконечности острова Исландия и щелкните левой кнопкой манипулятора «мышь». Затем передвиньте курсор к Стамбулу. На карте появится изображение измеряемой линии, а внизу окна ArcView – её длина. Если щёлкнуть левой кнопкой манипулятора «мышь» один раз – на измеряемой линии будет зафиксирован сегмент (отрезок прямой). Измеряемая линия может иметь много сегментов. Внизу экрана представляется общая длина всей измеренной линии и длина текущего сегмента. Если

дважды нажать на левую кнопку «мыши», то данное измерение расстояний будет закончено. В файл Word с перечнем городов-миллионников запишите измеренное расстояние.

Сделайте активной тему стран Европы. В списке тем Вида наведите курсор на название этой темы и дважды нажмите на левую кнопку манипулятор «мышь». Перед Вами появится диалоговое окно «Редактора легенды». Далее выберите тип легенды «Уникальное значение», а в качестве поля значений - «Name». Затем нажмите кнопку «Применить». Если цветовое решение Вам не нравится, то можете попробовать применить разные «Цветовые схемы» или назначить каждому объекту (стране) своё обозначение. Для этого в окне «Редактора легенды» наводим курсор на Символ страны и дважды нажимаем левую кнопку манипулятора мышь. Появляется диалоговое окно «Палитры штриховок». С его помощью выбираем тип заливки – сплошная, штриховка, точки, узоры. Для выбора цвета нажимаем кнопку с изображением малярной кисти и спектра - «Палитру цветов». Когда подходящая легенда будет сформирована, в окне «Редактора легенды» нажмите кнопку «Сохранить», в качестве места сохранения легенды (файла формата “*.avl”) выберите Вашу папку, а файл легенды назовите так, чтобы было ясно, для отображения чего данная легенда применяется. После этого закройте «Редактор легенды».

Для сохранения карты во внешнем файле в ниспадающем меню «Файл» окна ArcView активизируйте опцию «Экспорт». В появившемся диалоговом окне выберите тип файла и назначьте его размещение и имя. Можно посоветовать два формата для экспорта: векторный формат Placeable WMF и растровый JPEG. Первый лучше сохраняет качество при изменении масштаба изображения, однако возможны ошибки при печати символов точечных объектов. Данный способ экспорта позволяет сохранить карту без легенды, масштаба, координатной сетки и т.д. Для сохранения во внешнем файле изображения полноценной карты следует создать «Компоновку» - страницу, подготовленную для печати. На компоновке может быть размещено несколько карт с легендами, помещены надписи, любые растровые изображения, таблицы и текстовые блоки. Использование компоновок особенно эффективно для создания файлов презентаций.

Компоновку можно создать двумя путями. Наиболее просто – при помощи имеющегося шаблона. В этом случае при открытом окне «Вида» в окне ArcView активизировать ниспадающее меню «Вид», в нем нажать опцию «Компоновка» и выбрать шаблон Компоновки. Далее появится изображение страницы, которую можно выводить на печать или сохранять во внешний файл. Теперь в пункте меню «Файл» выберите подпункт «Экспорт». Второй путь – творческое создание компоновки «с нуля». В окне проекта сделать активным тип документов «Компоновки» и нажать кнопку «Новый». В окне проекта

появится новая пустая компоновка с названием "Layout1". Это название можно изменить. Для этого следует закрыть окно этой компоновки, если оно открыто, в окне ArcView активизировать ниспадающее меню «Проект», в нем выбрать опцию «Переименовать Layout1» и ввести новое имя компоновки. Откройте окно компоновки. В ниспадающем меню «Компоновка» окна ArcView выбрать опцию «Параметры страницы». В появившемся диалоговом окне задать ориентацию компоновки (книжная или альбомная) и её размеры. Номинально нет ограничений на линейные размеры страницы. Поэтому, если планируется печать плакатов для представления данных на научной конференции, защите работы и т.п., то следует установить в качестве размеров компоновки размеры будущего плаката. Изображение компоновки в этом случае следует сохранить во внешний файл, а затем это изображение импортировать в документ CorelDRAW. Этот пакет редактирования графических файлов позволяет при печати разбивать изображение на отдельные куски, соответствующие листам принтера. Изображение печатается на отдельных листах, например, формата А4, которые останутся только аккуратно склеить.

Вот перед Вами пустая компоновка. В нижнем ряду Панели Инструментов крайняя справа кнопка вызывает ниспадающий набор опций для редактирования компоновки. По умолчанию активной является самая верхняя кнопка набора - Создание рамки Вида на Компоновке. Если навести курсор на нижний правый угол этой кнопки и нажать на левую кнопку «мыши», то «выпадет» весь набор кнопок редактирования. При помощи манипулятора «мышь» можно сделать активной любую из кнопок набора. Для размещения на компоновке Вида при активной верхней кнопке набора следует принажатой левой кнопке «мыши» выделить курсором (его форма – крестик) область на компоновке для размещения изображения из Вида. После этого на переднем плане появится диалоговое окно «Свойства рамки Вида», в списке «Вид» которого следует выбрать Вид проекта, который будет добавлен в данную рамку. Включенная опция «Динамическая связь» означает, что любые изменения в Виде будут отражаться и на Компоновке. Отключение этой опции приведет к тому, что на Компоновке будет зафиксировано состояние Вида в момент импорта. При помощи диалогового окна «Свойства рамки Вида» также устанавливается масштаб карты на Компоновке. Вторая сверху кнопка набора редактирования Компоновки – «Рамка легенды». Её применение аналогично Рамке Вида - на Компоновке выделяется область для помещения легенды, затем в диалоговом окне «Свойства рамки легенды» нужно выбрать Вид, из которого берется легенда. В рамку на Компоновке будут помещены названия и символы (легенды) всех видимых слоев Вида. Несомненным достоинством этой опции является возможность её динамической связи с Видом – все изменения в легендах тем Вида будут

немедленно отображаться в Рамке легенды компоновки. По умолчанию за название темы берется название файла источника. Для лучшей информативности карты названия тем следует переименовать, используя опцию «Свойства» ниспадающего меню «Тема», которое помещается в верхней части окна ArcView при открытом окне Вида. В появившемся диалоговом окне «Свойства темы» в текстовое поле «Имя темы» следует ввести название слоя, отражающее представляемые объекты или поверхности, например: «Экологическое состояние водоёмов» и т.п.

Однако использование «Рамки легенды» ограничивает возможности редактирования. На компоновке будут показаны легенды всех видимых слоев карты, что нужно далеко не всегда. Гораздо больше возможностей предоставляет модуль «Конструктор легенды». Для включения этого модуля необходимо открыть ниспадающее меню «Файл» окна ArcView и активизировать опцию «Модули». Во всплывшем диалоговом окне в перечне доступных модулей следует навести поочередно курсор на квадратики перед модулями «Координатные сетки» и «Конструктор легенды» и нажать левую клавишу «мыши». В квадратиках появятся «птички» и эти модули станут доступны. Кроме того, при открытом окне компоновки на Панели Инструментов появятся новые кнопки: в верхнем ряду крайняя справа, сине-голубая со схематичным изображением координатной сетки на Земном шаре – она вызывает диалоговое окно «Мастер координатной сетки» и крайняя справа в нижнем ряду кнопок, на ней схематично изображена легенда. После включения этой кнопки внутри окон Компоновки и Вида изображение курсора приобретает вид маленькой окружности с точкой в центре. Следует переместить курсор приблизительно в область будущей легенды на Компоновке и нажать левую клавишу «мыши» - на переднем плане появится диалоговое окно «Настройка легенды». Нажмите кнопку «Далее» - Вам будет предложено выбрать Вид проекта, из легенды которого Вы будете конструировать данную легенду на Компоновке и выбрать слои, символика которых должна быть отражена в легенде. Из общего списка слоев Вида отображаемые в легенде компоновки темы записываются в список слоев легенды Компоновки при помощи клавиши с изображением «>>». И наоборот, при помощи клавиши с изображением «<<» Вы можете удалять слои из списка слоев легенды Компоновки. Заметим, что порядок слоев в легенде Компоновки может отличаться от порядка слоев в легенде Вида. Пользователь задает также число столбцов в легенде Компоновки. Очевидно, что модуль Конструктор Легенды предоставляет пользователю больше возможностей редактирования, чем инструмент Рамка Легенды, однако сконструированная с его помощью легенда статична: изменения в Виде на ней никоим образом не отражаются, приходится убирать с Компоновки старую легенду и создавать новую. На втором шаге конструирования

легенды предлагается ввести название легенды. Это совершенно не обязательно, можно в текстовом окне названия оставить пустое место. На третьем шаге устанавливаются параметры рамки легенды, далее – форма представления символов. На последнем, пятом шаге конструирования устанавливаются расстояния между элементами легенды. Затем следует нажать клавиши «Просмотр» и «Готово». Для перемещения легенды компоновки следует нажать крайнюю слева клавишу в нижнем ряду Панели Инструментов с изображением жирной чёрной стрелки. Теперь легенду компоновки можно перемещать и изменять её размеры. При перемещении компоновки курсор «мыши» на легенде приобретает вид крестика из 4-х стрелок: с нажатой левой клавишей «мыши» легенду можно передвигать. Если же навести курсор на один из чёрных квадратиков за рамкой легенды, то курсор приобретёт вид чёрной стрелки. В этом случае можно изменять размеры легенды.

Естественно, что карта без сетки координат и масштаба на самом деле картой не является: это рисунок, схема, но не карта. Поэтому на созданную карту следует поместить координатную сетку. «Мастер координатной сетки» может быть включен двумя способами. Первый – нажатием на крайнюю правую кнопку в верхнем ряду с изображением Земного шара и координатной сетки. Второй способ – активизировать ниспадающее меню «Компоновка» окна ArcView, а в нём – опцию «Добавить координатную сетку». В обоих случаях на переднем плане появится диалоговое окно «Мастер координатной сетки». На первой странице этого Мастера нужно выбрать Вид, для которого нужно создать сетку координат, поскольку на Компоновке может быть больше одной Рамки Вида. По умолчанию включены две опции: «Создать градусную сетку» и «Создать километровую сетку». Не следует на одной карте создавать обе эти сетки. Если создается карта относительно небольшого участка, который можно рассматривать как плоский, например: нижнее течение реки Охты, Васильевский остров, остров Валаам, район пос. Ильичево или даже весь Санкт-Петербург, то следует нанести на карту километровую сетку. Если же район исследований настолько обширен, что необходимо учитывать шарообразность Земли, то необходимо поместить градусную сетку. Последовательно общаясь с Мастером, пользователь задает параметры сетки: интервалы по широте и долготе или в декартовой системе километровой сетки и вид линий или перекрестий сетки. По рамке сетки выполняется автоматическое надписывание значений линий сетки.

Третья сверху кнопка ниспадающего набора Рамок – Рамка масштабной линейки. Для карт Земли, полушарий или континентов нет особой необходимости представлять масштаб – очевидно, что заявленный масштаб на самом деле соблюдается на каком-либо меридиане, параллели или двух параллелях или вообще только в окрестностях одной точки. Однако на

крупномасштабных картах совершенно необходимо представление масштаба. Инструмент Рамка масштабной линейки работает аналогично Рамке легенды: пользователь определяет на Компоновке область для помещения масштабной линейки, единицы расстояний и стиль представления.

Четвертая сверху кнопка ниспадающего набора Рамок – Рамка направления на север. Пользователь может выбирать различные стили стрелки, однако её применение носит в основном декоративный характер. Совершенно бессмысленно помещать её на карты больших участков, если в применяемой проекции имеет место сближение меридианов.

Пятая сверху кнопка ниспадающего набора Рамок – Рамка диаграммы. Она позволяет помещать на Компоновке созданные в данном проекте Диаграммы. Её использование особенно эффективно при создании демонстрационных материалов.

Шестая сверху кнопка ниспадающего набора Рамок – Рамка таблицы. Она позволяет поместить на Компоновке изображение таблицы данного проекта, которая представлена в списке таблиц. Этот инструмент также эффективен для создания демонстрационных материалов.

Последняя, седьмая сверху кнопка ниспадающего набора Рамок – Рамка рисунка. Она позволяет поместить на Компоновке изображения, хранящиеся в графических файлах. Эта возможность также пригодна для подготовки демонстрационных материалов: например, рядом с картой района работ представить фотографии типичных ландшафтов, объектов исследований, применённого оборудования и приборов и т.д.

Компоновку, также можно сохранить во внешнем файле при помощи опции «Экспорт» ниспадающего меню «Файл» окна ArcView. Затем можно в текстовом редакторе Microsoft Word открыть документ Word, выбрать пункт меню «Вставка», в нем опцию «Рисунок», подпункт «Из файла» и выбрать тот файл, в котором Вы сохранили изображение Компоновки. Теперь в текстовой документ (например, Вашу курсовую, бакалаврскую или дипломную работу, а, возможно, и диссертацию) в качестве рисунка вставлено изображение Компоновки. Остается только в редакторе Word создать подрисуночную подпись.

Задание № 11 [21]

1. Работа с картой Северной Америки. Все изменения вносим в копии, а не в исходные файлы.
2. Найти на территории Северной Америки территориальные единицы с численностью населения менее 200 тыс. человек и записать их названия в файл Word.

3. Измерить расстояние от оконечности полуострова Юкатан до оконечности полуострова Калифорния и записать это расстояние в тот же файл Word, что и названия штатов.
4. Показать на территории Северной Америки плотность населения по штатам США и Мексики и провинциям Канады. Сохранить легенду в файле *.avl.
5. Сменить равнопромежуточную коническую проекцию карты на равновеликую цилиндрическую.
6. Создать компоновку и сохранить ее в виде рисунка, импортированного в отдельный файл Word.

Указания к выполнению задания

Задание аналогично заданию № 1, поэтому здесь приводятся разъяснения, касающиеся только специфики данного задания.

В папке esgidata отрыть проект namerica.apr. Перед Вами появится карта Северной Америки. Последовательно делаете активными темы (слои карты) одним щелчком левой кнопки мыши в области названия темы и преобразуйте их в шейпфайлы. Когда вы преобразуете все 15 тем (сделаете копии их источников), проект закрыть и открыть Новый проект. Добавьте в Новый Вид созданные Вами шейпфайлы.

Сделайте активной тему штатов США. Задайте к ней запрос с выделением штатов, население которых меньше 200 тыс. человек. Сохраните результат запроса во внешнем файле. Выполните аналогичные запросы для провинций Канады и штатов Мексики. Результаты всех трех запросов сохраните в файле формата Word.

Сделайте активной тему штатов США. Вызовите «Редактор легенды». Выберите тип легенды «Цветовая шкала», а в качестве поля классификации поле «Pop1990». Сохраните легенду. После этого нажмите кнопку «Применить» и закройте «Редактор легенды». После этого сделайте активной тему штатов Мексики. Снова вызовите «Редактор легенды» и загрузите только что сохраненную легенду штатов США. Аналогичную процедуру выполните и для канадских провинций.

Для смены проекции в пункте меню «Вид» выберите опцию «Свойства», в появившемся диалоговом окне нажмите кнопку «Проекция». Не забудьте, что большинство возможных проекций находится в списке «Определяется пользователем».

Задание № 12 [21]

1. Работа с картой США. Все изменения вносим в копии, а не в исходные файлы. Добавить к карте США, слой, содержащий штаты Мексики.

2. Найти на территории США и Мексики штаты с численностью населения менее 100 тыс. человек и занести их названия в файл Word.
3. Измерить расстояние от оконечности полуострова Юкатан до оконечности полуострова Флорида и записать это расстояние в тот же файл Word, что и названия штатов.
4. Показать для штатов Мексики при помощи цветной легенды долю городского населения от общей численности населения, а для штатов США отношение численности негров к численности испаноязычных латиноамериканцев. Сохранить легенды в файлах формата *.avl.
5. Сменить равнопромежуточную коническую проекцию карты на равновеликую цилиндрическую.
6. Создать компоновку и сохранить ее в виде изображения, импортированного в файл Word.

Указания к выполнению задания

В папке esridata отрыть проект usa.apr. Перед Вами появится карта Соединенных Штатов. Затем добавьте в Вид файл state.shp из каталога mexico. Преобразуйте все 8 тем проекта в шейпфайлы, которые сделать источниками слоев Нового проекта. Сделайте активной тему штатов США. Задайте к ней запрос с выделением штатов, население которых меньше 100 тыс. человек. Аналогичный запрос выполните для штатов Мексики.

Для визуализации доли городского населения Мексики сделайте активной тему штатов Мексики. В «Редакторе легенды» выбрать тип легенды «Цветовая шкала», в качестве поля классификации - поле «P_urban90», а в качестве поля нормализации - поле «Процент от общего». Далее сохраните легенду и примените её. Для визуализации отношения негров к латиноамериканцам сделать активной тему штатов США. В «Редакторе легенды» выбрать тип легенды «Цветовая шкала», в качестве поля классификации - поле «Black», а в качестве поля нормализации - поле «Hispanic». Сохраните и примените эту легенду.

Задание № 13 [21]

1. Работа с картой Мира. Все изменения вносить в копии, а не в исходные файлы. Удалите с карты Антарктиду, где нет постоянного населения.
2. Найти страны с численностью населения более 200 млн. человек и занести их названия в файл Word.
3. Измерить расстояние от острова Гренландия до острова Тасмания и записать это расстояние в тот же файл Word, что и названия штатов.

4. Отобразить численность населения государств Мира при помощи цветной легенды. Сохранить легенду в файле формата *.avl.

5. Сменить проекцию Меркатора на Поперечную Меркатора.

6. Создать компоновку и сохранить ее в виде рисунка, импортированного в файл Word.

Указания к выполнению задания

В папке esridata отрыть проект world.apr. Преобразуйте все темы проекта в шейпфайлы, которые следует сделать источниками слоев Нового проекта. Сделайте активной тему Countries ('98), затем в пункте меню «Тема» выберите опцию «Начать редактирование». На Панели Инструментов выберите кнопку с изображением черной стрелочки (вторая слева в нижнем ряду кнопок). После этого отметьте Антарктиды на карте Мира и нажмите кнопку Delete. Антарктида исчезнет с карты Мира.

Постройте запрос по значениям поля «Pop_cntry», большим 200 млн. человек. В результате будут выделены страны с такой численностью населения. Для отражения численности населения стран Мира в диалоговом окне «Редактора легенды» выбрать тип легенды «Цветовая шкала», в качестве поля классификации - «Pop_cntry». Отредактируйте, сохраните и примените легенду.

11. ПОНЯТИЕ О ЦИФРОВЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТАХ

Перевод карт геологических карт в цифровую форму представляет собой изображение всех элементов геологической карты в виде набора точек, линий, площадных объектов (полигонов), положение которых в пространстве привязано в определенной системе координат. Системы координат могут быть как местные (условные), так и глобальные принятые для отдельных стран и регионов мира или для всего земного шара. В первых объекты карты привязаны относительно произвольных прямоугольных координат, например, нулевое значение координат выбрано в левом нижнем углу карты. Во вторых все объекты привязаны в глобальных прямоугольных или географических системах координат на поверхности земного шара. Программы, позволяющие создавать цифровые карты в глобальных системах координат, называются Географическими Информационными Системами (ГИС). Примерами наиболее широко распространенных и используемых геологами ГИС являются ПАРК, Geoshaper, MapInfo, ArcView, ArcGis. Все другие программы, которые хотя и позволяют нарисовать карту, например, широко распространенный и используемый многими геологами CorelDraw, не является ГИС и представляет собой просто удобный графический редактор изображений. Нарисованная в

нем геологическая карта и ее элементы не может быть позиционирована на поверхности земли без специальной привязки. Поэтому в дальнейшем цифровыми геологическими картами, мы будем называть только те, которые созданы в ГИС.

Таким образом, первой и наиболее важной особенностью цифровых геологических карт является возможность изображения объектов геологического картографирования и условий пространственного взаимоотношения между ними на основе реальных географических координат. Также возможность прямого использования данных спутниковой привязки, объектов наблюдения и опробования к объектам геологической карты.

Второй особенностью цифровых геологических карт является возможность внесения информации об объектах, изображенных на картах, в специальные (атрибутивные) таблицы, которые являются неотъемлемым элементом каждого картографического объекта. Таблицы содержат как обязательную служебную информацию о типе картографического объекта, так и любую содержательную геологическую информацию об объектах картографирования по усмотрению авторов. Именно это дает основание называть ГИС информационной системой. Графические редакторы не имеют возможности нести какую-либо информацию об объекте картографирования, кроме изобразительной составляющей.

Третьей особенностью ГИС и цифровых карт является возможность изменения системы координат (перепроецирование данных) и соответственно отображения всей картографической информации в любой из известных картографических проекций мира.

Четвертая особенность цифровых карт - возможность (при наличии заполненных атрибутивных таблиц) использования атрибутивной информации для создания надписей и оформления картографических объектов в автоматическом и интерактивном режимах, а также формирование любых видов выборок и запросов.

11.1. Принципы составления цифровых карт

Цифровая геологическая карта должна представлять собой логически структурированную цифровую модель геологического строения отображаемой территории (ЦМ). Суть структурирования заключается в разнесение информации по различным тематическим цифровым слоям, что облегчает задачу получения информации об объектах и оформление привычной для геолога визуализации картографируемых объектов. Второй важной составляющей структурирования является классификация объектов картографирования по различным метрическим типам .

11.2. Метрические типы геолого-картографических объектов

В общем случае геолого-картографические объекты ЦМ по их геометрическим свойствам относятся к одному из следующих классов:

- *точечные, линейные, площадные.*

В свою очередь, в каждом из этих классов могут выделяться неориентированные и ориентированные объекты.

11.3. Точечные объекты

Неориентированный точечный объект — это немасштабный объект, геометрия которого полностью определяется парой координат (X, Y) , задающих его положение на плоскости карты XOY . Неориентированные точечные объекты всегда представляются в цифровой модели точками. Пример неориентированного точечного объекта - буровая скважина.

Ориентированный точечный объект — это немасштабный объект, геометрия которого задается координатами положения (X, Y) и данными об его “ориентировке” (направлении в XOY). Пример ориентированного точечного объекта - элементы залегания.

Точечные ориентированные объекты представляются в ЦМ точками, а информация об их ориентации заносится в атрибутивную таблицу.

11.4. Линейные объекты

Линейные объекты всегда представляются в цифровой модели полилиниями, состоящими из ряда сегментов. Если направление аппроксимирующей линии передает существенную информацию об объекте, то он относится к подклассу *ориентированных линейных объектов*. Если направление аппроксимирующей линии безразлично, то это *неориентированный линейный объект*. Примеры ориентированного линейного объекта - граница несогласного залегания, надвиг; примеры неориентированного – граница согласного залегания, вертикальный разлом.

11.5. Площадные объекты

Для задания геометрии *неориентированного площадного объекта* достаточно ограничить площадь, занимаемую этим объектом на карте. Оформление *площадных объектов с ориентированным крапом* отличаются наличием в области полигона *линий тока*, которые проводятся с учетом будущего крапа в отдельном линейном слое. Пример площадного неориентированного объекта — интрузивное тело, ориентированного — зона гранитизации, области изображения пород с ориентированным крапом (гнейсы, различные сланцы и т. п).

11.6. Разбиение на тематические слои

В общем случае выделение тематических слоев и их названия не нормируется и осуществляется авторами исходя из удобства. Однако при составлении Государственных геологических карт за более чем 10-летний период сложилась определенная структура слоев, принципы их группировки и наименования, которые изложены в Требованиях к цифровым

моделям ГК-200/2 и ГК-1000/3 и являются и являются обязательными при создании ЦМ ГК. Каждый слой ЦМ несет информацию об одном из аспектов строения территории.

Примерная схема разбиения ЦМ геологической карты м-ба 1:200 000 на группы тематические слои¹ (пакеты) выглядит следующим образом:

- Пакет основного разбиения;
- Пакет образований, перекрытых вышележащими отложениями;
- Пакет метаморфических фаций;
- Пакет вторичных изменений;
- Пакет изолиний;
- Пакет элементов залегания;
- Пакет местоположений палеонтологических находок и пунктов геохронологического датирования
- Пакет объектов наблюдения (скважины, горные выработки и т.п).

Для более полного понимания сути расслоения цифровых карт охарактеризуем содержание вышеприведенных основных пакетов.

11.7. Пакет основного разбиения

Отражает пространственное разбиение полотна геологической карты на картируемые подразделения, геологические границы площадных подразделений и рассекающие их разрывные нарушения, а также общую характеристику для точечных объектов.

Площадные объекты пакета

Площадная (полигональная) тема, которая включает картируемые в масштабе карты подразделения литостратиграфические – серии, свиты, толщи, либо хроностратиграфические – системы, отделы, ярусы, а также нестратиграфические – интрузивные, субвулканические, метаморфические комплексы.

Линейные объекты пакета

Одна линейная тема, которая содержит границы стратиграфических и интрузивных тел, маркирующие горизонты; дайки и линейные эруптивные тела, маломощные силлы не выражающиеся по мощности в масштабе карты.

Точечные объекты пакета.

Одна точечная тема, которая содержит трубки взрыва, кимберлитовые трубки, немасштабные дайки, силлы и т. п., длина которых не выражается в масштабе карты.

11.8. Пакет образований, перекрытых вышележащими отложениями

Данный пакет несет информацию о площадях, на которых картируется двух- или

¹ Тематические слои, объединяемые в одну группу, для удобства пользования, как правило, помещаются в одну папку, название которой в общем случае может быть произвольным, в Госгеолкартах – стандартным, в соответствии с Требованиями к цифровым моделям.

трехъярусное строение, в том числе и выходящие на поверхность интрузивные тела. Структура тем пакета аналогична таковой для дневной поверхности геологической карты.

11.9. Пакет метаморфических фаций

Данный пакет отражает площади распространения регионально-метаморфических пород и их границах. В традиционном изображении — это области, покрытые крапом, отражающим фации регионально-метаморфических пород, разделенные границами субфаций и зон метаморфизма.

Площадные объекты пакета

Одна и или несколько (в случае перекрытия) площадных тем, которые включают площади распространения фаций метаморфизма зеленосланцевой, эпидот-амфиболитовой, амфиболитовой, гранулитовой, глаукофановой высокобарической и т.п.

Линейные объекты пакета

Одна линейная тема, которая содержит границы метаморфических фаций и субфаций, границы зон метаморфизма внутри фаций и субфаций.

11.10. Пакет вторичных изменений

Данный пакет отражает площади распространения, линейные тела и внemasштабные объекты вторично измененных пород (метасоматитов, тектонитов, кор выветривания и т.п.).

Площадные объекты пакета

Одна и/или несколько (в случае перекрытия) площадных тем, которые включают площади распространения вторично измененных пород.

Линейные объекты пакета

Одна линейная тема, которая содержит границы вторично измененных пород. **Точечные объекты пакета**

Одна точечная тема, которая содержит внemasштабные пункты вторично измененных. Смысл и содержание остальных упомянутых выше цифровых пакетов геологической карты понятен из их названия. Разбиение на слои и группировка в пакеты других специализированных геологических карт может быть иной. Но сама описанная выше идеология расслоения сохраняется. Подробно она описана в «Требованиях по составу, содержанию и структуре цифровых материалов листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 200 000 второго издания (Вторая редакция)», 2009 г. и «Требованиях по представлению в НРС МПР РФ и ГБЦГИ цифровых моделей листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 третьего поколения (Версия 1.1.)», 2005 г., с которыми можно ознакомиться на сайте <http://www.vsegei.ru/ru/info/normdocs/>.

11.2. Отцифровка участка геологической карты

Задание 14.

Исходные данные: привязанный растр

Задача: векторизация исходных данных.

В программе ArcView выполняются работы с видами, таблицами, диаграммами, макетами и программами, сведения о которых находятся в одном файле, называемом **ПРОЕКТ**. Удобно и принято, для каждого проекта создавать свою директорию с вложенными подпапками:

shp (здесь мы будем размещать shp - файлы)

image (папка для растровых изображений).

Создаем папку в корневом каталоге Lesson_13. В ней две вышеназванные подпапки:

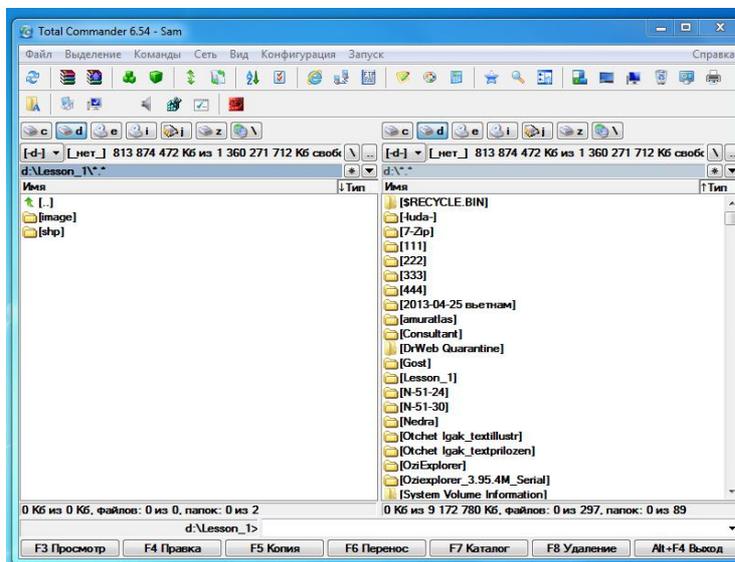


Рисунок 45 - Окно корневого каталога

В папку **images** помещаем привязанный растр. Привязка может осуществляться как непосредственно в самой программе – при помощи модулей ImageWarp, DMS Tools и др, либо в отдельных программах – например Rectify.

Как показывает опыт удобнее и результативнее использование второго (Rectify).

1. Запускаем ArcView

Вариант 1 – с рабочего стола двойным щелчком левой кнопки мыши.

Вариант 2 – Пуск – Программы - ESRI - ArcView Gis 3.2a

2. В окне приветствия выбираем «как новый проект»:

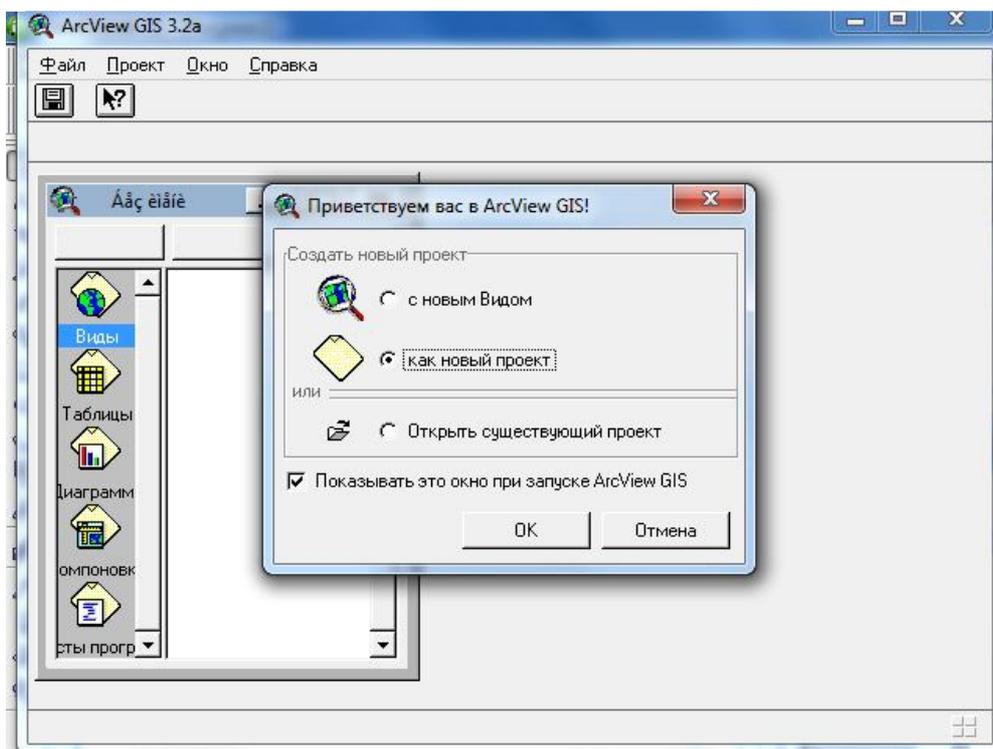


Рисунок 46 - Начало проекта

3. Сохраняем наш проект – меню Файл - Сохранить проект как:

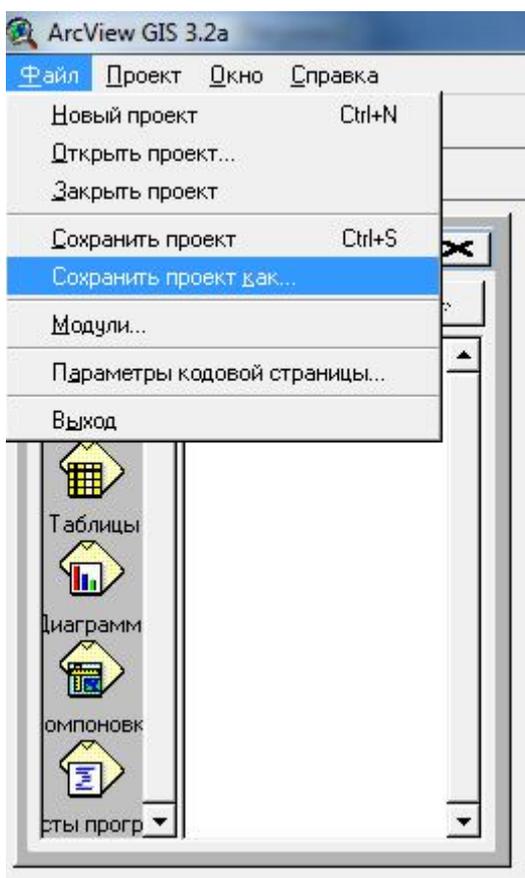


Рисунок 47 - Сохранение нового проекта

В появившемся окне, в левой его части задается имя проекта, в правой части выбирается размещение: в правой нижней части выбор диска (C, D, E и прочие), в правой верхней части – выбор папки (мы называем наш проект **lesson_13**):

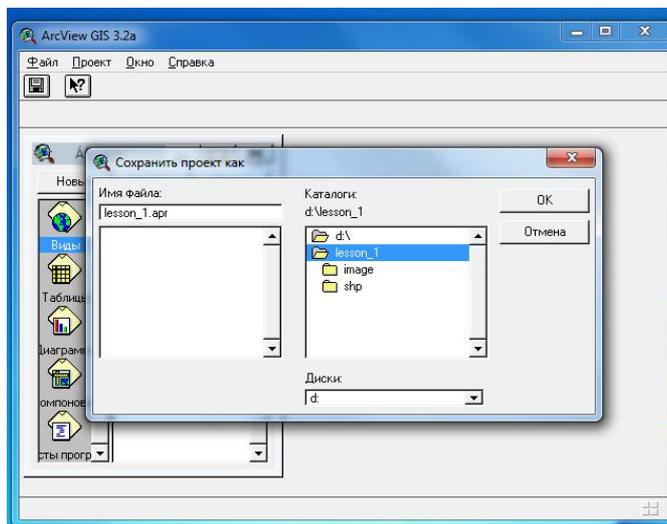
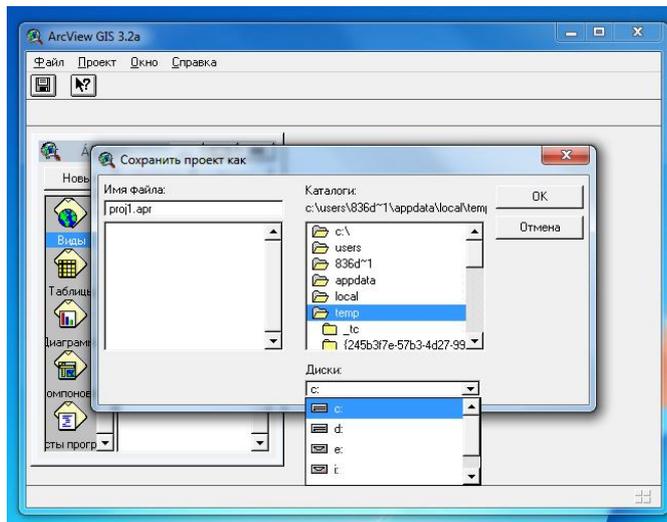


Рисунок 48 - Задаем имя нового проекта

Проекты ArcView имеют расширение ***apr***

4. Создаем новый вид:

Вариант 1 –клик по пункту «**Новый**»

Вариант 2 – двойной клик «**Виды**»

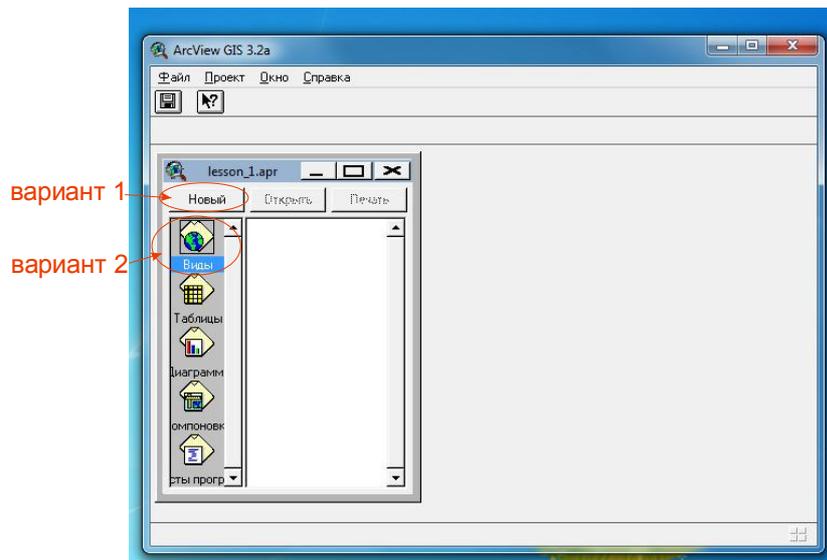


Рисунок 49 - Создание нового вида

5. Задаем свойства вида: Вид - Свойства

В поле имя – задаем соответственно имя.

Обязательно задать единицы карты и длины – соответственно тому, что требуется.

В 90% случаев используются метры.

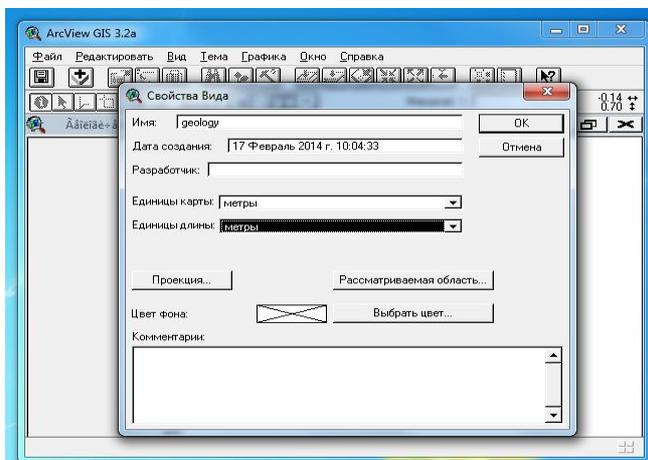
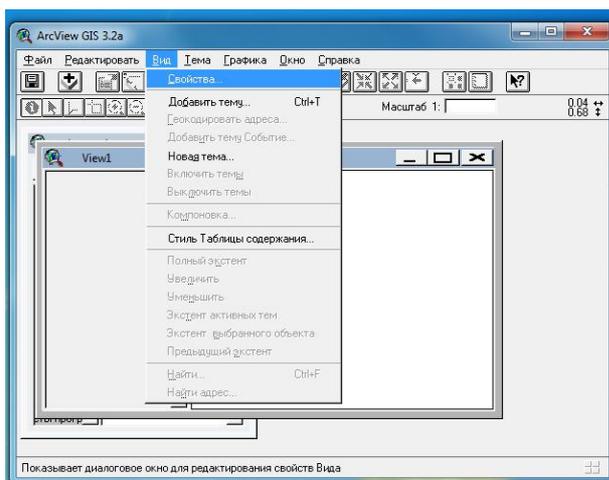


Рисунок 50 - Задание единиц карты и длины

6. **Добавляем растр в вид; Меню - Вид – Добавить тему -** выбираем местоположение нашего растра и тип исходных данных, выбираем **«Растровые данные»**

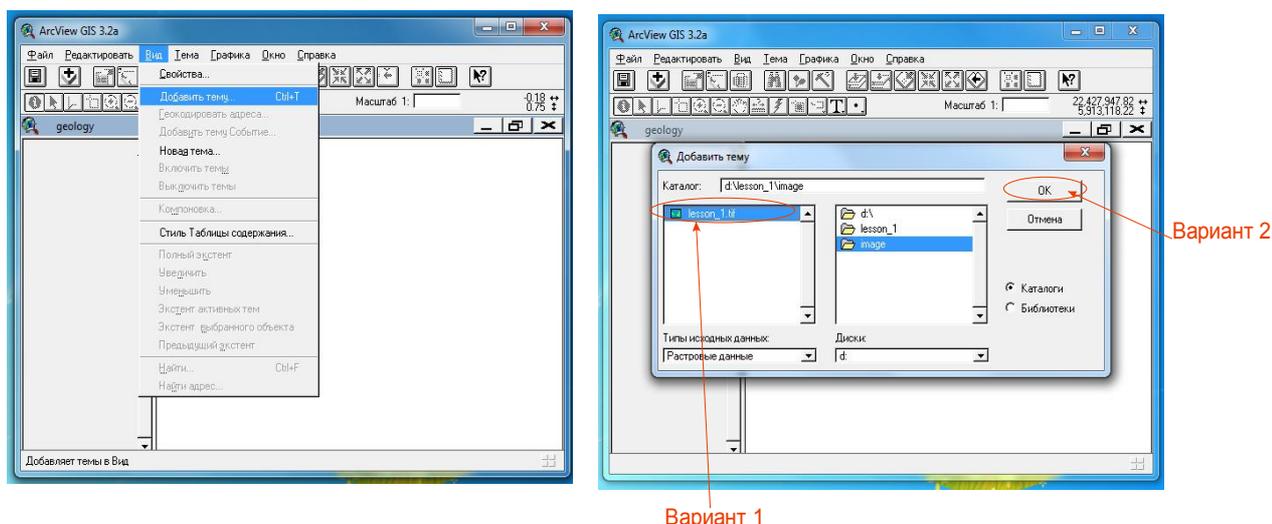
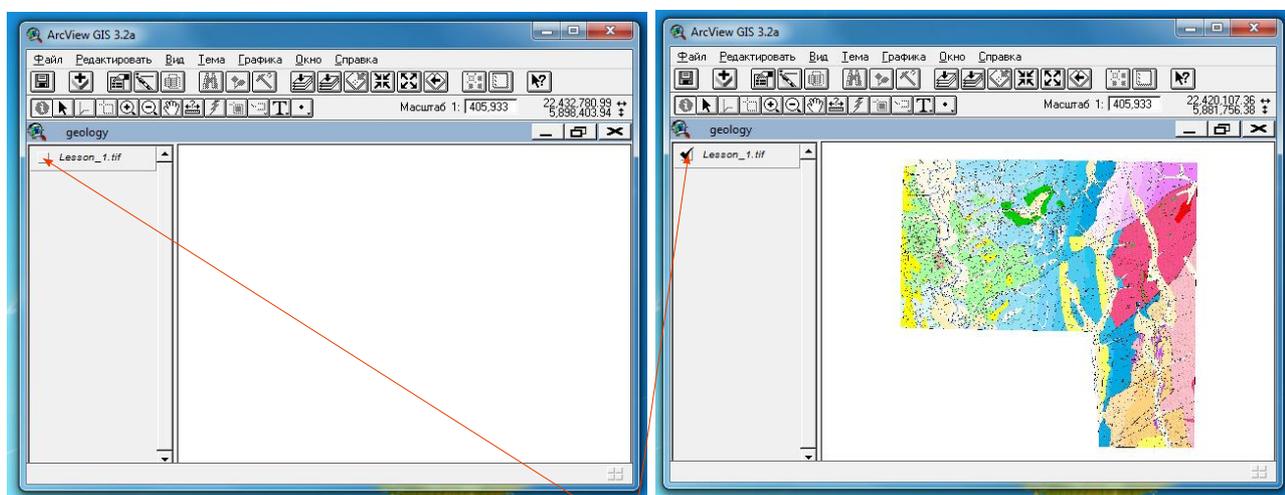


Рисунок 51 - Добавление растра в "Вид"

Наш растр называется **«lesson_13»**. Для добавления: Вариант 1 – двойной клик по названию, вариант 2 – клик на название растра + клик на **ОК**.

По умолчанию темы как векторные, так и растровые загружаются невидимыми.

Для отображения необходимо поставить галочку в прямоугольнике слева от названия темы.



видимость тем определяется галочкой

Рисунок 51.1. - Подключение слоя

7. Векторизация.

Наш план, карта, рисунок может состоять из множества тем.

Темы делятся на:

а. полигональные (замкнутый, площадной объект); б. линейные; в. точечные.

Используя дополнительные модули, мы можем преобразовывать одни темы в другие (собирать полигоны из полилиний, преобразовывать полигоны в линии, точки и еще множество операций).

7.1. Для начала выберем площадь, которую необходимо оцифровать. Для этого создадим новую тему: **Вид - Новая тема.**

Тип объекта - выберем полигон - **ОК.** Далее вводим название темы и место ее нахождения – назовем нашу тему **«kontur»** - и разместим ее соответственно в папке **shp**:

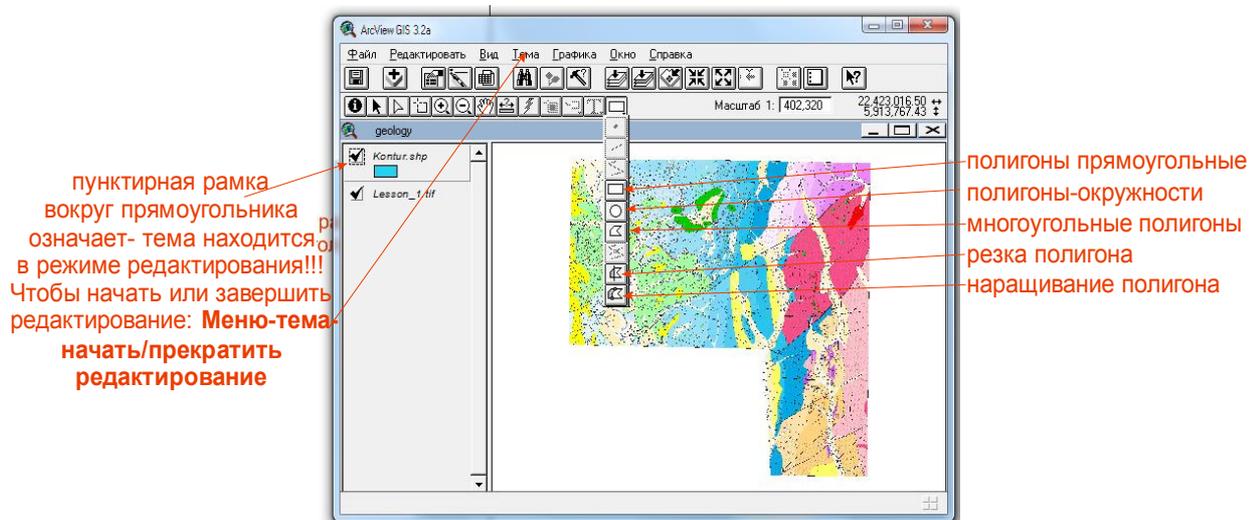
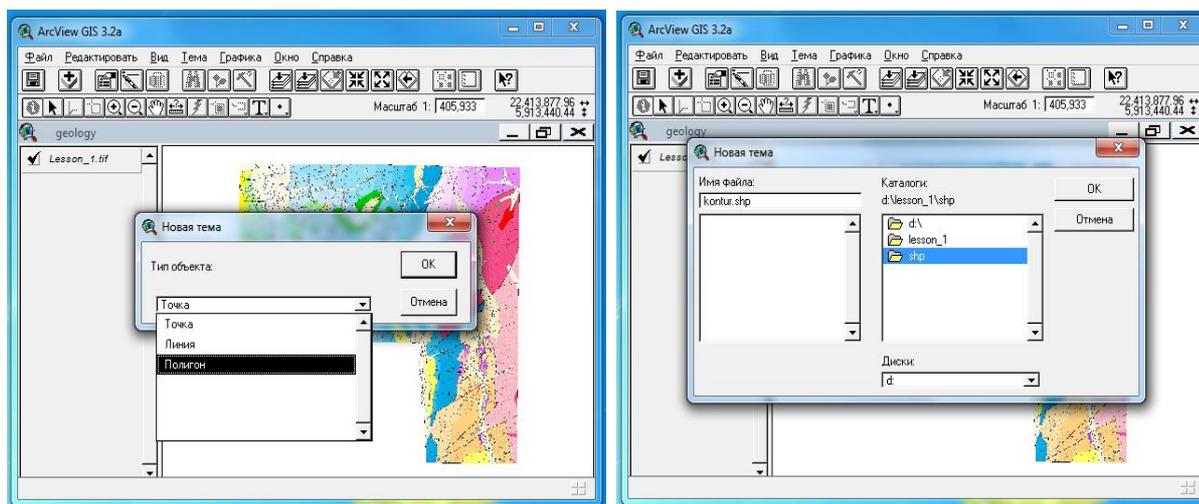


Рисунок 52 - Выбор полигона и тему, настраиваем легенду

Чтобы настроить легенду (параметры отображения нашей темы) необходимо дважды кликнуть на теме (в левой части рабочего окна):

Появится **окно - Редактор легенды**, при двойном клике на символе - появится **Окно символов.**

Первым делом выбирается **Тип легенды** - если мы хотим чтобы у нас все символы были одинаковыми, то выбираем **Отдельный символ**, если же необходимо задать разные

параметры отображения объектов (например, геологические границы достоверные будут сплошной линией толщиной 0,5 мм, предполагаемые – штрихпунктирной линией 0,5, разрывные нарушения достоверные - сплошной линией толщиной 1 мм, предполагаемые – штрихпунктирной линией 1 мм).

Выбираем - Уникальное значение или Цветовая шкала. В данный момент нам нужно: **Отдельный символ**:

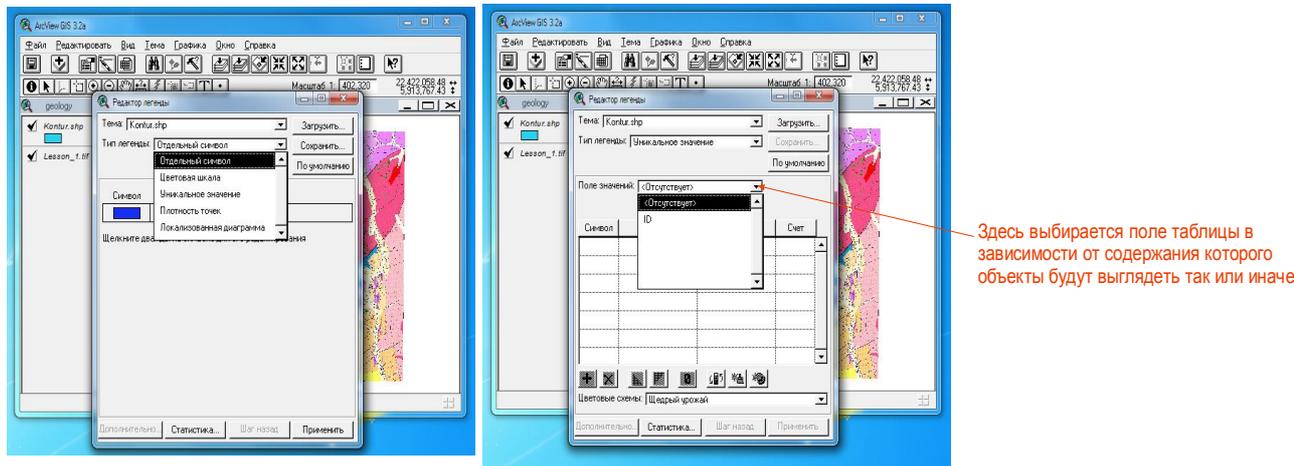


Рисунок 53 - Выбор типа легенды

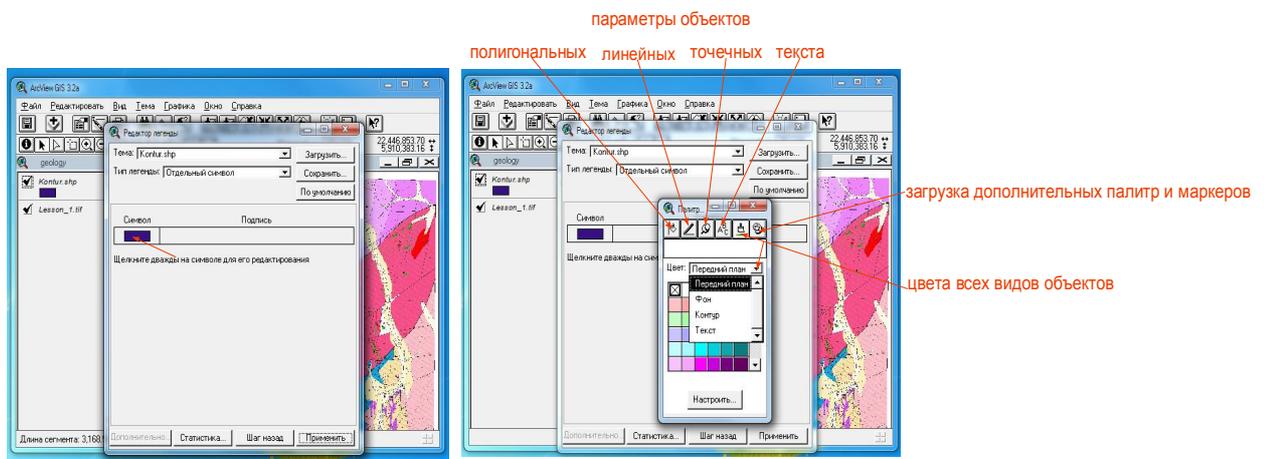
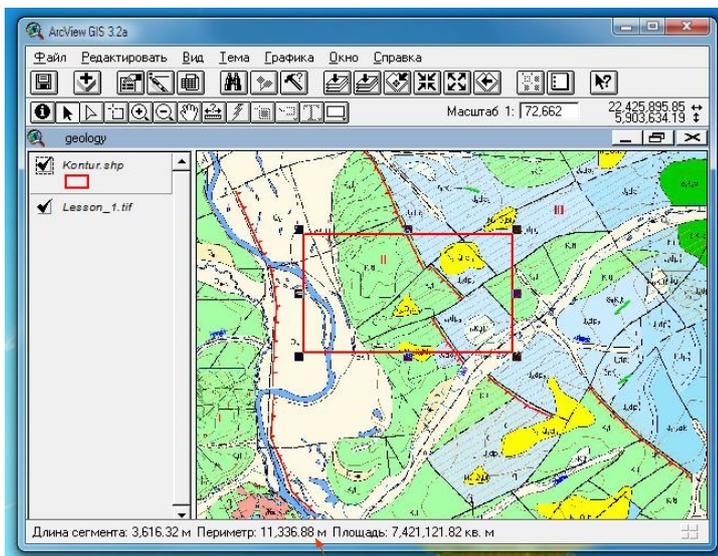


Рисунок 54 - Окно редактирования легенды

Легенда настраивается и редактируется по мере необходимости в любое время работы с проектом.

Создаем прямоугольник, в пределах которого будем векторизовать нашу работу:



Это параметры нашего полигона

Рисунок 55 - Выделение фрагмента геологической карты для векторизации

При завершении работы: Тема - Прекратить редактирование.

6.1. Отрисуем все геологические границы:

Создадим новую тему – линейную: Вид - Новая тема – тип объекта линия - ОК- **geol_gran.shp** (имя нашей темы). Не забываем выбрать размещение – папка **shp** в нашем рабочем каталоге.

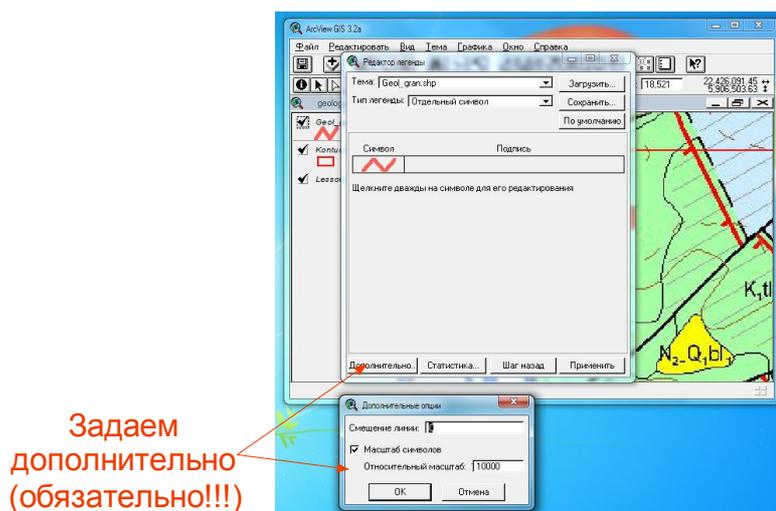


Рисунок 56 - Создание новой "линейной" темы

В окне Редактор легенды задаем толщину линии - 4, цвет красный (эти параметры у каждого могут быть свои, мы с вами для примера берем такие).

линии слегка
не доводим
друг до друга!!!

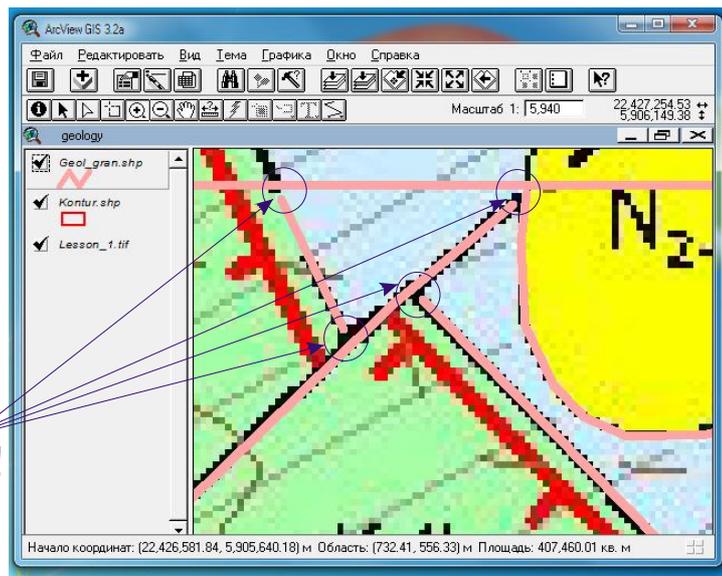


Рисунок 59 - Окно границ (не стыковать) отводимых частей объекта

Далее необходимо провести несколько подготовительных действий для конвертации полилиний в полигоны:

- подключить модули **Edit tool**

Для этого выбираем меню **Файл – Модули** - в открывшемся окне галочками отмечаем **EditTools (registered)** и **CS_3.0. Коллекция скриптов** (всего 2 модуля). "Кликаем" на **ОК**.

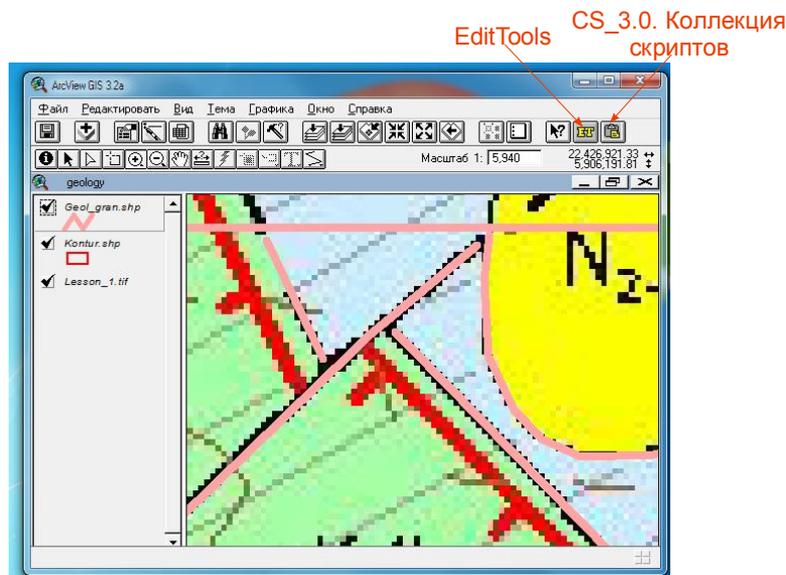


Рисунок 60 - Выбор модулей (инструментов) для конвертации полилиний
в ПОЛИГОНЫ

В панели инструментов появятся две иконки:

Кликаем

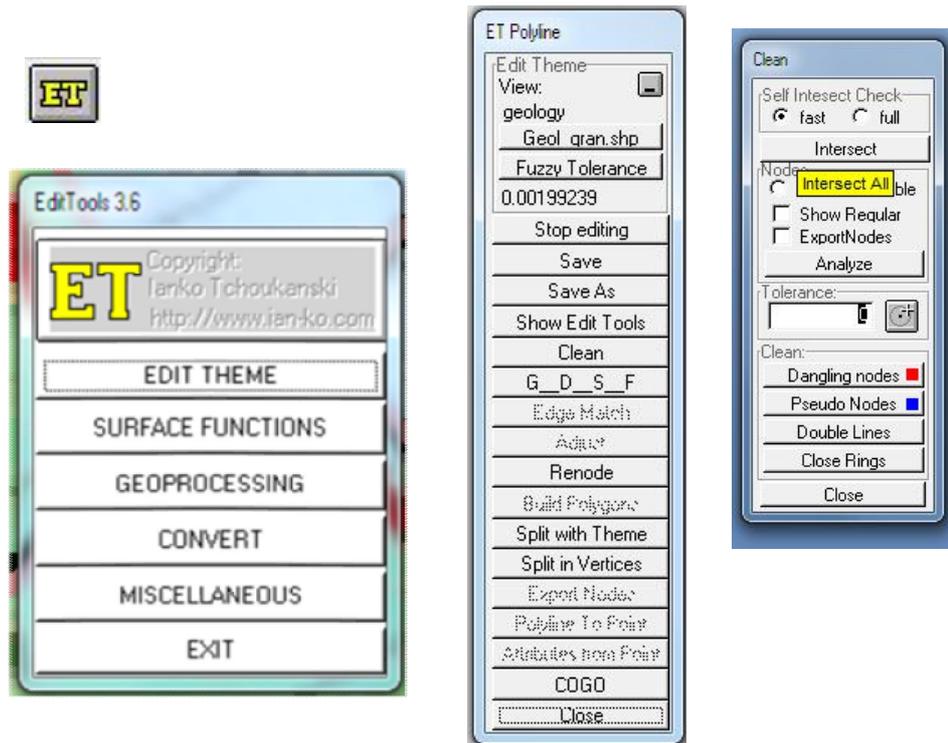


Рисунок 61 - Окна коллекции скриптов

В появившемся меню выбираем **EDIT THEME – Clean –**

1) **Intersect (fast)** - эта команда разобьет линии на участки , что необходимо для преобразования линий в полигоны.

2) **Double Lines** – уберет двойные линии (**метод fast**).

3) В зависимости от того как аккуратно вы векторизовали – может понадобится использовать **Dangling nodes, Pseudo Nodes** , что уберет лишние узлы.

Сделав чистку по всем необходимым параметрам "кликаем" - **Close**.

Теперь нам нужно АККУРАТНО замкнуть все линии.

В окне **ET Polyline** выбираем команду **Show Edit Tools**. Для удобства сделаем растр невидимым (выключим галочку слева от названия темы). Не забываем про подсказки в нижней части экрана (при наведении курсора на иконку). - Кликаем на инструмент

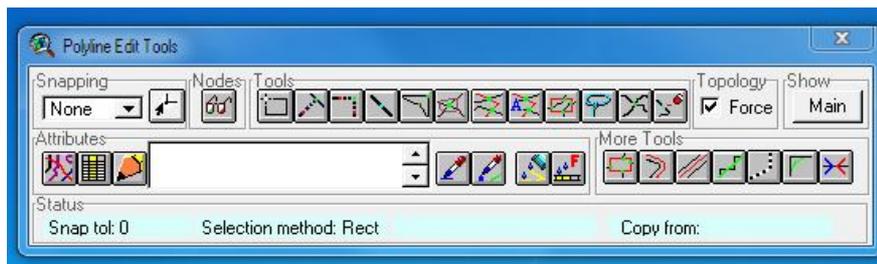


Рисунок 62 - Окно выбора инструментов

Нажимаем левую кнопку мыши на линии которую хотим продолжить (1) – и не отпуская кнопку тянем ее до линии - до которой нужно продолжить (2). Линия будет продлена ровно до требуемой линии:

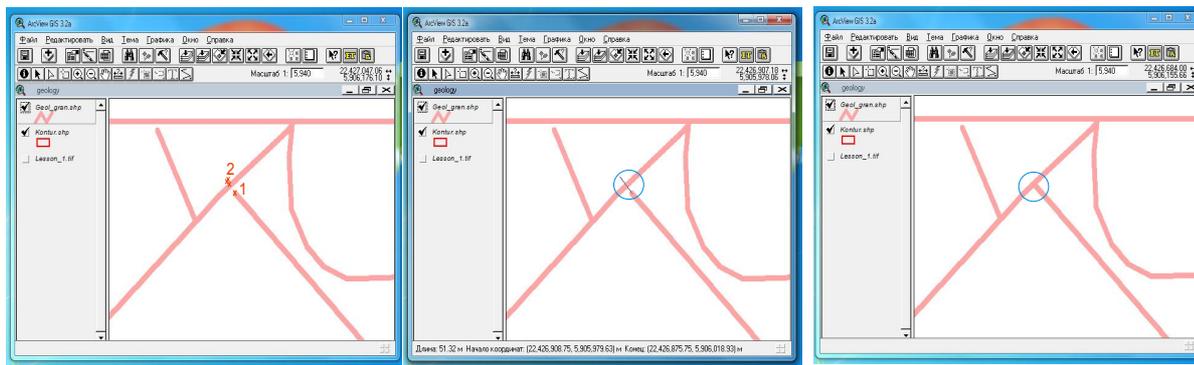


Рисунок 63 - Продление линий до нужной точки

Чтобы замкнуть линию саму на себя кликаем иконку  (второго модуля) – **ОК- Темы**

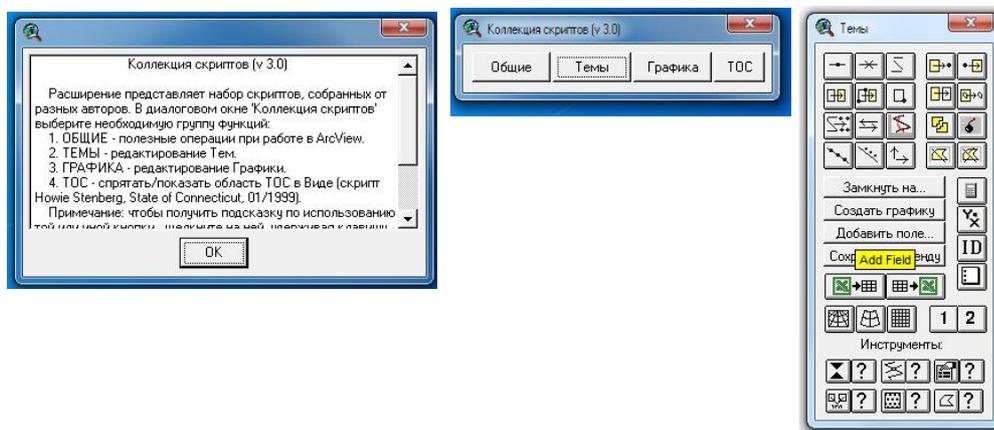


Рисунок 64 - Замыкание линий

Выбираем объект для замыкания указателем (черная стрелочка в основной панели инструментов). Выбираем иконку .

- Объект замыкается.

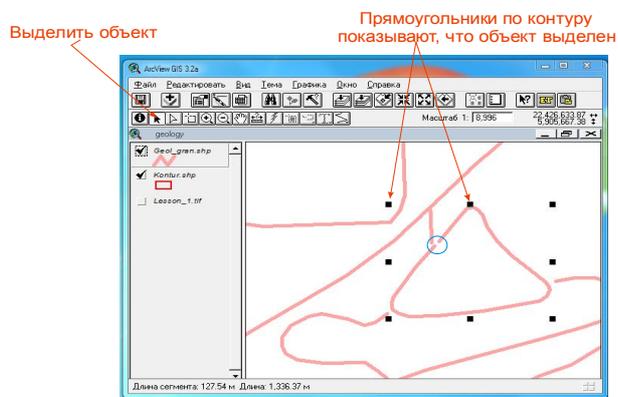


Рисунок 65 -Замыкание участка

Таким образом замыкаем все наши линии. Для проверки кликаем иконку - "ПРОВЕРКА КОРРЕКТНОСТИ УЗЛОВ"



Проверка корректности узлов



Рисунок 66 - Проверка корректности узлов

Все узлы должны быть зеленого, на крайний случай синего цвета. Красный цвет означает, что линия некорректно или вообще не замкнута. Такая линия при конвертации в полигоны будет попросту нераспознана.

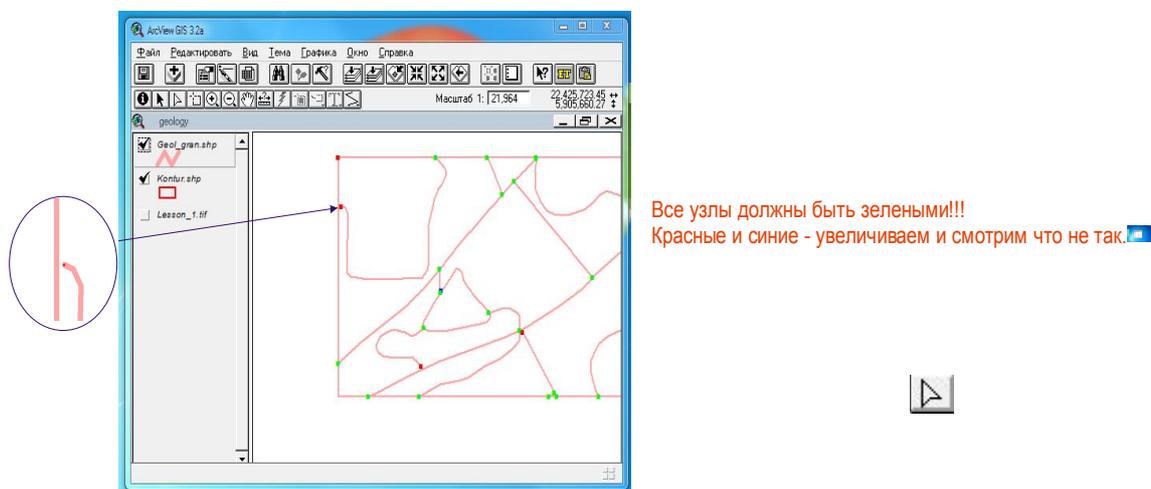


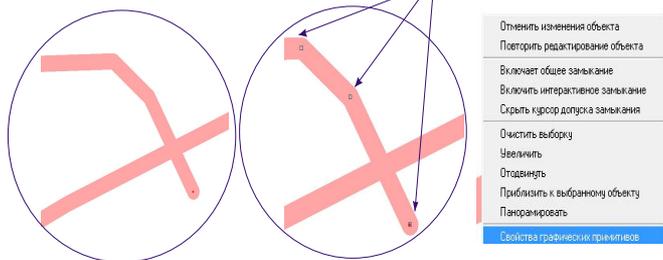
Рисунок 67 - Зеленый цвет указывает на корректность выполненной работы

Для правки узлов (передвижение, добавление, удаление) выбираем иконку и "кликаем" по требуемой редактирования линии.

Узлы отображаются квадратиками с черными контурами.

Чтобы добавить узел достаточно просто кликнуть в том месте, где он нужен (в пределах линии), так же можно его перетащить в любое место. Чтобы удалить ненужный узел – нажимаем и удерживаем правую кнопку мыши – из всплывающего окна выбираем «Свойства графических примитивов» - всплывает табличка с перечисленными узлами. Выбираем нужный и удаляем (выбранный узел отображается на линии черным залитым кружком).

При выборе линии инструментом отображаются узлы нашей линии



Узел активный (который будет удален)

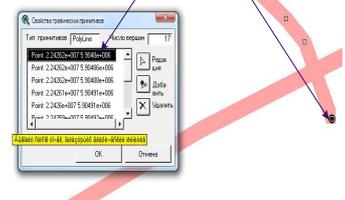


Рисунок 68 - Добавление узла

Когда все узлы подправлены снова запускаем проверку  узлов.

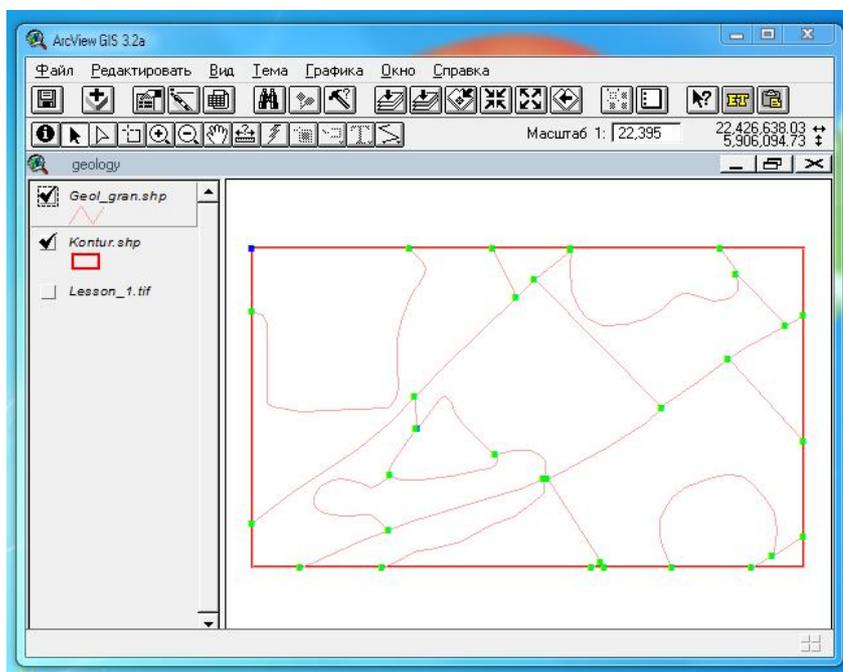


Рисунок 69 - Повторная проверка корректности узлов

После проверки запускаем: **Прекратить редактирование – Сохранить.**

Все лишние окна закрыть.

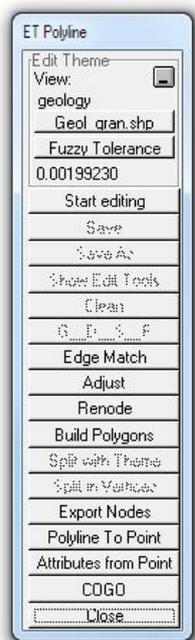
6.2. Конвертация полилиний в полигоны

Снова запускаем пакет инструментов

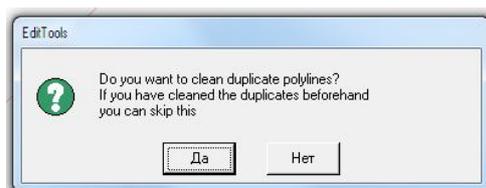
кликаем



Выбираем для редактирования нашу линейную тему **geol_gran.shp**



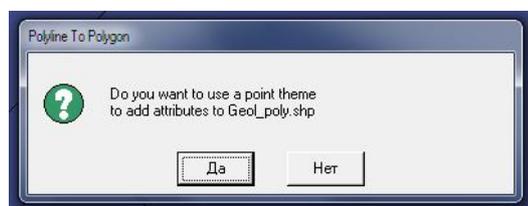
Выбираем строку Build Polygon



Здесь выбираем «ДА»

Рисунок 70 - Выбор инструментов для редактирования линейной темы

Далее предлагается выбрать местоположение и название темы (полигональной) - мы назовем **geol_poly.shp** (и конечно же разместим ее в нашем рабочем каталоге папке **shp**).



Здесь выбираем «Нет»

Рисунок 71 - Предложение использовать точечную темы игнорируем

Если вдруг у вас каких-то линий не хватает, возвращаемся к проверке узлов в нашей линейной теме – **100% брак там!**

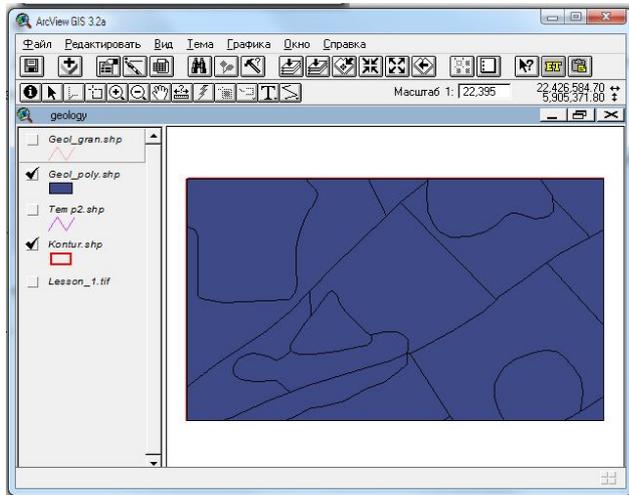


Рисунок 72 - Окно дорисовки недостающих линий

6.3. Кодируем полигоны согласно легенде.

Зададим легенду нашей полигональной теме - **черный незалитый контур**.

Вызовем таблицу активной темы  (**geol_poly**)

Вызов таблицы активной темы

Темы - как листки в стопке, выше всех

Приподнятая тема - активная - к ней относятся все наши действия, чтобы сделать тему активной клик на название

Настроим отображение наших полигонов

Рисунок 73 - Цветовая кодировка полигонов согласно легенде геологической карты

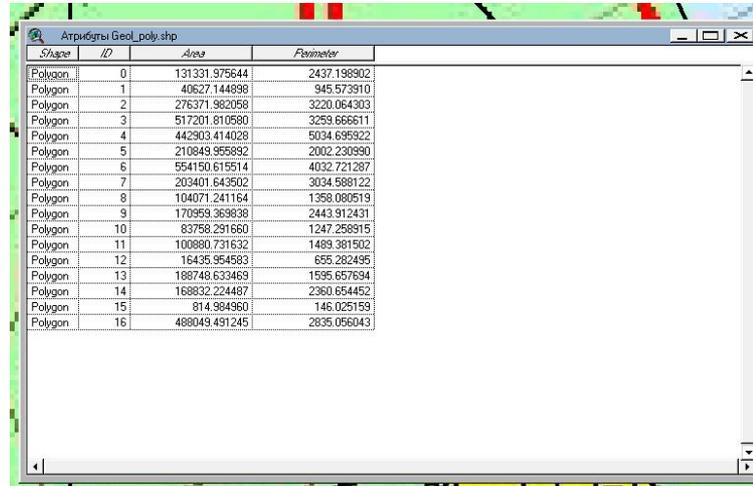
Мы видим, что по умолчанию программой созданы поля:

Shape – тип объекта;

ID- номер по порядку, присвоенный автоматически;

Area – площадь полигона;

Perimetr – периметр полигона.

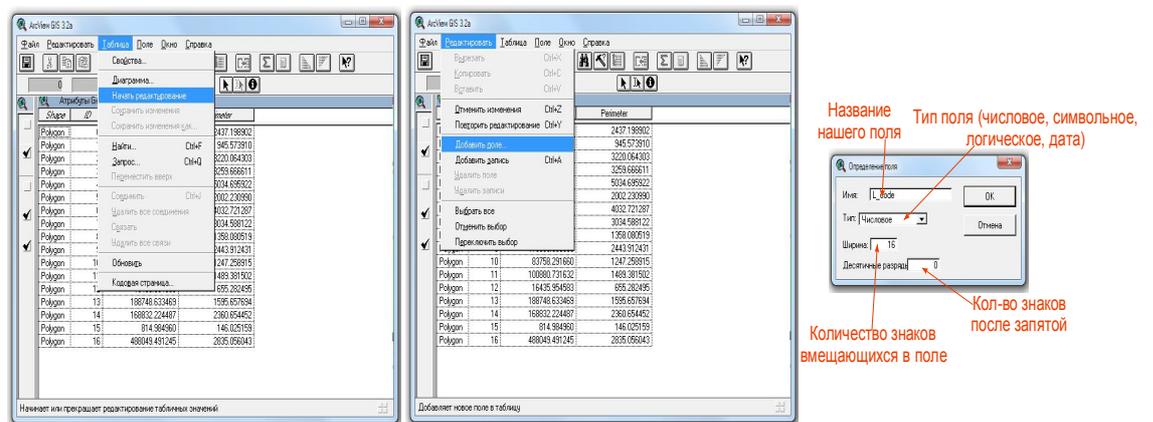


Shape	ID	Area	Perimetr
Polygon	0	131331.975644	2437.198902
Polygon	1	40627.144898	945.573910
Polygon	2	276371.982058	3220.064303
Polygon	3	517201.810580	3259.666611
Polygon	4	442903.414028	5034.695922
Polygon	5	210849.955892	2002.230890
Polygon	6	554150.615514	4032.721287
Polygon	7	203401.643502	3034.588122
Polygon	8	104071.241164	1358.080519
Polygon	9	170959.369838	2443.912431
Polygon	10	83758.291660	1247.258915
Polygon	11	100880.731632	1489.381502
Polygon	12	16435.954583	655.282495
Polygon	13	188748.633469	1595.657694
Polygon	14	168832.224487	2360.654452
Polygon	15	814.984960	146.029159
Polygon	16	488049.491245	2835.056043

Рисунок 74 - Окно кодирования полигона (выбора цвета)

Чтобы закодировать наши полигоны, согласно нашей легенды, создадим новое поле:

Таблица – Начать редактирование – Редактировать – Добавить поле



Название нашего поля

Тип поля (числовое, символьное, логическое, дата)

Кол-во знаков после запятой

Количество знаков вмещающихся в поле

Рисунок 75 - Создание таблицы кодирования полигонов

Переходим в Вид – закрываем  таблицу (в правом верхнем углу) - не перепутать со значком закрытия вида или проекта.

На нашем фрагменте карты – 5 возрастных подразделений (которые на геологической карте имеют свой определенный цвет - согласно геохронологической шкале), каждому из них присвоим свой номер:

Q& - 1000
 Nз-Qшbl – 2000
 Kшtl – 3000
 йKшtl – 4000
 Jхdpз - 5000

Выбираем объекты одного  типа (возраста) удерживая клавишу «shift»

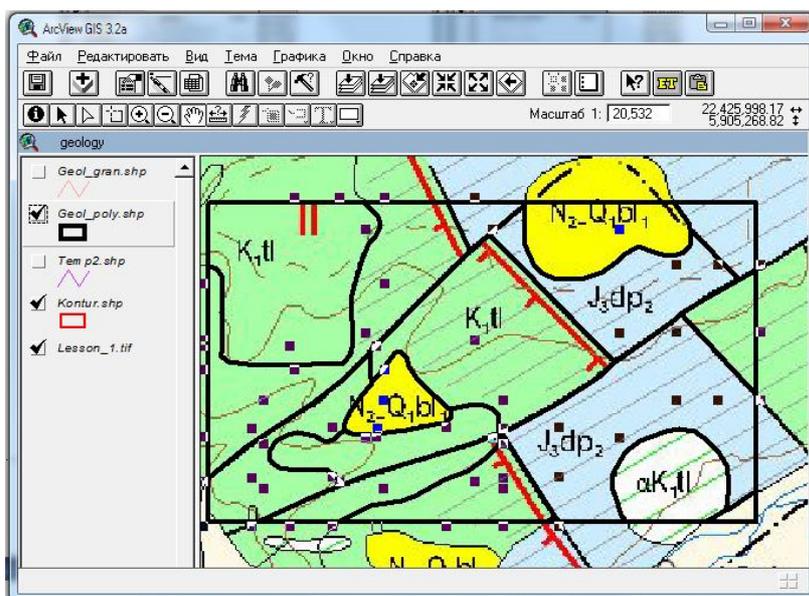
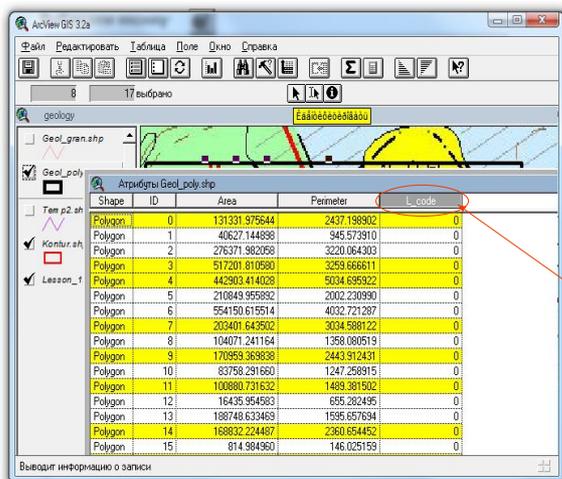


Рисунок 76 - Выбор полигона и раскраска

Откроем таблицу:



Столбец выделен темно-серым цветом - означает, что он активен, действия калькулятора будут применяться к нему, чтобы сменить активный столбец необходимо кликнуть по его названию.

Рисунок 77 - Объекты Вида

Желтым цветом выделены объекты, выделенные в **Виде**.

Вводить значения в ячейки таблицы можно двумя способами:

Способ 1. Берем инструмент  "кликаем" по ячейке, в которую хотим добавить значение, и вводим нужное (этот способ хорош при необходимости добавки или правки единичных значений);

Способ 2. (позволяет одновременно присвоить значения любому количеству ячеек в пределах одного столбца). Кликаем  иконку калькулятора – вводим 3000 (код который мы присвоили для КщтI) - ОК

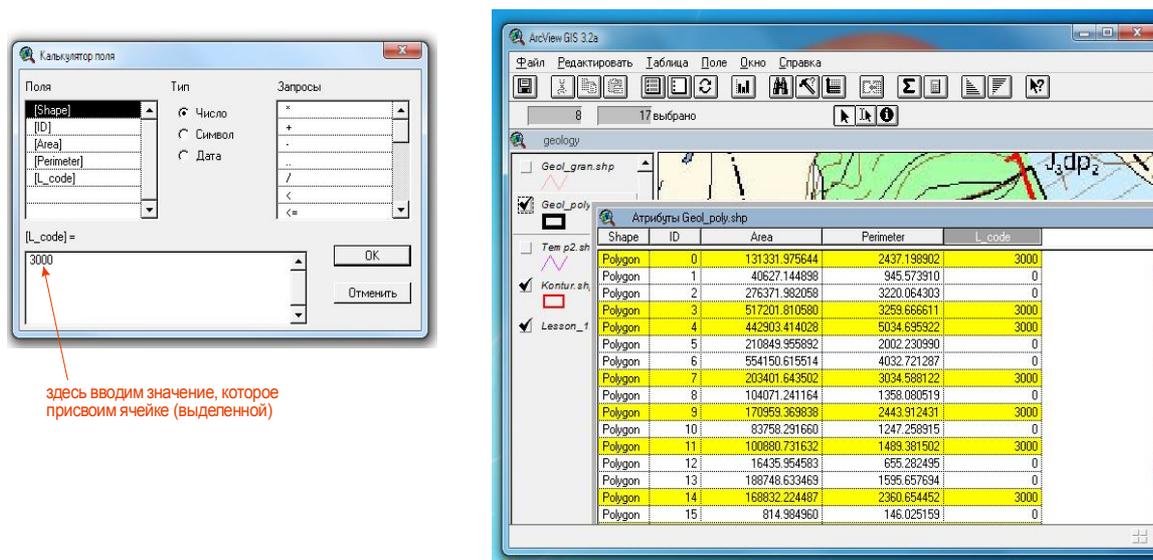


Рисунок 78 - Второй способ кодирования объектов

Подобным образом кодируем все наши полигоны.

Теперь необходимо, чтобы на карте наши полигоны закрасились согласно заданному коду: Заходим в редактор легенды (два раза кликаем по названию темы в виде)

Тип легенды – **Уникальное значение**

Поле значений – **L_Code**

Настраиваем цвета для каждой заливки – **применить:**

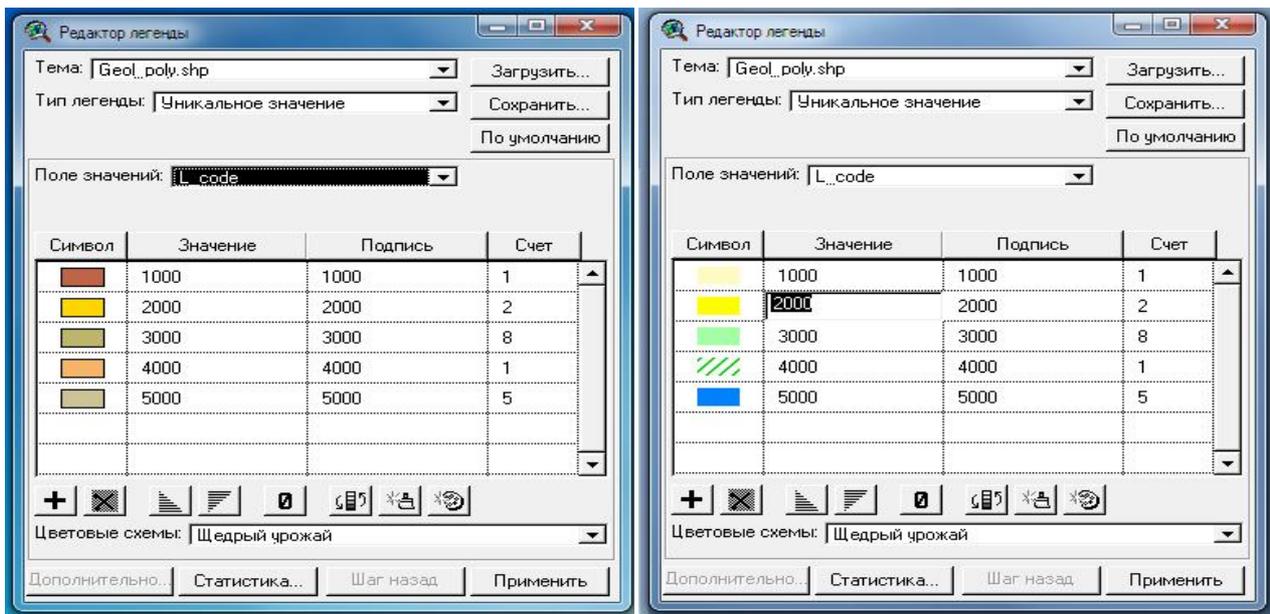


Рисунок 79 - Настройка цвета объектов легенды

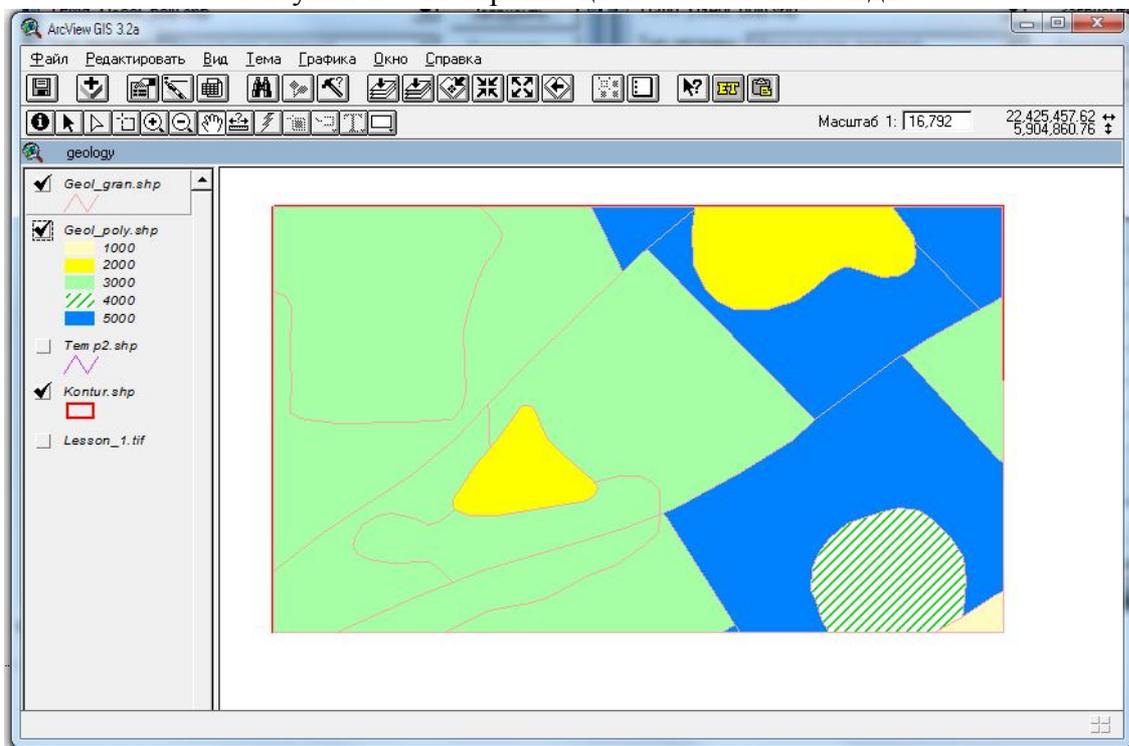


Рисунок 80 - Раскраска объектов полигона

6.4. Кроме **L_code** нам необходимо присвоить каждому полигону индекс (чтобы проставить индексы на карте). Для этого добавим еще один столбец в нашу таблицу:

Редактировать – Добавить поле – text – символьное – шириной 16 знаков.

Простой текст без какого-то специального формата символов (нижний, верхний регистр, значки нестратиграфических подразделений и прочее) можно вводить напрямую в ячейку или через калькулятор.

Важно – что при использовании калькулятора для ввода значений в текстовые ячейки значение вводится в кавычках!!!!

Для ввода нестандартного текста – выбирается шрифт из таблицы символов (меню ПУСК – Все программы – Стандартные – Служебные – Таблица символов). Наиболее распространен шрифт для индексирования геологических карт ArcIndex (ArcIndexnew и прочие).

Набор символов обязательно должен быть Windows: кириллица!!!

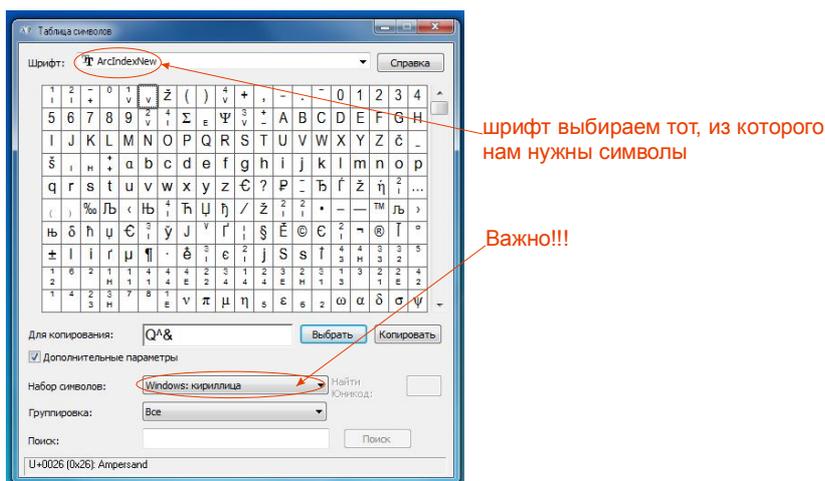


Рисунок 81 - Окно выбора индексов для объектов полигона

Выбираем нужные символы – нажимаем **копировать** и вставляем их в ячейки.

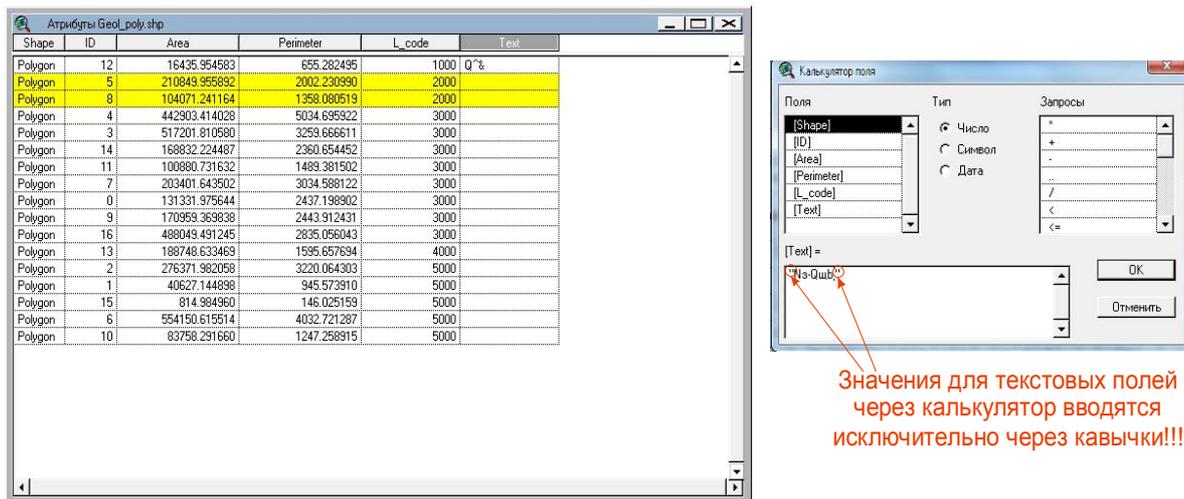


Рисунок 82 - Копированные символы вставляем в ячейки

Вот что должно получиться в табличке:

Shape	ID	Area	Perimeter	L_code	Text
Polygon	12	16435.954583	655.282495	1000	Q^%
Polygon	5	210849.955892	2002.230990	2000	Ns-Qшbl
Polygon	8	104071.241164	1358.080519	2000	Ns-Qшbl
Polygon	4	442903.414028	5034.695922	3000	Kшtl
Polygon	3	517201.810580	3259.666611	3000	Kшtl
Polygon	14	168832.224487	2360.654452	3000	Kшtl
Polygon	11	100880.731632	1489.381502	3000	Kшtl
Polygon	7	203401.643502	3034.588122	3000	Kшtl
Polygon	0	131331.975644	2437.198902	3000	Kшtl
Polygon	9	170959.369838	2443.912431	3000	Kшtl
Polygon	16	488049.491245	2835.056043	3000	Kшtl
Polygon	13	188748.633469	1595.657694	4000	Kшtl
Polygon	2	276371.982058	3220.064303	5000	Jхdps
Polygon	1	40627.144898	945.573910	5000	Jхdps
Polygon	15	814.984960	146.025159	5000	Jхdps
Polygon	6	554150.615514	4032.721287	5000	Jхdps
Polygon	10	83758.291660	1247.258915	5000	Jхdps

Рисунок 83 - Окончательная таблица символов объектов

7.6. Для выноса индексов в нашем виде есть три пути:

1. В полуавтоматическом режиме (будем кликать каждую отдельно);
2. В автоматическом режиме (выполнив команду будут подписаны все объекты или выделенные объекты);
3. В ручном режиме (создается просто графика – не привязанная к темам).

ВАЖНО: если в таблице какой-либо объект (или несколько) выделен – подписываться будет только он (они)!!!

Если не выделено ничего – подписи будут выданы по всем объектам!!!

Открываем наш Вид – в масштабе вида задаем масштаб 1:10 000 (это масштаб нашей конечной картинки).

Тема – Свойства – во всплывшем окне выбираем - **Подписи** (в левой части).

Поле подписи (то поле, в котором индексы прописаны в таблице)- **масштабировать** -
ОК

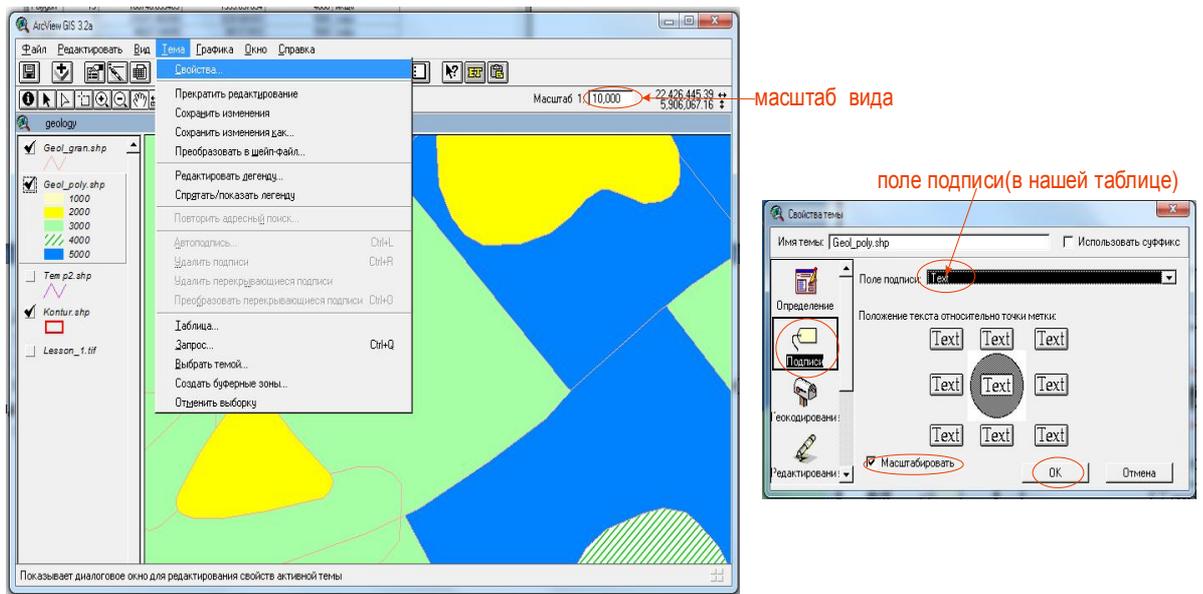


Рисунок 84 - Окно создания подписей

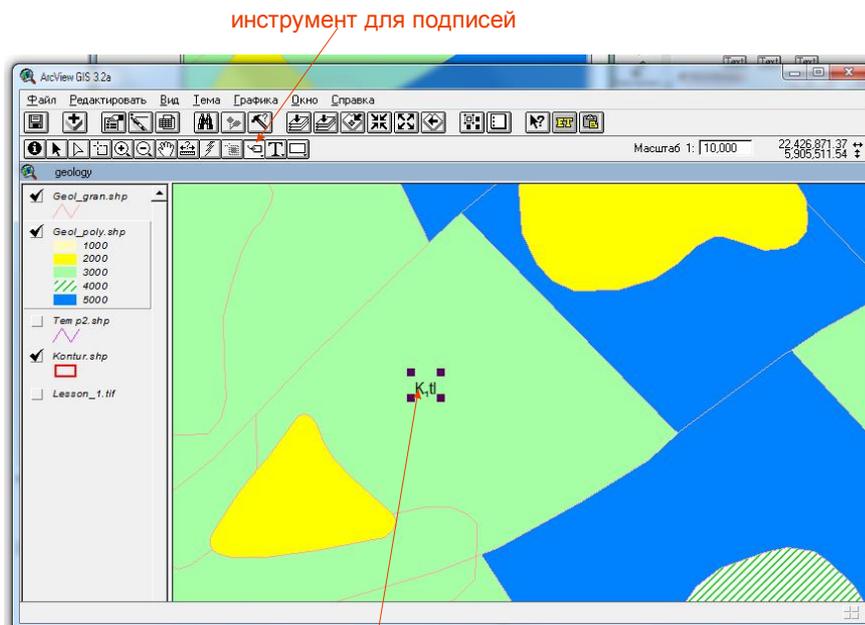
Окно – показать окно символов – настраиваем шрифт и размер наших подписей:



Рисунок 85 - Снятие темы с редактирования

Проверяем – тема должна быть снята с редактирования!!!!

Вариант подписи 1: берем  инструмент "кликаем" в том месте рабочего стола, где хотим подписать и - подписываем!!!



Кликнуть здесь

Рисунок 86 - Размещение индексов объектов

Вариант подписи 2: Тема – Автоподпись – выбрать нужные параметры - ОК

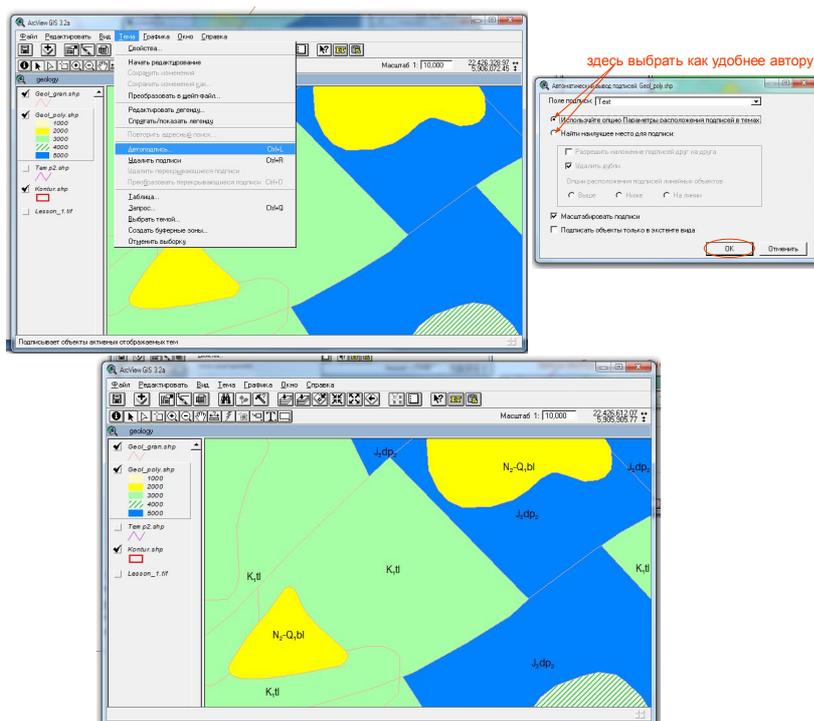


Рисунок 87 - Выбор нужных параметров подписи индексов и их расстановка

Вариант подписи 3: Берем  инструмент "кликаем" в том месте экрана где хотим создать подпись, появляется окно **Свойства текста**. В нем пишем текст (не забываем, что **шрифт мы настроили в окне символов**).

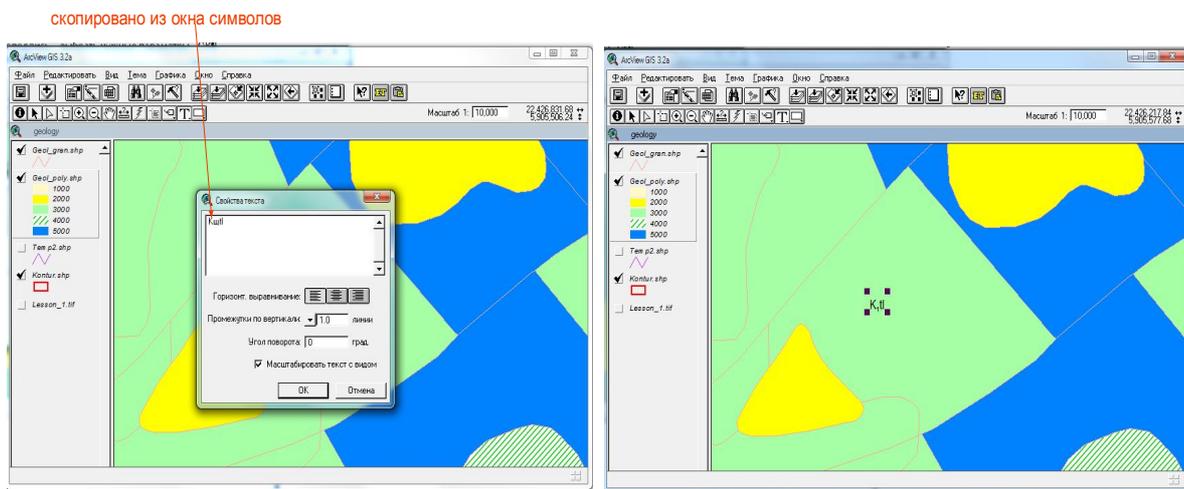


Рисунок 88 - Оформление прочих подписей

7.7. Границы кодируем аналогично полигонам :

Тема – Начать редактирование – открываем таблицу – добавляем поле (числовое)

L_code – кодируем линии.

У нас есть :

геологические границы достоверные - 10000

разрывные нарушения достоверные - 20000

фациальные границы – 30000

Настраиваем легенду

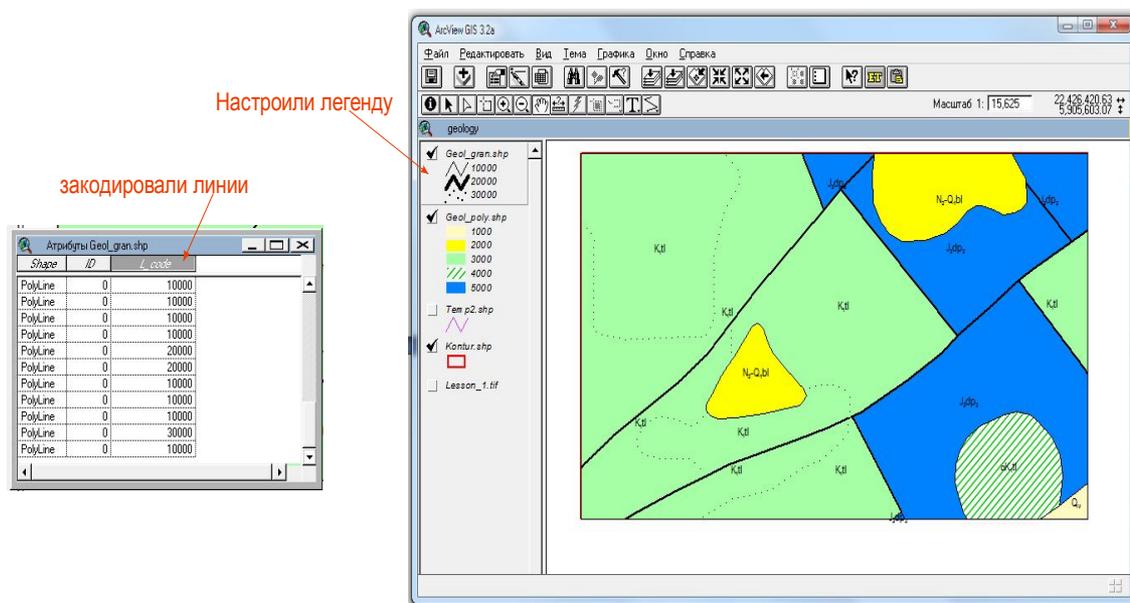


Рисунок 89 - Кодирование элементов линейной темы (границы, разломы и пр.)

8. Печать

Печать производят из компоновок.

Создаем компоновку:

Вариант 1 –клик по пункту «**Новый**»

Вариант 2 – двойной клик «**Компоновка**»

Меню **Компоновка – Свойства** – задаем имя компоновки, при необходимости выбираем привязку к сетке:

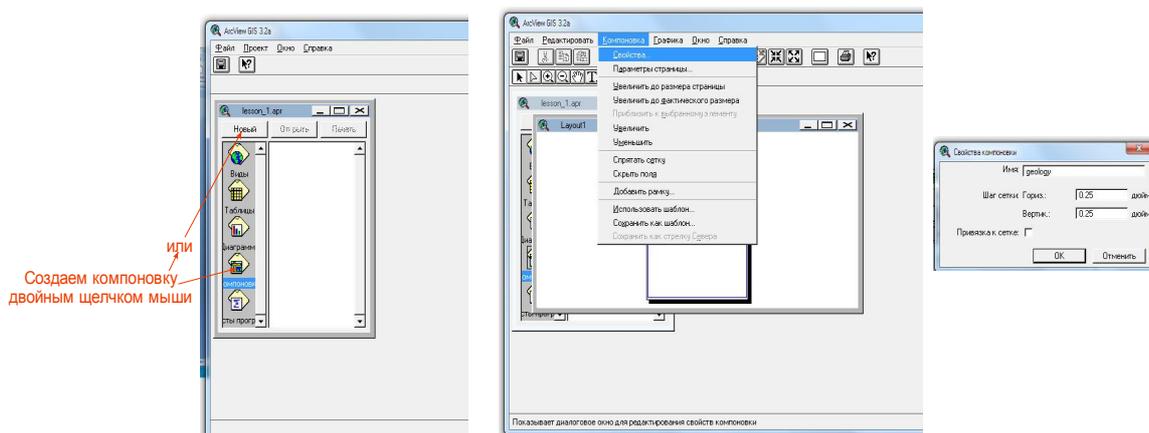


Рисунок 90 - Окна компоновки для настройки внешнего вида

В меню **Компоновка – Параметры страницы** настраиваются соответственно требуемым параметры страницы.

Чтобы добавить наш Вид в компоновку кликаем  инструмент (рамка вида) и растягиваем рамочку по листу, если содержимое не показывается полностью – растянуть за уголки рамки вида до нужного размера.

В окне - **Свойства рамки вида** выбираем собственно добавляемый **Вид - Масштаб** – заданный пользователем – **ОК**.

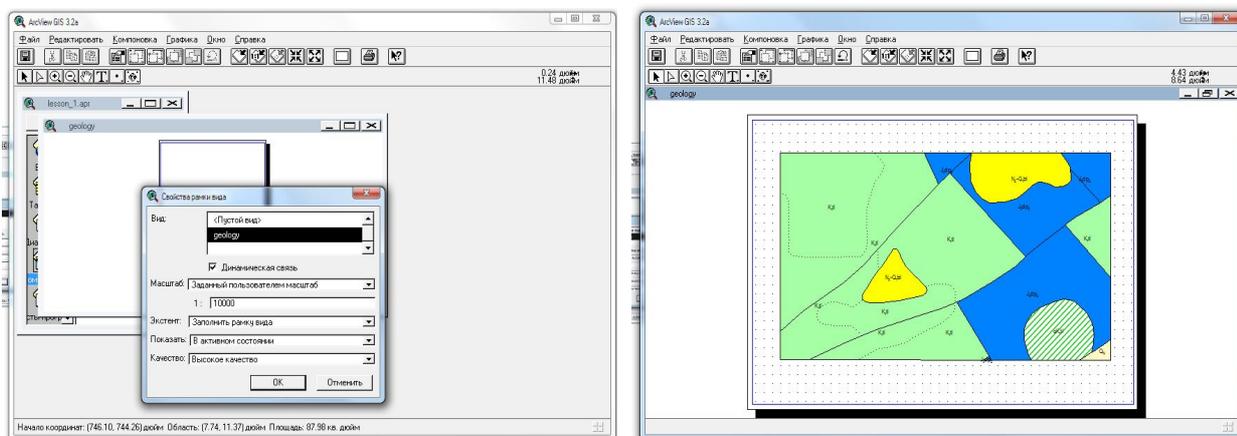


Рисунок 91 - Создание рамки объекта

Порядок операций при настройке компановки произвольный – можно сначала добавить рамку вида и по ней уже ориентироваться какие параметры страницы необходимы, можно наоборот.

Так же в компоновке можно добавить элементарные объекты – текст, полигоны, линии.

Важно – объекты созданные в компоновке будут «мертвой» графикой – она есть здесь и сейчас, не привязана (**Поэтому важно привязывать свои полигоны к координатам!**) и не зависит не от чего.

Файл – параметры печати – задаем соответственно параметры печати (принтер, бумага)

Файл печать.

ДПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ:

1. При наведении курсора – в левом нижнем углу рабочего пространства прописываются подсказки – что делает конкретная кнопка

2. Не путать понятия Тема и Графика. **Тема** – объекты имеют таблицу, в которой собрана вся требуемая информация, если добавить одну и ту же тему в разные проекты и поправить ее в одном, то она автоматически изменится и во втором!!!

Графика же статична – как мы ее настроили – в окне символов – так она и выглядит.

3. Если в проекте какая-либо **тема находится в режиме редактирования** – **графика работать не будет** – нельзя добавить объект графики, нельзя отредактировать или просто сдвинуть.

4. Наша подпись индексов – это графические объекты - они выгружены из темы, но сами по себе (буквы) информации об объекте не несут.

* "клик" – 1 щелчок левой кнопкой мыши.

двойной "клик" – 2 щелчка подряд левой кнопкой мыши с интервалом примерно 0,4 сек.

12. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ [18]

1. Введение в геоинформационные системы (ГИС) и ГИС-технологии
2. Основные понятия и определения геоинформатики.
3. Значение и роль ГИС в предметной области.
4. Пространственная послойная организация данных в ГИС.
5. Компоненты ГИС.
6. ГИС-технологии: основные составляющие, функции и характеристики.

Структурная организация ГИС-проектов.

7. Модели и анализ пространственных данных.
8. Аппаратное обеспечение ГИС. Вычислительная техника и специализированная

периферия для ГИС

9. Вычислительные платформы. Средства периферии (ввода и вывода).
10. GPS (спутниковые системы определения координат) и электронное геодезическое

оборудование.

11. Средства телекоммуникации.

12. Программные средства ГИС

13. Классы: Инструментальные ГИС. ГИС-вьюеры. Векторизаторы растровых изображений. Растровые и векторные ГИС.

14. Специализированные средства пространственного моделирования. Справочные картографические системы.

15. Средства обработки данных дистанционного зондирования. Функции. Ввод атрибутивных данных. Ввод пространственной информации. Создание баз данных всех типов. Запросы.

16. Пространственный анализ и цифровое моделирование геополей.

17. Организация пространственных данных. Растровое, растрово - векторное и векторное представления данных.

18. Преобразование (трансформация) пространственной информации. Стандарты и форматы обмена геоданными.

19. Информационная модель предметной области. Стандарты в области пространственной информации.

20. Атрибутивная информация в ГИС. Модели БД, используемых в ГИС.

21. Атрибутивные таблицы и идентификация объектов.

22. Импортрование данных других форматов и из других СУБД.
23. Информационные модели. Сравнительная характеристика распределенных экономических баз данных.
24. Элементы цифровой компьютерной картографии. Цифровая карта. Визуализация.
25. Конструирование цифровых моделей явлений, взаимосвязей, динамики.
26. Методы, программно – аппаратные средства и ГИС - технологии динамического картометрирования.
27. Работа со слоями и картами. Оверлей. Трансформация в заданную картографическую проекцию.
28. Картографическая генерализация и редактирование экономической информации.
29. Операции с картами. Электронные карты и атласы.
30. Тематические ГИС. Этапы проектирования ГИС
31. Построение и адаптация ГИС к конкретной предметной области.5
32. Особенности использования ГИС - технологий в различных прикладных сферах.
33. Информатизация сферы ГИС, статистического учета и анализа.
34. Применение ГИС – технологий при проведении исследований в предметной области
35. Муниципальные ГИС. Применение ГИС-технологий в статистическом анализе состояния предприятий и организаций, сфере маркетинга сырья.
36. Универсализм и всеобщность ГИС-приложений.
37. Новые сферы применения ГИС: экология, природопользование, геология, добыча полезных ископаемых и др.
38. Проектирование и создание информационных и управляющих комплексов в сфере геологии, горного дела, добычи и переработки полезных ископаемых.

13. ПЕРЕЧЕЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ

Автоматизированная справочно-информационная система (АСИС); АСИС документографическая; Агрегативные данные; Агрегация; Алгоритм векторизации; Аналитическая обработка; Аналитический прибор; Атрибут; Атрибутивные данные; Буферные зоны; Валентность; Векторизация; Векторные (объектные) модели ГИС; Векторный рисунок Векторный файл, Верификация Вершина (узел), Висячая дуга Внешний ключ, Внутренний идентификатор пространственного объекта, Генерализация, Геоинформационная система, Геокодирование, Геоид, Граф, Граф неориентированный, Граф ориентированный, Граф покрытия, Даталогическая модель ГИС, Дисторсия, Долгота, Запись

данных, Запись логическая, Запись физическая, Звено (ребро, дуга), Знак, Зона, Изоколы (растровой модели), Иерархическая модель, Интегрированные работы, Мифологическая модель, Кадастр, Квадратомическое дерево, Классификация, Координатные данные, Малый круг, Меридиан, Метаданные, Метрический снимок, Модели аналоговые, Модели динамические, Модели дискретные, Модели сильно типизированные, Модели слабо типизированные, Модели статические, Моделирование инвариантное, Моделирование информационное, Моделирование семантическое, Номенклатура, Обобщение, Оверлейные операции, Параллель, Первичный атрибут отношения, Пиксель (ячейка), Пилот-проект, Плоскость географического (астрономического) меридиана, Плоскость земного экватора, Позиционная точность координатных данных, Покрытие, Полигон, Пользовательский идентификатор, Пошаговая детализация, Предметная область, ПрIMITIV, Проекции произвольные, Проекции равновеликие, Проекции равноугольные, Проекционные преобразования, Псевдоузел, Разграфка, Растровая модель (растр) ГИС, Реляционная модель, Референц-эллипсоид, Слой, Собственно обобщение, Специализация, Сущность, Табличная форма представления моделей, Территориальные уровни использования ГИС, Тип, Типизация, Тип записи иерархической модели, Типы координатных данных в ГИС, Топологические свойства (фигур), Топологические характеристики, Топологическое описание (объектов ГИС), Трансформирование (ректификация), Узел висячий, Узел нормальный, Уровненная поверхность, Файл, Физическая модель ГИС, Фильтр, Фильтрация, Характеристики геоинформационных данных, Цифровая модель местности (ЦММ), Цифровое моделирование рельефа, Широта, Экземпляция, Экспертные системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предлагаемом учебном пособии представлены общие сведения о геоинформационных системах (ГИС), основные термины и понятия. Рассмотрены вопросы ввода данных и цифрования, приведены краткие характеристики основных ГИС. Даны общие представления о программном обеспечении ГИС фирмы ESRI–ArcFM, ArcInfo и ArcView. Материал содержит графические иллюстрации, поясняющие представленный теоретический курс и практические задания с пошаговой инструкцией для их выполнения.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 130101.65 "Прикладная геология", специализация Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых по дисциплине «ГИС - в геологии».

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 130101.65 Прикладная геология, специализация – Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скворцов, А.В. Геоинформационные системы в дорожном строительстве: справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. VI. / А.В. Скворцов, П.И. Поспелов, В.Н. Бойков, С.П. Крысин. – М. : ФГУП "ИНФОРММАВТОДОР", 2006.
2. Основы геоинформатики: В 2-х кн. Кн. 1 : учеб. пособие для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.
3. Основы геоинформатики: В 2-х кн. Кн. 2: учеб. пособие для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.
4. Майкл де Мерс. Географические информационные системы / Майкл де Мерс. – М. : Дата+, 2000.
5. Введение в Arc Info версии 7.1.1. – М. : ГИСпроект, 1998.
6. Введение в ArcView GIS. Рязань : РИНФО, 1999.
7. Настройка ArcView с помощью языка Avenue. – Рязань : РИНФО, 1996.
8. Берлянт, А.М. Геоинформатика: наука, технология, учебная дисциплина / А.М. Берлянт // Вестник Моск. ун-та. – 1992. – № 2. – С. 16 – 23.
9. Берлянт, А.М. К концепции развития ГИС в России / А.М. Берлянт, Е.А. Жалковский // ГИС-Обзорение, 1996. – С. 7 – 11.
10. Берлянт, А.М. Проблемы ГИС-образования в России / А.М. Берлянт, Е.Г. Капралов, И.К. Лурье // ГИС-Обзорение, 1994. – С. 52–53.
11. Симонов, А.В. Геоинформационное образование в России: проблемы, направления и возможности развития / А.В. Симонов // ИБ ГИС–Ассоциации, 1996. – № 3. – С. 54–55; № 4. – С. 54–55.
12. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. 071900. Информационные системы (по областям применения). – М., 1995.
13. Горев, А. Эффективная работа с СУБД / А. Горев, Р. Ахаян, С. Макашарипов. – СПб. – 1997.
14. Дейт, К. Введение в системы баз данных / К. Дейт. – М. : Мир, 1982.

15 Тиори, Т. Проектирование структур баз данных. В 2-х кн. / Т. Тиори, Дж. Фрай. – М.: Мир, 1985.

16. Лопандя А.В., Немтинов В.А. Основы ГИС и цифрового картографирования [Текст] : учеб. пособие / Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГУ», 2011. – 75 с.

17. Шишкин М.А., Калаус С.В., Давидан Г.И. Методическое пособие по составлению цифровых карт геологического содержания. Редактор: Н.В. Петушкова. Санкт-П-б: ФГУП «ВСЕГЕИ», 2012. - 207 с.

18. Голоскоков К.Н., Филиппова И.Г. Информационные технологии в экономике// http://nashaucheba.ru/v9628/Голоскоков_К.П.,_Филиппова_И.Г._сост._информационные_технологии_в_экономике.

19. Лебедев С.В. Цифровая модель карты эколого-геологического содержания в ГИС ArcGIS. Уч. пособие. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2008.

20. История ГИС. Информационные материалы ВСЕГЕИ им. Карпинского. Санкт-П-б. 2013.

21. Третьяков В.Ю., Селезнев Д.Е. Применение геоинформационных систем в геоэкологических исследованиях. Часть 1.: Учебно-методическое пособие. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008. – 113 с.

ISBN

22. Чуб А.В. Рекреационный потенциал Амурской области и его использование. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. Благовещенск, 2003. – С.12.

Рекомендуемая дополнительная литература

Коротаев М.В. Применение геоинформационных систем в геологии [Текст] : учеб. пособие / М. В. Коротаев, Н. В. Правикова. – 2-е изд. – М. :КД Университет, 2010. – 172 с.

Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. Учебник для вузов. Гриф УМО. 2010*

Королёв, Владимир Александрович Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем: учеб. Пособие: рек. УМО / В.А. Королёв; под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Книжный дом Университет, 2007*.

Коротаев М.В. Информационные технологии в геологии. Учебное пособие для студентов (бакалавров и магистров) геологических вузов. Рек. УМО / В.А. Королёв; под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Книжный дом Университет, 2012*

Пендин В.В. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии: Учебное пособие.. Гриф УМО, 2011*.

Трифорова, Т. А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях [Текст] : учеб. Пособие: рек. УМО / Т. А. Трифонова, Н. В. Мищенко, А. Н. Краснощеков. – М. : Академический Проект, 2005. – 350 с.

Скворцов А.В. Геоинформатика [Текст] : учеб. Пособие: рек. УМЦ / А. В. Скворцов. – Томск : Изд-во Томск. Ун-та, 2006. – 336 с. : рис. – Предм. Указ.: с. 325 .

**Татьяна Владимировна Кезина, доктор геолого-минералогических наук,
профессор : составитель**

«ГИС в геологии»: Учебное пособие по дисциплине / Методические рекомендации по выполнению практических работ для студентов специальности 130101.65 Прикладная геология, специализация Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых / Т.В.Кезина. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 123 с.

Учебное пособие

План АмГУ, 2013

Рецензенты:

Дюжев Сергей Валерьевич начальник отдела компьютерного
программирования ООО НПГФ «РЕГИС»

Моисеенко Наталья Валентиновна, к.г.-м.н., доцент кафедры ГиП АмГУ

Издательство АмГУ АмГУ. Подписано к печатиКомпьютерная верстка
Л.М.Пейзель. Формат 60x84/16. Усл.печ.л. 8,25. Тираж 200 экз. Заказ