

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»

Кафедра маркшейдерского дела, кадастра и геодезии

Составители

**Н. А. Кирильцева
Ю. М. Игнатов**

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Методические указания к практическим занятиям

Рекомендовано учебно-методической комиссией специализации
130404.65 «Маркшейдерское дело» в качестве электронного
издания для использования в учебном процессе

Кемерово 2014

Рецензенты

Игнатов Ю. М. – председатель учебно-методической комиссии специализации 130404.65 «Маркшейдерское дело»

Кирильцева Надежда Александровна, Игнатов Юрий Михайлович. Геоинформационные технологии в горном деле : методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 130400.65 «Горное дело», специализация 130404.65 «Маркшейдерское дело» очной формы обучения / сост.: Н. А. Кирильцева, Ю. М. Игнатов. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2014.– Систем. требования : Pentium IV ; ОЗУ 8 Мб ; Windows 95 ; (CD-ROM-дисковод) ; мышь. – Загл. с экрана.

Рассмотрены на практических примерах основы геоинформационного моделирования объектов основного цифрового плана (ОЦП) горных выработок и основные требования к проектированию цифровых топографических карт (ЦТК), цифровых топографических планов (ЦТП), прочих цифровых карт (ЦК) и цифровых планов (ЦП)

© КузГТУ, 2014

© Кирильцева Н. А.

© Игнатов Ю. М., 2014

Содержание

Введение.....	3
Занятие № 1. Объекты, явления и проявления горнодобывающей деятельности на уровне региона, предприятия и отдельного участка, их свойства и характеристики	6
Занятие № 2. Растровые изображения топографических карт и планов в геоинформационной среде	7
Занятие № 3. Привязка растрового изображения номенклатурного листа топографической карты к геодезической системе координат	12
Занятие № 4. Векторные карты ГИС	16
Занятие № 5. Текущий контроль	21
Занятие № 6. Векторизация растровых изображений топографических карт и планов	23
Занятие № 7. Изучение структуры и состава слоев ОЦП горнодобывающего предприятия	26
Занятие № 8. Формирование классификатора объектов ОЦП горнодобывающего предприятия.....	31
Занятие № 9. Текущий контроль	35
Занятие № 10. Векторизация фрагмента ОЦП горнодобывающего предприятия.....	35
Занятие № 11. Создание твёрдой копии ОЦП горнодобывающего предприятия.....	40
Занятие № 12. Моделирование пласта углей в ГИС по геодезическим и маркшейдерским измерениям.....	41
Занятие № 13. Текущий контроль	43
Занятие № 14. Моделирование горно-геологических данных в MicroMine	43
Занятие № 15. Моделирование горно-геологических данных в Surpac	59
Занятие № 16. Ввод в Surpac данных по скважинам.....	70
Занятие № 17. Текущий контроль	71
Литература.....	71

Введение

Целью методических указаний (МУ) является оказание методической помощи при изучении дисциплины «Геоинформационные технологии в горном деле».

В данных МУ на практических примерах рассмотрены

- *основы* геоинформационного моделирования объектов основного цифрового плана (ОЦП) горных выработок и
- *основные требования* к проектированию цифровых топографических карт (ЦТК), цифровых топографических планов (ЦТП), прочих цифровых карт (ЦК) и цифровых планов (ЦП), а также к ЦП горных выработок, перечисленные в ГОСТ 2.850-75, ГОСТ 2.857-75 «Горная графическая документация» (ГГД) и в [2-12].

Практические занятия, темы которых перечислены в табл. 1, дают возможность приобрести *навыки*

- подготовки исходной информации к построению ГИС и ЦП;
- регистрации растрового изображения топографической карты или топографического плана в среде ГИС;
- векторизации растрового изображения топографической карты или топографического плана;
- ввода в ГИС и ЦП атрибутивной информации, выражающей свойства реальных объектов горнодобывающей деятельности.

Практические задания выполняются после прочтения учебного пособия [1] с использованием программного обеспечения (ПО) *геоинформационной среды* MapInfo Professional версии 7.8 и выше, наиболее подходящей как для первого знакомства с элементами ГИС, так и для преподавания дисциплины «Геоинформационные технологии в горном деле».

Изучение учебного пособия [1] даёт представление

- о *принципах и методах геоинформационного моделирования* пространственной информации и

– о структуре данных ГИС (векторные и растровые слои, векторные объекты как цифровые геоинформационные модели реальных объектов).

Таблица 1

Практические занятия

Неделя семестра	№ лекционной темы	Наименование работы	Объем в часах	
			ОФ	ЗФ
1	1	Объекты, явления и проявления горнодобывающей деятельности на уровне региона, предприятия и отдельного участка, их свойства и характеристики	2	1
2	2	Растровые изображения топографических карт и планов в геоинформационной среде	2	1
3	2	Привязка растрового изображения номенклатурного листа топографической карты к геодезической системе координат	2	1
4	3	Векторные карты ГИС	2	1
5	1 – 3	Текущий контроль	2	–
6	3	Векторизация растровых изображений топографических карт и планов	2	1
7	4	Изучение структуры и состава слоев ОЦП горнодобывающего предприятия	2	–
8	4	Формирование классификатора объектов ОЦП горнодобывающего предприятия	2	1
9	3 – 5	Текущий контроль	2	–
10	5	Моделирование поверхностей в САПР и ГИС на основе регулярного и нерегулярного множества разведочных скважин	2	1
11,12	3 – 6	Моделирование пласта углей в САПР и ГИС по геодезическим и маркшейдерским измерениям	4	–
13	5, 6	Текущий контроль	2	–
14	7, 8	Моделирование горно-геологических данных в MicroMine	2	1
15	7, 8	Моделирование горно-геологических данных в Surpac	2	1
16	7, 8	Ввод данных по скважинам в Surpac	2	1
17	7, 8	Текущий контроль	2	–
ВСЕГО			34	10

Следующая информация будет способствовать качественному выполнению практических заданий в геоинформационной программной среде MapInfo Professional.

В MapInfo *векторные слои* хранятся в виде постоянных таблиц-слоев, каждый из которых имеет двуединое представление своих данных: графическое – в виде набора *векторных объектов* и атрибутивное – в виде *реляционной таблицы* (в среде MapInfo именуется «списком»). Графическое представление таблицы в MapInfo называют слоем карты, которая по желанию пользователя отрисовывается в рабочем окне *Карты*. В этом же рабочем окне могут быть показаны растровые, тематические слои и так называемый «косметический» слой, который используется для выполнения «черновых» графических работ. Его данные хранятся в специальной временной таблице.

Постоянная таблица хранится во внешней памяти компьютера как набор из не менее 4-х файлов: *.tab (текстовый файл), *.map (графические данные), *.dat (атрибутивные данные), *.id (индексный файл).

Для хранения рабочих настроек (перечней и параметров размещения окон и загруженных в них таблиц и проч.) используется текстовый файл *.wog, называемый «рабочим набором» (простейший аналог понятия «проект», используемого в большинстве ПО ГИС).

Полезно изучить *векторные операции*, выполняемые с ГИС-объектами в одном слое и межслоевые (оверлейные) векторные операции.

Основные операции, выполняемые с объектами-точками, объектами-полилиниями и объектами-областями:

- *создать*,
- *удалить*,
- *изменить стиль* представления объекта в окне карты,
- *перенести* (изменить координаты),
- *создать буферную зону*,
- *создать общий контур*,
- *объединить в комбинированный объект*,
- *разъединить комбинированный объект*,
- *создать общую для нескольких объектов буферную зону*.

Некоторые наиболее важные операции, выполняемые с объектами-полилиниями и объектами-областями:

- *преобразование типа объекта* (полилинию – в область, область – в полилинию),
- *сглаживание полилинии*,
- *обнажение вершин* (узлов) сглаженной полилинии,
- *изменение формы* полилинии или границы области путем добавления новых вершин и/или удаления существующих, или путём изменения их координат.

Аналогичные операции можно выполнять с объектами типа «линия», «сглаженный прямоугольник», «дуга», «окружность», «круг», поскольку они являются частными случаями объектов базовых типов (точка, полилиния, область).

Далее следуют рекомендации к выполнению практических заданий, предлагаемых практических занятиях, и контрольные вопросы, на которые нужно ответить письменно.

Занятие № 1

Объекты, явления и проявления горнодобывающей деятельности на уровне региона, предприятия и отдельного участка, их свойства и характеристики

Цель: научить студентов выделять и разделять геообъекты и гео явления горнодобывающей деятельности (а также их проявления), рассматривая их пространственные и непространственные свойства, а также топологические и иные соотношения на системном уровне.

Практические задания

Опираясь на материалы лекции № 1 «Цели и задачи цифрового моделирования пространственных объектов, явлений и проявлений горнодобывающего комплекса»,

- составить 3 перечня со следующими заголовками:

«Объекты горнодобывающей деятельности и их свойства на уровне региона, предприятия и отдельного участка»,

«Явления горнодобывающей деятельности и их свойства на уровне региона, предприятия и отдельного участка»,

«Проявления горнодобывающей деятельности и их свойства на уровне региона, предприятия и отдельного участка»;

– выделить логические, временные и топологические взаимоотношения объектов, явлений и проявлений типа «объект – объект», «явление – явление», «проявление – проявление», «объект – явление», «объект – проявление», «явление – проявление» также на уровне региона, предприятия и отдельного участка;

– построить общую классификацию объектов, явлений и проявлений горнодобывающей деятельности;

– ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Дать определение пространственного объекта. Привести примеры.
2. Дать определение пространственного явления. Привести примеры.
3. Дать определение проявления пространственного объекта. Привести примеры.
4. Дать определение проявления пространственного явления. Привести примеры.
5. Что такое топология ?
6. В чём заключаются топологические взаимоотношения (связи) реальных объектов и явлений.

Занятие № 2

Растровые изображения топографических карт и планов в геоинформационной среде

Цель: сформировать у студентов навыки обработки широко используемых в горнодобывающей деятельности растровых данных в геоинформационной среде.

Задание № 1

Дать определение следующих понятий:

– графическое изображение, растровое изображение, растр, растровый файл, растр как подложка в ГИС, растр как слой цифровой карты, растр как слой ГИС;

- сканированное растровое изображение, разрешение сканирования;
- цветные и серые растровые изображения;
- растровая система координат (РСК);
- растровые форматы данных, преобразование из одного формата в другой, методы сжатия растровых изображений, «сжатые» и «не сжатые» растровые файлы, наиболее часто употребляемые в ГИС растровые форматы;
- привязка растрового изображения к пользовательской системе координат (ПСК) или к картографической проекции;
- виды картографических проекций (СК-42 (понятие зоны), проекции Меркатора, цилиндрической, азимутальной проекций, проекции мира и полушарий);
- масштаб изображения (базовый – исходный картографический, экранный, масштаб изображения в отчете ГИС),
- растровый способ печати графических изображений;
- растровая модель данных;
- космические снимки поверхности Земли и данные аэрофотосъемки как растровые изображения.

Задание № 2

Изучить особенности представления растровых данных в программной среде ГИС на примере MapInfo Professional

Исходный практический материал

- Два растровых фрагмента карты-схемы г. Кемерово базового масштаба 1 : 15 000 (Рис. 1).
- Один растровый фрагмент топографической карты базового масштаба 1 : 200 000 (Рис. 2).
- Один растровый фрагмент топографической карты базового масштаба 1 : 100 000 (Рис. 2).
- Один растровый фрагмент топографической карты базового масштаба 1 : 50 000.
- Четыре растровых фрагмента плана горных работ шахты Завьяловская.

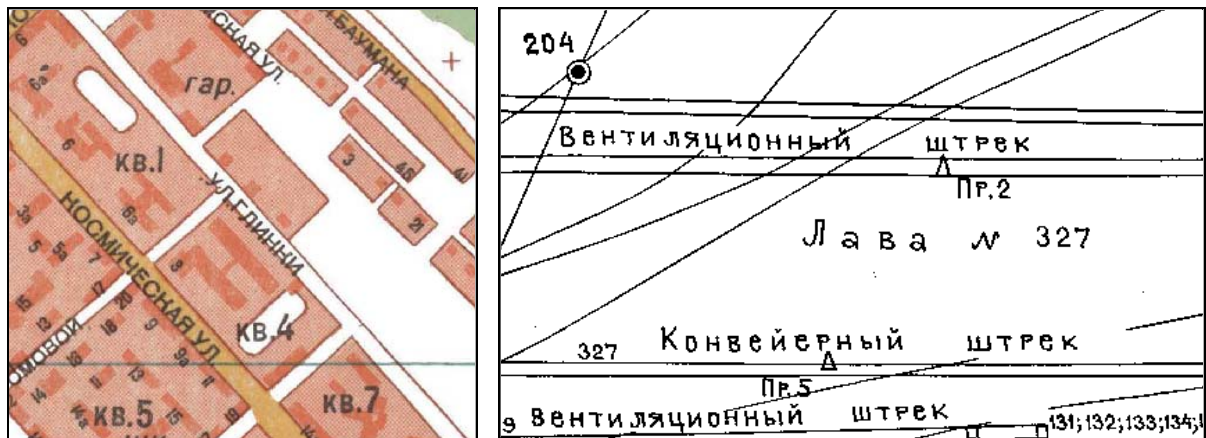


Рис.1. Растровые изображения фрагментов номенклатурных листов топографических планов г. Кемерово (слева) и шахты Завьяловская



Рис.2. Растровые изображения фрагментов номенклатурных листов топографических карт базовых масштабов 1:200 000 (слева) и 1:100 000

Порядок выполнения задания № 2

1. Обратить внимание на тип и имена файлов. Выделить среди файлов текстовые и растровые.
2. Прочитать и осмыслить содержимое текстовых файлов.
3. Загрузить MapInfo Professional и ознакомиться с функциями его стандартного пользовательского интерфейса.
4. Открыть один фрагмент карты-схемы Кемерово как *растровое изображение* и настроить его экранное представление

(яркость, контрастность, прозрачность). Предварительно сделать копию текстового файла с именем растрового изображения и расширением TAB.

5. Найти в меню «Карта» возможности вывода на экран значений координат точек растрового изображения и проанализировать их значения.

6. После выполнения заданий 5, 6 закрыть таблицу с растровым изображением и восстановить копию.

7. Открыть тот же самый растр, но уже как таблицу MapInfo.

8. Проанализировать значения координат различных точек изображения.

9. Снять (посмотреть) и записать в рабочую тетрадь координаты точек привязки всех представленных для практической работы растровых изображений и показать их на схемах привязки растров (в рабочей тетради), указав систему координат (СК).

Например, так можно выполнить пункт 10, работая с растровыми фрагментами карты-схемы г.Кемерово:

– Пользуясь меню: «Таблица» → «Растр» → «Подстройка изображения», улучшить качество изображения на экране.

– Определить ПСК карты-схемы (меню: «Таблицы» → «Растр» → «Регистрация изображения» → «Проекция»).

– Вывести на экран и выписать в таблицу (по форме Табл. 2) координаты точек привязки растрового фрагмента (меню: «Таблицы» → «Растр» → «Регистрация изображения»), а также из файла *.tab, открыв его для просмотра с помощью любого текстового редактора. «*» в имени файла означает любое имя (но такое же, как у файла с растровым изображением).

Таблица 2

№ точки	Координаты точки в РСК		Координаты точки в ПСК	
	X	Y	X	Y
1
...

10. Изменить привязку 4-х растровых фрагментов цифрового плана горных работ шахты Завяловская, привязав их к СК «План, м».

11. Преобразовать фрагмент любой топокарты к системе координат (СК) «долгота/широта» и к картографической проекции Меркатора.

12. Загрузить фрагменты всех топокарт в разные рабочие окна MapInfo и сравнить насыщенность и элементный состав картографических изображений, а также размеры ячеек картографических сеток карт разных базовых масштабов.

13. Загрузив в одно рабочее окно три фрагмента топокарт разных масштабов и используя функции включения и отключения видимости слоев карты MapInfo, найти зону перекрытия изображений, сравнить их картографическое представление и измерить расстояние между парой любых объектов на каждой из трех топокарт (в каждом из трех слоев). Оценить расхождение значений координат точек на картах разных базовых масштабов.

14. Изменить прозрачность двух вышележащих слоев таким образом, чтобы были видны нижние слои карты.

15. Сохранить на жестком диске в собственном рабочем каталоге (который нужно создать и в дальнейшем обучении использовать) копию любого фрагмента топокарты или плана.

Контрольные вопросы

1. Какие системы координат используются для представления данных цифровых планов?

2. Какие единицы измерения осей координат используются в цифровых планах?

3. Могут ли значения координат объектов цифрового плана быть вещественными числами?

4. Могут ли координаты пикселей в растровой системе координат быть отрицательными числами?

5. Как Вы понимаете термины «яркость», «контрастность», «прозрачность» в применении к растровым изображениям цифровых планов и карт?

6. Какие растровые данные называют «базовыми» и почему?

7. Какие Вы знаете форматы растровых данных ?

Занятие № 3
Привязка растрового изображения
номенклатурного листа топографической карты
к геодезической системе координат

Цель: научить студентов привязывать картографические растровые изображения к геодезической системе координат.

Задание № 1

Изучить образец привязки растрового изображения к СК-42 (регистрации в СК-42).

Порядок выполнения задания № 1

1. Из папки ...\\Образец\... открыть в MapInfo растровый слой «N-46-IV Краснотуранск Хакассия», который содержит привязанное к СК-42 (проекция Гаусса-Крюгера (Пулково, 1942г.)) растровое изображение сканированного фрагмента топографической карты части территории Сибири в районе административной границы двух субъектов Российской Федерации: Красноярского края и Хакаской автономной области масштаба 1:200 000. Обращение к растровому слою производится через одноименный файл с расширением «tab».

2. Отменить масштабный эффект (меню: «Карта» → «Управление слоями...» ...). Теперь растровый открытый слой будет виден в окне карты при любом экранном масштабе.

3. Рассмотреть изображение растрового слоя (при различных экранных масштабах) и найти в его левой верхней части перекрестие картографической сетки с координатами (16384, 6040) (Рис. 3).

4. Это координаты данного перекрестия картографической сетки в СК-42. Единицы измерения координат – километры. Соответственно, в метрах координаты данного перекрестия: (16384000, 6040000). Номер зоны – 16.

5. Шаг координатной сетки топографической карты масштаба 1:200 000 составляет 4 км = 4000 м, Учитывая этот факт, вычислить координаты *четырех крайних перекрестий*

координатной сетки (Рис. 3) и записать их в свою рабочую тетрадь.

6. Через меню: «Таблица» → «Растр» → «Регистрация изображения...» получить доступ к значениям координат четырех крайних перекрестий – точек (Рис. 4). (Эти точки были использованы при привязке растрового изображения фрагмента топографической карты карты к СК-42). Сравнить значения координат точек привязки с вычисленными в пункте 4 значениями. Они должны совпадать для каждой точки привязки.

7. Выбирая мышкой ту или иную точку и нажимая на кнопку «Показать», убедиться в правильном размещении точек привязки на растре.

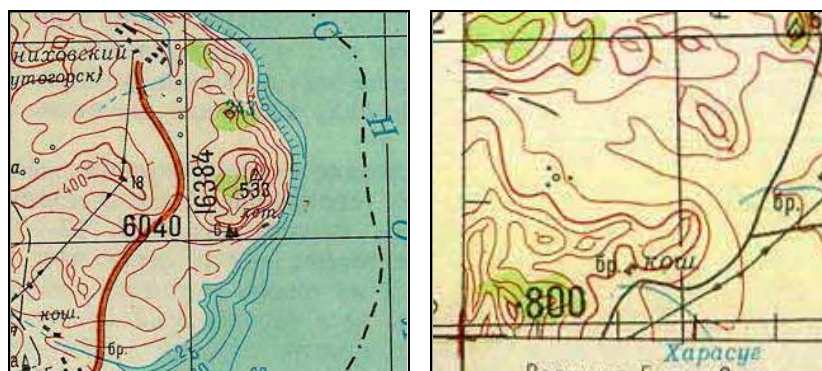


Рис. 3. Фрагменты растрового изображения номенклатурного листа топокарты масштаба 1:200 000 «N-46-IV Краснотуранск Хакассия»

Задание № 2

Привязать к СК-42 растровые изображения двух номенклатурных листов топографической карты масштаба 1:200 000.

Порядок выполнения задания № 2

1. Открыть в MapInfo в другом окне карты растровое изображение другого картографического фрагмента, которое еще не зарегистрировано в ГИС, без *регистрации* и внимательно рассмотреть ее содержимое и зарамочное оформление.

2. Найти на растре перекрестие (одно или более) с указанием координат в угловых градусах и минутах в его

центре и выписать в тетрадь значения этих координат в скобках, на первом месте указывая значение X, на втором (после значка «;») – Y.

3. Оценить, параллельны ли линии найденного в пункте 1 перекрестия осей координат растровой системы координат (РСК) изображения (то же – сторонам окна карты).

4. С помощью стороннего графического программного средства (например, Photoshop или др.) – если необходимо – повернуть растровое изображение так, чтобы горизонтальные линии границы зарамочного оформления фрагмента карты были параллельны оси координат X.

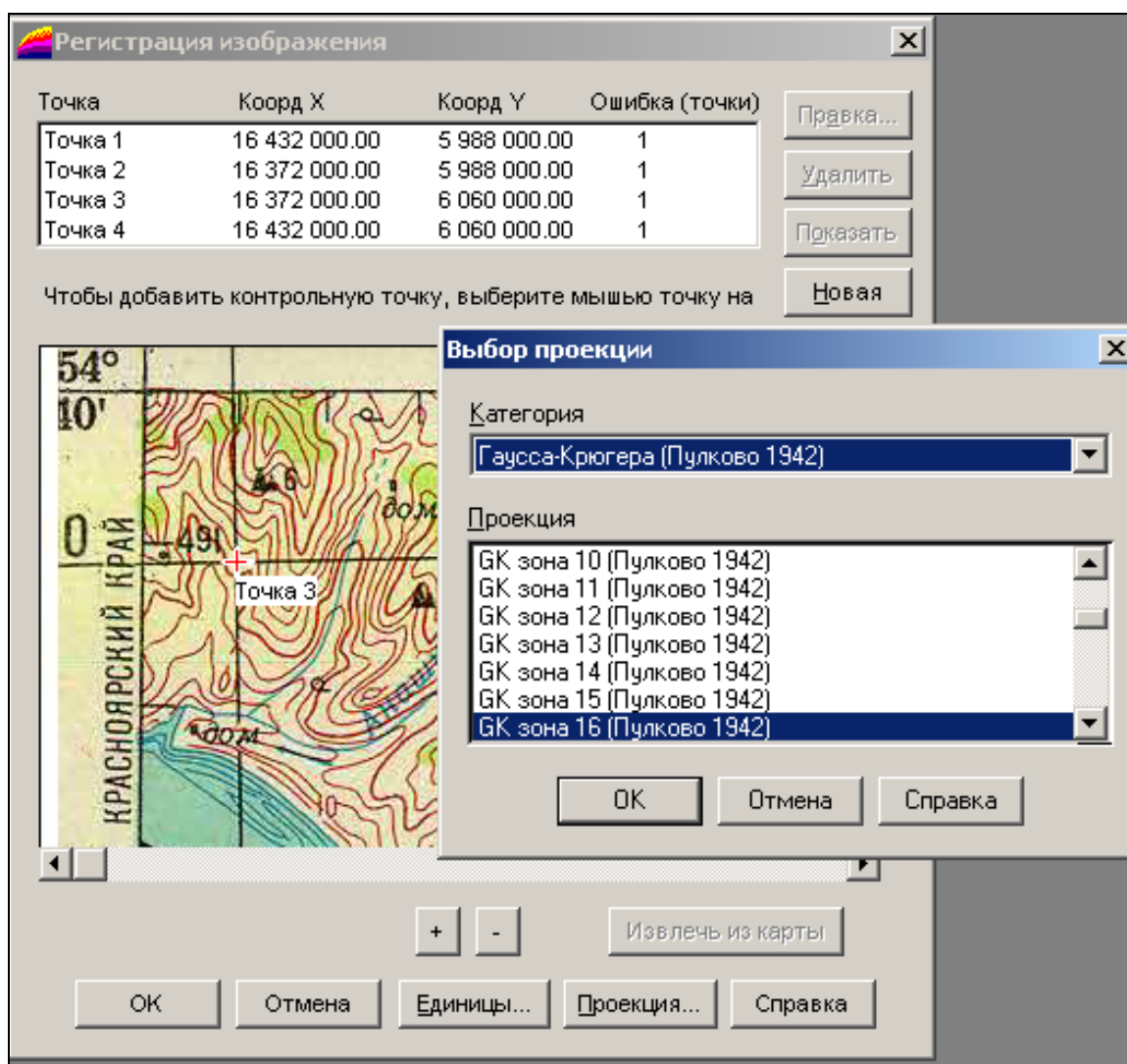


Рис. 4. Координаты точек регистрации растрового изображения номенклатурного листа «N-46-IV Краснотуранск Хакассия» в СК-42

5. Снова открыть не зарегистрированный в MapInfo растровый фрагмент карты и выполнить для него задания пунктов 2 – 4. По значениям координат точек определить номер зоны.

6. Закрывать растр (меню: «Файл» → «Закрывать все»).

7. Открыть заново тот же самый растр и выполнить его регистрацию в ГИС по выбранным 4-м точкам привязки (меню: «Таблица» → «Растр» → «Регистрация изображения ...»).

Первой операцией в этом процессе должно быть задание системы координат или картографической проекции и единиц измерений координат.

Картографическая проекция задаётся двумя текстовыми параметрами:

Категория: Гаусса-Клюгера (Пулково 1942),

Проекция: GK зона * (Пулково 1942), где * - номер зоны.

8. Погрешность, указанная программным обеспечением MapInfo для каждой точки, должна быть не более чем 0, 1 или 2.

9. Выписать в рабочую тетрадь погрешность каждой точки привязки и объяснить ее смысл.

10. После завершения привязки выписать фактические координаты точек привязки и точек перекрестий картографической сетки. Для этого задать режим вывода в левом нижнем углу экрана координат курсора мыши (меню: «Карта» → «Режимы...» → раздел окна «Показывать внизу:» → флажок «Положение указателя») и оценить погрешность привязки растра в этих точках в метрах.

11. Оценить в метрах расхождение заданных при регистрации растра координат X и Y четырёх точек привязки и действительных их значений после регистрации. В данном случае оно не должно превышать 200 м (объяснить, почему).

12. Любым текстовым редактором прочитать сформированный в результате операции регистрации растра файл привязки *.tab.

13. Средствами программного обеспечения Windows сохранить копию файла привязки *.tab в новой папке.

14. Перепроецировать растр в систему координат «Долгота/широта» → «Долгота/широта» (Пулково 1942) через меню: «Таблица» → «Растр» → «Регистрация изображения...».

15. Найдя в центре растрового фрагмента перекрестие с указанными в угловых градусах и минутах координатами, оценить погрешность регистрации (привязки) растра в этой точке в минутах и в секундах.

16. Сделать выводы о качестве выполненной регистрации растра в ГИС.

17. Если необходимо, перерегистрировать растр в ГИС (меню: «Таблица» → «Растр» → «Регистрация изображения...»).

Контрольные вопросы

1. Объяснить смысл «ошибки», которая указывается для каждой точки привязки к СК в окне «Регистрация изображения».
2. Какой параметр (параметры) характеризуют качество привязки растра к СК или к картографической проекции.
3. В чём заключается процесс «перерегистрации» растра ?

Занятие № 4 Векторные карты ГИС

Цель: научить студентов выполнять обработку векторных данных в геоинформационной среде.

Векторные слои (и состоящие из них векторные карты), входящие в состав ГИС и ГИС-проектов, а также в состав ЦК и ЦП, имеют характерные особенности, которые нужно знать и хорошо понимать для того, чтобы качественно выполнять обработку и анализ горно-геологических и других геоданных в среде ГИС.

Создание векторных карт, ГИС и ГИС-проектов базируется на двух основных принципах геоинформационного моделирования:

- «объектное представление» данных и
- «слоевая структура данных».

В соответствии с первым принципом среди геоданных должны быть выделены геообъекты с одинаковыми наборами свойств (пространственных и тематических) – одного типа, цифровые модели которых входят в состав векторных карт, ГИС и ГИС-проектов как основные данные.

В соответствии со вторым принципом все данные векторных карт, ГИС и ГИС-проектов делятся на части (слои), в каждой из которых заключены векторные модели пространственных объектов, имеющих один и тот же тип локализации в геопространстве и одинаковый набор тематических свойств.

Реальные пространственные объекты имеют следующие типы локализации:

- *дискретный в плоскости;*
- *дискретный в трехмерном пространстве ;*
- *непрерывный в плоскости в заданных границах;*
- *непрерывный в пространстве в заданных границах.*

Местоположение в геопространстве дискретного объекта в любой момент времени задается координатами (X, Y, Z) ограниченного набора точек, отображающих его форму и объем с необходимой точностью. Достаточно точно отобразить форму и объем реального пространственного объекта возможно только в *трехмерной модели*.

В ГИС (как и в ЦТК, и в ЦТП) дискретные объекты представляются на экране ПК в *двумерной векторной модели*, которая показывает проекции объектов геопространства на одну из плоскостей его сечения (в MapInfo это плоскость окна Карты), в которой отображаются также проекции объектов на любые другие плоскости сечения геопространства, параллельные первой.

Векторные модели геообъектов каждого отдельного сечения образуют однотипный набор, который называется *векторным слоем*. Векторные модели геообъектов принято называть «векторными объектами» или просто «объектами».

Различают четыре *базовых* типа векторных объектов (Рис. 5): точечный, линейный, площадной и трехмерный (каркасная модель).

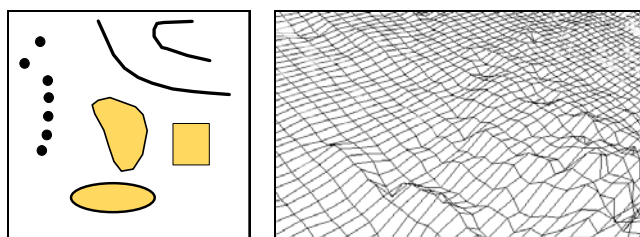


Рис. 5. Векторные модели пространственных объектов

Точечный (0-мерный) цифровой объект моделирует реальный пространственный объект, форму и объем которого невозможно, трудно (или не нужно) отобразить на цифровом плане, например, скважины горных разведок или геодезические пункты.

Линейный (1-мерный) цифровой объект моделирует реальный пространственный объект, имеющий ясно выраженную протяженность, объем которого и форма которого не интересны или не нужны, или их невозможно отобразить, например, небольшие речки, ручьи, автомобильные дороги.

Площадной (2-мерный) цифровой объект, моделирующий реальный пространственный объект, площадь сечения которого интересна, важна и может быть представлена в данной цифровой модели, а объем неинтересен (неважен), или его невозможно отобразить (например, в плоской модели), например, кварталы населенных пунктов.

При определении типа *локализации объектов* в качестве основных критериев, таким образом, должны использоваться физические размеры моделируемых объектов, соотношенные с размерами других объектов и с масштабом отображения в ГИС.

Непрерывный характер локализации отличается от дискретного тем, что характеристики объекта распределены (размазаны) по всей области представления пространственных данных (двух или трехмерной). Так обычно представляют поля тематических характеристик, например, распределение температур в слое воздуха, значение электрической проводимости грунта на конкретном горизонте и т. п.

Рельеф местности (уровневая поверхность в трёхмерном геопространстве) – типичный пример непрерывного распределения признака – высотного уровня. Однако,

традиционное цифровое представление рельефа имеет дискретный характер (на традиционных картах и планах рельеф отображается в виде горизонталей – линий одного высотного уровня).

Переход от плоской модели рельефа к объемной (например, каркасной, показанной на Рис. 2) осуществляется с помощью специализированного ПО ГИС или внешнего по отношению к ГИС ПО.

Задание № 1

Дать определение следующих понятий:

- векторные данные, векторный слой, векторная таблица, векторные объекты (простые и сложные): объект-точка, объект-полилиния, площадной объект;
- атрибутивные данные векторных слоев, атрибутивная таблица векторного слоя;
- окно карты, рабочее окно карты, окно списка, рабочее окно списка;
- нетопологическая векторная модель;
- топологическая векторная модель;
- векторные ГИС;
- форматы векторных данных, внешние и внутренние форматы ГИС, обменные форматы (международные и российские);
- экспорт/импорт данных;
- системы координат и картографические проекции векторных слоев и рабочих окон геоинформационных сред;
- преобразования координат векторных слоев.

Задание № 2

Изучить состав геоданных, заключённый в дистрибутивном наборе MapInfo Professional 7.8.

Практический материал

- Векторные карты из дистрибутивного набора ГИС MapInfo Professional 7.8.

Порядок выполнения задания № 2

1. Пользуясь меню <Пуск> → <Программы> → <MapInfo> и меню MapInfo <Файл> → <Открыть таблицу>, загрузить в разные окна векторные карты из дистрибутивного набора ГИС MapInfo Professional 7.8.

2. Внимательно рассмотреть содержимое векторных слоев карт и их атрибутивных таблиц (списков).

3. Изменить стили оформления слоев (меню: <Карта> → <Управление слоями> → кнопка <Оформление>), параллельно изучая наборы стилей векторных объектов.

4. Открыв в новом рабочем окне карты один векторный слой (любой), а в другом окне – его атрибутивную таблицу, убедиться в существовании взаимно однозначной связи векторных объектов слоя и соответствующих им записей атрибутивной таблицы этого слоя. Для этого, выбирая в окне Карты объект и переходя в окно Списка, воспользоваться меню: <Запрос> → <Найти выборку>. Выбирая любую запись в атрибутивном списке, найти соответствующий ей объект в окне Карты.

5. Преобразовать один из векторных слоев (или больше ...) в другую систему координат или картографическую проекцию.

6. Сохранить все настройки в рабочем наборе в своем рабочем каталоге (меню: <Файл> → <Сохранить Рабочий Набор...>). Прочитать текстовый файл рабочего набора *.wor с помощью любого текстового редактора и попытаться понять его содержание. Ответить на вопрос: в чем смысл сохранения рабочего набора?

7. Вывести на экран (снизу слева) текущие координаты курсора мыши (меню <Карта> → <Режимы> ...).

8. На фоне растровой подложки (2-х растровых фрагментов карты г. Кемерово исходного масштаба 1 : 15 000 – из набора исходных практических данных Занятия № 2) создать 3 пустых векторных слоя (меню: <Файл> → <Новая таблица>) в своем рабочем каталоге с одинаковой структурой атрибутивных таблиц: одно поле «N» (тип данных – целые числа). Имена слоев – любые.

9. Создать в новых векторных слоях несколько векторных объектов: в первом – точечные, во втором – линейные, в третьем – площадные.

10. Оформить представление созданной трехслойной векторной электронной карты в одном рабочем наборе данных ГИС. Сохранить копию рабочего набора.

11. Сформировать ГИС-отчет рабочего окна для печати с заданным масштабом и стилизованным оформлением.

12. Для одного из объектов каждого из трех слоев выписать наименования и значения его пространственных параметров (инструмент «Стрелка»).

Контрольные вопросы

1. Что называют векторной картой ГИС ?
2. Что называют векторным слоем ГИС ?
3. Что такое векторный объект ГИС ?
4. Какие типы векторных объектов Вы знаете ?
5. Какие пространственные параметры характеризуют векторные объекты каждого типа ?
6. Что такое атрибутивная таблица векторного слоя и как она связана с объектами слоя ?
7. Сколько файлов используется для хранения во внешней памяти компьютера одного векторного слоя ? Какие расширения имеют эти файлы ? Какие имена ?
8. В файле с каким расширением хранится атрибутивная информация ?
9. В файле с каким расширением хранится векторная графическая информация ?
10. Для чего используется файл с расширением ID ?
11. Для чего используется текстовый файл с расширением TAB ?

Занятие № 5 Текущий контроль

Цель: текущий контроль знаний студентов.

Для текущего контроля знаний используются определения основных понятий и контрольные вопросы к занятиям 1 – 4, а также следующий тест.

1. Координаты репрезентативных точек географических объектов получают, главным образом:

- A – методами физических наук
- B – методами геодезии
- C – сканированием
- D – растеризацией

2. Картографическая модель геопространства:

- A – дискретная
- B – аналоговая
- C – сложная
- D – математическая

3. Наименование данных, используемых в инфраструктуре пространственных данных для организации разнородных пространственных данных:

- A – данные о пространственных объектах
- B – атрибутивные данные
- C – сканированные данные
- D – метаданные

4. Атрибутивные данные – это ...

- A – данные о свойствах и характеристиках объектов
- B – данные дистанционного зондирования
- C – данные о данных
- D – данные о координатах отдельных точек объектов

5. Цифровое моделирование – это ...

- A – формирование цифровой модели геообъекта, явления или проявления для использования её при решении практических задач
- B – процесс неформальной постановки конкретной задачи
- C – процесс замены реального объекта другим материальным или идеальным объектом
- D – процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта

6. Процесс построения цифровой модели предполагает:

А – выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой практической задачи свойств объекта

В – выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи

С – описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта

Д – выделение не более трех существенных признаков объекта

Занятие № 6

Векторизация растровых изображений топографических карт и планов

Цель: научить студентов создавать геоинформационные векторные модели геообъектов на хорошем профессиональном уровне.

Векторизацией называют процесс растрово-векторного или векторно-векторного преобразования пространственных данных в программной среде ГИС или в среде специализированного ПО, в совокупности называемого «векторизатором».

Задачей векторизации является как можно более полный и точный ввод векторных данных с исходного растрового или векторного материала в соответствии с принципами геоинформационного моделирования (формирование векторных моделей геообъектов в слоевой структуре данных с обязательным вводом некоторого набора атрибутивных данных, адекватно отображающих свойства этих геообъектов). В частности, при создании линейных векторных объектов, составляющие их точки (вершины) должны размещаться в средней части растровой линии (Рис. 6), при этом не следуя за резкими изгибами этой линии. Векторный линейный объект должен иметь «сглаженный» вид, имея такие же форму и кривизну, какими обладает растровая линия.

Задача векторизация может быть решена лишь при наличии ответственного и профессионального подхода к её решению.

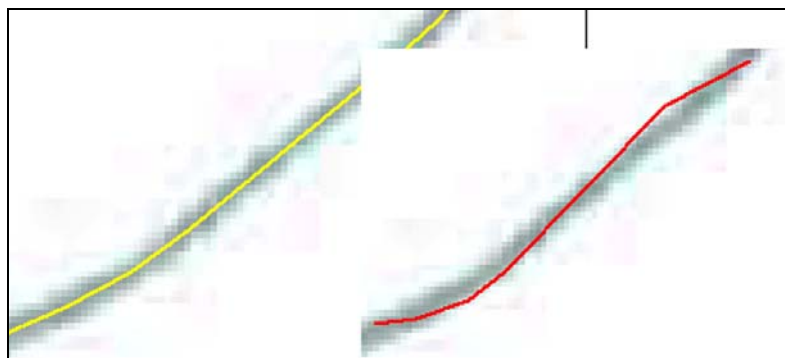


Рис. 6. Примеры качественно выполненной векторизации линейного объекта (слева) и некачественной (справа)

Практическое задание

На основе растрового представления номенклатурного листа топографической карты Кемеровской области масштаба 1:100 000 создать векторные модели горизонталей рельефа.

Порядок выполнения задания

1. В окне Карты открыть привязанное к СК-42 растровое изображение листа топографической карты.

2. Создать векторный слой «Горизонтали» в СК-42, задав два поля атрибутивной таблицы (списка): «N» (целое) и «Высота_м» (вещественное). Тип данных поля «Высота_м» по завершении процесса векторизации можно преобразовать к целому.

3. С помощью меню «Настройки» → «Стиль линий ...» выбрать стиль и цвет линейных векторных объектов, причём, такие, чтобы созданный векторный объект-горизонталь был хорошо виден на фоне коричневой растровой линии (Рис. 7).

4. Выбрав инструмент «Полилиния» и перемещая курсор мыши вдоль растровой линии, разместить точки новой полилинии, щёлкая левой кнопкой мыши. Завершение процесса: двойной щелчок левой кнопки мыши.

5. Проверить качество векторизации объекта.

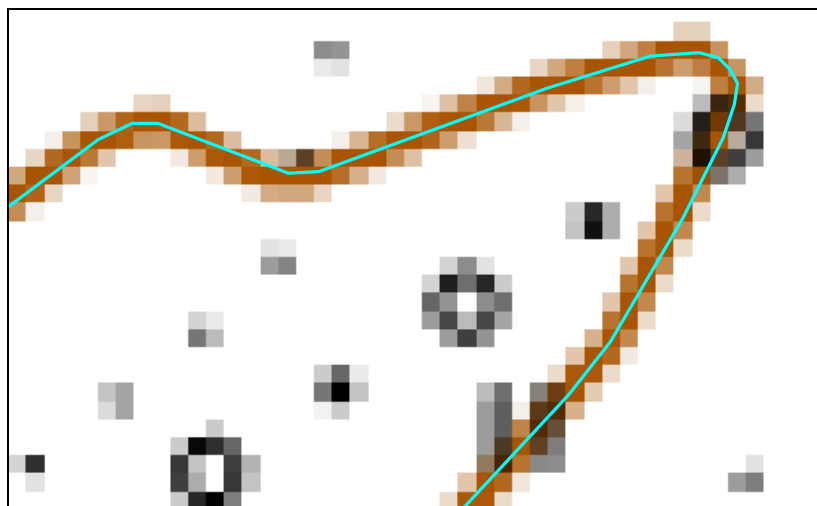


Рис. 7. Качественная векторная модель горизонтали на фоне её растровой модели

6. Процесс векторизации одного и того же объекта можно прерывать и продолжать через некоторое время. По завершении векторизации фрагментов объекта, их нужно объединить в единый объект (меню: «Объекты» → «Объединить»). При этом все фрагменты линейного объекта должны смыкаться строго в крайних точках: последняя точка предыдущего объекта-фрагмента должна иметь в точности те же координаты, какие имеет первая точка следующего объекта-фрагмента.

Для того, чтобы выполнить строгое «притягивание» точек друг к другу, нужно переходить в специальный режим (клавиша «S» в латинской раскладке клавиатуры). Предварительно нужно задать настройки этого режима: меню «Настройки» → «Режимы» → кнопка «Окно Карты» → в разделе «Совмещать при перемещении» окна «Режимы окна Карты» выбрать флажок «Только на текущем слое».

В разделе того же окна «Параметры совмещения» задать значение параметра «Радиус совмещения» равным 30 пикселям.

7. Ориентируясь по растровому изображению, внести в поле «Высота_м» значение высотной отметки горизонтали, например, 200.

8. Векторизовать не менее 5-ти горизонталей с общим числом составляющих их точек не менее 1000.

Контрольные вопросы

1. Какие пределы и какое среднее значение имеет абсолютная погрешность векторных данных, если они получены векторизацией топографической карты масштаба 1:200 000 ?
2. Какое значение имеет кривизна растровой линии для качественного результата процесса векторизации ?
3. Как определить кривизну растровой линии ? Как примерно можно оценить кривизну растровой линии ?
4. На каких участках растровой линии нужно размещать как можно больше точек создаваемого векторизацией объекта, на каких – как можно меньше ? Почему ?
5. Почему в именах атрибутов списков векторных слоёв нельзя использовать символ пробела ?
6. Почему в именах атрибутов, имеющих размерность, предпочтительнее указывать обозначение этой размерности ?
7. Насколько важен (или неважен) при векторизации порядок выполнения следующих операций: «создание графической составляющей векторной модели растрового объекта» и «внесение значений атрибутов в список векторного слоя» ?

Занятие № 7

Изучение структуры и состава слоёв ОЦП горнодобывающего предприятия

Цель: показать студентам пример непрофессионального (неквалифицированного) подхода к цифровому моделированию геообъектов, имеющих непосредственное отношение к горнодобывающей деятельности.

Для отечественных горнодобывающих предприятий *основные цифровые планы (ОЦП)* выполняют роль информационного обеспечения их производственной деятельности.

ОЦП может быть представлен в компьютере в виде растрового изображения (*растровая модель*), векторного изображения (*векторная модель*) или в *растрово-векторном* виде. В любом случае ОЦП безусловно является *многослойным набором разнородных пространственных данных*, отображающих по возможности необходимые для решения

горно-геологических и горно-технологических задач пространственные физические, химические, геологические и технологические параметры.

Используемые в решении горно-геологических и горно-технологических задач данные – *геопространственные*: они явно или опосредованно связаны с поверхностью Земли (*geo*). Поэтому перечень *источников* горно-геологических и горно-технологических пространственных данных совпадает с перечнем таковых для ГИС:

- это Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) – спутниковые и аэро-фото и цифровые изображения,
- данные геодезических измерений (электронные тахеометры),
- данные систем спутниковой навигации (GPS и ГЛОНАСС),
- данные лазерного сканирования,
- разнообразные картографические данные о поверхности Земли и связанных с нею объектах (в основном, ЦТК и ЦП),
- данные научно-практических исследований,
- данные государственной статистики и др.

Для обработки и анализа столь разнообразных данных необходимо применять *системный подход*, что характерно для геоинформационных технологий и ГИС, но не характерно для ОЦП горнодобывающих предприятий. ЦП имеют *слоевую структуру* – аналогичный подход используется в ГИС. Однако, ЦП, как правило, не содержат *атрибутивных данных*, которые уже более полувека эффективно используются во всех областях производственной деятельности в составе баз данных (БД), работающих «под началом» Систем управления базами данных (СУБД). Фактически атрибутивные данные просто не выделены из множества семантических данных, сопровождающих ОЦП – этим отрицательным свойством ОЦП отличаются от ГИС.

Для выполнения данной практической работы предлагается ОЦП горных выработок шахты Первомайская, который был создан специалистами шахты Первомайская в 2005 г. и передан КузГТУ для ведения договорных работ и обучения студентов.

Перечень слоев ОЦП с авторским описанием приведен в Табл. 3. Однако, некоторые необходимые изменения в имена

слоёв были внесены авторами методических указаний: символы «.» удалены, символ «-» заменен на символ «_».

Таблица 3

Перечень слоев ОЦП шахты Первомайская

№ п/п	Наименование слоя ОЦП	Содежимое слоя ОЦП
1	О	Надписи и таблицы (титульный лист, стратиграфический разрез, схема границ горного отвода, основные показатели по пласту, угловой штамп, структурная колонка по лаве № 722)
2	ЦЕЛИК	Целики и номера
3	DEFPOINTS	Черные точки
4	МТ	Маркшейдерские точки и отметки почвы подсечения пласта
5	PROGRAM	Названия выработок, месяц отработки лав и проходки выработок, крепление, механизация, параметры отработки, направление воздушной струи
6	PROGRAM1	Штриховка лав
7	PROGRAM2	Год отработки одной из лав (2002 год)
8	PROGRAMS	Год отработки выработки (2004 год - синий цвет) и название: конвейерный штрек 31-77, водосборник 31-77, вент. уклон- 3, конвейер. уклон -3, конвейер. штрек -62, вент. сбойка - 64
9	СЕТКА	Сетка координат
10	VIR	План выработок (черным цветом): околоствольные двory, вскрывающие и оконтуривающие выработки, скважины
11	VIR_2000	Опасные зоны вокруг скважин
12	X	Анкерная крепь
13	ZEMOTWOD	Границы списанных земель
14	ВЫР_ЦВЕТ	Цвет заливки выработок (синий и коричневый)
15	ГОД	Цвет заливки контура лав, соответствующий году отработки
16	ГОР_ОТВ_2	Граница горного отвода на 23.07. 01г. (красная)
17	ГОР_ОТВОД	Граница земельного отвода под объекты (черным):

18	ГРАНИЦА	Граница целика под уклоном 31-7
19	ГРАНИЦЫ	Границы целиков
20	ДОРОГИ	Дороги (серым цветом)
21	ЖД	Железная дорога
22	ЗДАНИЯ	АБК и другие здания
23	ИЗОЛ_ПОВЕРХ	Изолинии поверхности
24	ИЗОЛИНИИ	Изолинии почвы пласта
25	КВАРТАЛ	План проходки выработок и лав на период 10.03г.-01.04г.
26	ЛЭП	План ЛЭП
27	НАРУШ_5000	План нарушений с указанием амплитуды
28	ОТКОСЫ	Откосы и уступы (серым цветом)
29	ПОДВИГ	Лавы и штреки, параметров пласта в пределах лав (угол падения , мощность), месяц отработки
30	ПРОГРАММА 04	Выработки (красным) и параметры отработки, время отработки
31	ПЯТИЛЕТКА	Планирование лав и выработок на 2006г.-2008г. (06г.-зеленый цвет, 07г. – коричневый, 08г. – фиолетовый)
32	РЕКИ	Реки и озера (р. Кайгур, р. Бирюлинка, р. Тихая, и пруды)
33	СЕРЫЙ	Заливка лав серым цветом
34	СКВАЖИНЫ	Разведочные линии, номера и отметки скважин
35	ШТРИХ	Списанные запасы (зеленая штриховка)
36	ТЕКСТ	Надписи горных выработок и направления:

Практическое задание

Изучить структуру и состав слоёв ОЦП горнодобывающего предприятия на примере ОЦП шахты Первомайская.

Практический материал

Векторные слои в формате MapInfo Professional, конвертированные из формата AutoCAD и собранные в одном каталоге и рабочем наборе «ОЦП».

Порядок выполнения практического задания

1. Открыть рабочий набор «ОЦП.wog».
2. Рассмотреть внимательно содержимое ОЦП горных выработк шахты Первомайская; определить используемую систему координат, включая единицы измерения координат.
3. Изучить состав слоев, легенду карты, наименования объектов, структуру таблиц-слоев, пользуясь для этого базовыми функциональными возможностями MapInfo, отображенными в меню.
4. Полученный во время выполнения пункта 2 данного описания опыт зафиксировать в своей рабочей тетради с подробным пояснением.
5. Изучить структуру атрибутивных таблиц всех слоев ОЦП, пользуясь меню «Таблица» → «Изменить» → «Перестроить...».
6. Заполнить для каждого слоя Табл. 4 (заголовок таблицы – имя слоя ОЦП).

Таблица 4

Имя поля атрибутивной таблицы	Содержимое поля	Тип поля (целый, символьный или др.)	Длина поля (число символов)
...

7. Выделить и выписать в тетрадь имена и количество слоев, служащих только для оформления ОЦП (графические объекты этих слоев обычно не имеют атрибутов, отражающих их свойства).

8. Выделить и выписать в тетрадь имена и количество векторных слоев, хранящих основную графическую информацию ОЦП.

Контрольные вопросы

1. Какое число слоев входит в состав ОЦП шахты Первомайская?
2. Что входит в состав легенды ОЦП?

4. Есть ли в ГИС MapInfo возможности для редактирования легенды ОЦП ? Как ими воспользоваться ?

5. Какие атрибуты передают пространственные свойства следующих объектов ОЦП: очистная выработка, подготовительная выработка, целик, граница опасной зоны ?

6. Используя значения каких атрибутов и(или) надписей, определить, можно ли вычислить коэффициент устойчивости незакрепленной кровли пласта по формуле:

$$S = \frac{m \cdot \sigma_{сж} \cdot k}{H \cdot \gamma \cdot q},$$

где S – коэффициент устойчивости незакрепленной кровли;

m – мощность пластовой отдельности, м;

$\sigma_{сж}$ – временное сопротивление сжатию, кг/см²;

H – глубина залегания породы от поверхности земли, м;

γ – средний объемный вес пород, залегающих над пластом угля, т/м³;

q – коэффициент трещиноватости (количество трещин на 1 м²), равный корню квадратному из общего количества трещин;

k – величина, обратная количеству квадратных метров обнаженной кровли (почвы).

Если необходимые для вычислений данные отсутствуют в атрибутивных таблицах, поискать их среди надписей ОЦП. Если данные не будут найдены, следует вывод: *использование данного ОЦП не позволяет рассчитать устойчивость незакрепленной кровли.*

Занятие № 8

Формирование классификатора объектов ОЦП горнодобывающего предприятия

Цель: сформировать у студентов навыки систематизации и классификации пространственных данных, используемых для цифрового моделирования объектов горнодобывающего предприятия.

Структура векторных слоев ОЦП шахты Первомайская (Табл. 3) указывает на то, что при проектировании и создании ОЦП не было выполнено важнейшее требование: в ОЦП совершенно *отсутствует объектное представление*

пространственных данных, поэтому формирование классификатора объектов на его основе невозможно.

Наглядность, выразительность, точность, полнота и достоверность ОЦП реализованы в такой модели данных, которая позволяет получить красочную твёрдую копию ОЦП. Таким образом, дальнейшая обработка всей пространственной информации ОЦП возможна либо (до некоторой степени) в достаточно развитой системе автоматизированного проектирования (САПР), либо в неавтоматизированном варианте: с использованием чертежной линейки, готовальни и калькулятора, взамен которого можно использовать Excel.

Существенным отрицательным свойством данного ОЦП является также то, что надписи, отображающие атрибуты графических объектов, включены в состав векторных слоев вместе с объектами и отсутствуют в атрибутивных таблицах.

Практическое задание

Для обеспечения возможности пространственного анализа данных ОЦП шахты Первомайская, он должен быть *переработан*: состав и структура слоев ОЦП должны быть полностью пересмотрены и переработаны. По-существу, должны быть заново пройдены все этапы проектирования ОЦП, для чего потребуется немалое количество времени.

В данных методических указаниях предлагается осуществить небольшую, в основном, подготовительную часть этого процесса.

Порядок выполнения практического задания

1. Рассмотрев внимательно состав и структуру векторных слоев ОЦП шахты Первомайская, выделить и зафиксировать в рабочей тетради те составляющие ОЦП (графические объекты, атрибуты, надписи), которые передают пространственные и иные свойства следующих объектов:

- очистная выработка,
- подготовительная выработка,
- целик,

- граница опасной зоны,
- скважина,
- разведочная линия,
- маркшейдерская точка.

2. Определить, графическим объектом какого типа можно представить в ОЦП вышеперечисленные объекты (учитывая, что ОЦП – плоский).

Графическое представление реального пространственного объекта в данном случае есть его проекция на плоскость ОЦП. Заполнить Табл. 5. В третьей графе таблицы указать принадлежность реального объекта природной («П») или технологической («Т») среде.

Таблица 5

№ п/п	Наименование реального объекта	Среда	Тип графического объекта в ОЦП	Перечень слоев ОЦП, в которых есть готовые элементы пространственного представления реального объекта
...

3. Заполнить Табл. 6 для каждого из вышеперечисленных объектов (в заголовке таблицы указать наименование пространственного объекта, например, «скважина»).

Таблица 6

№ п/п	Атрибут	Тип атрибута (пространств./непространств)			
			Тип атрибута в БД	Формат	Длина
1	Координата X	пространств.	число	десятичный	15.3
2	Номер скважины	непространств.	символьный	символьный	10
...

4. Определить, какие характеристики (атрибуты, свойства) перечисленных объектов в ОЦП не указаны?

5. На основании полученной структуры слоев ОЦП, выделения пространственных объектов и их атрибутов составить схему, отображающую иерархические и другие связи между объектами ОЦП, например, так, как показано на Рис. 8.

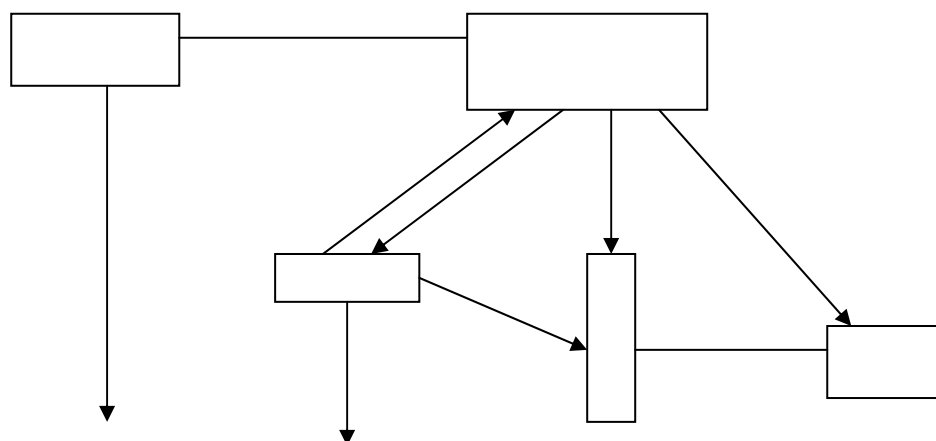


Рис. 8. Макет схемы

Наименования объектов нужно указать в структурных элементах схемы. Разделить на схеме природные и технологические объекты, указав их взаимозависимости.

Считать, что элемент «стрелка» отображает причинно-следственную связь, элемент «отрезок» – связь без включения причинно-следственных явлений, «встречные стрелки» – взаимозависимость объектов.

Исключить из рассмотрения все слои оформления ОЦП.

6. Выделить из перечня атрибутов такие, которые представляют классификационные признаки объектов, и отобразить их в структурных элементах схемы (в скобках).

7. Выделить из перечня атрибутов такие, которые позволяют организовать в структуре атрибутивных таблиц какие-либо связи между объектами (пространственные и непространственные), и отобразить их на схеме.

Контрольные вопросы

1. Какие атрибуты объектов ОЦП можно назвать пространственными, а какие – нет?
2. Есть ли среди маркшейдерских точек ОЦП такие, которые задают форму каких-либо графических объектов ОЦП и каких?
3. Есть ли среди атрибутивных данных ОЦП такие, которыми можно было бы пренебречь?
4. Может ли атрибут «Номер строки атрибутивной таблицы слоя ОЦП» использоваться для организации связей между объектами разных слоев?
5. Может ли схема классификации объектов содержать более одной структурной иерархии объектов?

Занятие № 9 **Текущий контроль**

Цель: текущий контроль знаний студентов.

Для текущего контроля знаний используются контрольные вопросы занятий № 3 – 5, а также проверяется качество выполнения практических заданий занятий № 6, 7 и 8.

Занятие № 10 **Векторизация фрагмента** **ОЦП горнодобывающего предприятия**

Цель: научить студентов корректировать цифровые модели геообъектов, используя принципы геоинформационного моделирования.

В практике использования ЦП, в том числе ОЦП горных выработок, векторизация имеет огромное значение. Именно на этапе векторизации осуществляется цифровое моделирование: формируются векторные объекты ОЦП и их атрибутивные характеристики. Правила векторизации в основном устанавливаются нормативно-правовыми документами [2-12], которые нужно изучить перед занятием № 10.

От того, насколько правильно и качественно будет выполнена векторизация исходных геоданных ОЦП, зависит возможность анализа пространственных и атрибутивных данных ОЦП. С этой точки зрения ОЦП шахты Первомайская подлежит серьёзной критике. Отметим лишь некоторые недостатки.

– Некорректно распределение объектов ОЦП по слоям: *в слоях объединены разнородные, несовместимые по своим пространственным и атрибутивным свойствам объекты.*

Например, в слое «О» основные показатели по пласту и стратиграфический разрез не совмещаются как друг с другом, так и с титульным листом !

В слое «МТ» маркшейдерские точки объединены с отметками почвы подсечения пласта.

В слое «Скважины» присутствуют разведочные линии (это не скважины!), номера скважин и наименования разведочных линий (это не скважины!) и отметки скважин (видимо, это скважины...), в добавок ко всему еще и какие-то площадные объекты (Рис. 9), некоторые из них, вероятно, тоже модели скважин.

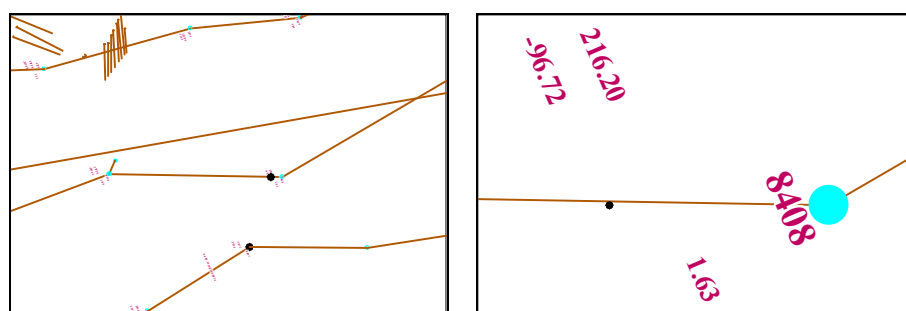


Рис. 9. Некорректность векторного представления скважин в ОЦП шахты Первомайская

Очевидно, что разведочные линии должны быть в отдельном слое, в котором, кроме них, не должно быть никаких других векторных, и тем более текстовых объектов.

– Другой пример: *в слое горного отвода (а фактически: земельного отвода под промплощадку!) присутствуют векторные объекты 3-х типов («граница земельного отвода под промплощадку» – объект-полилиния, «промплощадка» – объект-область и номера поворотных точек границы земельного отвода – объекты-надписи).* Пространственные свойства объектов первых двух

упомянутых типов объектов различны (по-сути, это разные объект). Объект-надпись вовсе не имеет пространственных свойств – он «не имеет права» быть в одном слое с первыми двумя объектами. В результате, автоматизированная обработка слоя границы земельного отвода затруднена.

– *Некорректна модель границы отвода* (Рис. 10): в нее искусственно включены площадные модели поворотных точек границы отвода, которая сама есть разорванная в местах включения этих точек полилиния (в результате невозможно получить длину границы, как это принято в ГИС и в САПР). Дело в том, что поворотные точки границы должны и в модели, как и в реальности, принадлежать самой границе. Граница должна быть единым замкнутым объектом типа «полилиния» без каких-либо включений.

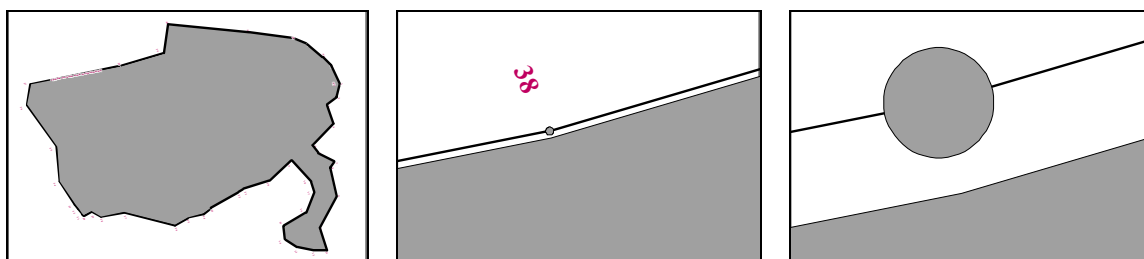


Рис. 10. Нерациональность цифровой модели горного отвода

Если в обработке данных необходимо иметь модели поворотных точек границы отвода, вынесенные вовне границы, они должны быть представлены безразмерными объектами-точками. В представленной же в ОЦП модели не имеющая ширины линейная модель границы отвода сопровождается размерными площадными объектами – «поворотными точками», позиционная погрешность которых искусственно расширена, в то время как она должна быть не более, чем погрешность всякой другой точки границы отвода.

Кроме отмеченных, в ОЦП есть и другие ошибки цифрового моделирования и слоевой структуры ОЦП. Студентам рекомендуется найти их и выписать в тетрадь для последующего обсуждения на занятии № 13 во время текущего контроля знаний.

Перед выполнением работы рекомендуется также изучить следующие разделы справочного описания среды MapInfo:

- команды меню,
- инструментальные панели.

Процесс векторизации предполагает неоднократное редактирование векторного материала, которое часто включает оверлейные операции (в основном, межслоевые), поэтому при изучении справочного руководства необходимо обратить особое внимание на средства управления слоями и средства их редактирования.

Практическое задание

Корректировать векторные модели перечисленных в пункте 1 практического задания занятия № 8 объектов ОЦП шахты Первомайская, изменив в этом процессе и слоевую структуру ОЦП.

Порядок выполнения задания

1. В ГИС MapInfo *создать новые таблицы-слои* с именами:
 - «ОчистВыработки»,
 - «ПодгВыработки»,
 - «Целики»,
 - «ГрОпаснЗон»,
 - «Скважины»,
 - «РазведЛинии»,
 - «МаркшТочки» (меню: «Файл» → «Новая таблица...»).

В момент создания таблиц-слоев в рабочем окне MapInfo должен быть открыт ОЦП шахты Первомайская. Использование опции «Добавить к карте» позволяет не заботиться о задании системы координат нового слоя: слой автоматически будет создан в той же системе координат, в которой представлены все слои ОЦП.

При формировании структуры атрибутивных таблиц указать минимально необходимый перечень атрибутов. Сначала можно ограничиться единственным атрибутом «N» – номер объекта по порядку (тип «целое»), учитывая, что структура атрибутивной таблицы может быть изменена позже.

2. Используя полученные при выполнении предыдущих заданий знания и опыт, в новых слоях *создать (векторизовать)* объекты, трассируя точки по изображению слоев ОЦП с учётом нормативных положений [2-12].

Вновь созданные слои должны быть показаны преподавателю в рабочем окне поверх слоев ОЦП.

При векторизации нужно пользоваться режимом притягивания к узлам объектов «подложки» (включение и выключение клавишей «S» в латинской раскладке клавиатуры).

Использовать при векторизации удобные средства оформления новых векторных слоев и удобные стили представления векторных объектов в слоях (меню: «Карта» → «Управление слоями...» и меню: «Настройки»).

Периодически нужно сохранять векторизованные слои во внешней памяти компьютера (на жестком диске в собственной рабочей папке).

3. Изменив структуру векторизованных слоев (добавив необходимые атрибуты), внести атрибутивные данные на основе собственных рабочих таблиц.

4. Проверить внесённые атрибутивные данные.

5. Загрузить еще одну программную оболочку MapInfo и открыть в ней векторизованные слои в одном окне, после чего задать их оформление и сохранить все настройки среды в рабочем наборе.

Контрольные вопросы

1. Что называют векторизацией?
2. Какую роль выполняют растровые слои в процессе векторизации?
3. Может ли векторизация выполняться по векторной основе, как по растровой подложке, и какие точки при этом трассируются?
4. Какой из режимов векторизации был использован при выполнении описанного практического задания?
5. С помощью каких графических элементов (примитивов) задается векторное представление пространственных объектов в ОЦП и ГИС? Какой из примитивов является основным и используется во всех других?

Задание № 11

Создание твёрдой копии ОЦП горнодобывающего предприятия

Цель: научить студентов готовить ГИС-отчёт для печати твёрдой копии ОЦП горнодобывающего предприятия.

В ГИС MapInfo реализована возможность быстрой и качественной подготовки макета для печати на принтере содержимого рабочего окна с сопровождающим семантическим материалом. Макет называют «ГИС-отчетом».

Для создания ГИС-отчета нужно воспользоваться меню «Окно» → «Новый отчет...».

Практическое задание

Сформировать ГИС-отчёт фрагмента отредактированного ОЦП шахты Первомайская с легендой и распечатать его твёрдую копию.

Порядок выполнения задания

1. Подготовить в отдельном рабочем окне Карты фрагмент ОЦП шахты Первомайская, в котором отобразить все или многие слои ОЦП. В другом окне сформировать общую для всех слоёв Карты легенду.

2. Сформировать ГИС-отчёт фрагмента ОЦП с заголовком «Фрагмент ОЦП шахты Первомайская».

3. Красочно оформить ГИС-отчет фрагмента ОЦП, выбрав цвет и стили надписей в ГИС-отчете и задав оформление слоев в окне Карты (меню: «Карта» → «Управление слоями» → кнопка «Оформление»).

4. Задать масштаб изображения ОЦП на макете 1:5 000 и отобразить этот факт на макете в виде надписи типа «М 1:5000».

5. Сохранить соответствующий рабочий набор и его копию.

6. Распечатать на принтере подготовленный ГИС-отчёт.

7. Растеризовать изображение окна ГИС-отчета (меню: «Файл» → «Экспорт окна ...») со стандартными параметрами и

сохранить полученный растр в файле формата JPEG File Interchange Format.

8. Загрузить Photoshop, открыть растеризованный фрагмент ОЦП, определить разрешение растра в пикселах и физических единицах (например, в сантиметрах).

9. Средствами Photoshop улучшить качество изображения растра, увеличивая разрешение растра и изменяя его яркость и контрастность.

Контрольные вопросы

1. Что такое ГИС-отчет?
2. Сколько листов формата А4 занимает ГИС-отчет выбранного Вами фрагмента ОЦП?
3. Возможно ли сформировать еще один ГИС-отчет Вашего фрагмента ОЦП в другом масштабе представления, копируя окно ГИС-отчета в другое?
4. Возможно ли получить ГИС-отчет ОЦП шахты Первомайская в формате А1 в масштабе не менее 1:10000 ?
5. Каков базовый масштаб ОЦП шахты Первомайская?

Занятие № 12

Моделирование пласта углей в ГИС по геодезическим и маркшейдерским измерениям

Цель: научить студентов моделировать угольный пласт в геоинформационной среде по геодезическим и маркшейдерским измерениям.

Первые опыты использования ГИС в обработке горно-геологических данных свидетельствуют о разумности такого подхода [13].

На практике инженерный состав (непосредственные исполнители проектных и учётных работ) в последнее время всё чаще обращаются к ГИС, просто потому что программная среда ГИС лучше приспособлена к расчётам и визуализации результатов, чем среда САД-систем. В среде ГИС проще разбираться с исходными данными, большую их часть (пространственную и непространственную) можно внести в БД и

сохранить для последующего в будущем системного анализа и сопоставления с новыми данными.

Практическое задание

Имея набор геодезических и маркшейдерских измерений координат точек подсечения пласта углей (верхней и нижней его поверхностей), построить векторные модели поверхностей пласта и редставить результаты построения в одном окне Карты.

Порядок выполнения задания

1. Открыть исходные данные, представленные в формате Excel, и ознакомиться с ними.

2. Конвертировать исходные данные в среду MapInfo Professional, в которой они окажутся в списке (окно Списка).

3. Оптимизировать структуру атрибутивной части исходных данных (дать разумные имена атрибутам с указанием их размерности и тип данных, а также сопроводить значения координат геодезических и маркшейдерских точек краткими пояснениями, которые должны быть вписаны в текстовом виде в отдельные столбцы атрибутивной таблицы исходных данных.

4. Пользуясь аппаратом SQL, разделить Список на два списка: в первый взять данные о верхней поверхности пласта углей, во второй – данные о нижней поверхности пласта углей.

5. Создать точечные объекты (меню: «Таблица» → «Создать точечные объекты ...»).

6. С помощью меню: «Карта» → «Создать тематическую карту ...» построить тематическую карту верхней поверхности пласта углей, отсекая её по данным о нижней поверхности пласта углей.

7. Средствами меню: «Карта» → «Создать 3D карту ...» построить трёхмерное представление пласта углей двумя методами (TIN и GRID).

8. Создать каркасную модель.

Контрольные вопросы

1. Что такое TIN-поверхность ?
2. Что такое GRID-поверхность ?
3. Чем метод построения поверхности TIN отличается от метода GRID, какой из них предпочтительнее и при каких исходных данных ?

Занятие № 13 **Текущий контроль**

Цель: текущий контроль знаний студентов.

На занятии № 13 контролируются качество выполнения практических заданий, предложенных на практических занятиях № 10, 11 и 12, а также проверяются ответы на контрольные вопросы к этим занятиям.

Занятие № 14 **Моделирование горно-геологических данных в MicroMine**

Цель: сформировать у студентов профессиональные навыки векторного моделирования горно-геологических данных в информационной среде MicroMine.

Геоинформационный подход к решению горно-геологических задач практически реализуется в ряде отечественных и зарубежных *пакетов прикладных программ*, которые практически используют *геоинформационные принципы обработки и анализа пространственных горно-геологических данных* (<http://masters.donntu.edu.ua/2003/fvti/petrovskaya/lib/review.htm>).

Активное развитие подобных прикладных программ началось в мире в начале 1960-х годов и в настоящее время привело к возникновению *интегрированных* трёхмерных горно-геологических информационных систем (ГГИС). Однако, специалисты, работающие в области информационного обеспечения горно-добывающего производства отмечают смещение интересов в область отдельных производственных процессов.

В настоящее время всё многообразие системного ПО горнодобывающего производства можно поделить на следующие части:

– *ГГИС общего назначения*, решающие задачи геологического моделирования, оценки запасов, проектирования и планирования горных работ, календарного планирования и маркшейдерии. Компании, являющиеся мировыми лидерами в производстве такого ПО: Gemcom, Maptek, Mintec, Surpac и Datamine.

– *Специализированные пакеты программ*, решающие отдельные задачи, среди которых оптимизация карьеров, календарное планирование, буровзрывные работы, вентиляция, геомеханика, экология и т. п.

– *Системы управления производством*. Эта категория объединяет программы и оборудование, используемое для управления производством в реальном времени. Обычные направления использования: управление горным транспортом, экскаваторами, буровыми станками, и т.п.

– Системы регистрации производства, способные вести производственный учет в режиме реального времени.

ГГИС общего назначения развиваются в сторону интегрированных ГГИС, имеющих в настоящее время следующий стандартный набор функций:

- управление Базами Данных;
- интерактивная трёхмерная графика и картирование;
- статистическая и геостатистическая обработка информации;
- трехмерное моделирование геологических объектов и поверхностей;
- проектирование открытых и подземных горных работ;
- планирование развития рудников и календарное планирование;
- маркшейдерские расчеты.

Фирмы-дистрибьютеры ГГИС, как правило, выполняют и работу по созданию приложений, расширяющих функциональность ПО ГГИС. Среди этих приложений много сетевых, которые чрезвычайно востребованы в настоящее время.

ГГИС, наиболее распространенные в мире:

- DataMine (Mineral Industry Computing Ltd);
- GeoStat (GeoStat Software Inc, Canada);
- Lynx (Lynx Geosystems S.A. (Pty) Ltd);
- MicroMine (Micromine Pty Ltd, Australia);
- NVP Scheduler (Earthworks, Australia);
- Gemcom (Software International Inc., Canada);
- Gemcom Surpac (Gemcom, ранее Surpac Software International (SSI), Australia);
- Techbase (Minesoft, USA);
- Voxel Analyst (Intergraph, USA);
- Vulcan (KJRA Systems группы компаний Maptek, Australia);
- MineScape (Mincom Pty Ltd, Australia);
- MineSight (Mintec Inc., USA) и др.

Практическое задание

Изучить особенности, принципы и правила работы в информационной среде MicroMine на основе структур исходных данных моделирования горно-геологических объектов.

Далее следует описание данных и их структур, следуя которому, нужно выполнять задание, конечно, обращаясь к программной оболочке MicroMine.

Типы данных

В MicroMine используются данные следующих типов:

- *символьный* (тип «С»), например, наименование скважины или разведочной линии (символьные данные часто указывают в кавычках);
- *числовой* (тип «N»), например, номер строки атрибутивной таблицы;
- *дата*, например, 20131209 означает 9 Декабря 2013 г. в формате ГГГГММДД.

От типа данных зависит, какие методы можно применить к их обработке.

Так, для обработки всех числовых данных доступны статистические функции, в то время как для наборов цветов и

штриховок, которые задаются с помощью цифровых интервалов (например, от 0.5 до 1.0) доступны лишь некоторые из них. Если наборы цветов и штриховок заданы с использованием перечня текстовых строк (например, “ANDS” или “A*”), то для них недоступны никакие статистические функции, как и для всех символьных данных.

Структуры данных: табличная и файловая

Данные – базовое понятие для информационных систем и для программных сред обработки и анализа данных вообще.

Главное различие, которое можно ввести между данными – это отнести их к одному из видов: «исходные», «промежуточные» или «выходные».

Эти понятия поясняют суть информационной системы:

- она вбирает в себя исходные данные;
- способна их переработать;
- обрабатывает исходные данные с целью переработки формы их цифрового представления;
- обрабатывает исходные данные с целью получения новых данных, которые можно разделить на два типа – «промежуточные» и «выходные»;
- анализирует промежуточные и, главное, выходные данные;
- способна к преобразованию промежуточных и, главное, выходных данных в другие информационные и программные среды.

Всякого типа данные объединяются в некие «наборы данных» в структурах типа «файл» и «таблица».

Структура «файл» – базовая для обработки данных в компьютере, и почти все функции обработки файлов, используемые операционной системой Windows, доступны и в программной среде MicroMine.

Структура данных типа «таблица» – базовая для информационных сред типа «база данных» и для MicroMine. БД может состоять из одной таблицы или из множества таблиц.

Каждая таблица может содержать данные различных типов, которые распределяются по строкам и столбцам таблицы так, что

с помощью ПО СУБД могут быть показаны на экране в знакомой восприятию пользователя табличной форме (Рис. 11).

	Sample	AUAVE	Au1	Au2	Au3	Ag	Cu
1	NV10238		11.00	8.00	7.00	<1	110
2	NV10239		16.00			<1	100
3	NV10240		16.00			<1	134
4	NV10241		16.00			<1	72
5	NV10242		14.00			<1	113
6	NV10243		12.00			<1	125

Рис. 11. Пример таблицы MicroMine

Каждый столбец реляционной таблицы может содержать данные строго одного, заданного для него типа (в MicroMine – числового или символьного). В теории БД столбец принято называть «полем». Поле хранит атрибуты различных объектов БД. Ранее объекты БД были виртуальными. Строка таблицы (запись, кортеж) хранит все атрибуты одного виртуального объекта. В современных геоинформационных средах вместо виртуального объекта используется векторная модель реального объекта, и это существенный «шаг вперед» в развитии информационных моделей реального мира.

Тип поля должен соответствовать типу данных, которые хранятся в этом поле. Однако, в MicroMine приняты некоторые отступления от правил организации табличных данных, в частности: в полях числового (в терминологии описания типа MicroMine – цифрового типа) можно хранить и символьные данные, например, “NS” (нет опробования) в поле опробования.

Принципы организации связей между таблицами и, соответственно, обмена данных между таблицами внутри БД могут быть различны. Они определяют тип БД (реляционная, иерархическая). Наиболее распространены реляционные БД, содержащие реляционные таблицы, между которыми могут быть образованы связи типа «один к одному» или «один ко многим».

Таблицы хранятся в так называемых «табличных файлах». В зависимости от того, какие данные они хранят, табличные файлы делятся на так называемые «Данные» (расширение DAT), «Съёмка» (расширение SVY) и «Стринг» = «Строковый» (расширение STR). Обычно в файлах *. DAT хранятся геологические данные, в файлах *.SVY – данные тахеометрической или теодолитной съёмки, в файлах *. STR – данные строкового типа (тексты).

Текстовые файлы хранятся в формате ASCII.

Файлы можно создавать «с нуля», создавать с помощью шаблона, удалять, изменять структуру (для табличных файлов), копировать содержимое файла в другом файле под новым именем. Для выполнения этих действий нужно использовать специальную программу «Редактор файлов».

«Изменить структуру табличного файла» означает выполнение одного или совокупности следующих действий для одного (или более) полей:

- создать новое поле;
- удалить поле;
- изменить тип поля;
- изменить параметры типа поля (например, увеличить или уменьшить длину символьного поля или, например, изменить число десятичных знаков для числового поля).

Для задания имени поля в MicroMine используются устоявшиеся правила, принятые во всех СУБД:

- имя поля должно быть кратким (до 10 знаков);
- имя поля не должно содержать пробелов и некоторых других запрещённых знаков.

Символьное поле может содержать не более 225 символов.

Для обмена данными с другими информационными системами и программными средами в MicroMine используется широко распространённый обменный формат данных SIF.

Обработка файлов

Обработка файлов в полной мере осуществляется операционной системой компьютера, но внутри программной среды, предназначенной для обработки тех или иных данных, в обработ-

ке файлов может быть свои особенности, очевидно, связанные с особенностями самих данных.

Полезной функцией обработки файлов в MicroMine можно считать возможность создания так называемых «мастер-файлов», которые создаются, но не заполняются данными. Заполнение их данными может происходить позже, и это могут делать иные исполнители, нежели те, которые создавали мастер-файлы.

Поскольку для мастер-файлов не предусмотрены специфические расширения, по которым пользователь мог бы узнавать их среди других файлов, последовательность символов (слово) «мастер» рекомендуется включать непосредственно в имя файла, либо хранить мастер-файлы в отдельной папке.

В MicroMine, как и во многих других программных средах, используется понятие шаблона, на практике «файла-шаблона» (иначе: «шаблона файла»).

Как известно, надёжное сохранение данных обеспечивается только однократным (а лучше – неоднократно) их копированием. В MicroMine рекомендуется для файлов-копий использовать перфиксы в именах файлов, например, «#» или «!».

В MicroMine, как и в ГИС, есть удобный способ сохранения и далее повторного использования параметров, которые были использованы в диалоговом окне. В MapInfo эту функцию выполняет рабочий набор. В MicroMine ту же функцию выполняет так называемый «Набор форм».

Любой процесс, который при обработке данных в MicroMine необходимо повторять более одного раза, стоит сохранять в виде набора форм. Например, при импорте текстовые файлы, имеющих один и тот же формат, нужно создать набор форм, содержащий параметры импорта. Это позволит не вводить повторно параметры импорта всякий раз, когда необходимо импортировать данные того же формата.

Таким образом, наборы форм дают возможность создавать библиотеки слоев отображения данных, последовательно загружать установки для повторяемых задач без повторного ввода исходных значений и автоматизировать работу в среде MicroMine посредством написания макросов.

При использовании набора форм можно быстро ссылаться на них, например, с помощью всплывающего меню, выводимого

на экран щелчком правой кнопки мыши (далее – двойной щелчок левой кнопкой мыши для выбора необходимой информации). При этом обязательные требуемые данные выделяются красным цветом.

Понятие проекта

Понятие *проекта* широко применяется в современных информационных средах как средство объединения и организации входных и выходных данных при решении анонсированного разработчиком информационной системы набора задач, а также как средство организации обработки и анализа данных. Последнее обеспечивается дополнительным встроенным в информационную среду ПО.

В MicroMine работа с проектом мало чем отличается от других программных сред (Рис. 12).

На Рис. 12 слева показано, что проекты могут быть объединены в единую структуру средствами Windows. Справа показан состав проекта, в котором, главная составляющая – это, конечно, табличные файлы с внесёнными в них исходными и выходными данными. Данные табличных файлов – основные данные для программной среды MicroMine, без них нет проекта.

Необходимость использования проектов в информационных системах обусловлена во многом тем, что

- необходимо выделить исходные данные из множества прочих данных;
- исходные данных чрезвычайно разнообразны (по их происхождению и цифровому представлению);
- объем исходных данных, часто, велик;
- выходные данные, полученные при обработке и анализе данных в MicroMine также имеют различное цифровое представление и потому могут быть включены в другие информационные и программные среды для дальнейшего их преобразования, может быть, для решения задач, выходящих за рамки означенного проекта;
- необходимо отделить выходные данные проекта из всех других полученных тем или иным способом данных.

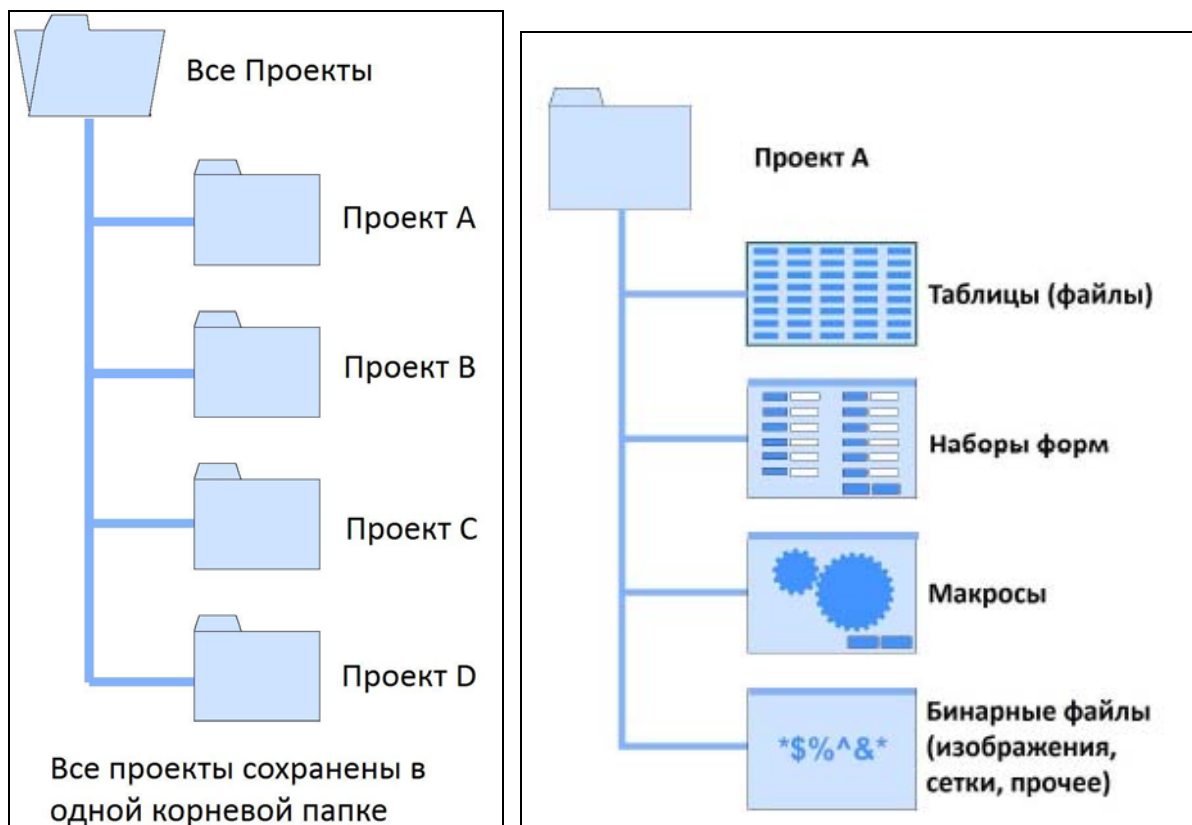


Рис. 12. Проекты в MicroMine

Ввод данных

Ввод данных в табличные файлы MicroMine осуществляется несколькими способами (Рис. 13):

- *импортирование* из других информационных систем или иных программных сред;
- *объединение* некоторых (или всех) исходных данных с уже имеющимися в среде MicroMine данными в единой информационной структуре, например, в табличном файле;
- *установление связей* между таблицами MicroMine и внешними (по отношению к MicroMine) БД.

Если исходные данные табличные, то при импорте данных в процесс «по умолчанию» включаются значения всех полей табличных файлов, содержащих эти исходные данные. Однако, пользователь может сам выбирать, значения каких полей исходных табличных данных ему нужны – это общий принцип ввода данных в информационные системы.

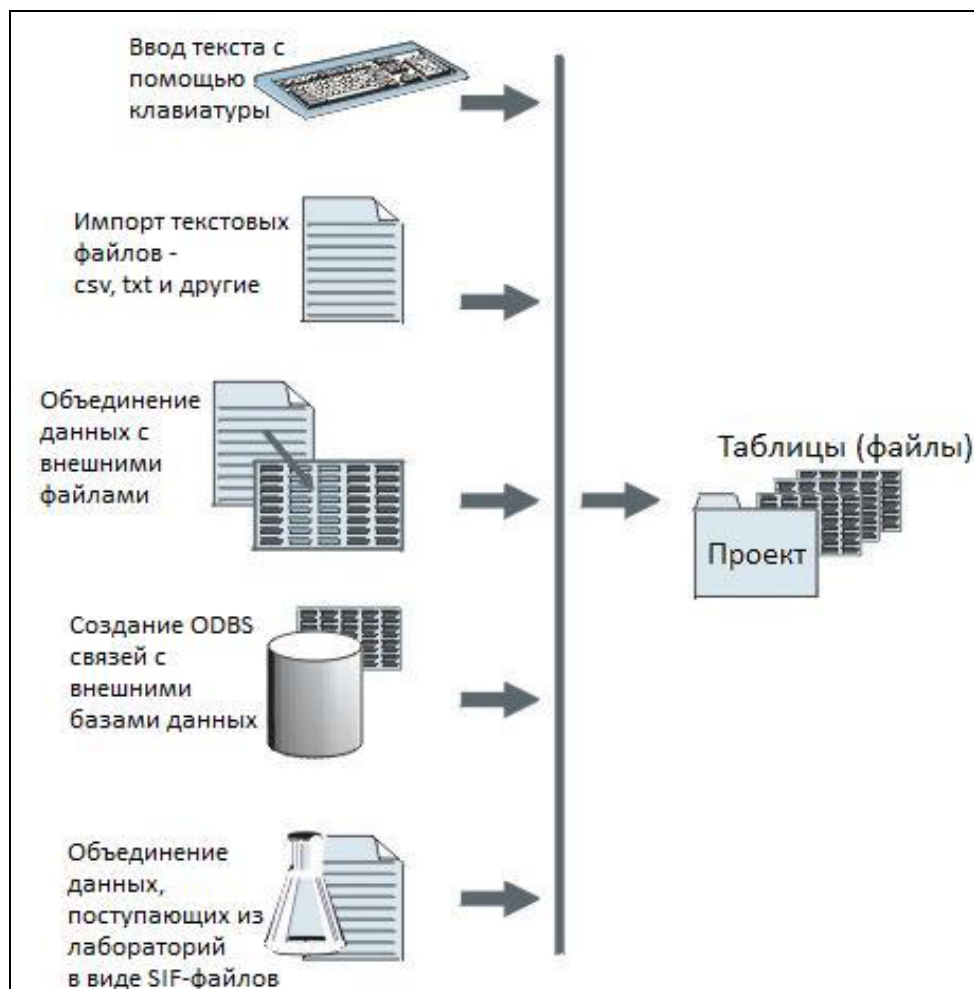


Рис. 13. Ввод данных в MicroMine

По способу записи данных в них текстовые файлы делятся, в основном, на две группы:

- тестовые файлы *с разделителями* и *с*
- текстовые файлы *с полями фиксированной ширины*.

Файл с разделителями содержит ряды значений, отделенных друг от друга так называемыми «разделителями» (разделительными знаками). В качестве разделителей используются либо *запятые* (Рис. 14), либо *табуляторы* (Рис. 15).

Файлы с полями фиксированной ширины, содержат значения, разделенные по колонкам, состоящим из заданного количества знаков.

В общем случае, файлы с разделителями более экономичны в плане экономии памяти, но пользователь легче воспринимает текст с полями фиксированной ширины.

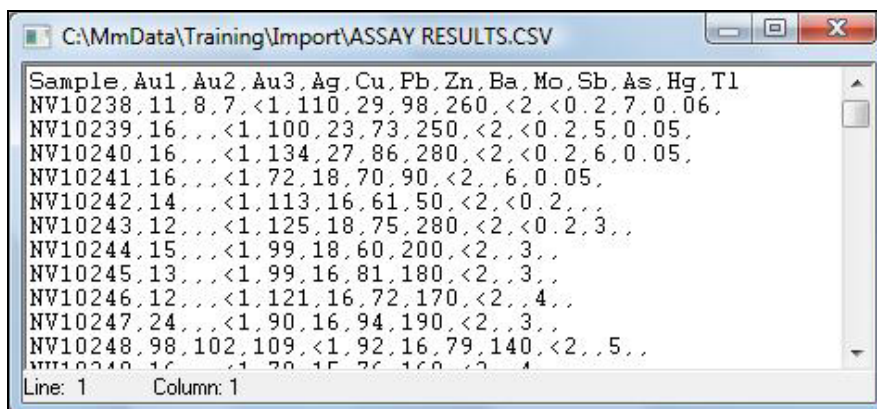


Рис. 14. Файл с разделителями

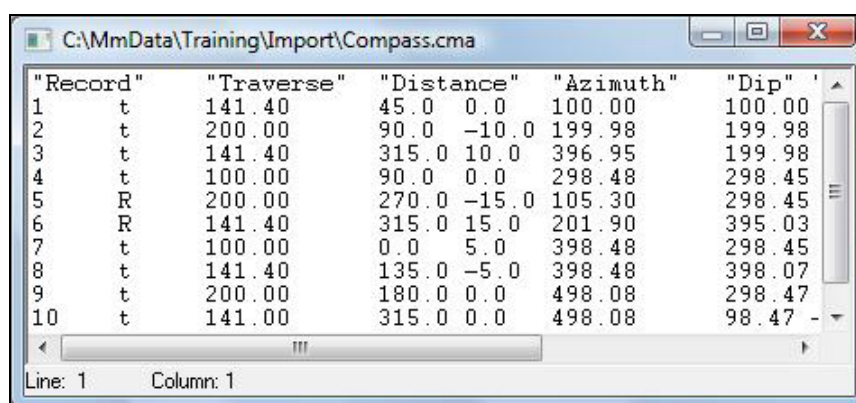


Рис. 15. Файл с полями фиксированной ширины

Каждая строка символов текстового файла завершается символом CR (возврат каретки) или символом LF (перевод строки).

При импорте данных в MicroMine используются обменные форматы данных SIF и CSV.

Наиболее простой (и потому популярный) обменный формат CSV является текстовым, в котором значения данных записываются в строках текстового файла с разделением с помощью запятых. Формат CSV используется в основном для обмена данными между MicroMine и многочисленными пользовательскими приложениями (прикладными программами).

Типичный пример использования CSV: геолог, работая в поле, вносит полевые данные с помощью мобильного ПО, встроенного в ноутбук или PDA (персональный цифровой органайзер).

По возвращении в офис он выгружает эти данные непосредственно в проект MicroMine, где анализирует и обрабатывает их.

MicroMine поддерживает многочисленные графические форматы информационных систем CAD (Computer Aided Drafting – компьютерное черчение), ГИС и горно-геологических информационных систем.

Поддерживаемые MicroMine форматы САД-систем: AutoCAD DXF и DWG, Microstation DGN.

Поддерживаемые MicroMine форматы ГИС-данных: Mapinfo TAB, ESRI ArcView SHP и MapGIS.

Поддерживаемые MicroMine форматы горно-геологических информационных систем: Строинги Surpac.

Данные перечисленных форматов могут быть доступны в MicroMine без преобразования, но могут быть импортированы в форматы данных MicroMine.

Для объединения исходных данных (обычно табличных) и данных таблиц MicroMine используется понятие *ключевого поля*, как это принято во всех СУБД.

Ключевым называют поле реляционной таблицы, которое используется для её связи с другой таблицей. Связываются строки таблиц. Во второй таблице также должно быть ключевое поле. Связь строк обеих таблиц обеспечивается за счёт того, что значения ключевых полей в обеих таблицах одинаковы, в то время как имена ключевых полей могут быть разными. В процессе объединения таблиц пользователь может выбрать и вписать в результирующую таблицу нужные ему поля объединённых таблиц. В точности также выполняется объединение данных в ГИС.

Связь MicroMine с внешними БД осуществляется с помощью интерфейса Open Database Connectivity (ODBC) – открытое взаимодействие с БД). Необходимые для обеспечения соединения MicroMine с той или иной БД драйверы у MicroMine имеются.

При установке в среде MicroMine нового соединения ODBC создаётся Data Source Name (DSN) – имя источника данных.

Есть три типа DSN:

– *пользовательское* (User DSN), которое является локальным для данного компьютера, доступно только для одного пользователя на одном компьютере и недоступно для других пользователей;

– *системное* (System DSN), которое является локальным для

компьютера, но не предназначено для одного пользователя, и используется всеми пользователями этого компьютера;

– *файловое* (File DSN), которое используется всеми пользователями сети, оно не является ни предназначенным для одного пользователя, ни локальным для определенного компьютера (файловое DSN доступно всем пользователям сети).

В большинстве компьютеров применяются пользовательские и системные DSN

В MicroMine соединение ODBC может быть использовано двумя способами: можно осуществлять *импорт* данных или *установивать* связь с базой данных (без их переписывания в формат данных MicroMine).

При импорте данных из других БД, если во внешней БД данные изменились, нужно повторить процесс их импорта в MicroMine (актуализация внешних данных). При этом импортированные данные переписываются в формат данных MicroMine и, следовательно, могут редактироваться в её среде и преобразовываться в иные формы цифрового представления.

При соединении MicroMine с внешней БД, если во внешней БД данные изменились, актуализация этих внешних данных производится автоматически через всплывающее меню (по правой кнопке мыши) (функция: «обновить связь»). Однако, редактироваться и преобразовываться в MicroMine данные внешних БД в этом случае не могут.

Проверка введённых данных

Если производится обработка большого числа файлов, возможны ошибки в данных этих файлов. Например, в файле, содержащем данные по бурению, могут оказаться одинаковые номера (имена) скважин для различных объектов. Поэтому при добавлении данных о новой скважине, нужно проверять, нет ли уже внесённых данных об этой скважине. Можно создавать специальные файлы проверки.

Аналогично следует поступать и с любыми другими данными, вносимыми в файлы MicroMine.

Другой пример: если используются файлы, содержащие интервалы данных (такие как файлы опробования и литологии),

проверку данных нужно выполнять отдельно для каждого файла интервалов, используя один и тот же файл устьев и инклинометрии при каждом выполнении проверки.

Фильтрация введённых данных

Поскольку источники внешних данных для MicroMine, как правило, содержат огромные объемы данных (например, удалённые БД), возникает необходимость выборки того подмножества данных, которое необходимо для конкретной обработки данных в среде MicroMine.

Для формирования выборки данных используется аппарат *фильтрации*, аналогичный аппарату SQL-запросов, который традиционно используется в ГИС. Например, когда нужно выбрать данные по скважинам для определённой территории, можно задать координаты пограничных точек территории и выбрать только те скважины, которые располагаются внутри области, ограниченной точками с указанными координатами. Другой пример: выбор скважин, принадлежащих той или иной разведочной линии и т.п.

Фильтры как конкретные запросы к табличным данным (к БД) сохраняются во внешней памяти компьютера в виде так называемых «форм», которые нумеруются автоматически. Эти формы образуют встроенные MicroMine «наборы форм», которые можно использовать многократно для различных данных.

Формы запросов полезны также и при написании макросов.

Для того, чтобы воспользоваться фильтром, нужно его включить (активировать) в диалоговом окне (пример на Рис. 16).

Для задания условия фильтрации нужно нажать на пиктограммы «Формы» (на Рис. 16 она справа от пустого «окошка ввода данных», который, в свою очередь, справа от флажка и надписи «Фильтр»). Если в диалоговом окне указан номер фильтра, можно мышкой указать на него.

В результате этих действий откроется диалоговое окно «Фильтр» (Рис. 17).

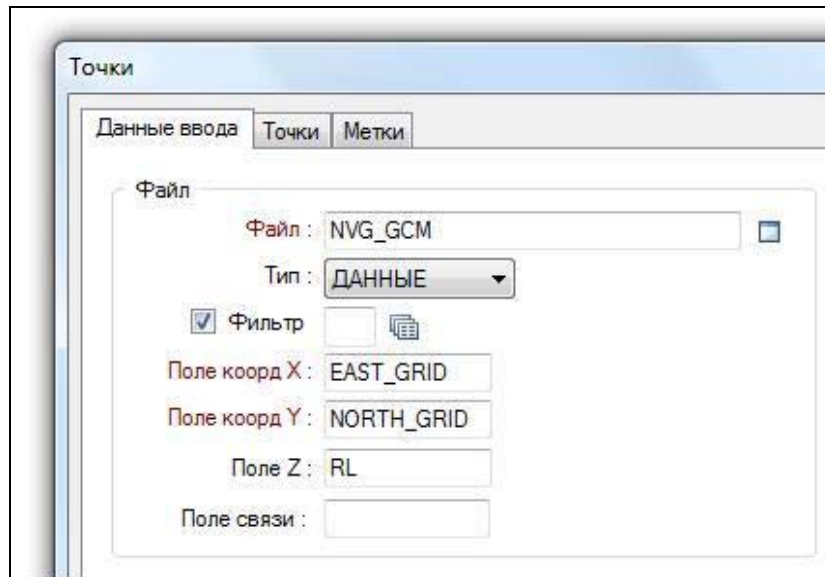


Рис. 16. Диалоговое окно работы с данными-точками

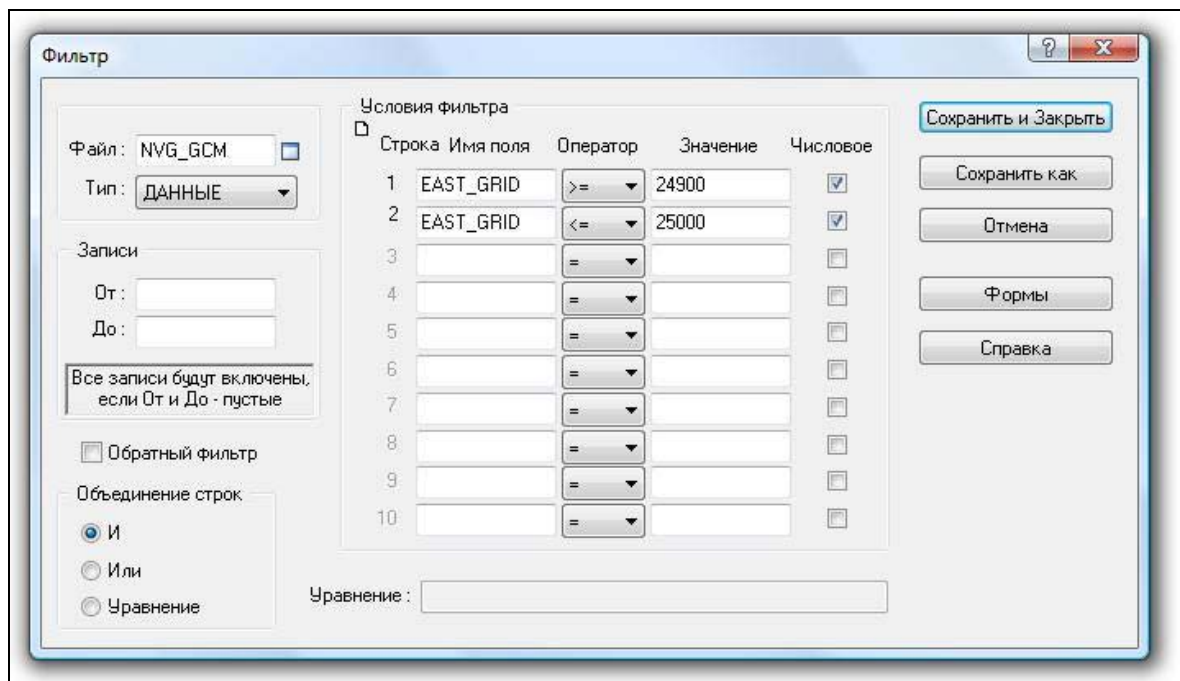


Рис. 17. Диалоговое окно фильтра с примерами задания условий фильтрации

В центральной части окна фильтра – группа «Условия фильтра» – задаются условия фильтрации (возможны до 10-ти условий одновременно).

Чтобы задать конкретное условие, нужно для каждой строки группы «Условия фильтра» внести данные по трем пунктам: *Имя поля*, *Оператор* и *Значение*. На Рис. 17 показаны два примера.

Группа «Записи» (в левой части окна фильтра) позволяет выбирать записи по их номерам («от» – «до»).

Когда фильтр установлен (задан), сразу же можно увидеть его результаты в Редакторе Файлов, щелкая правой кнопкой мыши на имя файла и, выбирая пункт «Просмотреть» во всплывающем меню.

Записи на белом фоне являются теми, которые соответствуют условиям фильтра (Рис. 17). Они будут использоваться для дальнейших расчетов.

Записи на сером фоне не соответствуют фильтру и будут исключены из расчетов.

Если условий фильтра более одного, для их комбинирования нужно использовать Булевы операторы: «И», «ИЛИ» (их можно указывать в группе «Объединение строк»).

Если фильтр более сложный, можно выбрать опцию «Уравнение» (Рис. 17). Уравнение нужно вписать в поле «Уравнение», ссылаясь на каждое условие фильтра по его номеру.

На Рис. 18 приведены результаты выполнения фильтрации данных.

	Sample	AUAVE	Au1	Au2	Au3	Ag	Cu	Pb	Zn	Ba	Mo	Sb	As	Hg	TI	EAST_GRID
1	NV10238		11.00	8.00	7.00	<1	110	29	98	260	<2	0.2	7	1.06		24765.17
2	NV10239		16.00			<1	100	23	73	250	<2	0.2	5	1.05		24789.95
3	NV10240		16.00			<1	134	27	86	280	<2	0.2	6	1.05		24814.93
4	NV10241		16.00			<1	72	18	70	90	<2		6	1.05		24840.14
5	NV10242		14.00			<1	113	16	61	50	<2	0.2				24864.92
6	NV10243		12.00			<1	125	18	75	280	<2	0.2	3			24890.13
7	NV10244		15.00			<1	99	18	60	200	<2		3			24915.12
8	NV10245		13.00			<1	99	16	81	180	<2		3			24939.89
9	NV10246		12.00			<1	121	16	72	170	<2		4			24965.10
10	NV10247		24.00			<1	90	16	94	190	<2		3			24990.08
11	NV10248		98.00	102.00	109.00	<1	92	16	79	140	<2		5			25014.87
12	NV10249		16.00			<1	79	15	76	160	<2		4			25040.08
13	NV10250		16.00			<1	74	16	66	230	<2		3			25065.06
14	NV10251		23.00			<1	95	20	68	220	<2	0.2	5	1.05		25090.07
15	NV10252		26.00				101	14	85	170	<2	0.2	2			25115.04
16	NV10253		18.00			<1	103	12	87	200	<2		5			25139.83
17	NV10254		22.00			<1	115	14	73	160	<2		11			25165.05
18	NV10255		12.00			<1	107	11	89	320	<2	0.2	5			25190.02

Рис. 18. Результаты выполнения фильтрации данных

Занятие № 15

Моделирование горно-геологических данных в Surpac

Цель: сформировать у студентов профессиональные навыки векторного моделирования горно-геологических данных в информационной среде Surpac.

Surpac – наиболее популярная во всём мире интегрированная ГГИС, предназначенная для средних и малых горнодобывающих предприятий.

Считается, что в Surpac реализованы лучшая маркшейдерия и лучшее планирование горных работ.

Surpac имеет большой набор функций для обеспечения:

– геологического моделирования (в том числе блочного (Рис. 19)),

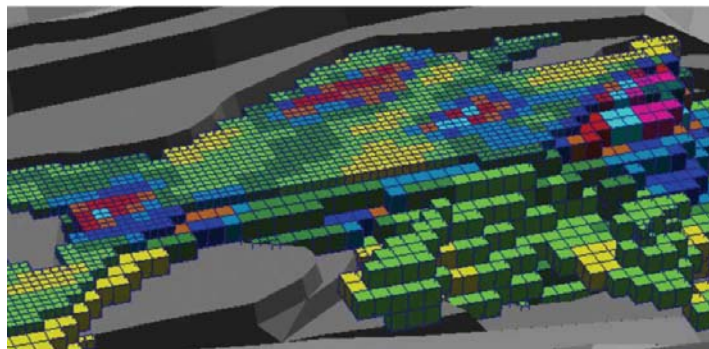


Рис. 19. Блочная геологическая модель
(модуль Geology and Mine Planning – геология и шахтное планирование)

- обработки данных бурения (Рис. 20),
- геостатистических расчётов,
- планирования горных работ,
- подсчета запасов и
- проектирования рудников.

Практическое задание

Изучить особенности, принципы и правила работы в информационной среде Surpac на основе структур исходных данных моделирования горно-геологических объектов.

Далее следует описание данных и их структур, следуя которому, нужно выполнять задание, конечно, обращаясь к программной оболочке Surpac.

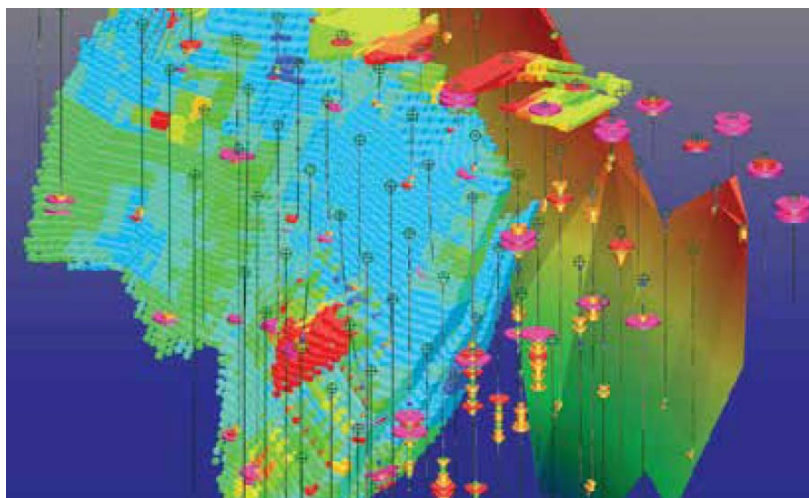


Рис. 20. Каркасная модель рудного тела с показом интервалов содержаний в блок-модели и данных бурения

Типы и организация данных в Surpac

В Surpac, как и в MicroMine используются данные следующих базовых типов: *символьный*, *числовой* и *дата*.

Более сложные по своему составу и, следовательно, по организации данные имеют свои, отличные от других, способы записи во внешней памяти компьютера – *форматы* данных.

Строковые (= символьные) данные можно понимать как более сложный уровень организации данных по сравнению с числами и отдельными символами. Для таких данных предусмотрен формат *.str.

Следующий уровень организации данных – самый сложный в Surpac – это информационные модели реальных пространственных объектов, которые имеют две составляющие: *графическую* и *атрибутивную*, как и в ГИС.

При решении практических задач в программной среде Surpac наиболее часто используются самые простые информационные модели – *точечные* (например, данные геологоразведочных скважин или центроиды блочных пространственных структур – блоков) и самые сложные – *солиды*

(solid – модели трёхмерных тел) и *поверхности* (например, кровля угольного пласта). Формат точечных данных – *.ddb/*mdb. Формат моделей поверхностей и трёхмерных тел – *.dtm.

Для моделирования трёхмерных тел наряду с точками используются и *прямые линии* (tielines). Они нужны для соединения графических сегментов моделей типа solid.

Формат встроенных баз данных Surpac *.scl.

Графические данные обычно представлены в формате *OpenGL* новой модификации или в виде *цифровой топографической модели* (ЦТМ) – в терминологии Surpac – DTM.

Для картографического представления данных применяются координатные сетки и *слоевая структура данных*.

К положительным качествам трёхмерного моделирования в Surpac можно отнести использование современного понятия *геопространства*.

Используемые в Surpac структуры данных: *файловая* и *табличная*, как и в любых других современных информационных системах.

Аналогично, так же, как и в других современных информационных системах, для организации *слоевых структур* моделей системы Surpac используются, так называемые, *метаданные* (metadata).

Метаданные используются в Surpac также для организации БД блочной модели.

Ввод/вывод данных

Способы ввода данных в Surpac (откуда – куда):

– ввод данных с клавиатуры (например, напрямую в таблицы встроенных в Surpac БД);

– ввод данных из внешних БД, в том числе – удалённых БД (например, в таблицы встроенных в Surpac БД);

– импорт данных из ГИС через обменные форматы данных (например, из ArcInfo через shape-файлы);

– импорт данных из других ГГИС (например, из Datamine через *.asc и *.dm);

- импорт данных из САПР (например, из Autocad напрямую из формата *.dwg или через обменный формат *.dxf);
- ввод данных маркшейдерских измерений непосредственно с маркшейдерских приборов.

Таким образом, в среде Surpac осуществляется интеграция разнородных пространственных данных, которые преобразовываясь, входят в состав моделей объектов горнодобывающего производства и геоинформационных моделей.

Из Surpac можно передавать готовые модели в другие программные среды, например, на Рис. 21 и далее в тексте показано, как это можно сделать для программы Тетра-Mark в случае необходимости импорта в Тетра-Mark поверхности, построенной в Surpac в формате dtm.

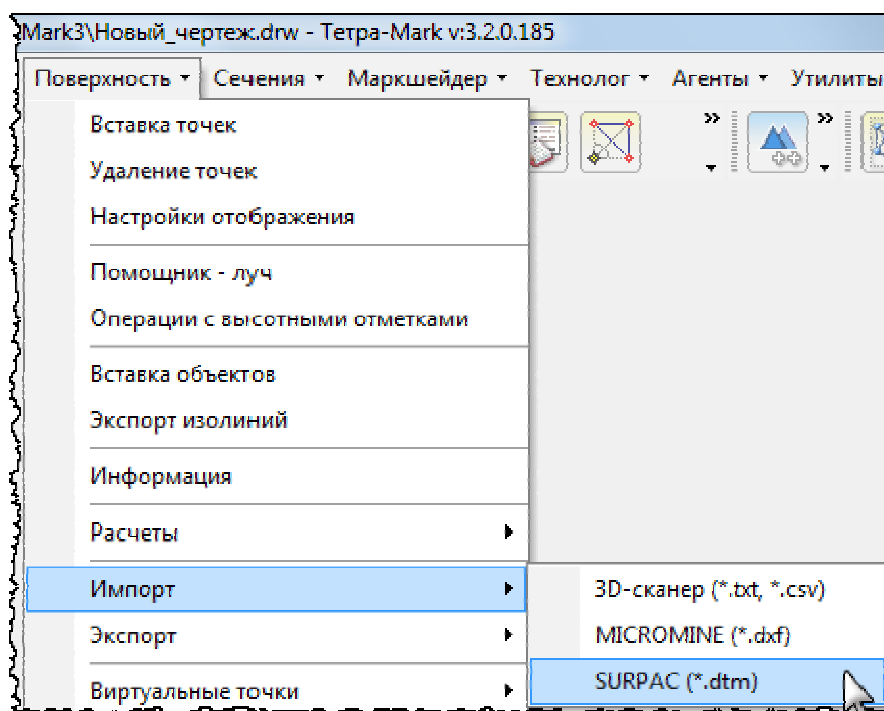


Рис. 21. Рабочее окно программы Тетра-Mark

Можно задавать следующие опции (Рис. 22):

- *создавать полилинии* – при выборе этой опции основе стрингов, содержащихся в импортируемом файле *.dtm, формируются полилинии;

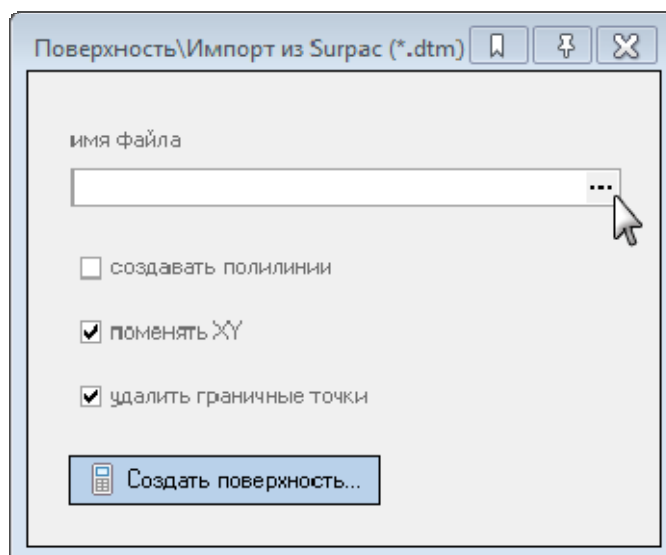



Рис. 22. Рабочее окно программы Тетра-Mark

– *поменять $X \leftrightarrow Y$* – при выборе этой опции поверхность преобразуется из правой (инженерной) системы координат в левую (маркшейдерскую);

– *удалить граничные точки* – при выборе этой точки из точек импортируемой поверхности будут удалены точки прямоугольника, ограничивающего указанную поверхность.

Для импорта нужно нажать кнопку , после чего откроется стандартная форма Windows для выбора необходимого файла *.dtm. После подтверждения выбора следует нажать кнопку «Создать поверхность» и на чертеже будет восстановлена импортируемая из Surpac поверхность.

Импорт/экспорт разнородных пространственных данных осуществляется не только через обменные форматы данных, но и «напрямую» – фактически с любого источника информации или любого файлового формата через подходящие *плагины (plug-ins)*. По-существу, это встроенные конверторы форматов данных.

Соответственно, исчезает необходимость импорта/экспорта при обмене данными с другими системами и прикладными программами.

Данные табличной структуры

Данные, объединённые в таблицы, являются важнейшими в программной среде Surpac.

Часть этих данных образует *геологическую* БД, которая создаёт основу всех модельных построений и расчётов.

Surpac использует модель *реляционной* БД (до 50-ти связанных таблиц) и поддерживает несколько различных *форматов* БД, в частности, Paradox и Microsoft Access. Это означает, что Surpac поддерживает открытый интерфейс взаимодействия с внешними БД; ODBC, который позволяет подключаться к любой реляционной БД (локально и по сети).

В геологической БД Surpac должны быть две, так называемые, *обязательные* таблицы:

- таблица устьев скважин (collar) и
- таблица инклинометрии (survey).

Обе указанные таблицы имеют обязательный набор *полей* (колонок, столбцов), сверх которого пользователь может создавать и другие поля. Однако, в реляционных таблицах Surpac число полей ограничено: оно не может быть больше 60-ти.

Обязательные 6 полей таблицы collar:

- hole_id – название скважины. Обычно это текстовое поле;
- y – координата Y скважины (север-юг);
- x – координата X скважины (запад-восток);
- z – координата Z скважины;
- max_depth – глубина скважины;
- hole_path – траектория ствола скважины.

Остальные возможные 54 поля таблицы collar могут содержать название участка, фамилию геолога и т.п.

Таблица инклинометрии содержит данные об искривлении скважин. 4 её обязательных поля:

- hole_id – текстовое поля, хранящее название скважины;
- depth – глубина замера;
- dip – угол наклона скважины к горизонту (скважина, пробуренная вертикально вниз, имеет угол наклона -90° , скважина, пробуренная вертикально вверх, имеет угол наклона $+90^\circ$);
- azimuth – азимут горизонтального проложения скважины.

С таблицей устьев и таблицей инклинометрии связаны, так называемые, *дополнительные* таблицы, которые могут содержать различные геологические данные, например, данные опробования полезного ископаемого, литологические и технологические данные, физико-механические свойства пород и т.п.).

В Surpac возможны 3 типа дополнительных таблиц:
– *интервальные* (например, таблица литологии),
– *точечные* (например, таблица инклинометрии) и
– *дискретные* (например, таблица данных геохимического опробования).

Обязательными полями интервальной таблицы являются:

- hole_id – название скважины,
- depth_from – глубина от ... ,
- depth_to – глубина до

Дополнительные поля интервальной таблицы могут хранить, например, данные опробования, литологические и т.п.

Обязательные поля точечной таблицы:

- hole_id – название скважины,
- depth_to – глубина до ...

Дополнительные поля точечной таблицы: данные инклинометрии, данные замеров физических свойств пород и т.п.

Обязательные поля дискретной таблицы:

- sample_id – номер пробы,
- Y – координата y,
- X – координата x,
- Z – координата z.

Дополнительные поля дискретной таблицы: данные спектрального анализа и т.п.

Возможные в Surpac типы полей таблиц БД:

- символьный (буквенный);
- булевый (логический);
- дата/время;
- продолжительность (временной интервал);
- целый (целые числа);
- вещественный (вещественные числа);
- мемо (длинное смешанное поле – текст и числа в любом порядке).

Создание геологической базы данных

Обычно процесс *создания БД* складывается из двух этапов [14]:

- создание пустого файла БД;

– импорт данных извне БД.

В Surpac есть два способа создания БД.

1. Можно воспользоваться меню: «База Данных», подменю «База Данных» и выбрать команду «Открыть/Создать» (Рис. 23).

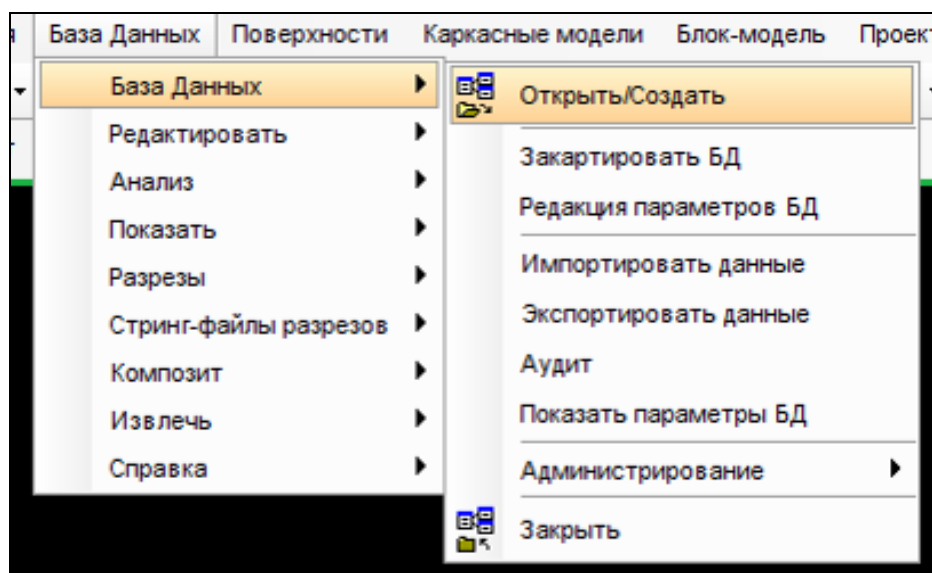


Рис. 23. Рабочее окно Surpac

1. В режиме «Геологическая база данных» выбрать меню «База Данных», далее – команду «Открыть/Создать» (Рис. 24).

В окне «Выбор базы данных» нужно дать название БД латинскими буквами и нажать кнопку «Применить», затем ещё раз «Применить» (Рис. 25).

В открывшемся окне выбрать из выпадающего списка тип БД, например, *access* (Рис. 26).

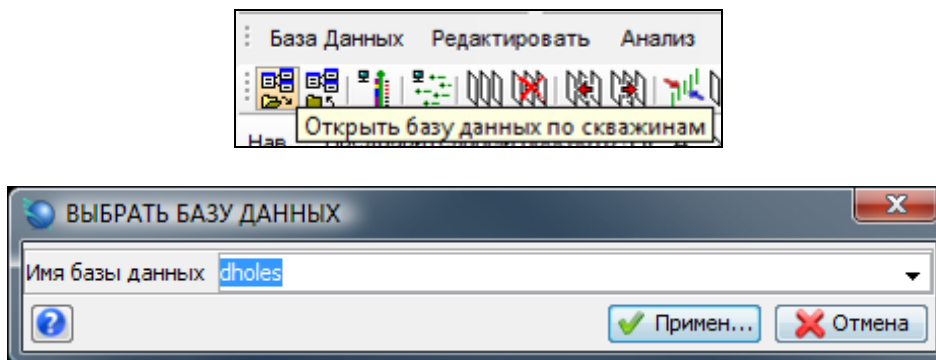


Рис. 24. Рабочее окно Surpac

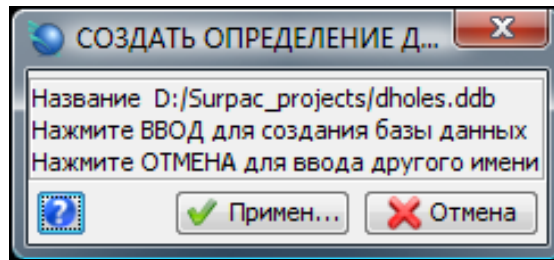


Рис. 25. Рабочее окно Surpac

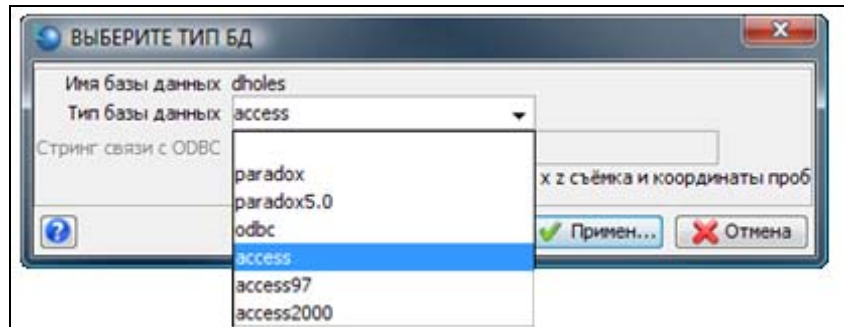


Рис. 26. Рабочее окно Surpac

Радио-кнопки «Посчитан.» и «Сохранен.» обозначают способ хранения координат X, Y, Z в БД.

«Сохранен.» означает, что каждая проба будет иметь в БД следующие записи: глубину «От» и «До», содержания полезных компонентов (эти данные вносятся в БД из журналов опробования) и координаты начала каждой пробы. Координаты проб рассчитываются один раз при импорте данных об интервалах опробования и хранятся в БД. Этот тип хранения информации хорош, когда БД не большая и на жестком диске компьютера достаточно места для того, чтобы хранить большое количество дополнительной информации.

«Посчитан.» – в этом случае координаты проб не хранятся на жестком диске, они автоматически рассчитываются каждый раз при загрузке БД. Это увеличивает время открытия БД, но освобождает память компьютера.

В данном случае нужно выбрать «Посчитан.»

Можно добавить в БД дополнительные таблицы, например, таблицу с содержаниями – assay и таблицу с литологическими данными – lithology. Для этого нужно ввести название таблицы в поле «Название таблицы», выбрать из списка необходимый тип

таблицы. В поле «Завис. от времени» галочку ставить не нужно. Если поставить галочку, то в созданной таблице появляется новое поле «samp_date», в которое можно внести, например, дату получения анализов из лаборатории. Добавить созданную таблицу в БД можно, кликнув правой кнопкой мыши на «1» – напротив названия таблицы и выбрав функцию «Добавить».

Для того чтобы создать дополнительные поля в какой-либо таблице, нужно сначала выбрать закладку с её названием (Рис. 27), затем выбрать «Необязательные поля», после чего – внести названия новых полей.

Для управления таблицами БД в Surpac встроена СУБД, а для обращения к конкретной таблице БД используется специальный текстовый файл с названием, идентичным названию таблицы БД и расширением ddb (например, dholes.ddb). В этом файле подробно описан состав таблицы (наименование и число полей и число строк), формат данных каждого поля, параметры проверки и некоторая другая служебная информация. В работе настройки СУБД Surpac'ом игнорируются, а используются настройки, содержащиеся в этом текстовом файле.

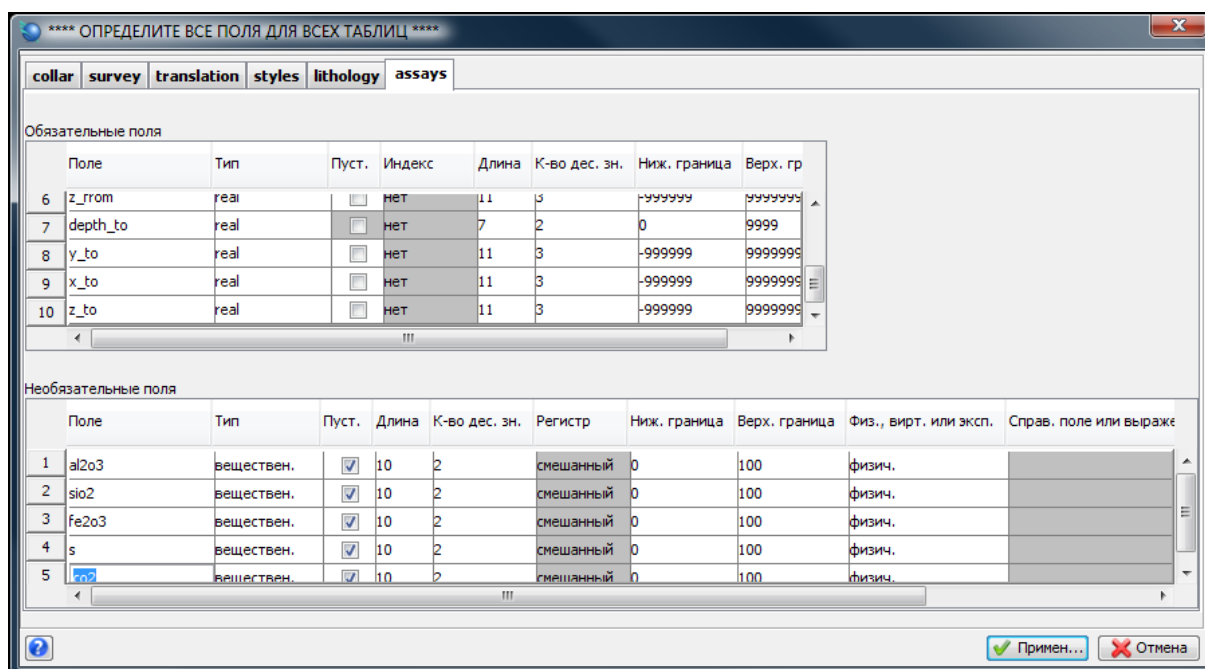


Рис. 27. Рабочее окно Surpac

Если в обработке данных используется уже существующая БД, то для того, чтобы Surpac мог с ней работать, ее сначала нужно «картировать», иначе говоря, создать файл *.ddb.

В настоящее время функция картирования работает корректно только с теми БД, в которых обязательные таблицы и обязательные поля имеют названия, полностью соответствующие названиям, предписанным программой Surpac. В противном случае нужно предварительно переименовать их в соответствии с правилами, принятыми в программной среде Surpac.

Для картирования БД нужно выполнить следующие действия:

- Воспользоваться меню: «База Данных», «База Данных», «Закартировать БД»;
- Выбирать БД, которую нужно картировать (Рис. 28);
- ввести или выбрать из списка название создаваемого ddb-файла (Рис. 29);
- задать настройки будущих полей (Рис. 30).

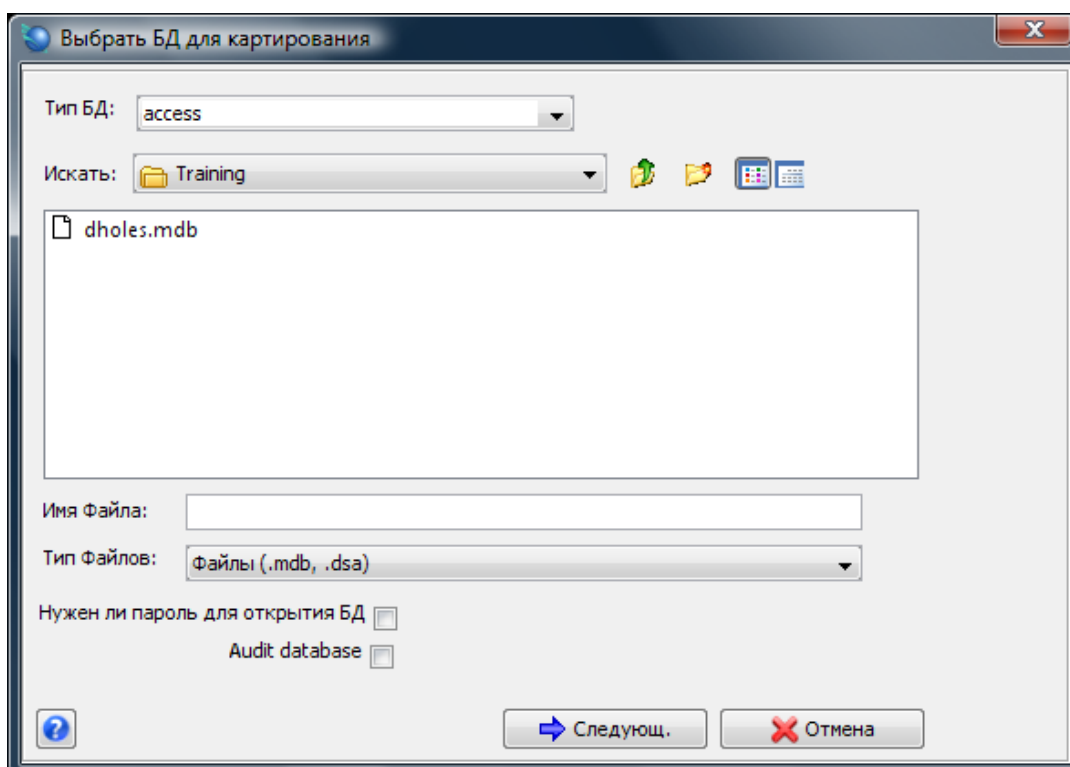


Рис. 28. Рабочее окно Surpac

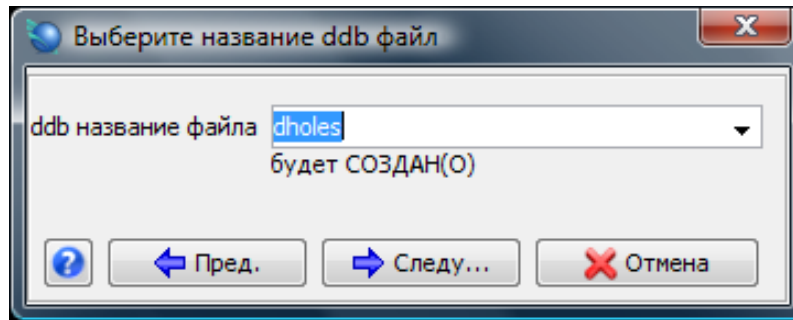


Рис. 29. Рабочее окно Surpac

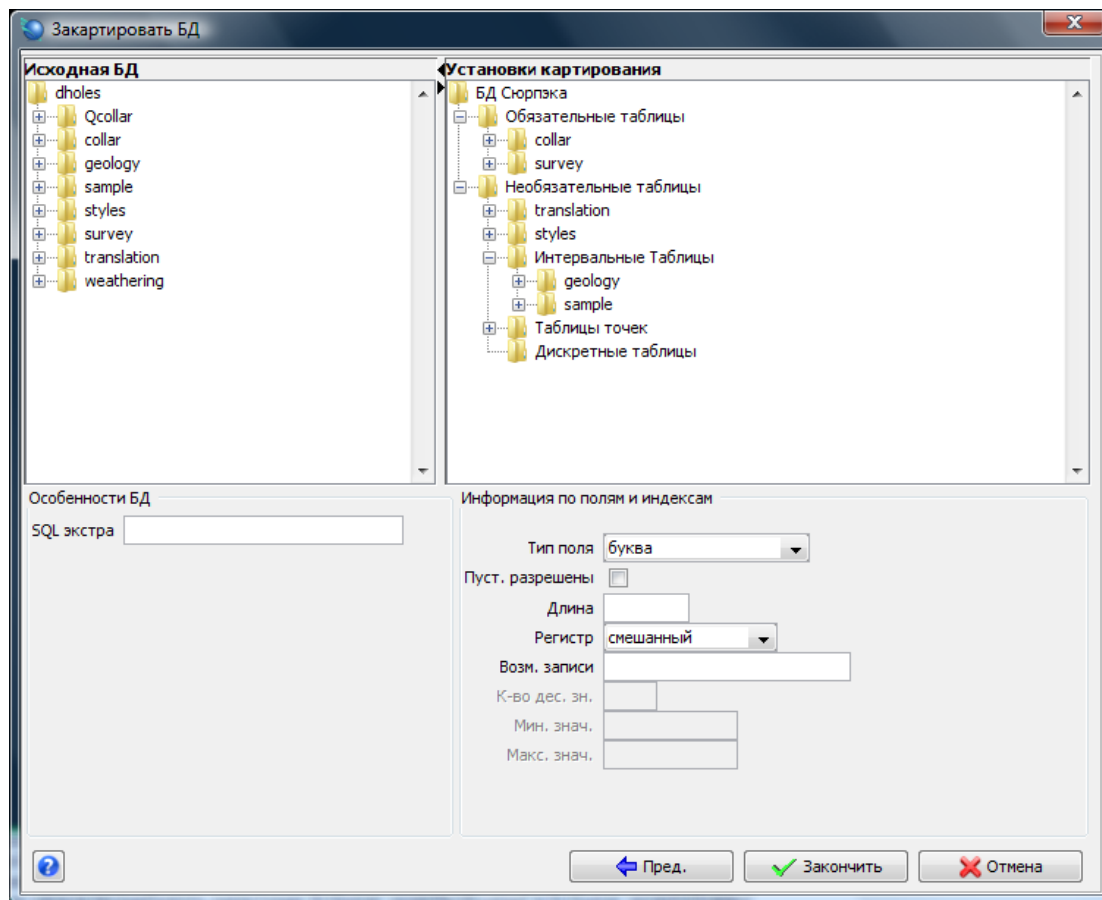


Рис. 30. Рабочее окно Surpac

Занятие № 16

Ввод в Surpac данных по скважинам

Цель: научить студентов выполнять базовые операции ввода данных в информационную систему.

Практическое задание

Внести в БД Suprac данные по 20-ти скважинам, которые предоставит преподаватель дисциплины «Геоинформационные технологии в горном деле».

Занятие № 17 **Текущий контроль**

Цель: текущий контроль знаний студентов.

В текущем контроле преподаватель проверяет, насколько студент понимает особенности моделирования горно-геологических данных в программных средах MicroMine и Suprac, а также результаты выполнения практического задания занятия № 16.

Литература

1. Кирильцева, Н. А. Цифровое картографирование и пространственный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов специальностей 120303 «Городской кадастр» и 130402 «Маркшейдерское дело» / Н. А. Кирильцева, Ю. М. Игнатов; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. маркшейд. дела, кадастра и геодезии. – Кемерово, 2012. – 135 с.
2. ГОСТ Р 50828-95. Геоинформационное картографирование. Пространственные данные, цифровые и электронные карты. Общие требования.
3. ГОСТ 28441-99 Картография цифровая. Термины и определения.
4. ГОСТ Р 51605-2000. Карты цифровые топографические. Общие требования.
5. ГОСТ Р 51606-2000. Карты цифровые топографические. Система классификации и кодирования цифровой картографической информации. Общие требования.
6. ГОСТ Р 51607-2000. Карты цифровые топографические.

Правила цифрового описания картографической информации. Общие требования.

7. ГОСТ 51608-2000. Карты цифровые топографические. Требования к качеству.

8. ГОСТ Р 52155-2003. Географические информационные системы федеральные, региональные, муниципальные. Общие технические требования.

9. ГОСТ Р 52438-2005. Географические информационные системы. Термины и определения.

10. ГОСТ Р 52439-2005. Модели местности цифровые. Каталог объектов местности. Требования к составу.

11. ГОСТ Р 52571-2006 Географические информационные системы. Совместимость пространственных данных. Общие требования.

12. ГОСТ Р 52572-2006. Географические информационные системы. Координатная основа. Общие требования.

13. Геоинформационное обеспечение электронных планов горных работ. – / Н. Н. Грищенко; ДонГТУ.
<http://masters.donntu.edu.ua>.

14. Васильев, П. В. Развитие горно-геологических информационных систем. Информационный бюллетень, ГИС ассоциация, № 2 (19), 1999, С. 32-33.