

ПетрГУ

**Методические указания к дисциплине « Основы компьютерного
моделирования технологических процессов в рудниках».**

Специальность. 130404 *«Подземная разработка месторождений полезных
ископаемых»*

Едигарьев Валерий Георгиевич
Олег Владимирович Наговицын

**Основы компьютерного моделирования технологических процессов в
рудниках.**

Методические указания и контрольные задания

ЛР № 040110 от 10.11.96

Подписано в печать __.__.2004 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная
Офсетная печать 4,3 уч. – изд.л.
Тираж 250 экз. Изд №

Издательство Петрозаводского
Государственного университета
Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Отпечатано подразделением оперативной
Полиграфии Кольского филиала ПетрГУ
Апатиты, ул. Космонавтов, 3

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КОЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

Горно - технический факультет

Методические указания и контрольные задания по дисциплине

**Основы компьютерного моделирования технологических процессов в
рудниках.**

для студентов заочной формы обучения

Специальности

090200 (130404) – Подземная разработка месторождений полезных ископаемых

090300 – Обогащение полезных ископаемых

090500 – Открытые горные работы

АПАТИТЫ

2004

Введение

Дисциплина “**Компьютерное моделирование технологических процессов в рудниках**” изучается студентами горных специальностей. Изучение дисциплины опирается на знания, полученные в результате освоения курса “**Информатика**”.

Целью преподавания данной дисциплины является получение студентами знаний по использованию компьютерных технологий в профессиональной инженерной деятельности. В результате изучения дисциплины студенты должны уметь применять электронные таблицы для автоматизации горно-экономических расчетов, выполнять двумерные и трехмерные чертежи горной технологии, и грамотно оформлять текстовые документы с помощью текстового редактора.

Сведения об аппаратных средствах и программном обеспечении.

(Коротко об устройстве компьютера, программы для ПК).

Напомним, по крупному **РС** – это: системный блок; клавиатура; дисплей.

Системный блок это: корпус с блоком питания; системная или материнская плата (МП); процессор; оперативное запоминающее устройство (ОЗУ); видеоконтроллер; жесткий диск; дисковод гибких дисков; дисковод СД; звуковая карта.

Сейчас стандартным считается наличие: источника бесперебойного питания; дисковода ДВД; модема; теле и УКВ тюнера; сетевой карты.

Внешние устройства: принтеры; сканеры; дигитайзеры; видео и фотокамеры; джойстики и др.....

Для того, чтобы компьютер работал, в его ОЗУ должны находиться программы и данные, которые попадают туда от различных устройств. То есть, необходим обмен информацией между ОЗУ и другими устройствами. Поэтому для каждого устройства предусмотрена электронная управляющая схема, которая называется **контроллер** или **адаптер**. Все контроллеры взаимодействуют с МП и ОЗУ через **системную магистраль передачи данных**, называемую еще **шиной**.

Системные программы. Главная – **операционная система**. Она осуществляет диалог с пользователем, управление компьютером, его ресурсами, запускает прикладные программы и т. д.. Наиболее распространена ДОС фирмы **Майкрософт**.

Драйверы – управляют устройствами ввода-вывода, обеспечивают подключение новых устройств и т.д.

Программы - оболочки. Обеспечивают более удобное общение с компьютером (**Norton Commander**).

Операционные оболочки – создают пользователю еще более удобную среду общения с компьютером. Это и графический интерфейс, и мультипрограммирование, и огромные возможности обмена информацией (**Windows**).

Утилиты – это вспомогательные программы, включающие архиваторы, антивирусы, диагносты оборудования и др.... (**Norton Utilities**).

Прикладные программы. Прикладных программ – множество: редакторы текстов (**Word...**); электронные таблицы (**SuperCalc, Lotus, Excel...**); СУБД (**Dbase, Foxpro, Clipper...**); графические редакторы (**Paintbrush, Coreldraw...**); системы деловой и научной графики (**MS Chart, Surfer...**); САПР (**AutoCad...**); интегрированные системы (**MS Office...**); бухгалтерские программы (**1C...**). Системы программирования – обеспечивают разработку новых программ. В их составе компилятор, библиотеки и вспомогательные программы. Примеры - **Турбо Си++**, **Турбо – Паскаль**, **Дельфи** и т.д.

После включения компьютера в сеть, прежде всего начинает действовать ДОС, которая находится в постоянном запоминающем устройстве (**ПЗУ**), точнее часть ДОС - **базовая система ввода – вывода (BIOS)**, осуществляющая услуги ввода – вывода и

тестирование устройств. Кроме того, она вызывает программу загрузчика операционной системы, находящуюся в первом секторе диска. Загрузчик считывает в память модули ОС – **IO.SYS** и **MSDOS.SYS** и передает им управление. Далее читается файл конфигурации системы **CONFIG.SYS** и в соответствии с указаниями в этом файле, загружаются драйверы устройств и устанавливаются параметры системы. Далее загружается командный процессор **COMMAND.COM** и ему передается управление. Командный процессор выполняет командный файл **AUTOEXEC.BAT**. В этом файле записаны команды и программы, которые выполняются при каждом запуске компьютера, в том числе и **WINDOWS**.

Вопросы для самопроверки.

1. Основные элементы компьютера.
2. Системные программы.
3. Прикладные программы.

Литература.

1. Алексеев А.П. Информатика 2002. М.: Солон-Р, 2002, 400 с.
2. Кузнецов А., Морозов А. Windows 98 Учебник. М. ДМК, 1999, 320 с..

Основные понятия моделирования

(терминология, классификация моделей, модели технологических процессов, модели месторождений полезных ископаемых).

Терминология. В энциклопедическом словаре **моделирование** определяется как исследование объектов познания на их моделях, построение и изучение моделей реально существующих предметов и явлений и конструируемых объектов. В горной энциклопедии **моделирование** определяется как метод изучения объектов (предметов, систем, процессов, явлений) путем построения их моделей. Моделирование позволяет изучать такие объекты, прямой эксперимент над которыми затруднен и (или) экономически невыгоден.

Моделью называется система, отображающая наиболее существенные характеристики изучаемого объекта. Таким образом, любое моделирование начинается с идеализации натуры, причем основная задача состоит в исключении тех параметров, влияние которых на решение задачи пренебрежимо мало.

Классификация моделей. По своей природе модели делятся на **физические** и **символические**. Первые подразумевают создание макетов объектов из материалов, соответствующих натуре или эквивалентных им. Символические же модели описывают объекты с помощью символов и, в свою очередь, делятся на **графические**, **графоаналитические** и **математические**. Последние, представляя собой набор формул и иных математических инструментов, описывающих объект или процесс. По характеру изменения параметров объекта во времени различают **статические** (значения параметров не меняются с течением времени), и **динамические** (параметры могут меняться) модели.

В соответствии с характером отклика изучаемого объекта или процесса на внешнее воздействие различают **детерминированные** и **вероятностные** модели. Отклик детерминированной модели может быть определен однозначно, а отклик вероятностной модели – только в каком-то интервале и с какой – то вероятностью.

И, наконец, модели по их назначению делят на **оптимизационные** и **информационные**. Оптимизационные модели служат для изучения тех или иных параметров на ход технологических процессов и поиска наилучших путей управления этими процессами. Информационные же модели используются, как правило, для изучения возможности проведения этих процессов. Пример информационной модели – модель

месторождения, которая служит основой для решения задач проектирования вскрытия, порядка и систем разработки, обоснования кондиций и подсчета запасов, планирования горных работ и проч.

Модели технологических процессов. Моделирование технологических процессов производится с целью выбора наиболее выгодных решений по организации и планированию горных работ в предполагаемых условиях. Другой целью моделирования может быть сравнительная оценка различных вариантов решений, а также анализ влияния различных факторов на результат решения.

Таким образом, модели технологических процессов относятся к классу оптимизационных. Структуры моделей определяются двумя общими для всех подобных задач факторами:

1. Условия задачи допускают большое количество возможных вариантов, из которых необходимо выбрать оптимальный.

2. Принятое решение осуществляется только для достижения определенной цели. Для сравнения возможных вариантов и оценки их соответствия поставленной цели используются количественные критерии эффективности.

То есть, процесс принятия решения формализуется в виде функции, аргументами которой являются допустимые решения, а значениями – характеристики меры достижения поставленной цели при различных значениях аргументов. Задача выбора решения сводится к нахождению *экстремума* функции и значений аргументов, при которых он достигается. Такая функция называется *целевой* и связывает допустимые решения с показателем эффективности. Решение, соответствующее экстремуму целевой функции, называется *оптимальным*.

Выражение критерия эффективности может быть формализовано следующим образом:

$$W = f(a_1, a_2, \dots, a_n, x_1, x_2, \dots, x_m) \text{ ® цель.}$$

При этом под переменными a_i понимаются условия проведения работ, т.е. известные величины, а под переменными x_i – элементы решения задачи, т.е. искомые параметры. Заданные условия a_i могут быть функциями и ограничениями элементов решения.

Сама же задача моделирования формулируется следующим образом: при заданных условиях a_i найти такие элементы решения x_i , при которых показатель эффективности W достигает своего максимума (минимума). Это типичная вариационная задача, описывающая детерминированный процесс.

В реальных условиях на результаты спланированных работ могут оказывать влияние ряд случайных факторов b_i . Показатель эффективности в этом случае записывается следующим образом:

$$W = f(a_1, b_1, \dots, a_n, b_k, x_1, x_2, \dots, x_m) \text{ ® цель,}$$

а задача нахождения экстремума переходит в разряд статистических задач, которые подразделяются на задачи в условиях риска и задачи в условиях неопределенности.

Вообще процесс выбора оптимального решения состоит из двух этапов:

1. выбор показателя эффективности и описание целевой функции и множества допустимых решений;

2. нахождение экстремума целевой функции и соответствующего ему решения. Для решения этой задачи используются регрессионный и корреляционный анализы, дифференциальное и вариационное исчисление, перебор решений, метод множителей Лагранжа, методы линейного и нелинейного программирования. Задачи, имеющие случайные величины, решаются методами стохастического программирования.

Модели месторождений полезных ископаемых. Модель месторождения строится на основании результатов детальной и эксплуатационной разведок, а также данных опробования по скважинам, забоям и стенкам выработок. Все эти данные обычно представляются в виде набора геологических планов и разрезов. Степень достоверности информации, закладываемой в принятую модель, зависит от изменчивости моделируемого показателя, а также от ориентировки и густоты сети опробования.

В зависимости от решаемых задач, необходимой точности вычислений имеется несколько типов моделей:

1. *простые геометрические модели*, которые могут быть как плоскостными (набор вертикальных или горизонтальных сечений), так и объемными;

2. *гипсометрические или структурные модели* – изображения поверхностей почвы и кровли залежей, а также содержания и запасов полезных компонентов и других параметров в виде плана изолиний;

3. *дискретные модели* подразумевают деление моделируемого пространства на простые объемные или плоские фигуры – параллелепипеды или прямоугольники. Дискретные модели делятся на две группы – *объемно - интегральные и точечно – цифровые*.

Так как исходная информация представлена данными опробования в отдельных точках, для составления планов и разрезов по различным сечениям используется аппарат интерполяции функций нескольких переменных, а для учета влияния погрешностей измерения на результаты моделирования применяется статистическая обработка наблюдений.

Результаты моделирования месторождений и их разработки могут быть представлены в цифровой, графической или табличной форме различного вида, в зависимости от назначения модели, необходимой точности моделирования и вида исходной информации.

Вопросы для самопроверки.

1. *Что такое моделирование?*
2. *Какие Вы знаете виды моделей? Перечислите и дайте их характеристики.*
3. *Какие модели используются для изучения технологических процессов?*
4. *Что такое целевая функция?*
5. *Какие типы моделей используются для моделирования месторождений?*

Литература.

1. *Петросов А.А. Моделирование и оптимизация процессов на рудниках. М.: Недра, 1978, 205 с.*
2. *Зотеев О.В., Осинцев В.А. Математическое описание объектов и процессов: Учебное пособие.- Екатеринбург: УГГА, 1998, 124 с.*

Компьютерные системы моделирования

(Особенности моделирования горных предприятий. Информационно-управляющие системы и информационно-поисковые системы в горном производстве. Экспертные системы. Географические информационные системы в горном деле. Горные интегрированные пакеты. Программы для решения узкоспециализированных задач).

Особенности моделирования горных предприятий. Горные предприятия как объекты проектирования и управления относятся к высшей категории сложности. Они представляют собой многофакторные природно-технологические комплексы, развивающиеся в пространстве в течение длительного времени (до 20-30 лет и более) и характеризующиеся большими объемами информации различного вида:

Основные группы определяющих факторов (геометрии, качества, динамики) находятся в сложной взаимосвязи и в комплексе составляют для каждого объекта настолько значительный информационный массив исходных данных, промежуточных и

конечных результатов различных управляющих решений, что получение достоверных результатов в большинстве оптимизационных задач при проектировании горных работ и управлении горным предприятием возможно лишь на основе **компьютерных систем**.

Поскольку горные науки составляют глубоко дифференцированные отрасли знаний, каждая из них имеет самостоятельный предмет изучения. В его качестве выступает, как правило, один из компонентов горнодобывающего предприятия. В геомеханике - это массив горных пород, в технологии - процессы горных работ, в рудничной аэрологии - атмосфера в горных выработках и т.д.

Накапливаемый специалистами различного профиля опыт закреплялся в форме стандартизованных в известном смысле задач, решение которых варьировалось соответственно новым условиям освоения месторождений. В числе таких задач обоснование способа вскрытия месторождения, производительности предприятия, элементов систем разработки, расчет параметров БВР и др. Нахождение решений для каждой задачи в большей или меньшей их совокупности обеспечивает осуществление производственного процесса добычи руды.

Информационно-управляющие системы в горном производстве. Количество информации, появляющейся в результате деятельности некоторой организации и имеющей влияние на успех ведения дел, а также скорость, с которой эта информация изменяется, делают необходимым для руководства применение **формальных** методов сбора и обработки информации.

Количество информации и возникающие при управлении проблемы заметно увеличиваются с ростом размеров организации.

Справиться с этим потоком информации так, чтобы руководство могло принимать эффективные решения и успешно вести дела организации – в этом и состоит цель компьютерной **информационно-управляющей системы (ИУС)**. То есть ИУС - это формальная система для выдачи информации, необходимой для принятия решений.

К информационным системам относятся «**банки данных**» систем управления предприятиями, которые решают задачи текущего и перспективного планирования, а также оперативного управления производством на организационном уровне. ИУС должна выдавать информацию о прошлом, настоящем и предполагаемом будущем. Она должна отслеживать все относящиеся к делу события внутри ГОКа и вне его. Самой важной ее задачей является выдача нужной информации нужным людям в нужное время.

Типичная ИУС имеет следующую структуру:

технические средства системы;

внутреннее математическое обеспечение;

внешнее математическое обеспечение (система управления информацией).

В состав технических средств системы включаются ЭВМ с несколькими ступенями запоминающих устройств, развитой системой ввода-вывода информации, каналами связи, внешними источниками информации.

Внутреннее математическое обеспечение включает операционную систему и информационный процесс. Основные функции информационного процесса: ввод в систему информации, формализованной в различной степени; осуществление поиска и выбора информации; преобразование информации для ее последующего использования.

В целом с помощью информационных процессов осуществляется формирование ответов на запросы, оформление их к выдаче в необходимом виде, а также обновление информации.

Кроме того, задачей информационного процесса является подготовка необходимых массивов информации – исходных данных для решения расчетных задач и оформление полученных результатов. Таким образом, информационный процесс и комплекс расчетных задач находятся в постоянном взаимодействии: первый выступает в роли поставщика информации для другого.

Система внешнего математического обеспечения содержит средства для подготовки и реализации комплекса расчетных задач и всего сложного программного обеспечения.

Экспертные системы. Экспертные системы – это программы, которые манипулируют знаниями в целях получения эффективного решения в узкой предметной области. Вот необходимые характеристики ЭС:

База знаний, которая накапливается в процессе построения. Знания организованы так, чтобы упростить принятие решений;

Высококачественный опыт экспертов – для получения точных и эффективных решений;

Наличие возможностей прогнозирования. Ответы для новых ситуаций;

Возможность обучения и тренировки руководящих работников и специалистов.

Организация ЭС.

Информация готовится в виде фактов и правил.

Используются эвристические правила для упрощения решений вместо алгоритмических (эвристика – эмпирические правила или упрощения).

Информация основана на знаниях. Знания структурированы и организованы в ЭС с доступом к ним.

Представление знаний в ЭС основанное на правилах: если...то. Делается цепочка выводов.

Через правила определяется, как программа должна реагировать на изменение данных. Использование правил упрощает объяснение того, что и как сделала программа, т.е. каким способом она пришла к конкретному заключению.

Отличие ЭС от традиционных программ заключается в том, что ЭС манипулируют знаниями, тогда как обычные программы манипулируют данными.

Основные типы деятельности ЭС: прогноз, диагностика, проектирование, планирование, наблюдение, отладка, ремонт, обучение, управление. Области применения: геология, инженерное дело, медицина, химия и мн.др.

Системы автоматизированного проектирования. Работа научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, проектных организаций связана с разработкой новых технологий, устройств, приборов, конструкций. Проектирование сопровождается оформлением большого объема технической документации: чертежей, схем, планов.

Современные программные и технические средства вычислительной техники позволяют перейти от традиционных ручных (рутинных) методов конструирования к новым информационным технологиям проектирования использованием ЭВМ.

Для облегчения труда конструкторов, проектировщиков разработаны системы автоматизированного проектирования (САПР). Этому термину соответствует английская аббревиатура CAD — Computer-Aided Design.

САПР способны решать задачи, не поддающиеся полной формализации. Проектирование в таких системах является автоматизированным и осуществляется в **интерактивном** режиме.

САПР образно сравнивают с «электронным кульманом». САПР является одним из средств для перехода к безбумажной технологии проектирования.

Программа AutoCAD фирмы Autodesk является лидером среди инженерных графических пакетов.

При построении чертежей система позволяет использовать графические примитивы: точку, отрезок, окружность, дугу, фигуру, полилинию.

Система позволяет легко изменять **масштаб** изображения, производить **панорамирование** (плавное перемещение видимой части изображения по большому чертежу).

Объекты можно прорисовывать разным цветом на различных слоях чертежа, что дает возможность отслеживать их совместимость и взаимосвязь при общей компоновке.

AutoCAD «умеет» не только разрабатывать двумерные плоские чертежи, но и моделировать сложные трехмерные каркасные, полигональные (поверхностные) и объемные (твердотельные) конструкции.

Система обеспечивает автоматическое построение диметрической, изометрической, косоугольной и аксонометрической проекций объектов проектирования.

Системы автоматизированного проектирования не только облегчают процесс создания и описания новых объектов, но и являются удобными справочниками, которые позволяют пользователям накапливать и хранить формацию (данные о компонентах, размерах объектов, условных графических обозначениях, сведения из стандартов и т. д.).

Географические информационные системы. ГИС - это автоматизированная система для ввода, хранения, обработки, анализа, представления и поиска всех форм пространственно-индексированных и связанных с ними описательных данных.

Географические информационные системы развиваются совместно с другими информационными технологиями, причем это взаимодействие происходит двумя путями:

во-первых, ГИС включает в себя элементы других информационных технологий, адаптированных для работы с пространственно - координированными данными;

во-вторых, определенные задачи требуют использования ГИС интегрированно с другими информационными технологиями. В последнем случае взаимодействие происходит либо через интерфейсную оболочку, либо через механизмы типа OLE (связывание- внедрение объектов)/DDE (динамический обмен данными).

Данные для горно-информационных задач должны быть цифровыми, так как только в этом случае можно в полной мере управлять ими в компьютере: изменять масштаб, вычислять элементы взаимного и абсолютного положения объектов, совмещать на одной карте данные разного типа (слои) и данные с карт для разных участков, представлять их в нужной проекции.

Цифровые данные, которые хранятся в компьютерной памяти, должны отображаться не только на экране монитора, но и в виде рисунков, карт, топопланов на бумажной основе для включения в отчеты, статьи, обзоры и т.п..

Возможные приложения ГИС в горном деле:

оптимизация конечных контуров календарного плана развития карьера;

детальное 3D-проектирование развития открытых и подземных горных работ с полуавтоматическим построением дорог и других коммуникаций;

оценка запасов месторождения, попадающих в контур отработки;

многовариантное 3D-планирование развития горных работ на любой период времени;

проектирование буровзрывных работ на карьерах и рудниках;

геомеханические, вентиляционные, инженерно-строительные и другие расчеты;

изготовление всех видов чертежей, сопровождающих указанные выше расчеты.

Типы современных ГИС

Первый класс составляют инструментальные географо-информационные системы, которые выполняют функции ввода, хранения информации, отработки запросов, способны решать пространственные задачи и производить расслоение карт на тематические слои, сборку карт и их подготовку к выводу на твердую копию. Лидером на рынке среди зарубежных систем является ARC/Info (продукт фирмы ESRI, США), среди отечественных – ПАРК.

В настоящее время ARC/Info принята в качестве базовой ГИС в Государственном банке цифровой геологической информации МПР России.

Второй класс представляют ГИС-выюверы, системы, позволяющие выполнять информационные запросы из сформированных с помощью систем первого класса баз

данных, проводить просмотр и макетирование информации, осуществлять вывод оформленного макета на плоттер. Здесь лидерство прочно удерживает также продукт фирмы ESRI – ARC/View – программа для просмотра и анализа данных.

Фирма Golden Software широко известна своими пакетами компьютерной графики GRAPHER и SURFER.

Информационные технологии для решения горно-геологических задач. Существует довольно много программных средств для горной промышленности. Важное значение среди них имеют горные интегрированные пакеты (ГИП).

Горные интегрированные пакеты - это мощные программные комплексы, обеспечивающие решение практически всего спектра задач на стадиях: геологоразведки месторождения, принятия решений по основным параметрам горных работ, проектирования открытых и подземных рудников, кратко-, средне- и долгосрочного планирования порядка отработки месторождения. Вот некоторые примеры ГИП:

MINE MAP – продукт австралийской компании Mine Planing Software. Пакет программ, ориентированный в основном на разведку и эксплуатацию пластовых месторождений;

DATAMINE – продукт фирмы Mineral Industries Computing Limited, расположенной в Великобритании. DATAMINE может быть использована практически для любых типов месторождений, а также для исследований в некоторых областях экологии. Наиболее часто DATAMINE используется для сбора и анализа данных геологической разведки, моделирования месторождений, проектирования открытых и подземных рудников, планирования горных работ;

GEMCOM – продукт фирмы Gemcom Services (производитель программного продукта Gemcom, расположена в Ванкувере, Канада). Программы Gemcom построены по модульному принципу и поставляются заказчику в соответствии с его потребностями. Разработано несколько типичных конфигураций системы, ориентированных на различные виды моделирования и проектирования горной технологии;

GEOTECH.3D - продукт группы разработчиков Горного института КНЦ РАН. GeoTech-3D представляет собой систему моделирования объектов горной технологии, предназначенную для решения широкого круга геологических, маркшейдерских и технологических задач, встречающихся в практике работы горнодобывающих предприятий, научных и проектных организаций. Для решения этих задач GeoTech-3D содержит набор инструментов, позволяющих работать с трехмерными моделями (векторными, каркасными, блочными).

Обобщающие характеристики ГИП. Все ГИП имеют в своем составе средства поддержки БД по геохимическому опробованию, средства статистики, интерполяции данных и геостатистики. Рудные тела моделируются на основе каркасного и твердотельного моделирования, качественные показатели рассчитываются с использованием блочных моделей. Подземные выработки, карьеры и топоповерхности моделируются с помощью каркасных моделей. Имеются средства для ввода и редактирования точек и полилиний. Обязательно наличие средств экспорта/импорта данных с наиболее распространенными системами GIS, CAD, СУБД.

Вопросы для самопроверки.

1. Каковы особенности моделирования горных предприятий.
2. Для чего нужны информационно-управляющие системы (ИУС)?
3. Какова структура ИУС?
4. Что такое экспертные системы? Для чего создаются?
5. Назначение и области применения систем автоматизированного проектирования (САПР).
6. Для чего создаются географические информационные системы (ГИС).
7. Назовите возможные приложения ГИС в горном деле.

8. Какие типы современных ГИС Вы знаете?
9. Назначение горных интегрированных пакетов (ГИП).
9. Какие типы ГИП Вы знаете?
10. Назовите основные характеристики ГИП.

Литература.

1. Информационные технологии в горном деле. Коллектив авторов. - Апатиты, 1998, 300с.
2. Д. Уотермен. Руководство по экспертным системам. М., Мир, 1989, 388 с.
3. С. Л. Каграманян, А. С. Давидкович, В.А.Малышев. Моделирование и управление горнорудными предприятиями. М., Недра, 1989, 360 с.

Решение задач горной технологии с помощью прикладных программ.

(Основные этапы решения задачи с помощью ЭВМ. Индивидуальные программные средства. Пакеты прикладных программ).

Вообще говоря, все задачи, которые возникают перед человеком, так или иначе, им решаются. И без участия ЭВМ. Тем не менее, многие задачи целесообразно решать на компьютере. Основные этапы решения задачи с помощью ЭВМ видны из рис.1.

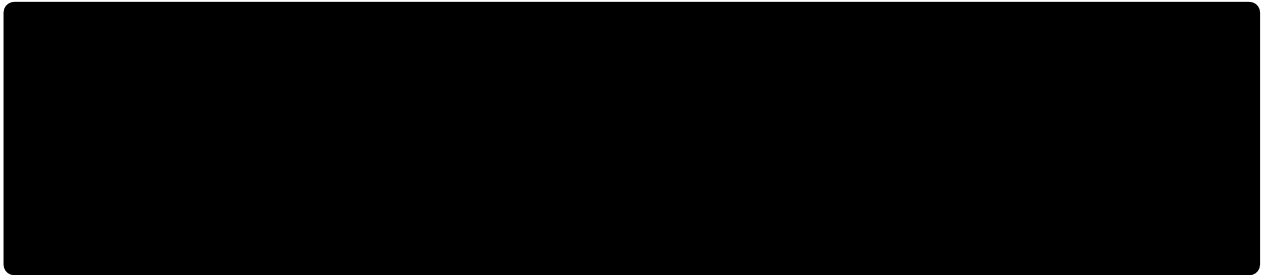


Рис.1.

Проиллюстрируем этапы решения элементарной задачи поставки ВВ на участок БВР.

Постановка задачи:

На участке БВР необходимо иметь N ящиков ВВ. Сколько ящиков ВВ нужно поставить на участок, если на нем уже имеется M ящиков?

Модель.

Исходя из постановочной части, напомним математическое выражение

$$X + M = N$$

Это и есть математическая модель поставки ВВ на участок. Здесь M и N – исходные данные, а X – искомая величина.

Алгоритм.

Если модель описывает зависимость между исходными данными и искомой величиной, то алгоритм представляет собой последовательность действий, которые нужно выполнить, чтобы от исходных данных перейти к искомой величине. В нашем случае алгоритм запишется следующим образом:

$$X = N - M$$

Составление программы.

Для того чтобы алгоритм мог быть прочитан ЭВМ, нужна программа, т. е. запись последовательности вычислений на языке программирования.

- Вот как будет выглядеть текст программы, реализующей наш алгоритм и написанный на языке PASCAL.

PROGRAM bvr ;

(заголовок программы)

VAR

(объявление переменных)

N, M, X : INTEGER;

BEGIN

(начало программы)

```

WRITE ('ВВЕДИТЕ ЧИСЛА N, M ');
READLN ( N, M) ;
X:=N-M ;
WRITELN ('X РАВНО', X)
END.

```

(вывод сообщения на экран)
 (чтение двух чисел)
 (определение результата)
 (вывод результата)
 (конец программы)

После того, как программа написана, ее нужно транслировать, т.е. перевести в машинные коды, понятные ЭВМ и только тогда горный инженер сможет считать ящики со взрывчаткой.

И до определенного времени такой подход к моделированию был преобладающим. Многие организации создавали **индивидуальные** программные средства для решения **своих** задач. При этом затраты на их создание во много раз превосходили затраты на приобретение собственно ЭВМ. То есть рационального начала при таком подходе было маловато.

Ситуация кардинально изменилась с приходом на рынок информационных технологий современных мощных и универсальных программных средств – **пакетов прикладных программ (ППП)**.

В чем отличие применения ППП от индивидуального программирования?–

Есть задача, нужно подобрать готовый пакет. Можно и наоборот – есть пакет, он способен решать много задач, можно найти в нем и наши задачи или приспособить его для решения задач. Быть может, для программистов это не очень привычно, но для решения задач, несомненно, целесообразно. При таком подходе задачи будут решаться достаточно быстро, ведь не надо заниматься программированием.

И здесь речь идет не только об использовании специально ориентированных ППП, таких как **ГИС**, **ГИП** и др., но и широко известных электронных таблицах, например **MS Excel**.

• Вот как может быть с помощью **MS Excel** решена задача поставки ВВ на участок БВР. В первой строке в ячейках А1 и В1 и С1 записываются имена переменных, в ячейках А2 и В2 – числовые значения переменных, в ячейке С2 – алгоритм и искомый результат.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	N	M	X								
2	6	2	=A2-B2								
3	8	3	=A3-B3								

Рис 2.

Многовариантность решения (то есть собственно то, ради чего создаются модели) обеспечивается возможностью копирования алгоритма в последующие ячейки столбца С и расчетов с использованием соответствующих исходных данных в ячейках столбцов А и В.

Краткие сведения об электронных таблицах (ЭТ).

(Электронные таблицы – основные сведения. Приемы работы в среде MS Excel при моделировании параметров технологических процессов в рудниках).

С помощью ЭТ можно решать экономические, математические, статистические и конечно инженерные задачи, такие как задачи определения параметров технологических процессов в рудниках. При работе с ЭТ практически исключается традиционное программирование (например, с помощью процедурно-ориентированных языков). Далее в качестве ЭТ будем рассматривать **MS Excel**.

Все файлы, создаваемые в **MS Excel**, называются **книгами**, причем каждая книга состоит из нескольких **листов**, между которыми можно установить необходимые связи. Здесь термины **лист** и **таблица** являются синонимами.

Таблица состоит из **65536** строк и **256** столбцов. Столбцы обозначаются латинскими буквами, а строки – арабскими цифрами. Каждое пересечение строки и

столбца образуют **ячейку** таблицы, которая может содержать текст, число или формулу. Ячейка обозначается буквой и цифрой строки и столбца, на пересечении которых она находится – это координаты ячейки. Набор координат, определяющий положение ячейки на листе, называется **ссылкой** или **адресом**.

Диапазоном ячеек – называются две или более ячеек, расположенные на одном листе.

Синтаксисом формул называется порядок записи (структура) элементов, входящих в формулу. Формулы подчиняются определенному синтаксису, в который входит знак равенства (=), вычисляемые элементы (операнды) и операторы. По умолчанию, *MS Excel* вычисляет формулу слева направо, начиная вычисление со знака равенства (=). Используя синтаксис написания формулы, можно управлять процессом вычисления.

Операндами могут быть: константы, ссылки или диапазоны ссылок, заголовки, имена или функции.

Операторами обозначаются операции, которые следует выполнить над операндами формулы. В *MS Excel* включено четыре вида операторов: арифметические, текстовые, а также операторы сравнения и адресные операторы.

Арифметические операторы используются для выполнения основных математических вычислений над числами. Результатом выполнения арифметической операции всегда является число.

- + Сложение
- – Вычитание
- * Умножение
- / Деление
- % Процент
- ^ Возведение в степень

Операторы сравнения используются для обозначения операций сравнения двух чисел. Результатом выполнения операции сравнения является логическое значение ИСТИНА или ЛОЖЬ.

- = знак равенства
- > знак больше
- < знак меньше
- >= знак больше - равно
- <= знак меньше - равно
- <> знак больше -меньше

Текстовый оператор «&» используется для обозначения операции объединения последовательностей символов в единую последовательность.

Адресные операторы объединяют диапазоны ячеек для осуществления вычислений.

: (двоеточие) Оператор диапазона, который ссылается на все ячейки между границами диапазона включительно. B5:B15

, (запятая) Оператор объединения, который ссылается на объединение ячеек диапазонов. СУММ(B5:B15,D5:D15)

(пробел) Оператор пересечения, который ссылается на общие ячейки диапазонов. СУММ(B5:B15 A7:D7). В этом примере, ячейка B7 является общей для двух диапазонов.

Ссылки

Относительные ссылки. Относительная ссылка в формуле, например A1, основана на относительной позиции ячейки, содержащей формулу, и ячейку, на которую указывает ссылка. При изменении позиции ячейки, содержащей формулу, изменяется и

ссылка. При копировании формулы вдоль строк и вдоль столбцов ссылка автоматически корректируется.

	А	В
1		
2		=A1
3		=A2

Скопированная формула с относительной ссылкой

Абсолютные ссылки. Абсолютная ссылка ячейки в формуле, например \$A\$1, всегда ссылается на ячейку, расположенную в определенном месте. При изменении позиции ячейки, содержащей формулу, абсолютная ссылка не изменяется. При копировании формулы вдоль строк и вдоль столбцов абсолютная ссылка не корректируется.

	А	В
1		
2		=\$A\$1
3		=\$A\$1

Скопированная формула с абсолютной ссылкой.

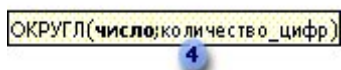
Смешанные ссылки. Смешанная ссылка содержит либо абсолютный столбец и относительную строку, либо абсолютную строку и относительный столбец. Абсолютная ссылка столбцов приобретает вид \$A1, \$B1 и т. д. Абсолютная ссылка строки приобретает вид A\$1, B\$1 и т. д. При изменении позиции ячейки, содержащей формулу, относительная ссылка изменяется, а абсолютная ссылка не изменяется. При копировании формулы вдоль строк и вдоль столбцов относительная ссылка автоматически корректируется, а абсолютная ссылка не корректируется.

	А	В	С
1			
2		=A\$1	
3			=B\$1

Скопированная формула со смешанной ссылкой

Функции

Функции— заранее определенные формулы, которые выполняют вычисления по заданным величинам, называемым аргументами, и в указанном порядке. Эти функции позволяют выполнять как простые, так и сложные вычисления.



Функция **ОКРУГЛ** округляет число в ячейке A10.

Структура функции

Структура функции начинается со знака равенства (=), за ним следует имя функции, открывающая скобка, список аргументов, разделенных запятыми, закрывающая скобка. Аргументами могут быть: число, текст, логическое значение (ИСТИНА и ЛОЖЬ), массивы, значение ошибки (например #Н/Д), или ссылки на ячейку. В качестве аргументов используются константы, формулы, или функции.

Вложенные функции.

В некоторых случаях может потребоваться использование функции как одного из аргументов другой функции. Например, в следующей формуле функция СРЗНАЧ вложена в функцию ЕСЛИ для сравнения среднего значения нескольких значений с числом 50.

Вложенные функции

=ЕСЛИ(СРЗНАЧ(F2:F5)>50; СУММ(G2:G5);0)

Допустимые типы вычисляемых значений. Вложенная функция, используемая в качестве аргумента, должна вычислять соответствующий этому аргументу тип данных.

Ограничение количества уровней вложения функций. В формулах можно использовать до **семи** уровней вложения функций.

В **MS Excel** существует возможность копирования или перемещения информации из одной ячейки в другую (принцип Drag and Drop).

Благодаря технологии OLE (Object Linking and Embedding) имеется возможность встраивать в ячейки объекты, созданные в других приложениях.

Вопросы для самопроверки.

1. Назовите основные этапы решения задачи с помощью ЭВМ.
2. В чем разница между индивидуальными программными средствами и пакетами прикладных программ?
3. Приведите основные сведения о характеристиках электронных таблиц MS Excel.
4. Каковы возможности табличных вычислений?
5. Дайте определения понятий: синтаксис формулы; операторы и операнды; функции и вложенные функции; абсолютные и относительные ссылки.
6. Какие виды операторов используются в MS Excel?

Литература.

1. Джилберт, Гетц. Программирование в MS Office для пользователя. ВНУ-Киев.,
2. Алексеев А.П. Информатика 2002. М.: Солон-Р, 2002, 400 с

Основные приемы работы в среде MS Excel при моделировании параметров технологических процессов на примере обойки руды.

- Программирование элементарных формул, отвечающих за расчеты параметров процессов, не представляет особой сложности. Важно лишь помнить синтаксические правила и в нужном месте отметить знаки необходимых ссылок.

Пример 1. Определить количество ВВ в 1 м скважины.

Алгоритм: $q_{\text{СКВ}} = 2,5 \cdot d_{\text{СКВ}}^2 \cdot \text{ВВ} \cdot 3 \cdot 10^7$,

Программа написана в ячейке U5. Здесь M5 – относительная ссылка на ячейку, содержащую информацию о диаметре скважины.

	Т	U
4	Объем отбиваемой руды, м ³	Количество ВВ в 1 м скважины, кг
5	= (E5*F5-Q5)*S5	= 2,5*3,14*M5^2*J5*1*10^(-7)

- Поскольку практически все методики, модели и алгоритмы, позволяющие рассчитать параметры и показатели процессов горных работ, основаны на большом экспериментальном материале, всегда существует проблема выбора и учета уточняющих и поправочных коэффициентов на те или иные условия разработки месторождений и (или) при возможной вариации последних.

Здесь можно рекомендовать два основных подхода.

1. Использование логических функций.

Пример 2. Написать в ячейке E3 программу выбора оборудования для бурения шпуров в зависимости от принимаемого диаметра шпура (ячейка B3). Здесь диаметр шпура - ограничение для выбора перфоратора.

Для того, чтобы программа учитывала возможность выбора перфораторов для бурения шпуров различного диаметра, необходима информация об ограничениях на применение перфораторов в связи с необходимым диаметром шпура. Эти ограничения приведены на листе в диапазоне ячеек (A12:E12;A16:E16) (рис. 3).

С помощью логической функции ЕСЛИ записывается логическое выражение позволяющее проверить выполнение ограничений:

=ЕСЛИ(B3<= \$B\$14;\$B\$13;ЕСЛИ(B3<= \$C\$14;\$C\$13;ЕСЛИ(B3<= \$D\$14;\$D\$13;\$E\$13)))

Данное логическое выражение возвращает подходящую марку перфоратора в зависимости от требуемых диаметров шпура, записанных в ячейках столбца В. При копировании выражения в последующие ячейки столбца Е, в каждой из них будет осуществлен выбор перфоратора в зависимости от диаметров шпура, записанных в ячейках столбца В.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Исходные данные								
2	Глубина шпура	дшп-диаметр шпура, мм			Выбор перфоратора				
3	2	42			=ЕСЛИ(В3<=\$B\$14;\$B\$13;ЕСЛИ(В3<=\$C\$14;\$C\$13;				
4	3	43			ЕСЛИ(В3<=\$D\$14;\$D\$13;\$E\$13)))				
5	4	44				ЕСЛИ(лог_выражение; [значение_если_истина]; [значение_если_ложь])			
6	5	45							
7	6	46							
8	7	47							
9	8	48							
10									
11	Справочная информация								
12	Показатель	Переносные			Телескопный				
13		ПП-36В	ПП-54В1	ПП-63С	ПТ-48А				
14	Диаметр шпура, мм	40	46	48	70				
15	Глубина шпура, м	2	4	5	15				
16	Масса, кг	24	31,5	33	48				

Рис. 3.

Пример 2. Написать в ячейке Е3 программу выбора оборудования для бурения шпуров в зависимости от двух ограничивающих факторов - диаметра и глубины шпура.

При необходимости учитывать два и более ограничений можно использовать функции ЕСЛИ и И. Функция И позволяет проверить все аргументы логических выражений на соответствие ограничениям.

=ЕСЛИ(И(А3<=\$B\$10;В3<=\$B\$9);\$B\$8;ЕСЛИ(И(А3<=\$C\$10;В3<=\$C\$9);\$C\$8;ЕСЛИ(И(А3<=\$D\$10;В3<=\$D\$9);\$D\$8;\$E\$8)))

Данное логическое выражение возвращает подходящую марку перфоратора в зависимости от требуемых диаметров и глубины шпура, записанных в ячейках столбцов А и В. При копировании выражения в последующие ячейки столбца Е, в каждой из них будет осуществлен выбор перфоратора в зависимости от диаметров шпура, записанных в ячейках столбцов А и В (рис. 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Исходные данные								
2	Глубина шпура	дшп-диаметр шпура, мм			Выбор перфоратора				
3	2	42			=ЕСЛИ(И(В3<=\$B\$14;А3<=\$B\$15);\$B\$13;ЕСЛИ(И(В3<=\$C\$14;А3<=\$C\$15);\$C\$13;ЕСЛИ(И(В3<=\$D\$14;А3<=\$D\$15);\$D\$13;\$E\$13)))				
4	3	43				ЕСЛИ(лог_выражение; [значение_если_истина]; [значение_если_ложь])			
5	4	44							
6	5	45							
7	6	46							
8	7	47							
9	8	48							
10									
11	Справочная информация								
12	Показатель	Переносные			Телескопный				
13		ПП-36В	ПП-54В1	ПП-63С	ПТ-48А				
14	Диаметр шпура, мм	40	46	46	70				
15	Глубина шпура, м	2	4	5	15				
16	Масса, кг	24	31,5	33	48				

Рис.4.

2. Использование регрессионных моделей.

В некоторых случаях из-за большого количества аргументов логическая формула может оказаться чересчур громоздкой. Тогда можно попытаться с помощью **пакета анализа MS Excel** (категория «Регрессия») определить регрессионную зависимость того или иного аргумента вашей формулы или функции от влияющих факторов. При высоком коэффициенте корреляции регрессионная модель обеспечивает достаточную точность расчетов.

Контрольные задания.

1. Написать программу расчета ЛНС для скважин длиной 30 м по формуле, используя данные таблицы 1.:

$$w = 0.01 * d_{\text{скв}} * \sqrt{7,85 * 10^{-3} * \Delta_{\text{вв}} * \tau / q} * m,$$

где $\Delta_{\text{вв}} = 800$ – плотность ВВ, кг/м³; $\tau = 0,9$ - коэффициент заполнения скважин; $m = 1,20$ - коэффициент сближения зарядов.

2. Построить график зависимости и уравнение регрессии, $W = f(d_{\text{скв}})$

Таблица 1

Исходные данные для расчета

$\Delta_{\text{вв}}$	$d_{\text{скв.}}$, мм	q кг/м ³
800,0	70,0	2,54
800,0	80,0	2,34
800,0	90,0	2,14
800,0	100,0	1,94
800,0	110,0	1,74
800,0	120,0	1,54
800,0	130,0	1,34
800,0	140,0	1,14
800,0	150,0	0,94
800,0	160,0	0,74
800,0	170,0	0,54

3. Написать программу выбора и определения производительности перфоратора из числа, приведенных в таблице 2, с учетом ограничений по диаметру, глубине шпуров и крепости руды.

Таблица 2

Условия применения перфораторов.

Показатель	Переносные		Телескопный
	ПП-54В1	ПП-63С	ПТ-48А
Диаметр шпура, мм	40	46	52
Глубина шпура, м	4	5	15

Производительность перфоратора определить по формуле

$$Q_{\phi(n)} = Q_{\phi(n)} * K_{\text{дсв}} * K_{\text{дш}} * K_I, \text{ м/см.},$$

где $Q_{\phi(n)}$ – нормативная производительность, м/см, (таблица 3); $K_{\text{дсв}} = 1$ - коэффициент, учитывающий давление сжатого воздуха, $K_{\text{дш}}$ - коэффициент, учитывающий диаметр шпура (таблица 4), K_I - коэффициент, учитывающий глубину шпуров (таблица 5).

Таблица 3

Нормативная производительность перфораторов при бурении шпуров, м (за 7-часовую смену, диаметре коронок 43 мм, армированных твёрдыми сплавами, давлении сжатого воздуха 0,6 МПа и глубине 1,5 м)

Коэффициент крепости f	Производительность перфораторов		
	ПП-54В1	ПП-63С	ПТ-48А
18	20	30	35
16	24	34	42
14	29	37	48
12	33	43	57

Таблица 4

Поправочные коэффициенты изменения производительности от диаметра шпура

Диаметр шпура, мм	32	40	46	52
Коэффициент $K_{дш}$	1,5	1,1	0,9	0,8

Таблица 5

Поправочные коэффициенты изменения производительности от глубины

Глубина шпура, м	1,5	2,5	4
Коэффициент K_L	1	0,95	0,9

4. Написать программу определения площади сечения транспортной выработки в зависимости от типа ПДМ и их габаритных размеров (таблица 6).

Таблица. 6.

Габариты погрузочно-доставочных машин

Показатели	ТОРО250Д	ТОРО301	СТ2В	СТ8А
Ширина машины, м	2,0	2,10	1,564	2,44
Высота машины, м	2,2	2,15	1,52	1,83

Высоту доставочной выработки определять по формуле

$$h_B = H_M + h_{гр} + h_{кол} + h_{св}$$

где H_M – высота машины, м; $h_{гр}$ – параметр, учитывающий загрузку с «шапкой», $h_{гр} = 0,5-0,6$ м; $h_{кол}$ – параметр, учитывающий колебания машины при движении, $h_{кол} = 0,3-0,5$ м; $h_{св}$ – высота свода, $h_{св} = 0,5$ м.

Ширину доставочной выработки определять по формуле

$$b_B = B_M + 2b$$

где B_M – ширина машины, м; $b = 0,5$ м – безопасный размер между стенками выработки и машиной.

5. Написать программу выбора способа бурения скважин в зависимости от крепости руды, диаметра и длины скважины (таблица 7).

Таблица 7..

Данные для выбора способа бурения

Способ бурения	f	Длина скв, м	Диаметр скв, мм
Колонковое	20,00	25,00	85,00
Ударно-вращательное	20,00	80,00	160,00
Вращательно-ударное	16,00	40,00	85,00
Шарошечное	20,00	80,00	250,00

Литература.

1. Джилберт, Гетц. Программирование в MS Office для пользователя. ВНУ-Киев., 320 с.

2. Алексеев А.П. Информатика 2002. М.: Солон-Р, 2002, 400 с.

Горно-геометрическая графика в "AutoCad"

Краткие сведения. Большой набор примитивов и средств редактирования позволяют получать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями различных стандартов. **AutoCad** поддерживает несколько из широко применяемых стандартов графической документации (ЕСКД, ISO, ANSI....). Пожалуй, наиболее подходящим для выполнения задач проектирования горной технологии можно считать стандарт ISO (International Standards Organization), применяемый в европейских странах. Во всяком случае на его основе могут быть созданы стили, соответствующие ГОСТ.

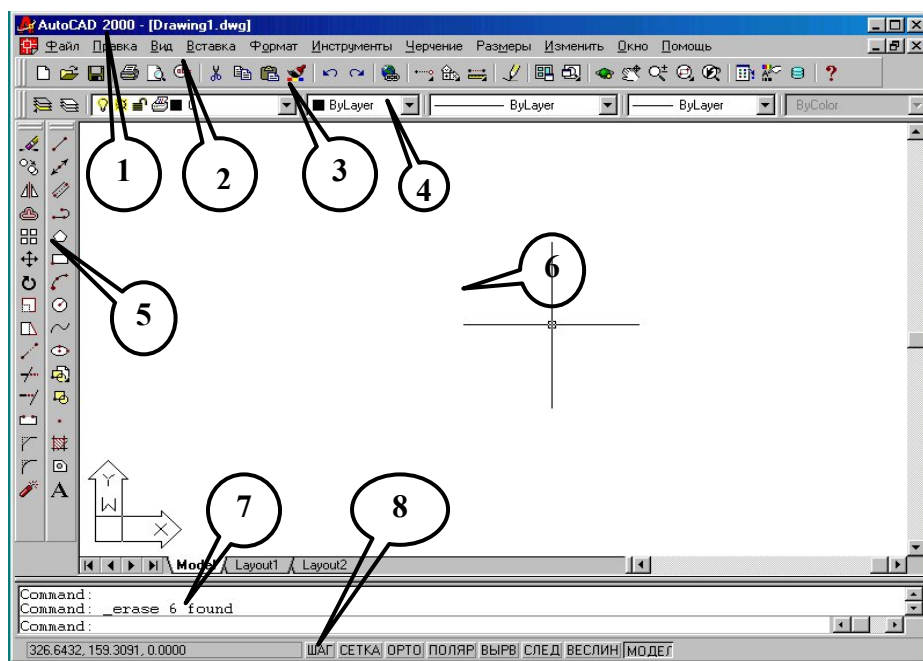
Чтобы сообщить системе, какой примитив вычерчивать, нужно ввести необходимую команду (клавиатура или меню). Затем, в режиме диалога команда уточняется, и примитив вычерчивается. Система же переходит в режим ожидания следующей команды.

- Чертеж в системе "Autocad".

Это файл графической информации в формате **DWG**. Если используется шаблон - формат **DWT**.

- Интерфейс AutoCad

При появлении графического окна на экране дисплея видны:



1. Строка заголовка.
2. Строка меню.
3. Стандартная панель
4. Панель свойств объектов
5. Панели инструментов.
6. Рабочая зона или область черчения с пиктограммой пользовательской системы координат (**ПСК**).
7. Зона окна команд.
8. Строка состояния.

Оформление документов горной графики. Все графические документы любого назначения и содержания следует выполнять по правилам, регламентированным стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Общие правила выполнения

чертежей, касающиеся их оформления, устанавливают форматы листов чертежей, масштабы изображений, начертания и основные назначения линий, чертежные шрифты русского, латинского и греческого алфавитов, а также формы, размеры и порядок заполнения основных надписей.

Форматы по ГОСТ 2.301 - 68* *Чертежным форматом* называется размер листа конструкторского документа. ГОСТ 2.301 - 68* устанавливает шесть основных и ряд дополнительных форматов. Размеры и обозначения основных форматов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Форматы основные						
Обозначение формата	<i>A0</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>A4</i>	<i>A5</i>
Размеры сторон формата, мм	841х х1189	594х х841	420х х594	297х х420	210х х297	148х х210

Любой чертеж желательно выполнять на листе, размеры которого больше размеров выбранного формата, с тем, чтобы имелся запас за пределами внешней рамки (рис. 5).

Внешнюю рамку формата полагается вычерчивать сплошной тонкой линией. Рамку поля чертежа следует проводить, отступая внутрь от внешней рамки на 20 мм слева и по 5 мм с трех других сторон. Рамки поля чертежа и основной надписи должны быть выполнены сплошной толстой основной линией.

Рис. 5.

Создание чертежа – прототипа (создание среды проектирования)

1. *Настройка системы* и вида графического окна **Ⓢ(OPTIONS и TOOLBARS)**

2. *Форматы численных значений* **®**команда **UNITS** или (**Меню Format**)

Выбор формата представления численных значений координат точек.

Формат единиц измерения линий – десятичный, точность – до одной десятой.

Формат единиц измерения углов – десятичный, точность до единицы.

3. *Границы чертежа* **®** команда **LIMITS** или (**Меню Format**).

Можно считать, что графическое окно безразмерно и объекты вычерчиваются в нем в натуральную величину. Соответствие между реальной и условной системой измерения устанавливается при выборе масштаба чертежа на плоттере.

По умолчанию стандартные размеры области черчения – 300 единиц в высоту и 600 единиц в длину.

Пример 1.

- В случае создания графической модели **системы разработки** – чертежа системы, размер области черчения обусловлен ее параметрами.

Имеем – размер эксплуатационного блока по простиранию – 150м, по падению – 100м. Учитывая, что на **электронном** чертеже необходимо разместить проекцию системы на горизонтальную плоскость, вертикальные разрезы по падению и простиранию, поля для отступов от границ чертежа и поля для размерных линий, то минимальная длина области черчения составит 280 м, а высота – 160 м. Следует учесть, что по **ГОСТ 2.850-75** чертеж системы разработки на **бумаге** должен быть выполнен в масштабе 1:500. При таком масштабировании размеры чертежа на **бумаге** составит по длине 280/5=560мм, по высоте 160/5=320мм. Ближайший стандартный формат -**A2** (594*420).

- Итак, на **электронном** чертеже используются реальные размеры системы разработки, а при переносе на **бумагу** в масштабе 1:500, потребуется лист формата **A2**. Установка масштаба может осуществляться при настройке плоттера.

Необходимо установить границы чертежа (**594*420**).

Пример 2.

- В случае создания графической модели **сечения выработки**, например наклонного ствола, с размерами 5000*3700мм, необходимо на **электронном** чертеже разместить сечение, плюс пространство для таблицы спецификации, плюс поля для отступов от границ чертежа. Минимальная длина области черчения составит 8000 мм, а высота – 4000 мм. Чертеж на **бумаге** должен быть выполнен в масштабе 1:20. При таком масштабировании размеры чертежа на **бумаге** составят: по длине 80000/20=400мм, по высоте 4000/20=200мм. Ближайший стандартный формат – **A3** (420*297).

Необходимо установить границы чертежа (**420*297**).

4. Шаг перемещения по узлам невидимой сетки ® команда **Snap**, или меню **TOOLBARS**, или кнопка **Snap**.

Определяется режим перемещения курсора. Рекомендуемое значение – 1м.

5. Сетка фона ® команда **Grid**, или меню **TOOLBARS**, или кнопка **Grid**.

Рекомендуется значения интервала - 10 м.

6. Текстовый стиль ® команда **Style** или (**Меню Format**). В AutoCad **не** входят, файлы шрифтов **ГОСТ 2.304-81**. Поэтому можно пользоваться, если есть, **атк. SHX**, а также **txt. SHX**, входящий в комплект поставки.

При работе в **электронном** чертеже с текстом нужно выбрать высоту букв в метрах, чтобы в процессе печати на бумаге в нужном масштабе получить необходимую высоту в мм. Например, для **M 1:500**, при высоте букв на бумаге – 3мм (0.003м), высота букв на электронном чертеже должна быть равна $0.003 * 500 = 1.5$ м. Это число должно быть установлено при создании стиля текста.

Создать набор текстовых стилей для высоты букв (цифр): 5 мм, 3мм, 2 мм.

7. Тип линий ® команда **Linetype** или (**Меню Format**).

- Типы и вес линий принять из табл. 2 (**ГОСТ 2.303-68**).

Пример применения на рисунке 6.

Таблица 2

Наименование	Начертание	Толщина по отношению к сплошной основной линии	Основное назначение
1.Сплошная основная		$S=0.8 \text{ мм}$	Линия фактического контура всех горных выработок
2.Сплошная тонкая		$S/3$	Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии выноски. Изолинии.
3.Сплошная волнистая		S	Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза.
4.Штриховая		$S/2$	Линии невидимых контуров выработок

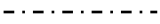
5.Штрихпунктирная тонкая		$S/3$	Линии осевые
6.Штрихпунктирная утолщенная		$S*2/3$	Линии контуров горных выработок, находящихся перед плоскостью проекции
7.Разомкнутая		$S*3/2$	Линия сечений
8.Сплошная тонкая с изломами		$S/3$	Длинные линии обрыва на планах и разрезах

Рис. 6. Пример применения линий.

8. Слои ® команда **Layer** или (**Меню Format**)

Настройка свойств объекта осуществляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к горной графике (таблица 3).

9.Размерные линии ®команда **Dimstyle** или (**Меню Format**)

С помощью менеджера стиля измерений настроить необходимый стиль.

Таблица 3

Примерные свойства объектов по слоям.

Имя слоя	Назначение	Цвет линии	Тип	Толщина
Контур выработок	Слой для создания выработок	Черный	Cont. black	0.8
Оси	Слой для построения осевых линий	Черный	Dash	0.3
Штриховка	Слой для построения штриховок	Черный	Cont. black	0.3
Невидимые контуры	Слой для построения невидимых контуров	Черные	Dash	0,4
Размеры	Слой для построения размерных линий	Черный	Cont. black	0.3
Текст	Слой текста	Черный	Cont. black	0.3

10. Сохранение созданной рабочей среды ®команда **Saveas**.

Команда открывает диалоговое окно, где из списка «Тип файла» нужно выбрать строку **(*.*DVT)** и, присвоив имя, сохранить.

Создание шаблона чертежа формата A2 (A3)

После того, как создан шаблон чертежа – прототипа (**Template**), необходимо вычертить рамки и записать основные надписи в угловом штампе.

Ниже приводятся варианты работы с различными инструментами и приемы черчения в «**AutoCad**». Выбор наиболее удобных – за пользователем.

1. Загрузить созданный файл **чертежа – прототипа** с индивидуальными настройками рабочей среды.

2. Вычертить внешнюю рамку формата **A2 (A3)**.

Рекомендуется выполнять в **нулевом** слое.

Команда **LINE**. (Ниже показана последовательность работы в командной строке, жирным текстом помечены вводимые данные).

Command: **LINE** Specify first point: **0.0,0.0**

Specify next point or [Undo]: **0.0,420.0**

Specify next point or [Undo]: **594,420**

Specify next point or [Close/Undo]: **594,0**

Specify next point or [Close/Undo]: **c**.

*Внешняя рамка может быть вычерчена и без ввода значений координат с клавиатуры, используя лишь позиционирование курсора в нужных точках рабочей области ® щелчок по пиктограмме **Line**, ®позиционирование курсора в точке с координатами **0.0, 0.0**, ® позиционирование курсора в точке с координатами **0.0, 420.0**, ® позиционирование курсора в точке с координатами **594.0, 420.0** ® позиционирование курсора в точке с координатами **594.0, 0.0** ® щелчок по правой клавише и щелчок по строке **Close** в контекстном меню. Полезно работать в режиме **Ortho** и **Snap**.*

И в первом и во втором случае рамка будет вычерчена.

3. Вычертить внутреннюю рамку формата A2 или A3.

Работа в слое создания выработок

Команда **PLINE**

Command: **_pline**

Specify start point: **20,5**

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **20,410**

При создании внутренней рамки можно использовать режим работы в относительных координатах (значок, определяющий начало работы в относительных координатах ®@.)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **@589,0**

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **@0,-415**

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **c**.

4. Вычертить угловой штамп.

Угловой штамп вычерчивается в полярных координатах. Начальная точка – левый нижний угол внутренней рамки.

Command: **_pline**

Specify start point:

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **<Polar on> 55**

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **185**

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **55**

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: **c**.

5. Установить новое начало пользовательской системы координат

Command: **_ucs**

Текущее имя ПСК: *** WORLD ***

Enter an option [**New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World**]

<World>: N

Specify origin of new UCS or [ZAxis/3point/OBject/Face/View/X/Y/Z] **<0,0,0>:®B**
*режиме объектной привязки **OSNAP** подвести перекрестье курсора к левому нижнему углу штампа, нажать клавишу мыши – новая ПСК создана.*

6. В новой **ПСК** вычертить графы основной надписи. Размеры приведены на рисунке 7.

Command: **_line** Specify first point: ®указывается курсором на расстоянии 17 от начала координат на нижней линии штампа.

Specify next point or [Undo]: указывается курсором на расстоянии 17 от начала координат на верхней линии штампа.

Все остальные внутренние вертикальные линии штампа могут быть созданы с помощью команды **Offset (Сдвиг)**.

Command: **_offset**

Specify offset distance or [Through] **<28.5>: 23**

Select object to offset or <exit>:

Specify point on side to offset:

Command: **_offset**

Specify offset distance or [Through] **<23.0>: 15**

Select object to offset or <exit>:

Specify point on side to offset:

Аналогично вычерчиваются внутренние горизонтальные линии штампа.

Рис. 7. Размеры углового штампа

7. Для заполнения названий граф штампа пользоваться командой **ZOOM** для увеличения изображения той части чертежа, где находится штамп.

Command: **zoom**

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or

[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window] <real time>: **d**

8. Оформление названий граф штампа.

Работа в слое, отведенном для текста.

Команда **DTEXT**

Command: **_dtext**

Current text style: "3" Text height: 3.0 @указывается текущий стиль текста и его высота. Если этот стиль вас устраивает, курсором определяете стартовую точку текста на чертеже и вводите текст:

Enter text: **Должность.**

Если стиль нужно заменить @указываете параметр **S**, вводите имя стиля текста и т.д..

Specify start point of text or [Justify/**Style**]: **S**

Enter style name or [?] <3>:

Current text style: "3" Text height: 3.0

Если вам нужно разместить текст в границах строки воспользуйтесь параметрами **Justify** и далее **Fit**, укажите курсором точки начала и конца текста и вводите собственно текст:

Specify start point of text or [**Justify**/**Style**]: **J**

Enter an option [Align/**Fit**/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MR/BL/BC/BR]: **F**

Specify first endpoint of text baseline:

Specify second endpoint of text baseline:

Enter text: **Должность.**

9. Сохранить обновленную рабочую среду с внешними и внутренними рамками и заполненным штампом в созданном ранее, или новом файле. Формат - ***.DWT**.

Контрольное задание

1. Создать прототип среды проектирования, шаблон и чертеж воронки выпуска с использованием данных эскиза (рис. 8).

Рис. 8. Эскиз чертежа воронки выпуска.

Литература.

1. Федоренков А.П., Басов К.А., Кимаев А.М. AutoCAD 2000: практический курс. М.: ДЕСС, 2000, 527 с.

Общие сведения и функциональные возможности GeoTech-3D

- GeoTech-3D входит в состав системы автоматизированного планирования, проектирования и сопровождения горных работ (Горного интегрированного пакета системы) MinFrame и представляет собой модуль моделирования объектов горной технологии, предназначенный для решения широкого круга геологических, маркшейдерских и технологических задач, встречающихся в практике работы горнодобывающих предприятий, научных и проектных организаций. Для решения этих задач GeoTech-3D содержит широкий набор инструментов, позволяющих работать с трехмерными моделями (векторными, каркасными, блочными).

При работе с моделями объектов горной технологии GeoTech-3D использует три основные базы данных (БД): Геологическую, Технологическую, Конструктивных элементов.

В Геологической БД хранятся данные по опробованию скважин и выработок. Для ее формирования используется редактор – GeoTools, входящий в состав MineFrame. Данные по опробованию в виде связанных списков скважин (выработок), проб, компонентов полезного ископаемого и инклинометрии используются для формирования моделей геологических проб и решения на их основе задач по созданию моделей рудных тел (пластов), геостатистическому исследованию месторождений, подсчету объемных и качественных показателей выемочных единиц.

В Технологической БД хранятся модели объектов горной технологии, созданные как непосредственно инструментальными средствами GeoTech-3D, так и импортированные из других систем. Все объекты Технологической БД объединены в группы (геология, выработки, выемочные единицы, конструктивные элементы, маркшейдерские точки, поверхности), которые относятся к тому или иному проекту. Группа может одновременно принадлежать нескольким проектам, а объекты копироваться в другие Технологические БД.

В БД Конструктивных элементов хранятся модели типовых конструктивных элементов и узлов систем разработки, что существенно облегчает и ускоряет процесс проектирования горных работ.

Используя трехмерные модели объектов, GeoTech-3D обеспечивает автоматизацию решения основных геологических, маркшейдерских и технологических задач, встречающихся в практике горного дела. Среди них:

1. Визуализация данных опробования в трехмерном пространстве, на вертикальных разрезах и планах.
2. Формирование рудных интервалов с учетом заданных кондиций.
3. Построение векторных, каркасных и блочных моделей рудных тел (пластов), окисленных зон, а также моделей естественных и технологических поверхностей.
4. Геостатистический анализ месторождения, формирование пространственной модели распределения компонентов полезного ископаемого в границах рудного тела (пласта).
5. Подсчет объемных и качественных показателей выемочных единиц.
6. Построение геологических разрезов произвольной ориентации.
7. Построение разрезов произвольной ориентации с отображением на них геологических, маркшейдерских и технологических объектов в стандарте горной графики.
8. Построение векторных и каркасных моделей элементов открытой и подземной систем разработки.
9. Визуализация элементов систем разработки в трехмерном пространстве, на вертикальных разрезах и планах.
10. Планирование добычи (секции, блоки, участки) с учетом объемных и качественных показателей выемочных единиц.
11. Оптимизация границ карьера по экономическим показателям.
12. Проектирование массовых взрывов для открытых и подземных горных работ.

Для создания рабочих чертежей в состав GeoTech-3D включен конструкторский редактор VeCAD, который также используется при создании конструктивных элементов и узлов системы разработки.

Модели объектов горной технологии.

В GeoTech-3D модели объектов делятся на 3 типа:

1. Пробы

Данный тип объекта используется для создания моделей геологических проб. Он состоит из списка скважин (выработок) с заданными именами, для каждой из которых существует список проб с названиями, у которых, в свою очередь, имеется список компонентов полезного ископаемого со значениями содержаний. Каждая проба в исходном состоянии представляет собой отрезок, координаты начала и конца которого для скважин определяются с учетом данных инклинометрии.

2. Точки маркшейдерского обоснования

1. Данный тип объекта используется для создания моделей маркшейдерских точек. Он состоит из списка точек с заданными именами.

3. Тела и поверхности

Данный тип используется для создания моделей объектов, имеющих поверхность. В основе этого типа лежит набор сечений, на плоскостях которых располагаются контура и точки. Сечения могут быть параллельными или не параллельными (рис. 9). Параллельные сечения используются для создания объектов, имеющих прямолинейную ось (рудные тела, поверхность карьера и т.д.). Не параллельные сечения используются для создания объектов, имеющих ломаную ось (выработки, конструктивные элементы) (рис.10). Для создания замкнутой поверхности тел контура также должны быть замкнуты. Для управления процессом триангуляции геологических объектов могут использоваться «сцепки», которые указывают, какие точки должны быть соединены одной гранью треугольника.

Набор или коллекция сечений является основным типом объектов в GeoTech-3D.

На экране монитора наборы сечений могут отображаться в следующих видах:

1. Векторная модель - точки, объединенные или не объединенные в полилинии, или отрезки, цвет которых, как правило, соответствует цвету соответствующего элемента.

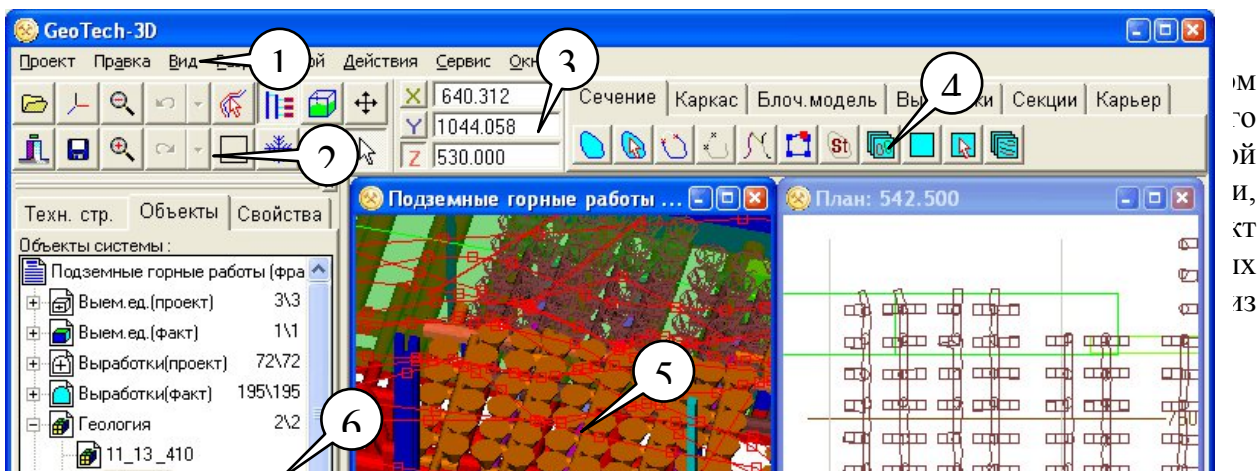
2. Каркасная модель – набор треугольников, построенные на точках контуров соответствующих элементов и покрывающих всю поверхность объекта.

3. Блочная модель - упорядоченное множество прямоугольных параллелепипедов, размещенных внутри замкнутой каркасной модели элементов.

Рис.9. Коллекции сечений

a) – параллельных (I-III); b) – произвольно ориентированных в пространстве (I-V); 1 – плоскость сечения; 2 – точка привязки плоскости с ее осями; 3 – контур; 4 - сцепка.

Элементы интерфейса. Графический интерфейс (рис.2.1) предназначен для реализации различных режимов работы GeoTech-3D и включает в себя следующие элементы:



параметров проекта настраиваются в момент создания нового проекта и могут быть изменены в любой момент в панели настройки параметров проекта.

Для создания проекта используется команда **Проект/Создать** главного меню, в результате выполнения которой появляется диалоговое окно «Управление проектами» (рис. 1 1).

Рис. 11. Диалоговое окно управления проектами

1 – список существующих проектов; 2 – средства управления списком проектов; 3 – закладки с группами объектов.

В левой части окна располагаются следующие элементы управления:

«Проекты» - список существующих в БД проектов. Кнопки со стрелками под этой таблицей помогают перемещаться по ней. Выбрать конкретный проект можно также с помощью курсора.

«Новый» - кнопка, позволяющая создать новый проект. При нажатии на нее загружаются диалоговые окна для ввода имени и параметров проекта.

«Удалить» - кнопка, позволяющая удалять текущий проект. Все данные текущего проекта будут стерты. Следует помнить, что нельзя удалить открытый проект.

На закладке «Группы проекта» располагаются две панели со списками групп. Левая панель «Все доступные группы» содержит группы, которые могут быть включены в состав проекта. Правая панель содержит группы, уже включенные в проект. Чтобы включить группу в состав проекта, ее необходимо выделить, а затем нажать кнопку «>». Чтобы удалить группу из состава проекта, ее необходимо выделить на правой панели и нажать кнопку «X<». Все объекты группы также будут удалены.

Имеется возможность заимствования групп одного проекта другим проектом, для чего существует закладка «Заимствованные группы».

Кнопка «Выход» приводит к закрытию диалогового окна и сохранению проектов с выбранными группами.

Итак, мы создаем новый проект. Нажимаем кнопку «Новый», именуем его и вводим параметры проекта.

Параметры проекта

Для задания параметров проекта используется команда **Проект/Параметры** Главного меню, в результате выполнения которой загружается диалоговое окно «Панель настройки проекта» (рис. 1 2).

В окне имеются три закладки:

1. Границ/прив - содержит настройки для работы с БД по геологическому опробованию месторождения и параметрам его коробки.

Установка флажка «Выбрано» обеспечивает подключение к геологической БД, путь к которой задается через команду Инструменты/Настройки.

Установка флажка «Видимо» обеспечивает отображение проб скважин и выработок во всех открытых окнах, если у скважин и выработок установлены соответствующие флажки. Если флажок «Видимо» не установлен, то отображаются только те пробы, которые попали в область видимости дополнительного окна.

Установка флажка «Устья» позволяет видеть всю траекторию скважины.

Поля, следующие ниже, позволяют задать размеры, ориентацию и привязку коробки месторождения, в которой располагаются объекты проекта.

Рис. 1 2 . Диалоговое окно настройки параметров проекта

2. Коорд. сетка - содержит настройки рудничной (шахтной) координатной сетки и параметры блочных моделей рудных тел или пластов.

Параметры блочной модели задаются через поля панели «Блочная модель». Они включают:

- а) «Размер блока» по осям X,Y,Z – длину стороны основного блока;
- б) «Число компон.» - число компонент полезного ископаемого, используемых для формирования блочной модели;
- в) «Ранг блока» - число дополнительных блоков, которые могут быть размещены по каждой из трех осей.

3. *Парам. сетки* - содержит настройки для отображения статической рудничной (шахтной) и геодезической координатных сеток.

Открыть ранее созданный проект можно, выбрав команду **Проект/Открыть** Главного меню или нажав системную кнопку. В результате появится диалоговое окно «Открытие проекта» (рис. 13.), из списка которого выбирается и открывается нужный проект. Сохранить проект можно, выбрав команду Главного меню **Проект/Сохранить** или нажав системную кнопку. При этом сохраняются параметры проекта и модифицированные или вновь созданные модели объектов.

Текущий проект закрывается при открытии другого проекта, закрытии трехмерного окна проекта, смене БД, выходе из программы.

Рис. 13. Диалог открытия проекта

Рис.14. Первый контур рудного тела на отметке X=300м

Простейшие приемы работы в GeoTech-3D.

Создание модели пологопадающего рудного тела:

Создается модель рудного тела протяжённостью 100м, мощностью около 10м со слабым наклоном по горизонтали. Задача состоит в создании двух контуров, расположенных на двух сечениях, отстоящих друг от друга на расстоянии 100м. Рудное тело будет ограничено двумя этими контурами.

1. На закладке «Сечение» нажать кнопку «Создать рудное тело»; слева появится окно инспектора объектов, где задаются:

1.1. ИМЯ: для этого нужно поместить курсор в поле «Имя», и вместо «Без имени» набрать «Простое пологопадающее тело».

1.2. ЦВЕТ: для этого нужно поместить курсор в поле «Цвет», и выбрать зелёный цвет.

2. Щёлкнуть мигающую красным цветом кнопку «Создать». В рабочей области появится ось X.

3. На закладке «Сечение» нажать кнопку «Создать сечение»; в редакторе координат кнопка X должна быть нажата, затем там же ввести цифры по оси X=300 и нажать Enter. При этом сечение по оси X переместится на отметку 300. Эта отметка выбрана для того, чтобы рудное тело располагалось примерно в центре коробки.

4. Выбрать команду Главного меню **Вид/Вид сбоку YZ**, тогда коробка повернётся так, что ось X будет направлена перпендикулярно плоскости экрана – этот ракурс удобен для создания контура рудного тела на отметке X=300.

5. На закладке «Сечение» нажать кнопку «Создать контур». Задаём несколько точек контура, точки будут расположены в плоскости сечения. Необходимо располагать контур в центре коробки, поэтому нужно проследить, чтобы координата Z была не более 310 и не менее 300м (так задаётся мощность рудного тела), а координата Y изменялась в пределах от 250 до 350, при этом контур не должен выходить за пределы коробки

месторождения. Замкнуть контур, нажав на клавиатуре Shift+F1. Полученная фигура должна напоминать многоугольник, похожий на вытянутый овал – это форма рудного тела в поперечном разрезе (см. рис.14).

6. Выбрать команду Главного меню **Вид/Вид сбоку XZ**, тогда коробка повернется так, что будет видна ось X и набор точек на сечении, перпендикулярном плоскости экрана – этот ракурс удобен для введения следующего сечения.

7. На закладке «Сечение» нажать кнопку «Создать сечение» ; в редакторе координат кнопка X должна быть нажата, затем там же указать цифры по оси X=400 и нажать Enter.

8. Снова выбрать в Главном меню **Вид/Вид сбоку YZ**. В этом случае второе (созданное в п.7) сечение – текущее.

9. Создать контур на текущем сечении, но этот контур должен располагаться чуть ниже построенного только что контура, т.е. координата Z изменяется в пределах от 290 до 300м. Для удобства просмотра расположения этих двух контуров в пространстве нажать системную кнопку «Поворот коробки» и повернуть появившуюся сферу для удобного ракурса (см. рис. 15).

10. По этим двум сечениям можно построить каркас. В случаях, когда рудное тело сложное, сечений с контурами много, для создания каркаса реализуется механизм «цепок». В простых случаях, таких, как рассматриваемый, можно на закладке «Каркас» нажать кнопку «Построить каркас» . Появится диалоговое окно «Построение каркаса замкнутых объектов», в котором нужно поставить флажок напротив надписи «Замыкать торцы». Нажать «Построить». Появится каркасная модель рудного тела (рис. 16 а). На закладке «Каркас» нажать кнопку «Отобразить объём» . Появится твердотельная модель (рис. 16 б).

Рис. 15. Два контура пологопадающего рудного тела, отстоящие друг от друга на расстоянии 100м. 1 - Первый контур; 2 – Второй контур.

Рис.16 а. Каркасная модель; б. Твердотельная модель.

Блочная модель элемента может быть построена при наличии у него замкнутой каркасной модели. Параметры блочных моделей являются общими для всех моделей объектов и задаются на закладке «Коорд.сетка» диалогового окна «Параметры проекта». Для того чтобы создать блочную модель, необходимо выбрать модель объекта и текущий элемент в нем. Выбор модели объекта осуществляется при нажатой системной кнопке . Выбранная модель является модальной.

Построение модели производится при нажатии рабочей кнопки . Разрушение блочной модели текущего элемента производится нажатием рабочей кнопки .

Создание модели подземной выработки.

Каркасная модель подземной выработки, как и модель месторождения, основывается на наборе сечений. Отличие в том, что ось выработки может иметь форму ломаной и очертания контуров выработки на сечениях, как правило одинаковы.

Модель выработки можно создавать либо опираясь на предварительно загруженную в окно разреза подложку (*.DXF файл), либо произвольно.

Чтобы создать модель выработки необходимо создать окно разреза, а затем воспользоваться инструментом , ввести имя выработки, задать цвет. Затем появится диалог "Параметры сечения":

После того как все параметры заданы, можно указывать курсором в окне разреза места точек привязки каждого нового сечения, эти сечения и контуры выработки на них генерируются автоматически. Ввод выработки заканчивается отжатием кнопки .

На рисунке 17 показаны основные элементы подземной выработки.

Рис. 17. Окно диалога параметров выработки

После того, как набор сечений выработки сформирован, можно построить ее каркасную модель с помощью инструмента (рис.18) и твердотельную модель с помощью (рис. 19).

Рис. 18. Каркасная модель выработки

Рис. 19. Твердотельная модель выработки.

Построение борта карьера

Борт карьера в пространстве описывается контурами бровок, съездов, дорог, линиями гипсометрии площадок и др. Эти линии можно получить в результате оцифровки существующих горных планов, топографических карт и других источников. При проектировании и планировании горных работ большая часть этих контуров задается в интерактивном режиме.

Пример построения борта карьера с вписыванием схемы вскрытия

Построение ведется снизу-вверх, т.е. предполагается, что отметка дна карьера известна и имеется каркасная модель месторождения. Для упрощения работы необходимо оставить видимым в регионе моделирования только модель(и) рудного тела по которой будет произведено построение. Для построения, необходимо последовательно получать погоризонтные планы с контактами рудного тела. Чтобы получить требуемую картину необходимо в дереве объектов выключить все лишние объекты, а объект рудного тела сделать загруженным, но не видимым. Необходимо создать объект – карьер (инструмент «Создать поверхность»), предусмотреть в нем, по крайней мере, два элемента – бровки и съезды. На этом объекте создать первое сечение на отметке дна карьера. Далее необходимо придерживаться следующей последовательности действий:

1. Сделать план на требуемой отметке (первый раз - это отметка дна карьера, далее – отметка нового горизонта), команда - **Разрез/В плоскости XY**. Появятся контакты рудного тела (рис. 20 а).

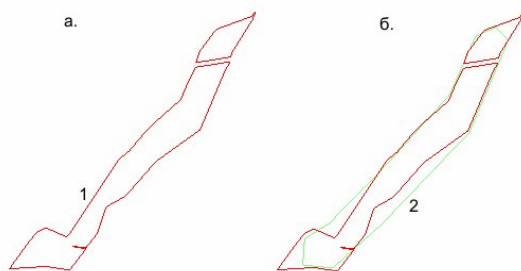


Рис. 20. Построение дна карьера

*а – разрез по рудному телу (1- контур рудного тела);
б – тоже с контуром дна карьера (2).*

2. На сечении дна карьера создать новый контур, принадлежащий элементу бровки. Ввести точки и построить контур, обрисовывающий рудные пересечения. Это будет предварительное дно карьера (рис. 20.б).

3. Инструментом выбора точек указать на контуре дна карьера точку, от которой будет отстроен съезд. Если подходящей точки нет, то нужно создать ее (рис. 21).

4. Вызвать диалог построения съезда. Задать необходимые параметры. Съезд построен.
5. Как правило, шаг 4 приводит к созданию сечения расположенного на отметке следующего горизонта и контура, который является верхней бровкой уступа. Теперь необходимо создать нижнюю бровку следующего уступа. Инструментом выбора контура выбрать верхнюю бровку текущего уступа и нажать кнопку инструмента построения эквидистантного контура. В окне появившегося диалога параметров эквидистанты должен быть установлен флажок «Как у источника» и выбрана опция «На том же сечении», параметр «Расстояние» следует установить равным

минимальной ширине бермы на горизонте, например по ширине предохранительной или транспортной бермы. Установив все эквидистанты, получим нижнюю бровку.

6. Сделать разрез на отметке нового горизонта, команда - **Разрез/В плоскости ХУ**. Появятся контакты рудного тела на текущем горизонте. Для уменьшения насыщенности области моделирования предыдущий разрез можно удалить.
7. Используя инструменты редактирования точек, изменить форму контура полученного на шаге 5 в соответствии с геологическими и технологическими условиями, так зачастую возникает необходимость изменить форму площадки разворота при вскрытии тупиковыми съездами.
8. Повторить шаги, начиная с 3. Теперь точку начала съезда выбираем на контуре полученном на шаге 7. Шаги циклически повторяются до тех пор, пока бровки карьера не выйдут на отметки топоповерхности.
9. Построить каркасную модель карьера - выбрать инструментом «Выбрать объект» одну из бровок карьера и инструментами «Построить каркас» или «Отобразить объем» вызвать диалог построения каркаса. Следует выбрать опции «Восстанавливать линии» и «Удалить внешние треугольники». Цвет каркасной модели будет соответствовать цвету выбранной бровки, съезды будут окрашены цветом контуров съездов.
10. Можно объединить каркасные модели карьера и топоповерхности инструментом «Совместить карьер и топоповерхность», при этом будет подсчитан полный объем карьера, или просто отрезать лишнюю верхнюю часть карьера топоповерхностью инструментом «Поверхность и объект». Обе эти операции дают контур сочленения карьера и топоповерхности.

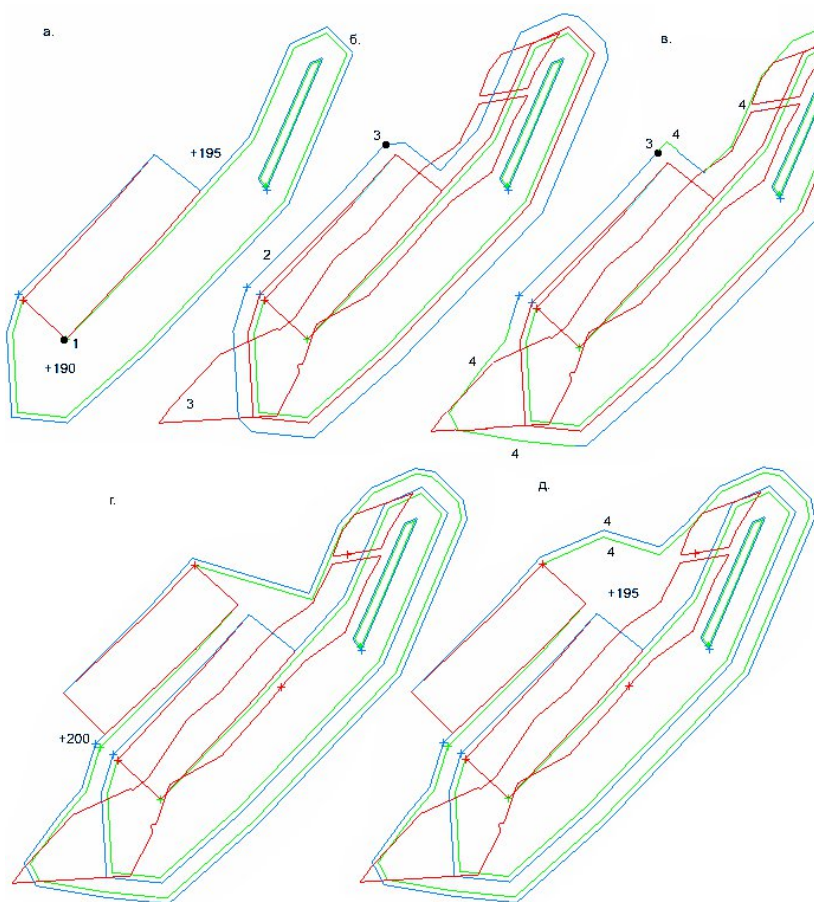


Рис. 21. Последовательность построения съезда и бровок
а – первоначальная ситуация; *б* – построение первоначальной бермы (2) на горизонте +195; *в* – корректировка линии бермы (4); *г* – построение съезда +195/+200; *д* – корректировка линий верхней и нижней бровок. 1 – точка начала построения съезда +190/+195; 2 – эквидистантный контур (бровка) задающий берму на гор. +195; 3 – подсечение рудного тела на гор. +195; 4 – места ручной корректировки линий бровок.

Если карьер представляет собой объединение нескольких карьеров, то на горизонтах смыкания бортов необходимо воспользоваться функцией объединения «Объединение контуров» контуров для объединения верхних и нижних бровок. Естественно схему вскрытия необходимо проектировать с учетом этого объединения. Вышележащие горизонты можно проектировать в обычном порядке. По мере отстройки карьера полезно строить его каркасную модель и разрезы вдоль и в крест простирания рудного тела для проверки правильности построения. Для продолжения отстройки каркас необходимо разрушить, а разрезы удалить.

Контрольное задание

1. Создать новый проект модели рудного тела.
2. Настроить параметры проекта (данные для настройки - на рис. 22):
3. В режиме моделирования рудного тела (ориентация вдоль оси Y – опорная ось) создать 3 сечения и на каждом из сечений нанести точки контуров в соответствии с данными таблицы 3.

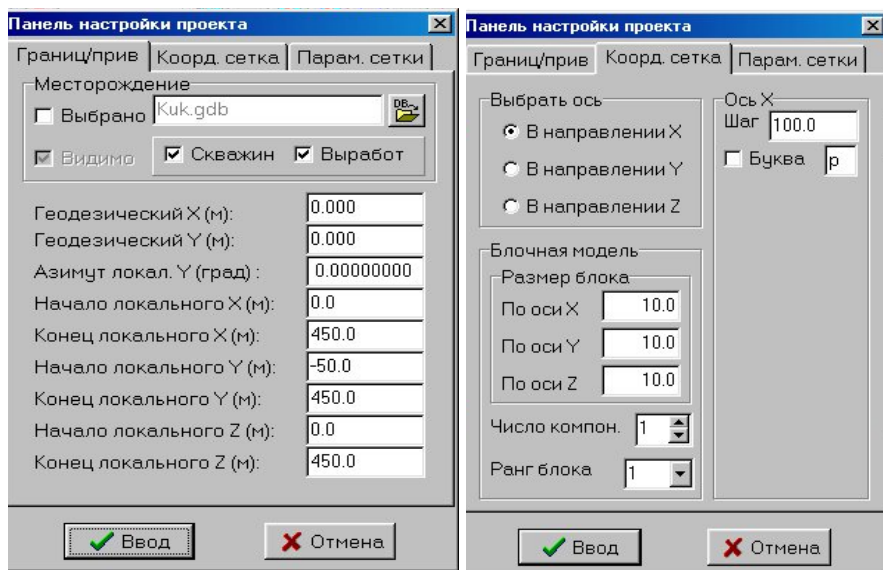


Рис. 22. Настройка параметров проекта.

а) границы коробки проектирования, б) параметры блочной модели.

Таблица 3.

Координаты опорных точек контуров месторождения на сечениях.

Сечения	X	Y	Z	№ точек контура	X	Y	Z
		0,0		1	250	0	100
		100		1	240	100	50
		200		1	230	200	70

4. Установить сцепки и построить каркасную модель рудного тела.

5. Построить блочную модель и подсчитать объем рудного тела.
6. Построить модель карьера с границами на конец отработки, с параметрами:
отметка дна – 200 м, ширина дна – 30 м. длина 150 м., ширина съездов – 25 м.
уклон съездов – 80 пром., ширина предохранительной бермы – 12 м., высота
уступа 15 м., всего 7 уступов, отметка верхней бровки верхнего уступа – 305 м.
7. Построить каркасную модель карьера.
8. Подсчитать объем рудного тела в контурах карьера.