

№ 3581 МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра геологии и маркшейдерского дела

Н.П. Сапронова

В.В. Мосейкин

Г.С. Федотов

ГЕОМЕТРИЯ НЕДР

**РЕШЕНИЕ ГЕОЛОГО-МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАДАЧ
В СРЕДЕ ГГИС MICROMINE**

Лабораторный практикум

Рекомендовано редакционно-издательским
советом университета



Москва 2019

УДК 622.1
С19

Рецензент
канд. техн. наук, доц. *Д.В. Пастихин*

Сапронова Н.П.

С19 Геометрия недр : решение геолого-маркшейдерских задач в среде ГГИС Micromine : лаб. практикум. – 2-е изд. перераб. и доп. / Н.П. Сапронова, В.В. Мосейкин, Г.С. Федотов. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 89 с.

Лабораторный практикум предназначен для освоения обучающимися основных принципов и методов работы в ГГИС Micromine. Содержит краткие сведения об основных принципах работы в среде ГГИС Micromine. Рассмотрены вопросы организации и хранения геолого-маркшейдерских данных; основные функциональные возможности структурных модулей системы и их команды; основы построения каркасных и блочных моделей рудных тел, а также решения на их основе ряда задач.

В каждой лабораторной работе представлены контрольные вопросы для самоконтроля знаний и список рекомендуемой литературы.

Лабораторный практикум предназначен для обучающихся по специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Маркшейдерское дело» и других специализаций данной специальности.

УДК 622.1

© Н.П. Сапронова,
В.В. Мосейкин,
Г.С. Федотов, 2019
© НИТУ «МИСиС», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Лабораторная работа 1. Сведения о ГГИС Micromine. Обзор основных функциональных возможностей. Интерфейс пользователя. Организация данных в проекте	6
Лабораторная работа 2. Применение методов геометрических построений. Работа с растровыми графическими основами. Вывод графических материалов на печать	14
Лабораторная работа 3. Виды исходных данных. Систематизация геолого-маркшейдерских данных. Создание базы данных геологоразведочных скважин	23
Лабораторная работа 4. Создание, редактирование и отображение поверхностей топографического порядка	35
Лабораторная работа 5. Построение каркасных моделей рудных тел и определение объемов	48
Лабораторная работа 6. Построение вертикальных разрезов...	53
Лабораторная работа 7. Блочное моделирование горно-геологических объектов и оценка ресурсов	60
Лабораторная работа 8. Моделирование горных объектов на основе результатов маркшейдерских замеров. Решение маркшейдерских задач	67
Список использованных источников	72
Приложение 1. Задания	73
Приложение 2. Индивидуальные задания.....	79

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторный практикум составлен в соответствии с требованиями ОС ВО НИТУ «МИСиС» специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Маркшейдерское дело», ориентирован на обучающихся IV курса и основан на знаниях и навыках, приобретенных при изучении дисциплин «Геология», «Основы горного дела», «Маркшейдерское дело» и предшествующих разделов курса «Геометрия недр». Данный лабораторный практикум предназначен для приобретения обучающимися навыков работы в горно-геологической информационной системе Micromine (далее ГГИС Micromine) при решении задач геолого-маркшейдерского обеспечения разработки проектной документации, а также для подготовки исходных материалов и геолого-маркшейдерской информации для проектирования.

Лабораторный практикум содержит задания, краткие теоретические сведения и методические указания по их последовательному выполнению, описание основных команд и настроек программного обеспечения, а также вопросы для самоконтроля.

Лабораторный практикум не заменяет документацию или справочную систему по применению ГГИС Micromine. Для более глубокого освоения возможностей системы рекомендуется использовать специализированные источники [1].

На лабораторных занятиях обучающиеся знакомятся с основными функциональными возможностями ГГИС Micromine; принципами организации, управления и хранения горно-геологических и геолого-маркшейдерских данных; способами построения каркасных и блочных моделей рудных тел и решения на их основе ряда прикладных задач.

При составлении заданий данного лабораторного практикума использованы материалы коллектива кафедры геологии и маркшейдерского дела МГИ НИТУ «МИСиС», а также адаптированные к учебному процессу материалы инженерно-геологических изысканий, материалы проектной документации и данные маркшейдерских съемок проектных организаций и горнодобывающих предприятий РФ.

Формат изучения представленного материала предусматривает проведение аудиторных (лабораторных) занятий, а также самостоятельную работу обучающихся.

На аудиторных занятиях обучающиеся знакомятся с новым материалом и совместно с преподавателем выполняют общие задания (Приложение 1).

Выполнение индивидуальных заданий направлено на закрепление навыков работы с программным обеспечением и контроль процесса усвоения учебного материала обучающимися. Выполнение индивидуальных заданий предусмотрено после изучения соответствующей темы программы обучения: работа с растровыми изображениями, оцифровка графических основ и вывод графических материалов на печать, построение каркасных моделей рудных тел на основе геологоразведочных данных и определение объемов, блочное моделирование горно-геологических объектов и оценка ресурсов, моделирование горных объектов на основе результатов маркшейдерских замеров и решение маркшейдерских задач. Типовые формы индивидуальных заданий представлены в Приложении 2.

Первое занятие направлено на первоначальное ознакомление с функциональными возможностями структурных модулей системы и интерфейсом пользователя.

Второе и последующие занятия направлены на решение общих и индивидуальных заданий по вариантам.

Лабораторные работы выполняются обучающимися индивидуально и самостоятельно. Исходные данные для выполнения индивидуальных заданий выдаются преподавателем в соответствии с вариантом.

По итогам выполненных лабораторных работ каждый обучающийся составляет отчет. К отчету в обязательном порядке на электронном носителе прикладывается Проект (группа файлов), созданный в среде ГГИС Micromine в формате разработки.

Отчет о лабораторных работах выполняется аккуратно с учетом действующих нормативных требований.

Лабораторная работа 1
СВЕДЕНИЯ О ГГИС MICROMINE.
ОБЗОР ОСНОВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ВОЗМОЖНОСТЕЙ. ИНТЕРФЕЙС
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ
ДАННЫХ В ПРОЕКТЕ
(2 часа)

1.1. Цель работы

Ознакомиться с основными принципами работы и функциональными возможностями ГГИС Micromine; элементами интерфейса пользователя; принципами организации, хранения и управления данными; способами создания и управления Проектами; типами файлов.

1.2. Теоретическое введение

ГГИС Micromine – многофункциональная модульная горно-геологическая информационная система, предназначенная для создания единого горно-геологического информационного пространства [1].

ГГИС Micromine является комплексным решением для 3D-моделирования месторождений, предлагающим средства оценки месторождений, проектирования, оптимизации и планирования горных работ.

Структура ГГИС Micromine представлена в табл. 1.1.

Версия Micromine 2018 состоит из 10 модулей (см. табл. 1.1). Возможность совместимости с 64-битной системой обеспечивает работу с большими массивами данных в отличие от предыдущих версий. Интерфейс ГГИС Micromine аналогичен стандартному интерфейсу Windows и адаптирован в соответствии со спецификой программы (рис. 1.1). Доступ к функциям осуществляется с помощью функциональных возможностей различных меню, инструментальных панелей, диалоговых окон и пр.

Таблица 1.1

Структура ГГИС Micromine 2018

Модули ГГИС Micromine	Минимальная комплектация для решения задач горного производства:		
	геолога	горного инженера	маркшейдера
Ядро			
Разведка			
Оценка запасов			
Каркасное моделирование			
Условное моделирование			
Моделирование страти- графии			
Горный			
Съемка			
Планировщик			
Оптимизация карьера			

В ГГИС Micromine окно рабочей области «Визекс» (см. рис. 1.1) предназначено для отображения, редактирования и интерактивной работы со всеми типами данных ГГИС Micromine, а также с данными CAD, ГИС, GPS и других приложений [1].

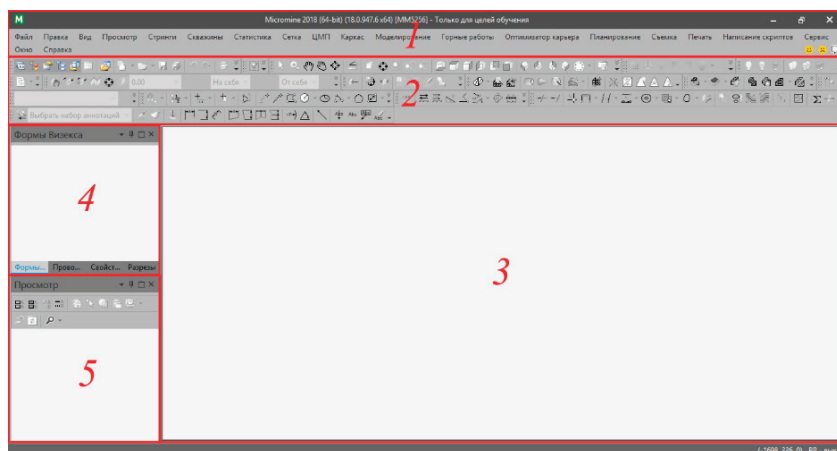


Рис. 1.1. Окно рабочего пространства ГГИС Micromine.
Основные элементы интерфейса: 1 – главное меню; 2 – панели инструментов; 3 – окно Визекс; 4 – окно Формы Визекс; 5 – окно Просмотр

Проект – основная единица хранения геолого-маркшейдерских данных в ГГИС Micromine. В Проекте хранятся структура и свойства слоев, элементы, созданные пользователем, их свойства и настройки [1]. Эта информация включает в себя данные опробования полезных ископаемых, данные бурения, сведения о границах участков, данные маркшейдерских замеров, данные аэросъемки и другие сведения. Кроме этого, здесь хранятся скрипты, макросы, наборы форм, которые также являются неотъемлемой частью Проекта [1].

Для того чтобы начать работать в ГГИС Micromine, необходимо создать хотя бы один Проект; для этого необходимо перейти **Файл | Проект | Создать**. При создании Проекта имеется возможность использовать существующий Проект как шаблон. Для этого необходимо указать Проект, который будет использоваться в качестве шаблона, а также указать данные для копирования.

При создании нескольких Проектов становится возможным выбрать требуемый Проект из списка. После выбора того или иного Проекта становятся доступны все файлы и наборы форм, хранящиеся в данном Проекте. Чтобы создать или открыть файлы, работая в Проекте, необходимо перейти **Файл | Новый.../Открыть...**

При создании Проекта сразу следует установить единицы измерения. По умолчанию установлены метрические единицы измерения.

Существует возможность переименовывать, перемещать, удалять и подключать Проекты. Для управления Проектами необходимо перейти **Файл | Проект | Управлять**. При переименовании изменится только имя Проекта, в то время как перемещение Проекта подразумевает перенос всех файлов Проекта из одного места в другое.

Типы, размеры и диапазоны бинарных полей представлены в табл. 1.2.

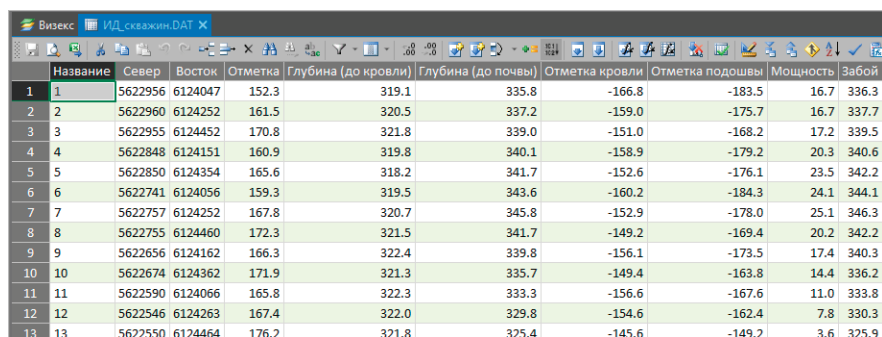
Таблица 1.2

Тип	Код	Размер (бит)	Диапазон	Значащие цифры
Вещественные	R	8	$\pm 3,4 \cdot 10^{\pm 308}$	15
Плавающие	F	4	$\pm 1,7 \cdot 10^{\pm 37}$	7
Длинные целые	L	4	От –2 147 483 647 до 2 147 483 647	–
Короткие целые	S	2	От –32 767 до 32 767	–

При запуске ГГИС Micromine по умолчанию загружается последний Проект, с которым работал пользователь.

Проект является папкой (или директорией), где хранятся файлы, содержащие соответствующую информацию.

Основные форматы файлов, создаваемые в среде ГГИС Micromine [1]: *.DAT (файл данных); *.SVY (файл данных съемки); *.STR (файл стрингов) и др. Причина использования различных расширений файлов – это возможность группирования файлов в Проекте. Например, геологические, геохимические, геофизические и другие данные, как правило, хранятся в файлах *. DAT. Данные по контурам и другие данные по всевозможным траекториям содержатся в файлах *.STR, а информация по тахеометрической или теодолитной съемке – в файлах *.SVY. Большинство файлов в программе имеет табличную структуру данных (рис. 1.2).



	Название	Север	Восток	Отметка	Глубина (до кровли)	Глубина (до почвы)	Отметка кровли	Отметка подошвы	Мощность	Забой
1	1	5622956	6124047	152.3	319.1	335.8	-166.8	-183.5	16.7	336.3
2	2	5622960	6124252	161.5	320.5	337.2	-159.0	-175.7	16.7	337.7
3	3	5622955	6124452	170.8	321.8	339.0	-151.0	-168.2	17.2	339.5
4	4	5622848	6124151	160.9	319.8	340.1	-158.9	-179.2	20.3	340.6
5	5	5622850	6124354	165.6	318.2	341.7	-152.6	-176.1	23.5	342.2
6	6	5622741	6124056	159.3	319.5	343.6	-160.2	-184.3	24.1	344.1
7	7	5622757	6124252	167.8	320.7	345.8	-152.9	-178.0	25.1	346.3
8	8	5622755	6124460	172.3	321.5	341.7	-149.2	-169.4	20.2	342.2
9	9	5622656	6124162	166.3	322.4	339.8	-156.1	-173.5	17.4	340.3
10	10	5622674	6124362	171.9	321.3	335.7	-149.4	-163.8	14.4	336.2
11	11	5622590	6124066	165.8	322.3	333.3	-156.6	-167.6	11.0	333.8
12	12	5622546	6124263	167.4	322.0	329.8	-154.6	-162.4	7.8	330.3
13	13	5622550	6124464	176.2	321.8	325.4	-145.6	-149.2	3.6	325.9

Рис. 1.2. Табличная структура геолого-маркшейдерских данных, хранящихся в файле

Табличная структура данных, хранящихся в файле ГГИС Micromine, основана на формировании определенных типов полей. Содержание данных в таблице определяет тип поля. Например, буквенные и буквенно-цифровые данные относятся к **текстовому** типу, **символьному** или **числовому**.

Цифровые данные содержат **бинарные** и **числовые** поля. ГГИС Micromine поддерживает следующие типы бинарных полей (табл. 1.2): **вещественные, плавающие, длинные целые, короткие целые**.

Имя поля может содержать до 255 символов. В именах полей допускаются пробелы. Ширина поля может достигать до 255 символьных или числовых полей. Поля необходимо создавать как можно более короткими, но без ущерба для данных.

Число знаков после запятой в числовых полях должно быть достаточным, чтобы они соответствовали требованиям к точности данных.

Форматированные типы полей (*Дата, Дата/Время, Цвет*) применяются для отображения даты, времени, а также для цвета выводимых символов.

Именно Проект является основным местом хранения и систематизации данных в ГГИС Micromine.

Проектов может быть несколько. На рис. 1.3 представлена структура корневой папки (директории) Проектов и, в частности, отдельного Проекта А.

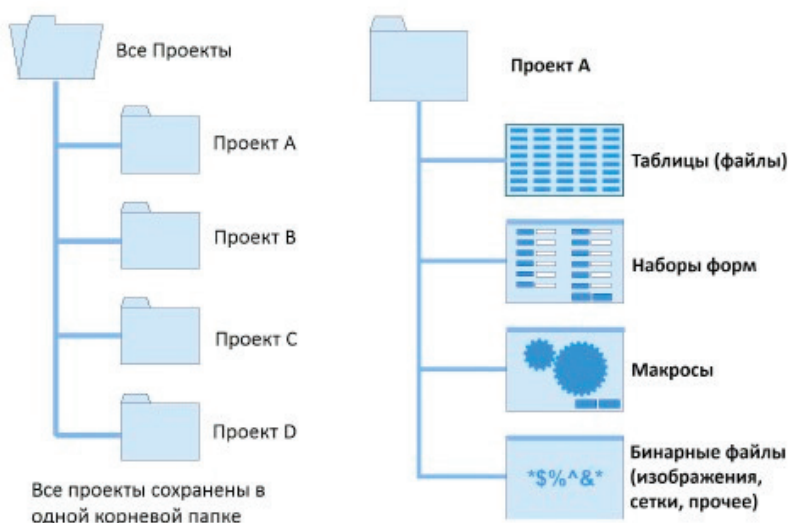


Рис. 1.3. Структура корневой директории Проектов и отдельного Проекта А

ГГИС Micromine предлагает простой способ повторного использования вводимых в диалоговое окно данных: пользователь

сохраняет их в качестве формы диалогового окна, к которой впоследствии может легко обратиться.

Форма диалогового окна содержит сохраненное содержание диалогового окна. Она не включает в себя никакие другие данные.

Чтобы сохранить содержание диалогового окна в качестве формы, нужно нажать на кнопки **Формы**, **Сохранить** или **Сохранить как**, находящиеся в правой части окна. Затем ввести название формы в поле **Заголовок** и сохранить ее.

Чтобы воспользоваться формой, необходимо нажать **Формы** в правой части окна и выбрать нужную форму.

Таким образом, становится возможным выполнить любой процесс с ранее заданными настройками или отобразить тот или иной объект с ранее сохраненными параметрами визуализации.

1.3. Задание к лабораторной работе

В данной лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

1. Ознакомиться с основными функциональными возможностями ГГИС Micromine и элементами интерфейса пользователя.

2. Охарактеризовать структуру и содержание Проекта, представленного преподавателем в качестве примера для ознакомления.

Охарактеризовать тип и содержание файлов, хранящихся в данном Проекте.

3. Создать Проект для выполнения следующего задания и присвоить ему имя **Проект_ФИО_Группа**.

Сохранить Проект.

1.4. Методические указания к выполнению лабораторной работы

Ознакомительный процесс с функциональными возможностями структурных модулей ГГИС Micromine и результатами моделирования различных горных объектов в данной работе целесообразно осуществить на основе готового Проекта, выданного преподавателем в качестве примера.

Совместно с преподавателем рассмотрите структуру и содержание Проекта, ознакомьтесь с интерфейсом пользователя про-

граммы, рассмотрите модели рудных тел и других горных объектов, представленных в Проекте.

Создание проекта в среде ГГИС Micromine

Чтобы создать проект, перейдите в **Файл | Проект | Создать**. Откроется окно **Создать проект**, в нем необходимо указать имя будущего Проекта (рис. 1.4), а также его расположение. Обратите внимание, что красные поля являются обязательными к заполнению, программа не даст завершить ту или иную операцию без указания в них соответствующей информации.

Создать проект

Проект

Имя: Проект_ФИО_ГРУППА

Расположение: C:\Users\Desktop

☒ Создать папку для проекта

Заголовок:

Единицы: МЕТРИЧ

☐ Использовать существующий проект как шаблон

Проект:

☐ Копировать все файлы

☐ Наборы форм

☐ Файлы данных

☐ Структуры съемки

☐ Файлы макросов

☐ Структуры данных

☐ Файлы стрингов

☐ Файлы сетки

☐ Файлы съемки

☐ Структуры стрингов

☐ Файлы связи

OK

Закрыть

Рис. 1.4. Создание Проекта в среде ГГИС Micromine

Необходимо подтвердить введенную информацию, нажав на клавишу **Enter** или **OK**.

Создан новый Проект: **Проект_ФИО_Группа**. В левом верхнем углу окна Micromine появилось имя нового Проекта, который теперь имеет статус активного Проекта.

Контрольные вопросы

1. Приведите краткие сведения о ГГИС Micromine: основное назначение системы, история создания и развития, международный и отечественный опыт применения для решения задач горного производства и документооборота недропользования.
2. Раскройте содержание понятий «Интерфейс пользователя», «Визекс», «Проект».
3. Перечислите и покажите основные элементы интерфейса пользователя программы.
4. Перечислите способы создания и управления Проектами, приведите примеры.
5. Приведите примеры типов данных, поддерживаемых ГГИС Micromine.
6. Приведите примеры файлов различных форматов, поддерживаемых ГГИС Micromine.

Лабораторная работа 2

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ. РАБОТА С РАСТРОВЫМИ ГРАФИЧЕСКИМИ ОСНОВАМИ. ВЫВОД ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ПЕЧАТЬ

(4 часа)

2.1. Цель работы

Научиться создавать и редактировать точечные, линейные и площадные объекты; загружать растровые изображения в среду ГГИС Micromine с учетом заданной системы координат и масштаба; выполнять оцифровку растровой графической основы, используя методы геометрических построений; создавать чертежную модель и осуществлять вывод графических материалов на печать.

2.2. Теоретическое введение

Для последующей работы в среде ГГИС Micromine обязательно потребуются знания и навыки при работе с различными инструментами, функции которых направлены на построение разных геометрических элементов. Именно поэтому на начальном этапе работы необходимо освоить работу и действия с ними. В связи с этим предлагается выполнить задание, предусматривающее оцифровку растрового изображения – План промышленной площадки М 1:500 (участок), на основе методов геометрических построений (рис. 2.1).

Процесс оцифровки растровой графической основы в среде ГГИС Micromine состоит из двух последовательных действий. Первое действие предусматривает загрузку растрового изображения в рабочую среду системы с учетом заданной системы координат и заданного масштаба изображения; второе – векторизацию линий либо построение геометрических элементов в соответствии с изображением растровой основы.

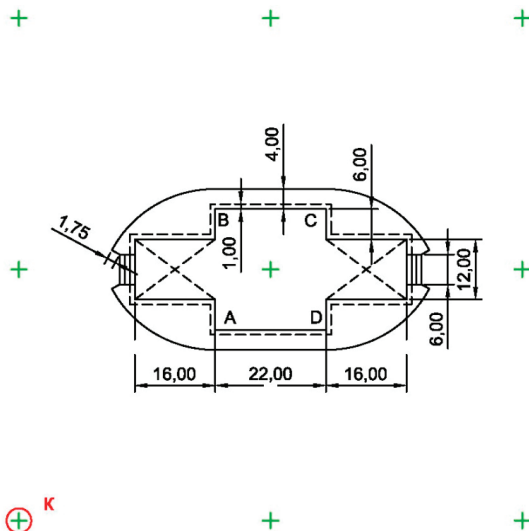


Рис. 2.1. Фрагмент растровой основы – План промышленной площадки М 1:500

Данная работа предусматривает не просто повторение контуров линий в соответствии с изображением на растровой основе, а оцифровку на основе применения методов геометрических построений с учетом заданных параметров.

Для выполнения оцифровки понадобятся следующие инструменты:

Просмотра. Данные инструменты расположены на *Панели Просмотра*.

Перемещения : перемещение в направлении движения в окне Визекса.

Масштабирования : позволяет изменять масштаб изображения, а также для этих целей можно воспользоваться вращением колеса мыши.

Вращения : предназначен для вращения изображения.

В случае потери изображения в окне Визекса по причине его смещения в неопределенную область окна поможет вызов правой кнопки мыши команды *Показать все* из контекстного меню. В этом случае изображение окажется в центре экрана.

Построение различных геометрических элементов возможно с помощью соответствующих команд, действие которых запускается при выборе инструментов, расположенных на панели **Редактор стрингов** и панели **Инструменты Редактирования стрингов**.

Новый стринг : создает новый стринг, который может быть как открытым, так и замкнутым.

Продолжить стринг : добавляет точки к концу стринга.

Замкнуть стринг : замыкает стринг, соединяя новым сегментом точку начала и точку конца.

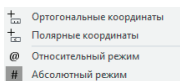
Отзеркалить стринг : создает зеркальные копии выбранных стрингов посредством определения плоскости зеркала.

Расширить стринг : расширяет стринг на **Расстояние**, определенное в диалоговом окне Опции.

Привязать к объекту : при построении стринга осуществляется привязка к объекту.

Привязать к точке : при построении стринга осуществляется привязка к точке.

Привязать к сетке : при построении стринга осуществляется привязка к сетке координат.

Активизировать динамический ввод : настройка

режима относительного/абсолютного **построения стрингов**, построение стрингов заданной длины.

Обрезать стринг стрингом : корректировка длины стринга с помощью пересекающего его стринга.

Продолжить стринг до полилинии : корректировка длины стринга в сторону увеличения с привязкой к обозначенной полилинии.

Вывод графических материалов на печать осуществляется после формирования **Чертежной модели**. В процессе формирования Чертежной модели учитываются масштаб, площадь изображения, формат листа и информация, необходимая к отображению.

2.3. Задание к лабораторной работе

В данной лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

1. Ознакомиться с основными инструментами для выполнения элементарных геометрических построений. Перечислить основные и привести примеры их использования при оцифровке растрового изображения в ходе выполнения данной лабораторной работы.

2. Открыть проект: **Проект_ФИО_Группа**.

3. Загрузить растровую графическую основу – План промышленной площадки М 1:500 (участок) в среду ГГИС Micromine (см. рис. 2.1), принимая условно координаты точки К: $X = 200,00$ м; $Y = 200,00$ м.

Примечание. Доступ к электронной версии материалов будет открыт по ссылке, выданной преподавателем в соответствии с графиком учебного процесса.

4. Выполнить оцифровку растровой графической основы – План промышленной площадки М 1:500 (участок), применяя методы геометрических построений.

5. Подготовить чертежную модель оцифрованной растровой графической основы – План промышленной площадки М 1:500 (участок) на лист формата А4, ориентация – альбомная.

6. Вывести на печать графический материал.

7. На основе приобретенных знаний и навыков выполнить **Индивидуальное задание 1**.

Исходные материалы и данные по вариантам выдаются преподавателем.

В качестве примера типовой вариант задания приведен в Приложении 2.

2.4. Методические указания к выполнению лабораторной работы

Для выполнения задания необходимо открыть ранее созданный Проект.

Выберите **Файл | Проект | Управлять**, в появившемся окне выберите свой проект и нажмите **Открыть**.

Привязка растрового изображения

В окне **Формы Визекса** выберите форму **Изображение**, дважды нажав на левую кнопку мыши. Появится окно **Изображение**.

В поле **Файл** укажите путь к файлу **ЛР 2 План промплощадки Растр.JPG**.

Примечание. Файл **ЛР 2 План промплощадки Растр.JPG** должен быть предварительно загружен.

Далее нажмите **Привязка...** для того, чтобы начать процесс привязки изображения. Для привязки изображения необходимо поставить 3 точки. Для получения значения средней квадратической ошибки (RMS), которая является индикатором того, насколько согласованно осуществляется преобразование между указанными точками, необходимо поставить 4-ю точку. С помощью инструмента **Инструмент наложения точки** установите **Точку** на точке **K** и в таблице пропишите значения плановых координат (X; Y) 200; 200 (рис. 2.2).

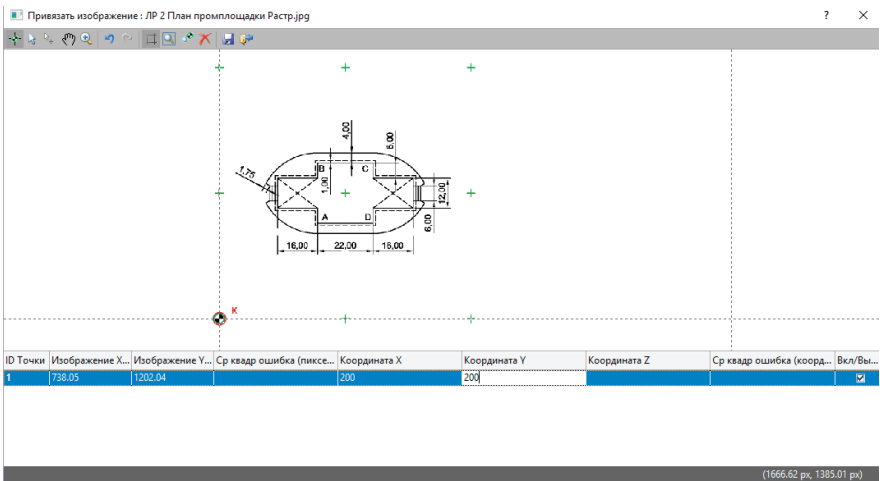


Рис. 2.2. Окно привязки растровой основы

Аналогично установите еще 2 или 3 точки, указав их координаты в соответствии с принятым масштабом. Для удобства можно включить опцию **Показать направляющие**, которая построит пунктирными линиями направляющие относительно уже установленных точек.

При указании 4-й точки для привязки автоматически заполнится столбец **Ошибка RMS**. Допускается значение ошибки

RMS не более 0,01 и не более графической точности масштаба плана.

После завершения процедуры привязки необходимо нажать **Сохранить** на панели инструментов. В результате создается файл привязки **ЛР 1 План промплощадки Растр.GRF**. Это файл формата Micromine, в котором хранятся координаты указанных ранее точек. Затем в окне **Изображение** в качестве **Файла ввода** выберите **Micromine (GRF)**.

Сохраните форму диалогового окна. Для этого нажмите **Формы** в правой части окна **Изображение**, а в появившемся окне выберите **Сохранить как**. Затем необходимо ввести **ЛР 1 План промплощадки Растр.GRF** в поле **Заголовок** и нажать **ОК**.

В результате выполненных действий фрагмент Плана М 1:500 загружен в среду ГГИС Micromine в заданную условную систему координат и отображен в окне Визекса.

Оцифровка растрового изображения

Для начала необходимо перейти в **Вид в плане**, для этого можно воспользоваться горячей клавишей **T** или нажать **Вид в плане** на панели инструментов **Просмотр**. Далее необходимо убедиться, что в окне **Разрез или превышение** установлено значение 0.00, таким образом все дальнейшие геометрические построения будут выполняться на высотной отметке 0.

Клавиши X, Y, Z: зажмите одну из этих клавиш при построении стринга, чтобы построить прямую, параллельную соответствующей оси.

После завершения оцифровки необходимо сохранить данный стринг, для этого необходимо нажать правой кнопкой мыши по слою **Без имени (Без имени.STR)** в окне **Просмотр** и выбрать **Сохранить**. В появившемся окне введите **Промплощадка**. Затем сохраните форму, для этого нажмите правой кнопкой мыши по слою **Без имени (Промплощадка.STR)** и выберите **Сохранить форму как**. В появившемся окне в поле **Заголовок** введите **Промплощадка** и нажмите кнопку **ОК**.

Для отображения стрингов различными типами линий откорректируйте файл **Промплощадка.STR** путем создания **Набора линий**.

Для этого вызовите диалоговое окно **Стринги** и в появившемся окне **Просмотр** правой кнопкой мыши нажмите по слою **Промплощадка.STR** и выберите **Свойства**. В появившемся диалоговом окне **Стринги** откройте вкладку **Опции просмотра** и в **Поле линий** введите **STRING**, и в **Наборе линий** нажмите правой кнопкой мыши. В появившемся окне **Создать набор форм** введите **Имя набора**, например **1**. Далее в окне **Редактировать наборы линий** создайте необходимые типы линий с учетом критериев к их отображению и затем сохраните файл **Промплощадка.STR** и форму его визуализации с учетом внесенных дополнений.

Создание Чертежной модели и вывод графических материалов на печать

Для вывода графических материалов на печать по заданным критериям (масштаб изображения, формат листа, оформление графических материалов и пр.) необходимо подготовить **Чертежную модель**.

Рассмотрим пример создания **Чертежной модели** на примере модели – участок Плана промышленной площадки М 1:500 с выводом на печать листа формата А4.

Для того чтобы создать файл чертежа (рис. 2.3), необходимо перейти **Печать | Создать файл чертежа**. В окне **Создать файл чертежа** в поле **Файл чертежа** введите *План промышленной площадки М 1 500 А4*. Далее нужно выбрать шаблон чертежа, для этого нажмите дважды левой кнопкой мыши по полю **Шаблон чертежа** и выберите шаблон *A4 Portrait.PTX*. Для удобства включите опцию **Автозагрузка**.

Примечание. Данный шаблон **A4 Portrait.PTX** представляет собой типовую форму Чертежной модели формата А4, который предварительно загружен в библиотеку шаблонов. В ГГИС Micromine существует возможность для пользователя самостоятельно создавать и разрабатывать различные формы шаблонов, а также пользоваться существующими, хранящимися в библиотеке шаблонов.

Далее необходимо выполнить корректирующие действия. Чтобы отредактировать масштаб, необходимо выбрать основной фраг-

мент чертежа, в котором располагаются все объекты. Нажмите левой кнопкой мыши по данному фрагменту таким образом, чтобы он выделился красным цветом. В окне **Свойства** в поля **Масштаб по X** и **Масштаб по Y**, где указывается значение масштаба, введите 500. При необходимости можно воспользоваться инструментом **Переместить данные внутри фрагмента**  на панели **Редактирование чертежа**, чтобы отцентрировать изображение.

Следующим этапом настройки чертежа является заполнение штампа. Для внесения какой-либо информации в тот или иной фрагмент нажмите по нему дважды левой кнопкой мыши и на вкладке **Источник** в разделе **Свободный текст** введите соответствующую информацию.

По окончании редактирования можно отправить созданный чертеж на печать, для этого нужно воспользоваться инструментом **Печать**  или сочетанием клавиш **Ctrl+P**.

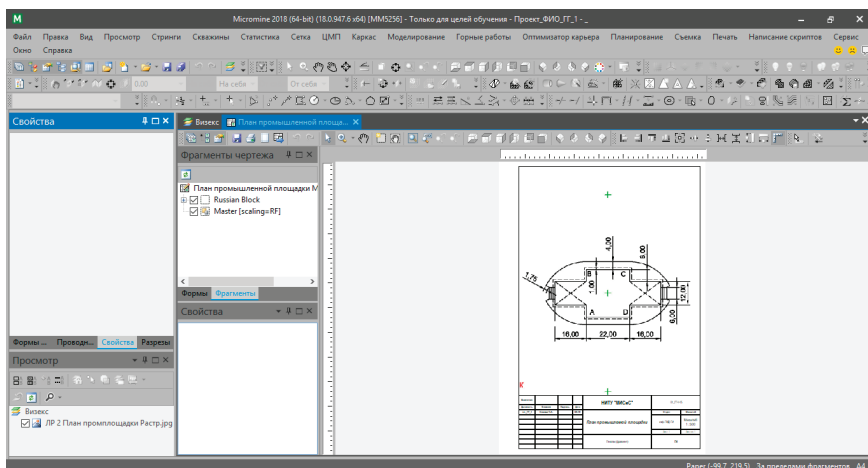


Рис. 2.3. Вывод графических материалов на печать

Литература

Руководство пользователя: Обучение Micromine 2018.

Контрольные вопросы

1. Перечислите и охарактеризуйте основные команды геометрических построений. Приведите примеры.

2. Раскройте содержание понятий «Растровая графика», «Векторная графика», «Чертежная модель».

3. Поясните, в какой последовательности выполняется оцифровка растровых графических материалов в среде ГГИС Micromine.

4. Приведите порядок действий при выводе графических материалов на печать, созданных в среде ГГИС Micromine. Охарактеризуйте кратко каждое действие.

Лабораторная работа 3

ВИДЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ГЕОЛОГО- МАРКШЕЙДЕРСКИХ ДАННЫХ. СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН

(4 часа)

3.1. Цель работы

Ознакомиться с основными принципами организации и хранения геолого-маркшейдерских данных в Проекте. Научиться создавать базу данных геологоразведочных скважин.

3.2. Теоретическое введение

В среде ГГИС Micromine, как ранее было отмечено (см. лабораторную работу 1), предусматривается создание файлов различных форматов.

При создании файла необходимо присвоить ему имя и определить его структуру, т.е. определить имена, типы и длину полей, а также точность данных.

Создание базы данных геологоразведочных скважин осуществляют на основе файлов *.DAT, имеющих табличную структуру и содержащих необходимую информацию по геологоразведочным скважинам (рис. 3.1). После ее создания сеть геологоразведочных скважин может быть отображена в Визексе [1].

В Визексе используется метод под названием «База данных скважин», который позволяет управлять данными бурения, относящимися к Проекту. После создания Базы данных используется Визекс для просмотра информации вдоль скважин в двухмерном или трехмерном режиме отображения. База данных скважин не является базой данных в традиционном понимании, поскольку в ней не хранится необработанная информация (можно удалить Базу данных скважин и не потерять данные).

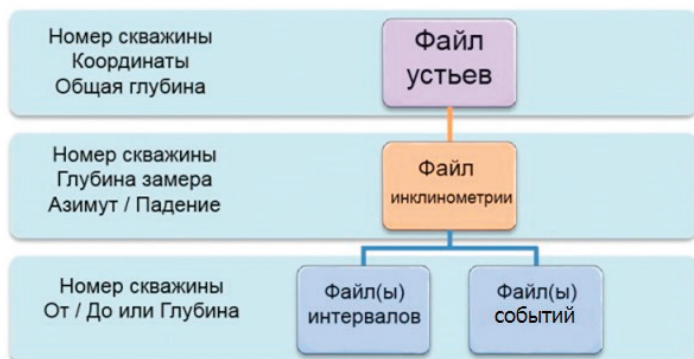


Рис. 3.1. Группа файлов, представляющая информацию по геологоразведочным скважинам

Простая **База данных скважин** может состоять из одной таблицы. Однако в стандартной базе данных используется от трех таблиц (и больше), связанных друг с другом номерами/названиями скважин (рис. 3.1):

Таблица «Устья» (обязательная): должна содержать 3D-координаты положения устьев и общую глубину скважин; может содержать азимут и наклон.

Таблица «Инклинометрия скважин»: должна содержать данные о глубине съемки и соответствующие азимуты/наклоны.

Таблица «События»: должна содержать данные скважин, в которых индивидуальные характеристики расположены на отдельных **Глубинах**. База данных может иметь столько файлов событий, сколько это необходимо (например, структуру, грунтовые воды, окисление и т.д.).

Таблица «Интервалы»: должна содержать данные с индивидуальными характеристиками на глубине **От** и **До**. В базе данных может находиться столько файлов интервалов, сколько это необходимо (например, данные опробования, литология, окисление и т.д.).

3.3. Задание к лабораторной работе

Задание 1 (Приложение 1). В данной лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

1. Создать Проект: **ФИО_Группа_Месторождение калийных солей**.

2. Создать файл **ИД скважин.DAT** на основе геологоразведочных данных по скважинам (табл. П1). Визуализировать устья скважин.

3. Создать базу данных геологоразведочных скважин: **БД скважин**. Визуализировать траектории геологоразведочных скважин.

3.4. Методические указания к выполнению лабораторной работы

Для выполнения лабораторной работы необходимо создать Проект, как это было описано в лабораторной работе 2 и присвоить ему имя **ФИО_Группа_Месторождение калийных солей**.

Создание файла исходных данных: ИД скважин.DAT

Как известно, в качестве исходных данных для ГГИС Micromine может использоваться информация различного характера [1], подготовленная как непосредственно в ГГИС Micromine, так и с помощью других программных средств.

Создадим файл *.DAT непосредственным способом, т.е. в ГГИС Micromine, и косвенным способом – путем импорта данных, например данных формата *.XLS.

Для создания файла в программной среде выберите **Файл | Новый....** В появившемся окне (рис. 3.2) в поле **Файл** введите **ИД скважин** и нажмите кнопку **ОК**.

В появившемся окне (см. рис. 3.2) в поле **Файл** введите **ИД скважин**.

В окне **Редактор структуры файла**, в котором необходимо сформировать структуру файла **ИД скважин.DAT**, т.е. определить имена полей, их типы, ширину, а также число знаков после запятой, заполните данное окно, как показано на рис. 3.2. Для сохранения информации нажмите кнопку **ОК**.

Далее в созданную таблицу внесите данные по разведочным скважинам, представленные в табл. П1, предварительно вычислив значения мощности, отметки кровли и почвы залежи.

Создание файла ? X

Файл OK

Тип Закрыть

Заголовков

☒ Открыть файл

☐ Многоязычное содержание Формы ▾

Структура файла					
	Имя поля	Тип	ФОРМАТ	Ширина	Десятичные
1	Название	Символьное ▾		4	
2	Север	Вещественное ▾	Десятич ▾		0
3	Восток	Вещественное ▾	Десятич ▾		0
4	Отметка	Вещественное ▾	Десятич ▾		1
5	Глубина (до кровли)	Вещественное ▾	Десятич ▾		1
6	Глубина (до почвы)	Вещественное ▾	Десятич ▾		1
7	Отметка кровли	Вещественное ▾	Десятич ▾		1
8	Отметка почвы	Вещественное ▾	Десятич ▾		1
9	Мощность	Вещественное ▾	Десятич ▾		1
10	Забой	Вещественное ▾	Десятич ▾		1

Рис. 3.2. Создание файла исходных данных **ИД скважин.DAT**

Однако более целесообразным в данном случае является импорт данных из файла Microsoft Excel, так как большая часть геологоразведочных данных уже содержится в импортируемом файле.

Примечание. Геологоразведочные данные по скважинам в электронном виде (*.XLS) выдаются преподавателем.

Также необходимо выполнить предварительную подготовку геологоразведочных данных к импортированию в среду ГГИС Micromine, т.е. вычислить значения мощности, отметки кровли и почвы залежи с помощью MS Office Excel.

После того как данные по скважинам будут представлены в формате *.XLS в полном и необходимом для выполнения задания объеме, запускайте процесс импортирования в среду ГГИС Micromine.

Импортирование данных

Для того чтобы импортировать данные, выберите **Файл | Импорт | Microsoft Excel**. В окне **Импорт файла Microsoft Excel** (рис. 3.3) в разделе **Источник** укажите файл и лист для импорта. Затем введите в поле **Файл** в разделе **Вывод ИД_скважин**. В таблице **Поля** выберите необходимые для импорта поля.

Импорт файла Microsoft Excel

Источники

Файл: ИД Таблица A.1.xls

Лист: Для ММ

Исходная таблица

Строка:

Столбец:

Размер таблицы

Строки:

Столбы:

Строки, которые необходимо игнорировать

После заголовка:

☐ Импортировать пустые записи

☐ Файл шаблона для определения структуры файла вывода

Имя:

Тип: ДАННЫЕ

Вывод

Файл: ИД_скважин

Тип: ДАННЫЕ

☒ Открыть файл

Импортировать поля

☐ Импортировать все поля

Выбрать все: Очистить все

	Поле	Тип	Ширина	Десятичные
☒	№ скважины			
☒	Север, м			
☒	Восток, м			
☒	Отметка, м			
☒	Глубина до кровли, м			
☒	Глубина до почвы, м			
☒	Отметка кровли, м			
☒	Отметка почвы, м			
☒	Мощность, м			
☒	Забой, м			

Импорт

Закрыть

Формы

Рис. 3.3. Импорт данных из MS Office Excel

После импорта имеется возможность просмотреть полученный файл, а также, при необходимости, изменить его структуру. Для того чтобы открыть или отредактировать файл, нажмите правой кнопкой мыши по полю **Файл** в разделе **Цель** и выберите из выпадающего списка **Редактировать** или **Просмотреть**, для изменения структуры выберите **Изменить структуру**.

Визуализация устьев скважин

После создания файла возможно отразить устья скважин на плане в окне Визекс. Для этого необходимо дважды нажать левой кнопкой мыши по **Точкам** в окне **Формы** Визекса. Появится окно **Точки** (рис. 3.4). На вкладке **Данные ввода** в поле **Файл** необходимо выбрать файл *ИД_скважин*, а также заполнить поля **Восточные**, **Северные** и **Z координаты**, указав соответствующие поля из файла ввода.

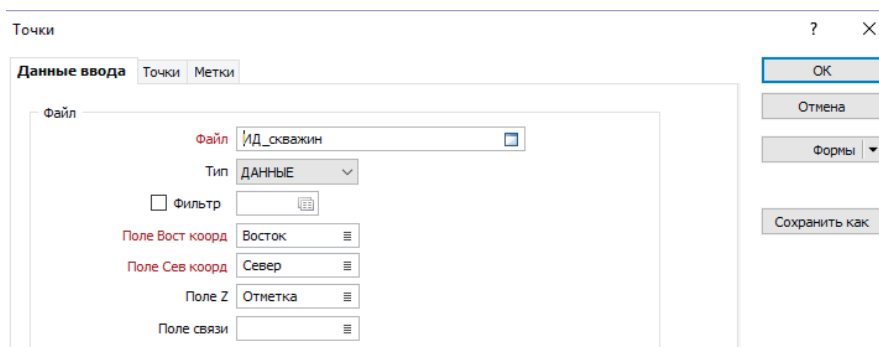


Рис. 3.4. Визуализация точек устьев геологоразведочных скважин. Вкладка **Данные ввода**

На вкладке **Точки** (рис. 3.5) включите опцию **Использовать символы** и выберите **Символ по умолчанию** двойным нажатием левой кнопкой мыши. Затем двойным нажатием левой кнопкой мыши задайте *Желтый цвет*, как **Цвет по умолчанию**.

На вкладке **Метки** (рис. 3.6) включите опцию **Показывать метки** и укажите в качестве **Поля текста** поле *Название*, содержащее идентификаторы скважин. В поле **Размещение** выберите положение 13, чтобы расположить метки скважин справа относительно точек устьев.

После завершения настройки параметров визуализации необходимо сохранить **Форму** диалогового окна. Для этого нажмите **Формы** в правой части окна **Точки**, а в появившемся окне выберите **Сохранить как**. Затем необходимо ввести *ИД_скважин* в поле **Заголовок** и нажать кнопку **ОК**.

Точки

Данные ввода Точки Метки

☒ Показывать точки

☒ Использовать символы

Поле символов

Набор символов

Символ по умолчанию *

Поле угла символа

☐ Углы относительно Северу

Цветовая кодировка

Поле цвета

Набор цветов

Цвет по умолчанию

☐ Использовать проекцию максимальной интенсивности

☐ Масштаб

Фактор размера по умолчанию

Поле масштаба

☐ Ln преобразование

Метод

☒ Фактор

☐ Диапазоны

ОК

Отмена

Формы

Сохранить как

Рис. 3.5. Визуализация точек устьев геологоразведочных скважин. Вкладка Точки

Точки

Данные ввода Точки Метки

☒ Показывать метки

☐ Контролировать угол из поля

Поле угла

☐ Контролировать позицию из поля

Поле позиции

Метки

сочит	Поле текста	изменен	мещения по X	Угол	зсчитан	Цвет по умолчанию	Поле цвета	Набор цветов
☒	Название	6						

Свойства текста AaBbYyZz

ОК

Отмена

Формы

Сохранить как

Рис. 3.6. Визуализация точек устьев геологоразведочных скважин. Вкладка Метки

После завершения данного процесса точки устьев геологоразведочных скважин с метками отобразятся в окне Визекс.

Создание базы данных геологоразведочных скважин

В данном случае создание базы данных будет выполняться на основании файла *ИД_скважин*. Для того чтобы создать базу данных скважин, необходимо перейти **Скважины | База данных | Создать**. В появившемся окне введите *БД скважин* в поле **Имя базы данных**. На вкладке **Файл устьев** (рис. 3.7) выберите в качестве **Файла устьев** файл *ИД_скважин*. Заполните поля **Восточные**, **Северные** и **Z координаты**, **Поле ID скважины 1**, а также **Поле общей глубины**, указав соответствующие поля из файла ввода. Чтобы подтвердить создание базы данных, нажмите кнопку **ОК**.

Следующим этапом является визуализация базы данных. Для этого в окне **Формы** Визекса выберите **Траектория** двойным нажатием левой кнопкой мыши.

База данных скважин

Файлы событий Файлы интервалов Внешнее соединение

Файл устьев Атрибуты устьев Файл инклинометрии

Файл

Файл устьев: ИД_скважин

Тип: ДАННЫЕ

☐ Фильтр

Поле ID скважины 1: Название

Поле ID скважины 2:

Поле ID скважины 3:

Поле Вост коорд: Восток

Поле Сев коорд: Север

Поле Z: Отметка

Поле общей глубины: Забой

Поле азимута:

Поле уклона:

ОК

Отмена

Формы

Рис. 3.7. Создание базы данных геологоразведочных скважин.
Вкладка **Файл устьев**

На вкладке **Данные ввода** (рис. 3.8) двойным нажатием левой кнопкой мыши по полю **База данных** выберите ранее созданную базу данных *БД скважин*. Двойным нажатием левой кнопкой мыши выберите *Коричневый цвет* в качестве **Цвета по умолчанию**. Задайте **Толщину траектории** 0.15 мм.

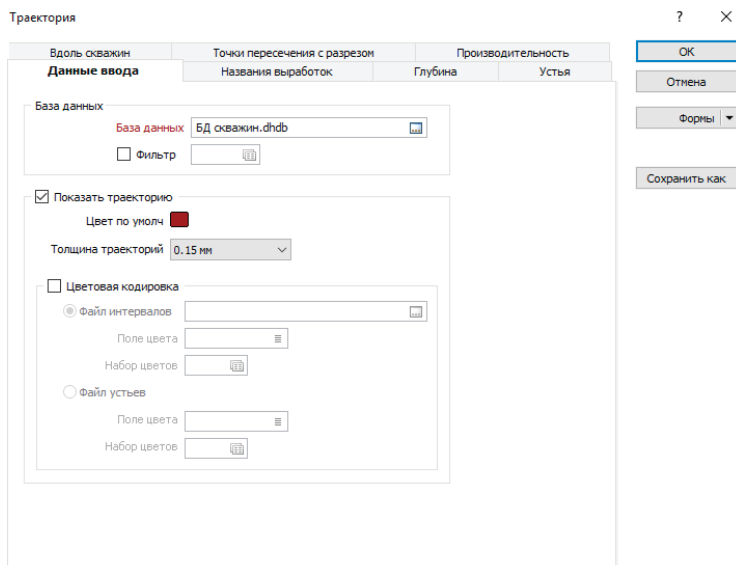


Рис. 3.8. Визуализация траекторий геологоразведочных скважин. Вкладка **Данные ввода**

На вкладке **Названия выработок** (рис. 3.9) выберите опцию **Показать названия выработок**, чтобы отобразить отметку названия выработок по центру выберите в поле **Верхняя метка, Расположение** – **ПО ЦЕНТРУ**.

На вкладке **Глубина** (рис. 3.10) выберите опцию **Показывать глубину выработок**, чтобы отобразить отметку глубины скважин у забоя. Задайте *Коричневый Цвет глубины* и *Цвет риски*. Введите *1* в поле **Десятичные**, чтобы отобразить только 1 знак после запятой при отображении отметки глубины. Введите *1* в поле **Длина риски**, чтобы создать риску длиной 2 м (по 1 м в каждую сторону относительно траектории скважины) у забоя скважины. Введите **ПО ЦЕНТРУ – Расположение**.

Траектория

Вдоль скважин

Точки пересечения с разрезом

Производительность

Данные ввода

Названия выработок

Глубина

Устья

☒ Показывать названия выработок

Набор цветов

Цвет по умолчанию

Верхняя метка

Расположение

ПО ЦЕНТРУ

Метки

Название

Поле направления

Направление по умолч

Смещение

Свойства текста

AaBbYyZz

Нижняя метка

Расположение

НЕТ

Метки

Название

Направление

Смещение

Свойства текста

AaBbYyZz

ОК

Отмена

Формы

Сохранить как

Применить

Рис. 3.9. Визуализация траекторий геологоразведочных скважин. Вкладка **Названия выработок**

Траектория

Вдоль скважин

Точки пересечения с разрезом

Производительность

Данные ввода

Названия выработок

Глубина

Устья

☒ Показывать глубину выработок

Цвет глубины

Суффикс метки

Десятичные

Длина риска

Цвет риска

Расположение

ПО ЦЕНТРУ

Направление

Смещение

Свойства текста

AaBbYyZz

ОК

Отмена

Формы

Сохранить как

Применить

Рис. 3.10. Визуализация траекторий геологоразведочных скважин. Вкладка **Глубина**

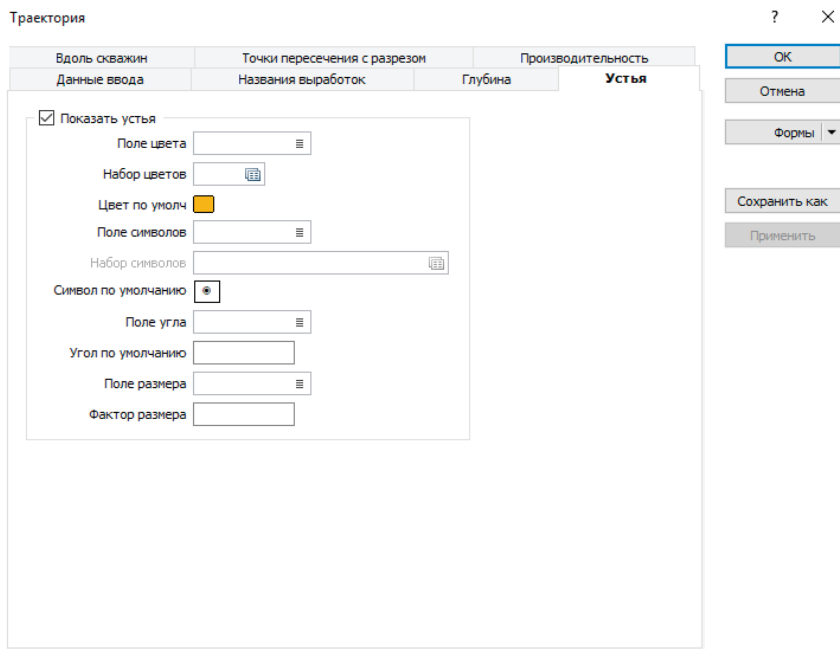


Рис. 3.11. Визуализация траекторий геологоразведочных скважин. Вкладка **Устья**

На вкладке **Устья** (рис. 3.11) выберите опцию **Показать устья**, чтобы отобразить устья скважин. Задайте **Цвет по умолч. Желтый** и **Символ по умолчанию**.

На рис. 3.12 представлен результат визуализации созданной базы данных геологоразведочных скважин.

Далее необходимо сохранить **Форму** диалогового окна. Для этого нажмите **Формы** в правой части окна **Точки**, а в появившемся окне выберите **Сохранить как**. Затем необходимо ввести **БД скважин** в поле **Заголовок** и нажать кнопку **ОК**.

После завершения процесса визуализации имеется возможность просмотреть свойства того или иного объекта. Для этого необходимо выделить его в окне **Визекс** нажатием левой кнопки мыши и перейти во вкладку **Свойства**. Во вкладке **Свойства** также имеется возможность редактировать данные объекта, при этом нет необходимости открывать исходный файл.

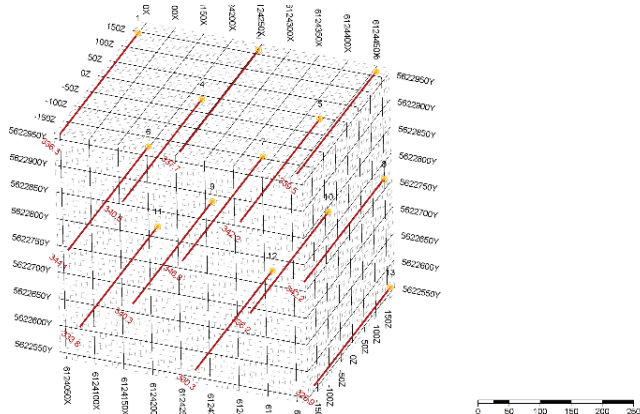


Рис. 3.12. Результат визуализации базы данных геологоразведочных скважин

Литература

Руководство пользователя: Обучение Micromine 2018.

Контрольные вопросы

1. Поясните на основе каких параметров и данных формируется база геологоразведочных данных в Проекте. Приведите примеры. Для чего необходима база данных (в классическом понимании)?
2. Раскройте содержание понятия «База данных скважин». Приведите примеры таблиц/файлов, формирующих Базу данных скважин.
3. Раскройте содержание понятия «Структура файла». Перечислите типы полей в структуре файла, предназначенные для хранения различных данных, и кратко охарактеризуйте каждый.
4. Перечислите способы создания файлов в среде ГГИС Micromine. Приведите примеры.

Лабораторная работа 4

СОЗДАНИЕ, РЕДАКТИРОВАНИЕ И ОТОБРАЖЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПОРЯДКА

(4 часа)

4.1. Цель работы

Ознакомиться с принципами моделирования поверхностей топографического порядка в среде ГИС Micromine. Научиться строить цифровые модели поверхностей (ЦМП) в заданных границах.

4.2. Теоретическое введение

В геометрии все поверхности делят на геометрически правильные и геометрически неправильные. К первым относят поверхности, для которых законы их образования известны, например, цилиндрические, конические, сферические и т.д. К геометрически неправильным поверхностям относят поверхности, для которых геометрические законы их образования неизвестны, это поверхности топографического порядка.

Числовая отметка, или координата, z для любой точки топографической поверхности является функцией ее координат x, y . Математическое выражение топографической поверхности имеет вид

$$Z = F(x, y). \quad (4.1)$$

Данная функция удовлетворяет следующим четырем условиям: конечности, однозначности, непрерывности, плавности.

Основное свойство поверхности топографического порядка состоит в том, что с отвесной линией, проведенной из любой точки или с нормалью к горизонтальной плоскости проекции, она пересекается только в одной точке [1, 2].

По определению профессора П.А. Рыжова *поверхность топографического порядка* – это такая геометрически неправильная поверхность, которая, будучи сопряжена с плоскостью

проекции, даст с любым перпендикуляром к этой плоскости единственную точку пересечения.

В среде ГГИС Micromine цифровая модель поверхности (ЦМП) – цифровая модель, содержащая данные о рельефе или данные о поверхности топографического порядка.

ЦМП могут послужить основой для создания каркасных моделей исследуемых горных объектов. Например, на основе ЦМП кровли и почвы залежи (пласта) возможно построить каркасную модель исследуемого рудного тела. Таким образом построенная каркасная модель будет заключать в себе объем исследуемого объекта.

При создании ЦМП используют методы, основанные на построении системы плотно прилегающих и не перекрывающих друг друга элементарных геометрических фигур:

- метод GRID, основанный на построении правильной регулярной сети квадратной или прямоугольной;
- метод TIN, основанный на построении триангуляционной относительно нерегулярной сети.

В процессе моделирования поверхности на основе метода GRID, представленной множеством относительно равномерно расположенных на ней точек экспериментальных наблюдений (например, точек опробования), осуществляется переход к правильной регулярной сети (GRID) с определением значений отметок (показателя) в каждом ее узле одним из методов интерполяции.

Таким образом, совокупность фактических значений отметок (показателя), установленных в относительно равномерно расположенных точках, трансформируется в систему значений в узлах правильной (квадратной или прямоугольной) регулярной сети (GRID).

При построении цифровых моделей также широко используют и метод триангуляционной нерегулярной сети (TIN). За вершины треугольников принимают точки экспериментальных наблюдений, например точки маркшейдерских съемок (пикеты), расположенные на поверхности горного объекта.

4.3. Задание к лабораторной работе

Задание 1 (Приложение 1). В данной лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

1. Построить поверхности топографического порядка (ЦМП) в заданных границах: поверхность кровли залежи и поверхность почвы залежи.
2. Отобразить построенные поверхности в виде 3D-поверхности.
3. Отобразить построенные поверхности с помощью изолиний (стрингов/полилиний).
4. Визуализировать дополнительные данные по геологоразведочным скважинам для большей информативности.

4.4. Методические указания к выполнению лабораторной работы

Поверхности топографического порядка (ЦМП)

Рассмотрим пример построения поверхности топографического порядка на примере построения Плана изогипс сильвинитовой залежи (пласта) в среде ГИС Micromine.

Целесообразно построение ЦМП – поверхности топографического порядка, а именно, поверхности кровли залежи (пласта) выполнить на основе сеточной модели (GRID). В отличие от создания ЦМП по точкам (TIN) – высотным отметкам точек пересечения вертикальных геологоразведочных скважин с залежью, сеточная модель (GRID) позволит построить рельеф поверхности кровли залежи (пласта) путем равномерного распределения точек экспериментальных данных в узлах сети, размеры ячеек которых задает пользователь, а отметки определяются одним из методов интерполяции. Для создания сеточной модели перейдите **Сетка | Создать**.

На вкладке **Ввод/Вывод** (рис. 4.1) в поле **Файл** двойным нажатием левой кнопкой мыши выберите файл *ИД_скважин*. В качестве **Поля сети** выберите поле *Отметка кровли* из файла ввода, в **Полях X и Y** выберите *Восток* и *Север* соответственно. В поле **Файл сетки** введите *Гипсометрический план*. Задайте *Коричневый цвет* в качестве **Цвета по умолчанию**. Для удобства включите опцию **Автозагрузка**.

На вкладке **Границы сети** (рис. 4.2) выберите **Определенная пользователем** в разделе **Определение сети**. Заполните поля **Ми-**

нимум и Максимум для X и Y , нажав левой кнопкой мыши на «калькулятор» в соответствующем поле.

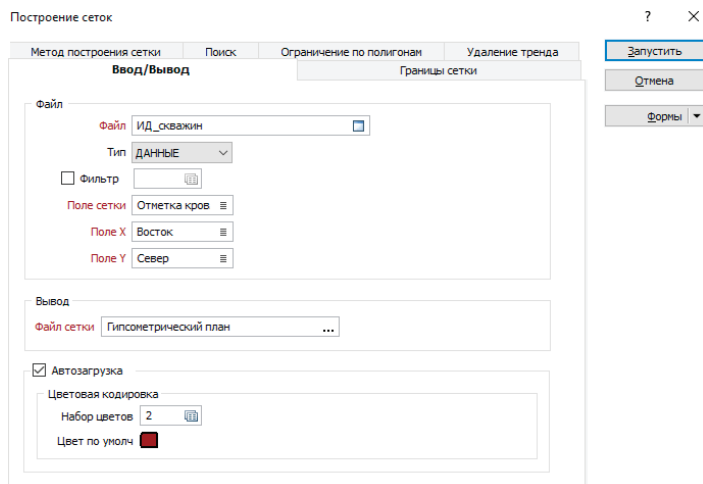


Рис. 4.1. Построение сеточной модели поверхности кровли залежи. Вкладка **Ввод/Вывод**

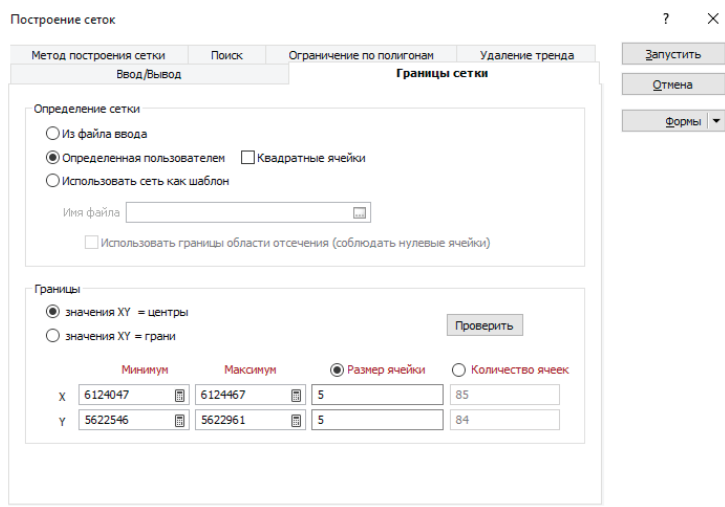


Рис. 4.2. Построение сеточной модели поверхности кровли залежи. Вкладка **Границы сети**

На вкладке **Метод построения сетки** (рис. 4.3) выберите в качестве **Метода** интерполяции **Слайн тонкой пластины** в разделе **Определение сети**. С помощью этого метода точки сети интерполируются с использованием Радиальной базисной функции (РБФ), что в свою очередь позволяет получить более плавный рельеф поверхности, не искажая его.

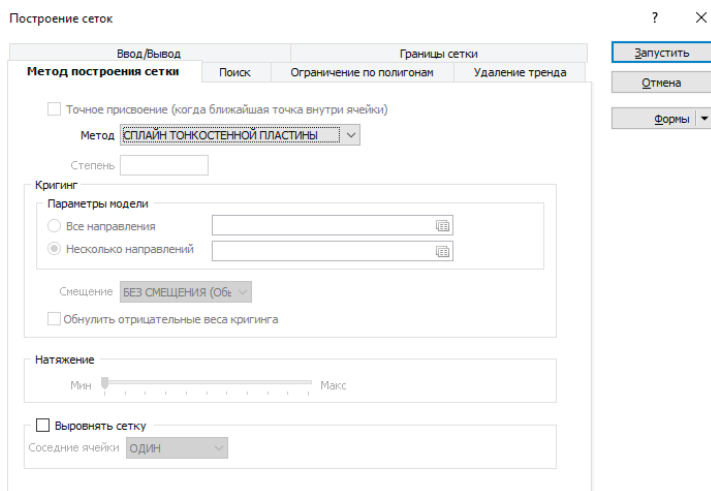


Рис. 4.3. Построение сеточной модели поверхности кровли залежи. Вкладка **Метод построения сетки**

После завершения настройки параметров выполнения данного процесса нажмите на кнопку **Запустить**. В окне Визекс отобразится сеточная модель поверхности. Необходимо сохранить ее как форму. Для этого нажмите правой кнопкой мыши по слою **Без имени (Гипсометрический план.GRD)** и выберите **Сохранить форму как**. В появившемся окне в поле **Заголовок** введите *Гипсометрический план* и нажмите кнопку **ОК**.

Далее перейдем к настройке визуализации сеточной модели. Для этого необходимо нажать дважды левой кнопкой мыши по слою *Гипсометрический план* в окне **Просмотр**. Откроется окно **Сеточная поверхность** (рис. 4.4).

Во вкладке **Просмотр** установите **Прозрачность** 50. Затем раскрасьте сетку в зависимости от высотных отметок. Для этого не-

обходимо задать набор цветов: нажмите правой кнопкой мыши по полю **Набор цветов**. Откроется окно **Редактор числовых наборов цветов**. Для того чтобы заполнить данную таблицу, нажмите **Вычислить** (рис. 4.5). В появившемся окне укажите -167 и -145 в полях **Первое** и **Последнее значение**, выберите **Создать с помощью Размера интервала** и введите 1 в поле **Значение**.

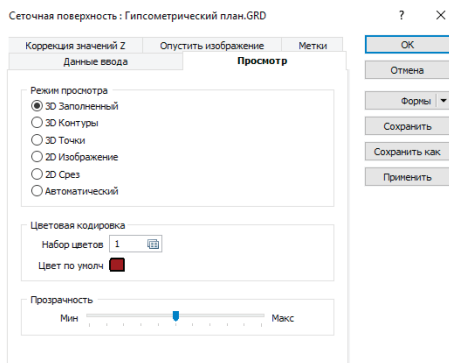


Рис. 4.4. Визуализация сеточной модели поверхности кровли залежи. Окно **Сеточная поверхность**

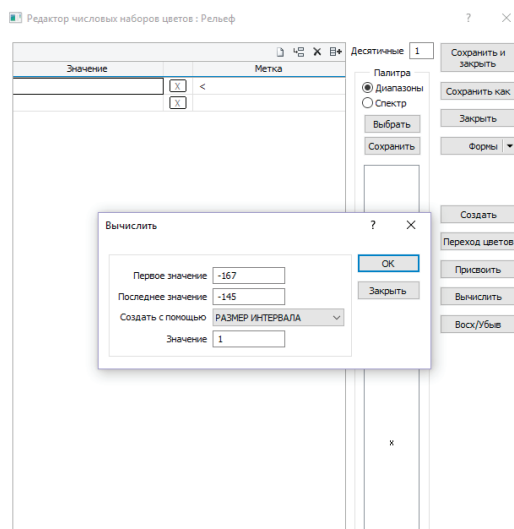


Рис. 4.5. Визуализация сеточной модели поверхности кровли залежи. Окно **Вычислить**

После заполнения таблицы значениями высотных отметок необходимо задать *Бледно-оранжевый* и *Оранжевый* цвета для отметок -167 и -145 соответственно. Затем выделите отметки -167 и -145 и нажмите в правой части окна **Редактора числовых наборов цветов** (рис. 4.6) кнопку **Переход цветов**. Далее необходимо сохранить данное диалоговое окно как форму. Для этого нажмите **Сохранить как** в правой части окна и введите *Гипсометрический план* в поле **Заголовок**, нажмите кнопку **ОК**. Затем нажмите **Сохранить и закрыть**.

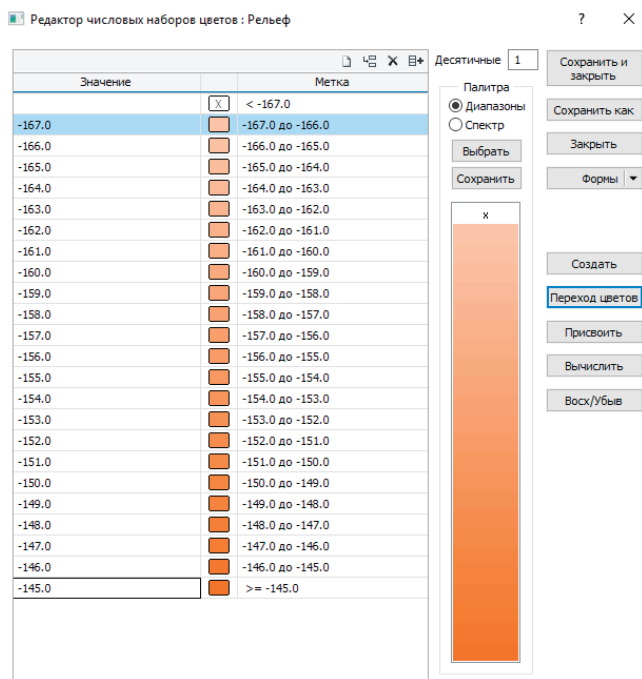


Рис. 4.6. Визуализация сеточной модели поверхности кровли залежи. Окно **Редактор числовых наборов цветов**

После настройки цветов сохраните форму диалогового окна **Поверхность сетки**. Для этого нажмите **Формы** в правой части окна **Поверхность сетки**, в появившемся окне выберите **Сохранить как**. Затем необходимо ввести *Гипсометрический план* в поле **Заголовок** и нажать кнопку **ОК**.

Следующим этапом является преобразование сеточной модели поверхности кровли залежи в цифровую модель поверхности. Чтобы выполнить данное действие, выберите **Сетка | Преобразовать в ЦМП** (рис. 4.7). В качестве **Файла сетки** выберите файл *Гипсометрический план.GRD*. Далее необходимо указать **Тип** и **Имя** каркаса на выходе.

Для начала необходимо создать **Тип**, в котором будет сохранен данный каркас. Нажмите правой кнопкой мыши по полю **Тип** и из выпадающего списка выберите **Создать тип**. В поле **Тип** введите *Поверхности ТП*. Данный **Тип** выберется автоматически. В поле **Имя** введите *Гипсометрический план*. Далее нажмите **Запустить**. ЦМП загрузится в окно Визекс и станет доступна для просмотра.

Рис. 4.7. Преобразование сеточной модели поверхности кровли залежи в ЦМП

Создание изолиний поверхности

Для того чтобы создать изолинии (стринги) поверхности на основе ранее полученной ЦМП, перейдите **ЦМП | Изолинии** (рис. 4.8). В разделе **Ввод каркаса** выберите в поле **Тип** *Поверхности*

ТП, а в поле **Имя Гипсометрический план**. В поле **Файл изолиний** введите *Кровля_Изолинии*, в поле **Интервал изолиний** введите 1. В поля **Min** и **Max изолиния** введите -167 и -145 соответственно. Установите **Сглаживание** на 50. Для удобства включите опцию **Автозагрузка**. Включите опцию **Отображать метки на изолиниях**, введите 5 в поле **Помечать каждую N-ю**. Установите **Расстояние между метками** 100. Установите **Коричневый** в качестве **Цвета** и **Цвета по умолчанию**. Затем сохраните изолинии как форму. Для этого нажмите правой кнопкой мыши по слою **Без имени (Кровля_Изолинии)** и выберите **Сохранить форму как**. В появившемся окне в поле **Заголовок** введите *Кровля_Изолинии* и нажмите кнопку **ОК**.

Изолинии по ЦМП ? X

Ввод каркаса

Тип Поверхности ТП

Имя Гипсометрический план

Запустить

Закрыть

Вывод

Файл изолиний Кровля_Изолинии

Тип СТРИНГ

Интервал изолиний 1

Min изолиния -167

Max изолиния -145

Сглаживание

Мин Макс

Формы

☒ Автозагрузка

☒ Отображать метки на изолиниях

Помечать каждую N-ю 5

Расстояние между метками 100

Десятичные

Свойства текста AaBbYyZz

Цвет

Цветовая кодировка

Набор цветов

Цвет по умолч

Рис. 4.8. Создание изолиний поверхности кровли залежи

После визуализации изолиний необходимо отредактировать подписи изогипс, а именно, сориентировать цифры (значения отметок) основаниями в сторону уклона. Для этого нажмите дважды левой кнопкой мыши по слою **Кровля_Изолинии** в окне **Просмотр**. На вкладке **Просмотр** установите **Ширину 0.2 мм** и выберите **Сплошной Тип линии** (рис. 4.9). Во вкладке **Метки** выберите **Ориентацию Восходящие (2D)** и установите **Толщину линии 0.4 мм** в разделе **Настройка изолиний** (рис. 4.10). Затем нажмите кнопки **Сохранить** и **ОК** в правой части окна.

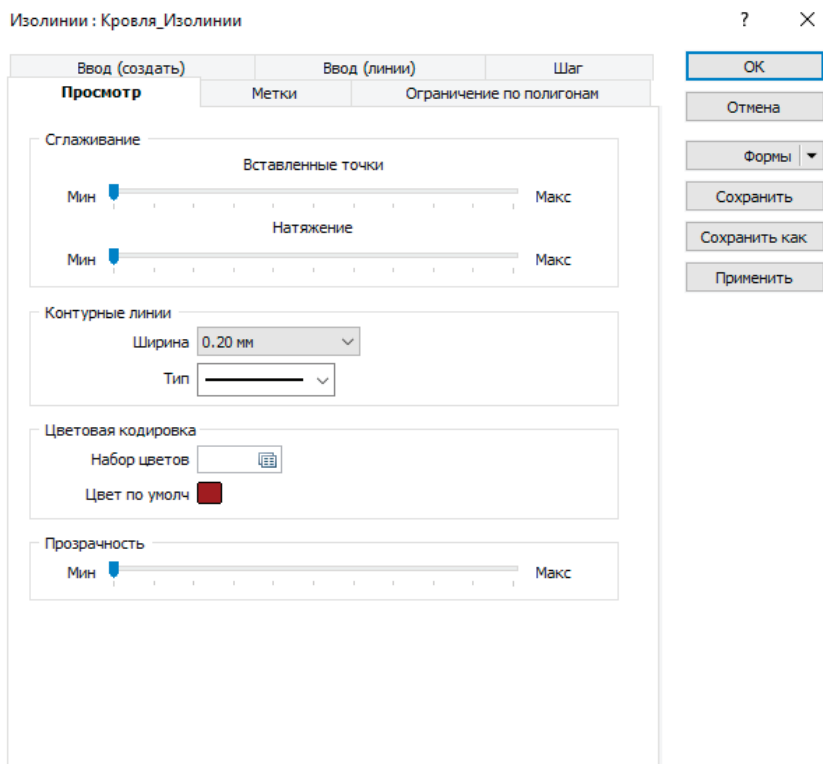


Рис. 4.9. Параметры визуализации изогипс.
Вкладка **Просмотр**

Аналогично выполните построение и отображение поверхности почвы залежи.

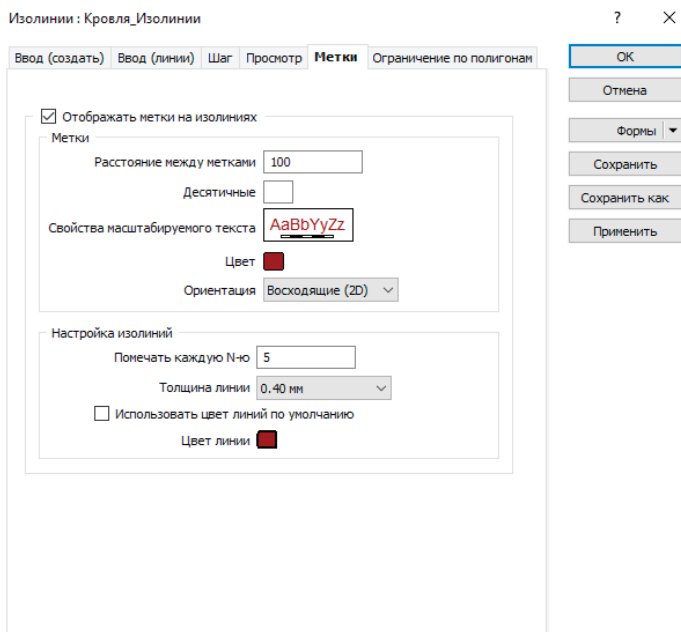


Рис. 4.10. Параметры визуализации изогипс. Вкладка **Метки**

Визуализация дополнительных данных по геологоразведочным скважинам

Теперь необходимо внести некоторые дополнения и корректировки, а именно, отразить некоторые данные по геологоразведочным скважинам: отметки устьев геологоразведочных скважин; отметки почвы и кровли залежи. Это целесообразно выполнить путем редактирования визуализации данных, представленных в файле **ИД_скважин.DAT**. Для этого дважды нажмите левой кнопкой мыши по слою **ИД_скважин** в окне **Просмотр**. На вкладке **Метки** (рис. 4.11) добавьте в таблицу поля *Отметка*, *Отметка кровли*, *Отметка почвы*, задайте им **Размещение** 7, 9, 10 соответственно, а также **Цвета** *Коричневый*, *Синий* и *Синий*. Затем нажмите кнопки **Сохранить** и **ОК** в правой части окна.

Результаты визуализации дополнительных данных геологоразведочных скважин представлены на рис. 4.12.

Примечание. Для контрастности отображения геологоразведочных данных по скважинам цвета выбраны условно.

Точки : ИД_скважин

Данные ввода

Точки

Метки

☒ Показывать метки

☐ Контролировать угол из поля

Поле угла

☐ Контролировать позицию из поля

Поле позиции

Метки

слючит	Поле текста	измещены	мещеник по X	Угол	зсятичны	Цвет по умолчанию	Поле цвета	Набор цветов
☒	Название	6						
☒	Отметка	7						
☒	Отметка кр	9						
☒	Отметка пс	10						

Свойства текста

AaBbYyZz

OK

Отмена

Формы

Сохранить

Сохранить как

Применить

Рис. 4.11. Визуализация меток точек

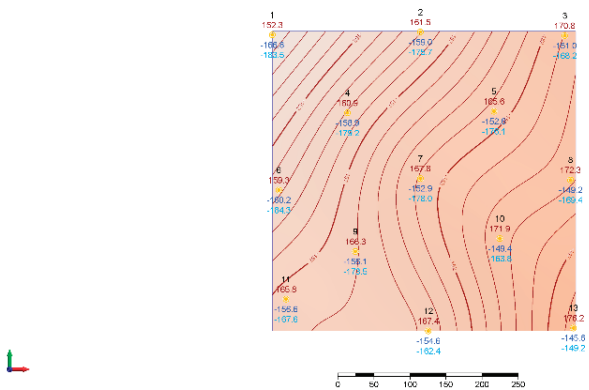


Рис. 4.12. Визуализация дополнительных данных геологоразведочных скважин

Литература

- 1 Букринский, В.А. Геометрия недр [Текст] : учеб. для вузов / В.А. Букринский. – М. : Недра, 1985. – 526 с.
- 2 Руководство пользователя: Обучение Micromine 2018.
- 3 ГОСТ 2.850–75 – ГОСТ 2.855–75. Горная графическая документация.

Контрольные вопросы

1. Приведите определения: «поверхность топографического порядка», «цифровая модель поверхности», «поверхность GRID», «поверхность TIN».
2. Перечислите свойства поверхностей топографического порядка.
3. Приведите примеры исходных данных для построения ЦМП.
4. Обоснуйте выбор способа построения ЦМП (GRID/TIN) в среде ГГИС Micromine для описания того или иного горного объекта. Приведите примеры.

Лабораторная работа 5

ПОСТРОЕНИЕ КАРКАСНЫХ МОДЕЛЕЙ РУДНЫХ ТЕЛ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ

(6 часов)

5.1. Цель работы

Ознакомиться со способами построения каркасных моделей в среде ГГИС Micromine. По данным геологоразведочных работ научиться строить каркасные модели рудных тел и определять их объемы.

5.2. Теоретическое введение

Обобщая процесс моделирования месторождений полезных ископаемых на основе ГГИС-технологий, можно выделить следующую последовательность действий:

- подготовка геологоразведочных данных, их импорт в среду ГГИС, анализ и контроль;
- создание базы геологоразведочных данных по изучаемому участку/месторождению;
- проведение первоначальной статистической обработки геологоразведочных данных;
- создание каркасной модели с учетом оконтуривания рудных тел и зон минерализации;
- проведение геостатистического исследования месторождения на основе вариографии, т.е. изучение и описание изменчивости признаков месторождения (мощности, содержаний полезных компонентов, объемной массы и пр.) с последующим подбором модальных функций вариограмм;
- построение блочной модели месторождения с последующим ее анализом и оценкой запасов.

Из приведенного алгоритма видно, что построение каркасной модели месторождения – один из важнейших этапов процесса моделирования месторождений и является, как правило, основополагающим для следующего этапа – этапа построения блочной модели.

Одним из распространенных способов построения каркасной модели по данным геологического опробования, является способ, основанный на построении каркаса между стрингами – контурами рудного тела в плоскостях разведочных линий. Каркасную модель рудного тела можно построить и другим способом, на основе ЦМП кровли (висячего бока) и почвы (лежачего бока) залежи, которые ограничены по периметру плоскостью, проходящей через заданный контур, например контур, построенный на основе установленных кондиций для подсчета запасов. Как правило, второй способ применяют для построения каркасных моделей пластовых месторождений.

В среде ГГИС Micromine для моделирования трехмерных форм используется обобщенное понятие «каркас». Классификация каркасов и их основные характеристики представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Классификация каркасов и их характеристики в среде ГГИС Micromine

Вид каркаса	Единственное значение Z	Открытые края	Объем	Пример
ЦМП	+	+	–	Поверхности топографического порядка
3D-поверхность	–	+	–	Складчатая форма
3D-Солид	–	–	+	Объемная геометрическая фигура, представляющая горный объект

5.3. Задание к лабораторной работе

Задание 1 (Приложение 1). В данной лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

1. Построить каркасную модель рудного тела.
2. Определить объем силвинитовой руды, заключенный в каркасной модели.
3. Определить предварительное значение количества запасов силвинитовой руды, содержащихся в каркасной модели, если значение средней плотности силвинитовой руды в массиве принять $\gamma \approx 2,07 \text{ т/м}^3$.
4. Сформировать и вывести на печать отчетные ведомости по предварительным результатам подсчета запасов.

5. На основе приобретенных знаний и навыков выполнить **Индивидуальное задание 2**.

Исходные материалы и данные по вариантам выдаются преподавателем.

В качестве примера типовой вариант задания приведен в Приложении 2.

5.4. Методические указания к выполнению лабораторной работы

Рассмотрим пример решения задачи – подсчет запасов сильвинитовой руды в заданных границах на основе созданной каркасной модели (Солид) залежи в среде ГГИС Micromine.

Для решения задачи сначала потребуется построить каркасную модель рудного тела в заданных границах, а далее определить его объем и предварительное значение количества запасов сильвинитовой руды, заключенных в каркасе.

Для этого необходимо построить стринг с привязкой к поворотным точкам, определяющий контур – границу подсчета запасов. Для решения данного задания, не останавливаясь подробно на процессе оконтуривания, условно примем контур подсчета запасов, проходящий по крайним рудным геологоразведочным скважинам.

Примечание. Определение контуров рудного тела не входит в сферу вопросов, затрагиваемых в данной работе, которые рассматриваются в специальном курсе программы обучения.

С помощью инструмента **Новый стринг** и активной функции **Режим привязки** постройте стринг – контур подсчета запасов, проходящий по крайним рудным геологоразведочным скважинам.

После завершения построения контура сохраните данный стринг. Для этого необходимо нажать правой кнопкой мыши по слою **Без имени (Без имени.STR)** в окне **Просмотр** и выбрать **Сохранить**. В появившемся окне введите *Контур*. Затем сохраните форму, для этого нажмите правой кнопкой мыши по слою **Без имени (Контур.STR)** и выберите **Сохранить форму как**. В появившемся окне в поле **Заголовок** введите *Контур* и нажмите кнопку **ОК**. Итак, контур в пределах которого планируется выполнить подсчет запасов, построен.

Следующим этапом является корректировка построенных сеточных моделей. Выберите **Сетка | Отсечь**. Появится окно **Обрезка сетки**. Дважды нажмите левой кнопкой мыши по полю **Имя** в разделе **Ввод** и выберите файл *Почва.GRD*. В поле **Имя** в разделе **Вывод** введите *Почва_Контур*. Далее нажмите **Файл ограниченный...** и двойным нажатием левой кнопкой мыши по полю **Файл** в окне **Файл ограничений** выберите *Контур.STR*, затем нажмите **Заккрыть**. Нажмите **Запустить**, чтобы запустить процесс ограничения сетки. Аналогично отсекийте стрингом участок сеточных моделей почвы залежи.

Далее необходимо преобразовать откорректированные сеточные модели в ЦМП, как было описано в лабораторной работе 4.

После преобразования ограниченных сеточных моделей в ЦМП их можно объединить в один единый каркас – **Солид**. Выберите **Каркас | Операции | Поверхность в солид**. Во вкладке **Данные ввода** выберите **Тип** и **Имя** каркасов, содержащих в себе **Кровлю** и **Почву** залежи. Результат построения каркасной модели залежи представлен на рис. 5.1.

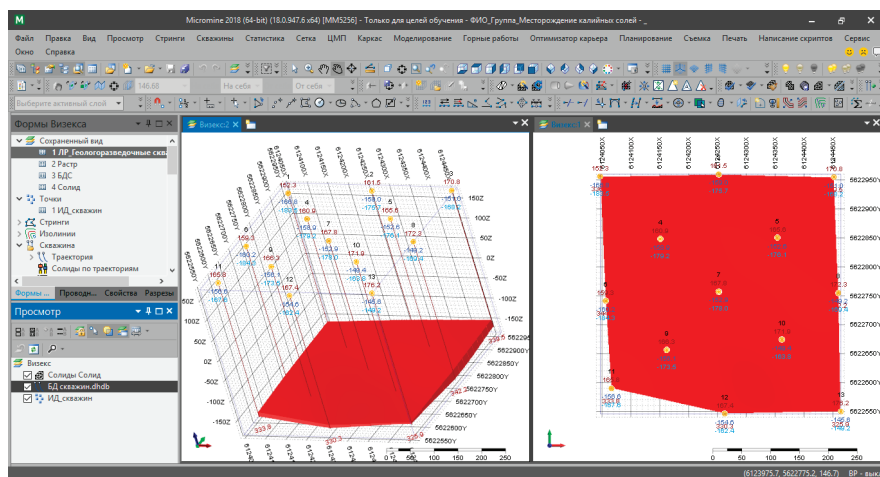


Рис. 5.1. Каркасная модель рудного тела. Солид залежи

Далее необходимо убедиться в корректности построения модели. Выделите любой треугольник каркаса нажатием левой кнопки мыши, затем нажмите на правую кнопку мыши, из выпадающего

списка выберите **Проверка каркаса** и включите опции **Проверка самопересечений** и **Проверка закрытий**. Появится окно с результатами проверки. При отсутствии ошибок можно приступить к вычислению объема. Выберите **Каркас | Отчет | Объемы**. В разделе **Выбор каркаса** выберите соответствующий **Тип** и **Имя** каркаса, включите опцию **Рассчитать тоннаж** и укажите плотность силъви-нитовой руды в массиве. В поле **Файл отчета** введите *Объем солид*.

Литература

- 1 Букринский, В.А. Геометрия недр [Текст] : учеб. для вузов / В.А. Букринский. – М. : Недра, 1985. – 526 с.
- 2 Мосейкин, В.В. Геологическая оценка месторождений [Текст]: учеб. пособие / В.В. Мосейкин, Д.С. Печурина. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2016. – 322 с.
- 3 Руководство пользователя: Обучение Micromine 2018.
- 4 Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых : [Текст] : учеб. для вузов ; под ред. В.В. Авдониной. – М. : МГУ им. М.В. Ломоносова : Фонд «Мир», 2007.
- 5 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых [Текст] : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / В.В. Авдонин [и др.] ; под ред. В.В. Авдониной. – М. : Изд. Центр «Академия», 2011. – 416 с.
- 6 Ершов, В.В. Основы горнопромышленной геологии [Текст] / В.В. Ершов. – М. : Недра, 1988. – 328 с.
- 7 Ершов, В.В. Геолого-маркшейдерское обеспечение управления качеством руд [Текст] / В.В. Ершов. – М. : Недра, 1986. – 261 с.
- 8 ГОСТ 2.850–75 – ГОСТ 2.855–75. Горная графическая документация.

Контрольные вопросы

1. Перечислите известные способы подсчета запасов.
2. Перечислите параметры подсчета запасов и способы их определения.
3. Укажите последовательность действий при моделировании месторождений полезных ископаемых на основе ГГИС.
4. Раскройте содержание понятия «каркасная модель».
5. Перечислите типы каркасов, построение которых осуществляется с помощью ГГИС Micromine, и охарактеризуйте их.

Лабораторная работа 6

ПОСТРОЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

(2 часа)

6.1. Цель работы

На основе результатов моделирования рудных тел в среде ГГИС Micromine научиться строить по заданному направлению вертикальные разрезы и их редактировать.

6.2. Теоретическое введение

Несмотря на то что 3D-модели рудных тел, созданные на основе ГГИС-технологий, содержат исчерпывающую информацию как по структурным особенностям, так и по качественным его показателям, все же требования к комплекту проектной/отчетной документации, технические задания и пр. предусматривают в своем составе графические материалы, в том числе и инженерно-геологические разрезы.

Построение геологических разрезов в классическом варианте является составной частью графической модели месторождения и позволяет отобразить форму рудного тела, представить его положение среди вмещающих пород в данном сечении – вертикальном, горизонтальном или наклонном. Например, при горизонтальном залегании пластовых залежей с выдержанной мощностью система геологических разрезов является одной из основных видов графической документации, отображающей морфологию и условия залегания месторождения.

Ориентировку линии разреза относительно сторон света, как правило, принимают слева направо: юг-север; юго-запад_северо-восток; запад-восток; северо-запад_юго-восток.

Для построения геологических разрезов традиционным способом исходными данными являются данные геологоразведочных скважин и горных выработок. При геолого-геометрическом и

математическом моделировании месторождений с помощью алгоритмов, реализованных в программных комплексах и системах, в том числе и в ГГИС Micromine, построение разрезов осуществляется на основе созданной модели [1].

В ГГИС Micromine по отношению к линиям координатной сетки различают *ортогональные* и *неортогональные* (наклонные) разрезы.

Настройка параметров вертикального разреза требует наличия информации по трем составляющим:

- ориентация разреза (ортогональная или наклонная, с указанием «азимута»);
- расположение плоскости разреза (номер линии разреза);
- величина коридора разреза (данные/объекты, не попадающие в этот коридор, на разрезе не отображаются).

Панель инструментов **Разрезы в Визексе** содержит различные инструменты для настройки и просмотра вертикальных разрезов в любой ориентации.

Контрольный файл разрезов обеспечивает путь для сохранения параметров разреза в стандартный файл ГГИС Micromine без необходимости использования многочисленных наборов форм **Границ просмотра**. Разрезы в пределах контрольных файлов известны как *именованные разрезы*.

6.3. Задание к лабораторной работе

Задание 1 (Приложение 1). В данной лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

1. Построить вертикальные разрезы по профильным линиям на основе созданной модели участка месторождения.
2. Отобразить разрезы по заданным критериям.

6.4. Методические указания к выполнению лабораторной работы

В традиционном исполнении для построения вертикального разреза и отображения на нем поверхностей кровли и почвы залежи, а также дневной поверхности используют план поверхности участка изысканий и совмещенный гипсометрический план залежи.

Построение вертикального разреза в среде ГГИС Micromine основано на созданной модели участка месторождения. Целесообразно на этапе подготовки к построению разреза определиться, какую информацию необходимо отразить на будущем разрезе, а следовательно, визуализировать соответствующие материалы файлов различных типов (DAT, GRD, dhdb и пр.) в окне Визекс. Однако отображение дополнительной информации возможно и после построения разреза путем выполнения дополнительных настроек в окне Просмотр.

Построение вертикального разреза в среде ГГИС Micromine

Рассмотрим пример построения вертикального *ортогонального разреза* по линии с ординатой Y (Восток) = 6 124 250 м.

Чтобы построить вертикальный разрез по линии Y (Восток) = 6 124 250 м, с ориентировкой линии разреза слева направо – юг_север – на панели инструментов **Просмотр** нажмите клавишу **Вид на Запад**, а на панели инструментов **Разрезы в Визексе** пропишите в поле **Разрез или Превышение** значение Y (Восток) – 6 124 250; в поле **На себя** ширину коридора разреза – 20; в поле **От себя** – 20.

В окне **Просмотр** включите в отображение файлы необходимые для визуализации в окне Визекс (рис. 6.1).

При активной функции **Ограничить обзор**  будут показаны только те данные, которые определены значениями *на себя* и *от себя* (см. рис. 6.1).

Для сохранения параметров разреза необходимо сохранить форму **Границы просмотра**. Для этого на вкладке **Разрезы** дважды нажмите левой кнопкой мыши на **Границы просмотра**. Откроется окно **Границы просмотра**, вся необходимая информация уже будет внесена в соответствующие поля на основании ранее настроенного разреза. Далее нажмите **Формы** в правой части окна **Границы просмотра** и затем **Сохранить как**. Введите Y = 6 124 250 м в поле **Заголовок** и нажмите кнопку **ОК**. Сохраненная форма появится во вкладке **Разрезы**, двойным нажатием по ней левой кнопкой мыши можно перейти в данный разрез.

Рассмотрим пример построения вертикальных *неортогональных разрезов* с ориентировкой по линиям разрезов слева направо: юго-запад_северо-восток.

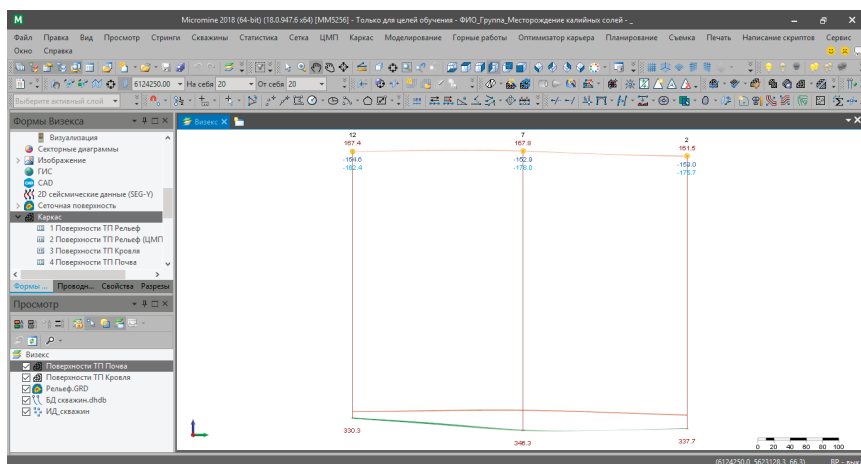


Рис. 6.1. Построение ортогонального вертикального разреза
Y = 6 124 250 м

Для этого предварительно постройте линии разрезов *ЛР1*, *ЛР2* и *ЛР3*, так чтобы эти линии располагались на плане параллельно друг другу и *ЛР1* проходила в районе устьев геологоразведочных скважин 6, 4, 2; *ЛР2* – в районе устьев геологоразведочных скважин 11, 9, 7, 5, 3; *ЛР3* – в районе устьев геологоразведочных скважин 2, 10, 8, или постройте параллельные стринги в районе устьев обозначенных скважин.

Для этого сначала постройте стринг *ЛР2* (11_9_7_5_3), далее путем копирования стринга *ЛР1* на определенное расстояние по обе стороны выполните построение стрингов *ЛР1*, *ЛР3* и подпишите их (рис. 6.2).

Для того чтобы построить стринг, необходимо выбрать инструмент **Новый стринг** и установить 2 точки. Очень важно, чтобы стринг состоял именно из двух точек, в противном случае его невозможно будет преобразовать в разрез. Далее необходимо скопировать стринг, для этого переместите существующий стринг левой кнопкой мыши в нужное место, удерживая клавишу Ctrl. Линии разреза в Визексе должны выглядеть, как показано на рис. 6.2. Затем выделите все 3 линии и во вкладке **Свойства** в поле **RL** введите 180 (условно принимаем высоту линии разреза 180 м).

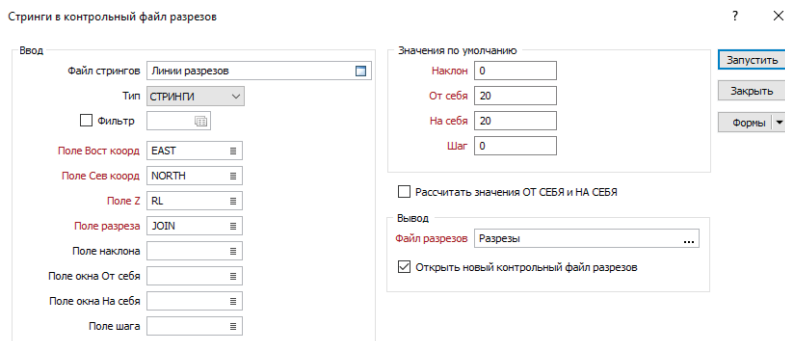


Рис. 6.3. Создание контрольного файла разрезов

Во вкладке **Разрезы** появится файл **Разрезы**. Отредактируйте названия разрезов контрольного файла разрезов. Для этого в окне **Разрезы** нажатием левой кнопкой мыши выделите любой из созданных разрезов, затем нажатием правой кнопкой мыши выберите **Правка** из выпадающего списка. Откроется файл **Разрезы.DAT**. В столбце **NAME** введите *ЛР1*, *ЛР2*, *ЛР3* напротив соответствующих разрезов.

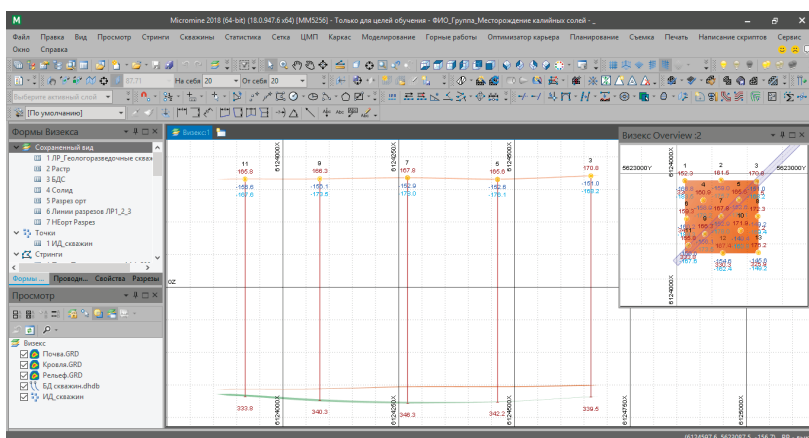


Рис. 6.4. Окно Визекс и окно общего обзора

Чтобы отразить и просмотреть границы коридора в плане, целесообразно создать **Новое окно общего обзора** (рис. 6.4). Для

этого в строке перейдите **Вид | Новое окно общего обзора**. При переходе в разрез в **Окне общего обзора** отобразится коридор просмотра и линия разреза, при необходимости можно скорректировать параметры коридора просмотра, изменив значения в полях **От себя** или **На себя**.

Литература

- 1 Букринский, В.А. Геометрия недр [Текст] : учеб. для вузов / В.А. Букринский. – М. : Недра, 1985. – 526 с.
- 2 Мосейкин, В.В. Геологическая оценка месторождений [Текст]: учеб. пособие / В.В. Мосейкин, Д.С. Печурина. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2016. – 322 с.
- 3 Руководство пользователя: Обучение Micromine 2018.
- 4 Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых : [Текст] : учеб. для вузов ; под ред. В.В. Авдонина. – М. : МГУ им. М.В. Ломоносова : Фонд «Мир», 2007.
- 5 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых [Текст] : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / В.В. Авдонин [и др.] ; под ред. В.В. Авдонина. – М. : Изд. Центр «Академия», 2011. – 416 с.
- 6 Ершов, В.В. Основы горнопромышленной геологии [Текст] / В.В. Ершов. – М. : Недра, 1988. – 328 с.
- 7 Ершов, В.В. Геолого-маркшейдерское обеспечение управления качеством руд [Текст] / В.В. Ершов. – М. : Недра, 1986. – 261 с.
- 8 ГОСТ 2.850–75 – ГОСТ 2.855–75. Горная графическая документация.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте и поясните необходимость построения инженерно-геологических разрезов.
2. Перечислите способы и возможности построения геологических разрезов в среде ГГИС Micromine.
3. Приведите последовательность действий при построении геологических разрезов в среде ГГИС Micromine.

Лабораторная работа 7

БЛОЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ОЦЕНКА РЕСУРСОВ

(6 часов)

7.1. Цель работы

Ознакомиться с основными принципами и этапами блочного моделирования горно-геологических объектов. Научиться строить блочные модели рудных тел, выполнять подсчет запасов и оценку геологических ресурсов.

7.2. Теоретическое введение

Блочное моделирование основывается на представлении пространства месторождения в виде системы элементарных блоков определенного размера, в которых значения качественных показателей полезного ископаемого, например содержания полезного компонента, определяется одним из методов интерполяции на основе данных геологического опробования [9].

В ГГИС Micromine процесс построения **блочной модели (БМ)** можно укрупненно разделить на два этапа.

Первый этап – построение **пустой блочной модели**, представляющей собой набор элементарных блоков определенного размера, выбор которого обусловлен морфологическими особенностями рудного тела, плотностью и конфигурацией разведочной сети скважин, результатами статистических/геостатистических исследований.

Второй этап – интерполяция качественных показателей полезного ископаемого (например, содержание полезного компонента, зольность, калорийность и т.д.) в каждый блок блочной модели с помощью одного из методов интерполяции.

Для оценки содержаний полезного компонента в ГГИС Micromine предусмотрено множество различных методов интерполяции, в том числе метод обратных расстояний (IDW), который предлагается использовать в рамках выполнения данной лабораторной работы. Это один из детерминистических методов, суть которых заключается в наличии заданной аналитической зависимости между значениями в пространстве, выраженной формулой.

В ГГИС Micromine предусмотрена возможность создавать блочные модели с использованием **субблокирования**. Данный метод позволяет разделить материнские (исходные) блоки на более мелкие блоки – субблоки. Субблокирование применяется только к тем блокам, которые пересекаются границей каркасной модели (рудного тела или ЦМП) и позволяют максимально точно вписаться в эти границы.

На рис. 7.1 представлен пример формирования субблочной блочной модели.

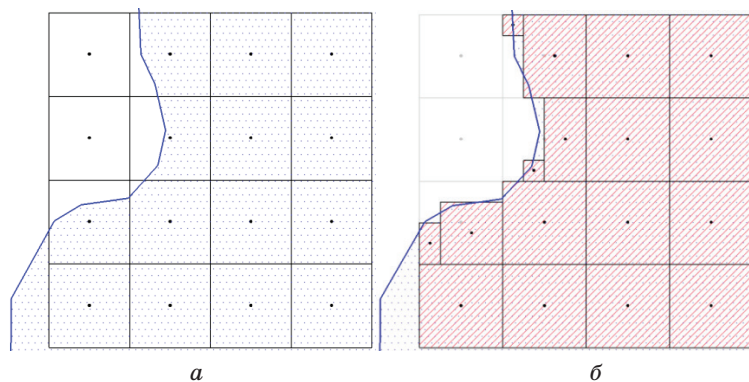


Рис. 7.1. Пример формирования субблочной блочной модели: *а* – исходные блоки; *б* – после субблокирования. Синяя линия – граница каркаса, точки – центры блоков

По итогам формирования блочной модели исследуемого горно-геологического объекта, как правило, составляется технический отчет, который содержит подробное описание параметров блочной модели (границы создания блочной модели; размер материнского блока и параметры субблокирования), описание всех

атрибутов блочной модели и отчетную ведомость об оценке ресурсов/запасов месторождения.

7.3. Задание к лабораторной работе

Задание 2 (Приложение 1). В данной лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

1. Построить блочную модель железорудного месторождения.
2. Выполнить оценку геологических запасов в недрах на основе результатов блочного моделирования.
3. Сформировать отчетную ведомость о результатах оценки геологических запасов.
4. На основе приобретенных знаний и навыков выполнить **Индивидуальное задание 3** (Приложение 2).

7.4. Методические указания к выполнению лабораторной работы

Подключите Проект, доступ к которому организован по ссылке, выданной преподавателем.

Рассмотрите представленные материалы в проекте, проанализируйте исходные данные для построения блочной модели.

Учитывая опыт и навыки, приобретенные в результате выполнения предыдущих лабораторных работ, визуализируйте необходимую информацию в окне Визекса: устья и траектории геологоразведочных скважин, данные по геологическому описанию и опробованию, геологические разрезы по профильным линиям с обозначенными контурами рудного тела, каркасную модель рудного тела.

Построение **блочной модели** состоит из двух этапов. Для выполнения первого этапа перейдите **Моделирование | Инструменты для работы с блочной моделью | Создать пустую**, в появившемся диалоговом окне **Создать пустую блочную модель** введите в поле **Имя** название будущего файла блочной модели – **ПБМ_20_20_20_(5_5_2)**. В разделе **Ограничения** выберите опцию **Ограничить пустую модель** и **Каркасами**. Затем нажмите **Далее...** для того чтобы задать каркас, ограничивающий блочную модель. В диалоговом окне **Ограничить каркасной моделью** в поле **Тип** выберите **РУДНОЕ ТЕЛО**, в поле **Имя** – **РУДНОЕ**

ТЕЛО. В разделе **Блочная модель** выберите опции **Метод субблокирования** и **Субблоки**. В разделе **Субблокирование** введите значения: 5 – **Субблоки по X**; 5 – **Субблоки по Y**; 2 – **Субблоки по Z**. Затем нажмите **Закрыть**.

Нажмите **Определение блоков** для настройки границ создания блочной модели, а также размеров материнского блока. Для этого в появившемся окне **Границы блочной модели** в ячейки таблицы **Восток**, **Север** и **Z** введите значения 20, 20 и 5 м, а также нажмите **Автоматически рассчитать сетку**.

В поле **Вращение**, если включить опцию **Нет**, блоки в созданной блочной модели будут расположены ортогонально относительно прямоугольной сетки координат. В рассматриваемом примере, принимая во внимание конфигурацию и плотность разведочной сети скважин, элементы залегания рудного тела и результаты ранее проведенных статистических исследований, которые повлияли на выбор и обоснование размеров материнского блока, целесообразно учесть и при назначении их ориентации в 3D-пространстве. Следовательно, включаем опцию **Эллипс вращения**, и нажатием правой кнопки мыши, вызывая контекстное меню, выбираем **Создать**. В появившемся диалоговом окне **Создать новый набор форм** в поле **Имя набора** вписываем **Эллипс 1**. В появившемся диалоговом окне **Поиск данных** на вкладке **Определение поиска**, выберите **Стиль Эллипсоидный**. В разделе **Параметры** укажите **Радиус** – 1; **Количество секторов** – 4; **Минимальное количество точек общее** – 2; **Максимальное количество точек в секторе** – 5. Далее перейдите на вкладку **Параметры эллипсоида**. Введите параметры эллипса поиска (табл. 7.1), затем нажмите кнопку **ОК**. Затем нажмите **Сохранить и закрыть**.

Таблица 7.1

Параметры эллипсоида поиска

Ось	Фактор	Азимут	Падение
1	120	23	0
2	105	113 (по умолчанию)	–5
3	20	113 (по умолчанию)	85 (по умолчанию)

Затем нажмите **Запустить**.

Для интерполяции содержаний перейдите в **Моделирование | 3D оценка блоков | Метод обратных расстояний**. В появившемся

диалоговом окне **3D оценка блоков методом обратных расстояний** на вкладке **Данные ввода** в разделе **Ввод** выберите файл **ОПРОБОВАНИЕ**, а в разделе **Блоки из файла – ПБМ_20_20_20_(5_5_2)**.

На вкладке **Параметры моделирования** выберите **Метод ОБРАТНЫХ РАССТОЯНИЙ**, укажите **Степень 2**; в таблице выберите поле *Fe*, в поле **Поиск** выберите *Эллипс 1*.

На вкладке **Вывод** укажите имя файла *Прогон 1*. Нажмите **Запустить**.

Проанализируйте результаты, для этого визуализируйте построенную блочную модель. В окно **Формы Визекса** дважды нажмите по форме **Блочная модель**. Далее выполните известные из предыдущих занятий действия для визуализации объекта. Для полноты информации просмотрите файл ввода в табличной структуре. Рассматривая данные материалы, обратите внимание, что не всем блокам было присвоено значение в поле *Fe*.

Далее необходимо выполнить повторную процедуру интерполяции с использованием других параметров эллипса поиска (с увеличением длин осей). Перейдите в **Моделирование | 3D оценка блоков | Метод обратных расстояний**. На вкладке **Ввод** в разделе **Блоки из файла** выберите *Прогон 1*, это позволит продолжить интерполяцию значений в уже частично оцененную блочную модель. На вкладке **Параметры моделирования** создайте новый набор параметров **Поиска данных**, назовите его *Эллипс 2*. Параметры эллипсов 2 и 3 представлены в табл. 7.2 и 7.3.

Таблица 7.2

Параметры эллипсоида поиска 2

Ось	Фактор	Азимут	Падение
1	165	23	0
2	155	113 (по умолчанию)	–5
3	62	113 (по умолчанию)	85 (по умолчанию)

Таблица 7.3

Параметры эллипсоида поиска 3

Ось	Фактор	Азимут	Падение
1	350	23	0
2	260	113 (по умолчанию)	–5
3	140	113 (по умолчанию)	85 (по умолчанию)

На вкладке **Вывод** укажите имя файла *Прогон 2* и нажмите **Запустить**. Выполните данную процедуру еще раз, изменив параметры эллипса поиска, а также входной и выходной файл. Файлу, содержащему окончательный вариант блочной модели, присвойте имя *Финальная блочная модель.DAT*. По окончании сформируйте **Отчет блочной модели**.

Для этого перейдите в **Моделирование | Отчет по блочной модели**, в появившемся диалоговом окне **Ввод/Вывод** в поле **Ввод в Файл** выберите файл **Финальная блочная модель**, в поле **Плотность по умолчанию** введите 3.75.

В разделе **Вывод** выберите опцию **Стандартный** и введите *Отчет_Финальная блочная модель* в поле **Файл**.

На вкладке **Оценка** в разделе **Отчетные борта** выберите опцию **Нет**. Заполните таблицу **Поля оценки: Поле содержаний – Fe, Единица содержаний – процент (t), Единица полезного компонента – тонны**. Нажмите **Запустить**.

Для более подробного отчета необходимо задействовать большее количество соответствующих опций.

Проанализируйте результаты работы и рассмотрите дополнительные возможности, предлагаемые ГГИС Micromine.

Литература

1 Букринский, В.А. Геометрия недр [Текст] : учеб. для вузов / В.А. Букринский. – М. : Недра, 1985. – 526 с.

2 Мосейкин, В.В. Геологическая оценка месторождений [Текст]: учеб. пособие / В.В. Мосейкин, Д.С. Печурина. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2016. – 322 с.

3 Руководство пользователя: Обучение Micromine 2018.

4 Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых : [Текст] : учеб. для вузов ; под ред. В.В. Авдониной. – М. : МГУ им. М.В. Ломоносова : Фонд «Мир», 2007.

5 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых [Текст] : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / В.В. Авдонин [и др.] ; под ред. В.В. Авдониной. – М. : Изд. Центр «Академия», 2011. – 416 с.

6 Ершов, В.В. Основы горнопромышленной геологии [Текст] / В.В. Ершов. – М. : Недра, 1988. – 328 с.

7 Ершов, В.В. Геолого-маркшейдерское обеспечение управления качеством руд [Текст] / В.В. Ершов. – М. : Недра, 1986. – 261 с.

8 ГОСТ 2.850–75 – ГОСТ 2.855–75. Горная графическая документация.

Контрольные вопросы

1. Раскройте содержание понятия «Блочная модель».
2. Перечислите виды задач, которые решают на основе формирования блочной модели горно-геологического объекта. Перечислите горнодобывающие предприятия РФ с опытом применения блочного моделирования.
3. Охарактеризуйте и поясните целевое назначение данных по геологическому описанию и опробованию, представленных в электронной/рабочей версии проекта.
4. Охарактеризуйте каркасную модель рудного тела, созданную на основе результатов оконтуривания, и раскройте ее целевое назначение при создании блочной модели.
5. Перечислите последовательность действий при построении блочной модели в среде ГГИС Micromine. Кратко охарактеризуйте каждое действие.
6. Раскройте содержание понятия «Параметры моделирования для построения блочной модели». Обоснуйте выбор параметров моделирования при построении блочной модели.

Лабораторная работа 8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАМЕРОВ. РЕШЕНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАДАЧ

(4 часа)

8.1. Цель работы

Ознакомиться с основными принципами и особенностями построения моделей горных объектов по результатам маркшейдерских замеров и определить их объемы с необходимой и достаточной точностью.

8.2. Теоретическое введение

Наиболее интенсивно деятельность маркшейдерской службы осуществляется в конце отчетных периодов: год-квартал-месяц и отличается особенно напряженной работой при традиционных способах получения и переработки маркшейдерской информации, когда маркшейдеры осуществляют планирование и учет выполненных объемов горных работ. Большая часть этих работ включает в себя определение объемов вскрышных пород, полезного ископаемого, материалов и полезного ископаемого, хранящегося на складах.

Совершенствование технологий горных работ и даже применение современных маркшейдерских приборов пока, к сожалению, не изменили технологию выполнения маркшейдерских замеров.

Однако применение современного специализированного программного обеспечения при определении объемов моделей горных объектов по результатам маркшейдерских замеров существенно повлияло на снижение трудоемкости данного вида работ и обеспечило точность его выполнения, где вычисление объемов моделей горных объектов осуществляется путем создания равно-

великой математической модели определяемого тела и представления ее системой геометрических фигур, имеющих аналитическое выражение вычисления их объема.

При способе подсчета объемов горных объектов на основе графических материалов, выполненных традиционным путем, средняя квадратическая погрешность определения объема формируется из ряда погрешностей: погрешности съемки (плановых и высотных координат реечных точек на поверхности определяемого объекта), погрешности аналогии определяемого объема тела, графической погрешности расстояния между сечениями, графической погрешности нанесения реечных точек на план, графической погрешности построения сечений, графической погрешности измерения площадей сечений.

Аналитический способ определения объема позволяет исключить влияние ряда погрешностей, связанных с графическими построениями.

Значение относительной погрешности определения объема зависит от его величины и строго регламентируется нормативно-техническими требованиями. Например, при традиционном способе для определения объемов полезного ископаемого, хранящегося на складе, ее величина, в среднем, не превышает $\pm(3...5) \%$. Аналитический способ позволяет обеспечить гораздо меньшее ее значение.

В среде ГГИС Micromine для решения задачи определения объема любого горного объекта по результатам маркшейдерских замеров необходимо прежде всего построить его каркасную модель. В качестве исходных данных моделирования служат данные маркшейдерской съемки, выполненной в заданном масштабе с учетом требований к расположению съемочных пикетов на поверхностях, ограничивающих данный объект в пространстве. Построение каркасной модели, как правило, будет основано на построении ЦМП поверхностей, ограничивающих определяемый объем с дальнейшим преобразованием в единый каркас – солид.

8.3. Задание к лабораторной работе

Задание 3 (Приложение 1). В данной лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

1. Создать Проект: **Проект_Склад_ПЛЗ_ФИО_Группа.**

2. Построить каркасную модель отвала песка, хранящегося на складе по двум вариантам:

1-й вариант – на основе данных маркшейдерской съемки, путем импорта данных тахеометрической съемки, представленных в текстовом формате *.TXT в среду ГГИС Micromine;

2-й вариант – на основе оцифровки растровых изображений вертикальных сечений.

Примечание. Доступ к электронной версии материалов будет открыт по ссылке, выданной преподавателем в соответствии с графиком учебного процесса.

3. На основе результатов моделирования определить объем отвала песка.

По результатам работ сформировать отчетную ведомость и представить ее в формате *.XLS.

4. Выполнить сравнительный анализ результатов объема.

5. На основе приобретенных знаний и навыков выполнить **Индивидуальное задание 4 (Приложение 2).**

8.4. Методические указания к выполнению лабораторной работы

Рассмотрим последовательность действий при решении поставленной задачи – задачи определения объема каркасной модели горного объекта (отвала песка) на основе данных маркшейдерского замера.

Принимая во внимание условие задачи и имеющиеся материалы, построение каркасной модели возможно и необходимо выполнить по двум вариантам.

Первый вариант предусматривает построение каркасной модели на основе данных (X, Y, H) тахеометрической съемки М 1:500, второй вариант – на основе растровых графических материалов (Плана и вертикальных сечений).

Для построения каркасной модели по первому варианту необходимо:

– выполнить импорт в среду ГГИС Micromine данных тахеометрической съемки;

- создать базу маркшейдерских съемочных данных;
- построить ЦМП нижней и верхней поверхностей горного объекта (отвала песка) с учетом общих контурных точек;
- преобразовать ЦМП в единый каркас – солид;
- определить объем солида;
- сформировать отчетную ведомость, в которой отразить значение объема $V1$ горного объекта (отвала песка).

Для построения каркасной модели по второму варианту необходимо:

- загрузить растровые графические материалы в среду ГГИС Micromine с учетом заданной системы координат и масштаба;
- выполнить оцифровку вертикальных сечений;
- построить каркасную модель отвала песка с помощью инструмента, расположенного на панели главного меню: Построить каркас между двумя выбранными стрингами ;
- определить объем каркаса;
- сформировать отчетную ведомость, в которой отразить значение объема $V2$ горного объекта (отвала песка).

Данные действия выполните, основываясь на полученных знаниях и навыках при выполнении предыдущих лабораторных работ.

Далее выполните сравнительный анализ результатов объема $V1$ и $V2$ горного объекта (отвала песка). Конечный результат объема V обоснуйте, руководствуясь нормативно-техническими требованиями.

Литература

- 1 Букринский, В.А. Геометрия недр [Текст]: учеб. для вузов / В.А. Букринский. – М. : Недра, 1985. – 526 с.
- 2 Руководство пользователя: Обучение Micromine 2018.
- 3 ГОСТ 2.850–75 – ГОСТ 2.855–75. Горная графическая документация.

Контрольные вопросы

1. Раскройте содержание понятия «равновеликая математическая модель горного объекта».

2. Поясните, какой из способов (TIN/GRID) для моделирования поверхности топографического порядка целесообразно применять в ГГИС, если построения ЦМП планируется выполнить на основе результатов маркшейдерских замеров. Приведите примеры.

3. Поясните, влияет ли выбор масштаба маркшейдерской съемки, выполненной на поверхности исследуемого горного объекта, на точность определения его объема. Ответ поясните, руководствуясь нормативно-техническими требованиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Руководство пользователя: Обучение Micromine 2018.
- 2 Букринский, В.А. Геометрия недр [Текст] : учеб. для вузов / В.А. Букринский. – М. : Недра, 1985. – 526 с.
- 3 Мосейкин, В.В. Геологическая оценка месторождений [Текст] : учеб. пособие / В.В. Мосейкин, Д.С. Печурина. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2016. – 322 с.
- 4 Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых [Текст] : учеб. для вузов ; под ред. В.В. Авдониной. – М. : МГУ им. М.В. Ломоносова : Фонд «Мир», 2007.
- 5 Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Утв. Приказом МПР России от 11.12.2006 № 278.
- 6 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых [Текст] : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / В.В. Авдонин [и др.] ; под ред. В.В. Авдониной. – М. : Изд. Центр «Академия», 2011. – 416 с.
- 7 Ершов, В.В. Основы горнопромышленной геологии [Текст] / В.В. Ершов. – М. : Недра, 1988. – 328 с.
- 8 Ершов, В.В. Геолого-маркшейдерское обеспечение управления качеством руд [Текст] / В.В. Ершов. – М. : Недра, 1986. – 261 с.
- 9 Рекомендации к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по технико-экономическому обоснованию кондиций и подсчету запасов твердых полезных ископаемых с использованием блочного моделирования на месторождениях различного морфологического типа. М., ФБУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых», 2014.

ЗАДАНИЯ

Задание 1. ПОСТРОЕНИЕ КАРКАСНЫХ МОДЕЛЕЙ РУДНЫХ ТЕЛ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ДАННЫХ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ

Исходные данные

Участок месторождения калийных солей площадью 500×500 м разведан тринадцатью вертикальными скважинами, пробуренными с поверхности через 150...200 м. Координаты устьев геологоразведочных скважин X, Y, Z, глубина кровли и почвы залежи h_k , h_n , результаты опробования керна скважин приведены в табл. П1. Значение средней плотности сильвинитовой руды в массиве $\gamma \approx 2,07 \text{ т/м}^3$. Схема геологоразведочной сети представлена на рис. П1.1.

По указанным данным требуется подсчитать запасы сильвинитовой руды в пределах контура разведанного участка на основе построения каркасной модели. В качестве отчетной документации представить:

- отчетную ведомость по результатам подсчета запасов в заданном контуре в форматах *.prt и *.xls;
- вывести на печать листа формата А4 Гипсометрический план М 1:5000.

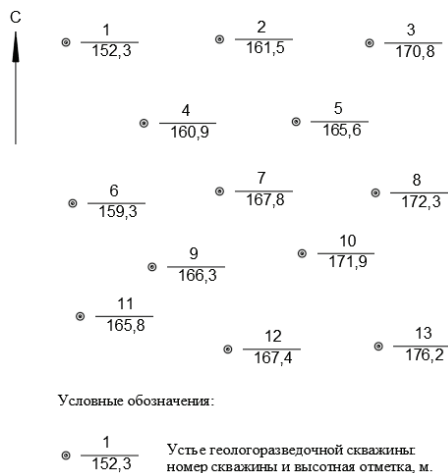


Рис. П1.1. Схема расположения геологоразведочных скважин

Таблица III

№ скважины	Координаты устьев скважин, м			Глубина, м		Забой, м	Результаты опробования кернa скважин							
							Проба 1		Проба 2		Проба 3		Проба 4	
	Север (X)	Восток (Y)	Отметка (Н)	Кровля залежи (h_k)	Почва залежи (h_n)		m_1 , м	c_1 , %	m_2 , м	c_2 , %	m_3 , м	c_3 , %	m_4 , м	c_4 , %
1	5 622 956	6 124 047	152.3	319.1	335.8	336.3	3.9	27.8	5.8	31.3	5.0	35.4	2.0	39.4
2	5 622 960	6 124 252	161.5	320.5	337.2	337.7	4.1	30.2	5.0	31.9	5.0	37.1	2.6	41.5
3	5 622 955	6 124 452	170.8	321.8	339.0	339.5	4.3	29.6	5.0	32.1	5.0	36.8	2.9	42.6
4	5 622 848	6 124 151	160.9	319.8	340.1	340.6	5.0	31.3	5.0	34.4	5.0	34.1	5.3	42.8
5	5 622 850	6 124 354	165.6	318.2	341.7	342.2	5.0	30.4	7.0	33.5	5.0	35.4	6.5	43.4
6	5 622 741	6 124 056	159.3	319.5	343.6	344.1	5.0	28.9	5.0	31.3	7.0	36.7	7.1	47.0
7	5 622 757	6 124 252	167.8	320.7	345.8	346.3	6.0	29.1	7.0	33.0	5.0	38.1	7.1	43.0
8	5 622 755	6 124 460	172.3	321.5	341.7	342.2	5.0	27.3	7.0	30.4	7.0	39.8	1.2	41.4
9	5 622 656	6 124 162	166.3	322.4	339.8	340.3	6.0	26.8	5.0	29.2	4.8	37.1	1.6	44.8
10	5 622 674	6 124 362	171.9	321.3	335.7	336.2	4.8	25.0	5.0	30.5	2.6	35.8	2.0	42.0
11	5 622 590	6 124 066	165.8	322.3	333.3	333.8	5.1	29.3	4.7	31.6	1.2	36.4		
12	5 622 546	6 124 263	167.4	322.0	329.8	330.3	3.0	31.4	2.8	32.3	2.0	37.1		
13	5 622 550	6 124 464	176.2	321.8	325.4	325.9	2.7	30.5	0.9	30.0				

Примечание. m_i , м – мощность слоя (длина керна), характеризующаяся содержанием c_i (KCl), %.

Задание 2. БЛОЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ОЦЕНКА РЕСУРСОВ

Исходные данные

Участок железорудного месторождения разведан сетью скважин 100×100 м.

Геологоразведочная сеть представлена на рис. П1.2. Результаты оконтуривания рудных тел с учетом зон минерализации представлены системой профильных геологических разрезов (*.STR). По результатам геологоразведочных работ в среде ГГИС Micromine построена каркасная модель месторождения.

Рудное тело является субгоризонтальным с азимутом простирания 23°. Длина по простиранию составляет около 1400 м, по падению – 800 м. Значения мощности варьируют в широком диапазоне и в центральной части достигают порядка 400 м.

На основе геологоразведочных данных и каркасной модели рудного тела, представленных в Проекте, требуется построить блочную модель месторождения (Fe) и на основе результатов блочного моделирования выполнить подсчет геологических запасов в недрах. По результатам работ необходимо сформировать отчетную ведомость.

Примечание. Доступ к электронной/рабочей версии Проекта с результатами моделирования будет открыт по ссылке, выданной преподавателем в соответствии с графиком учебного процесса.

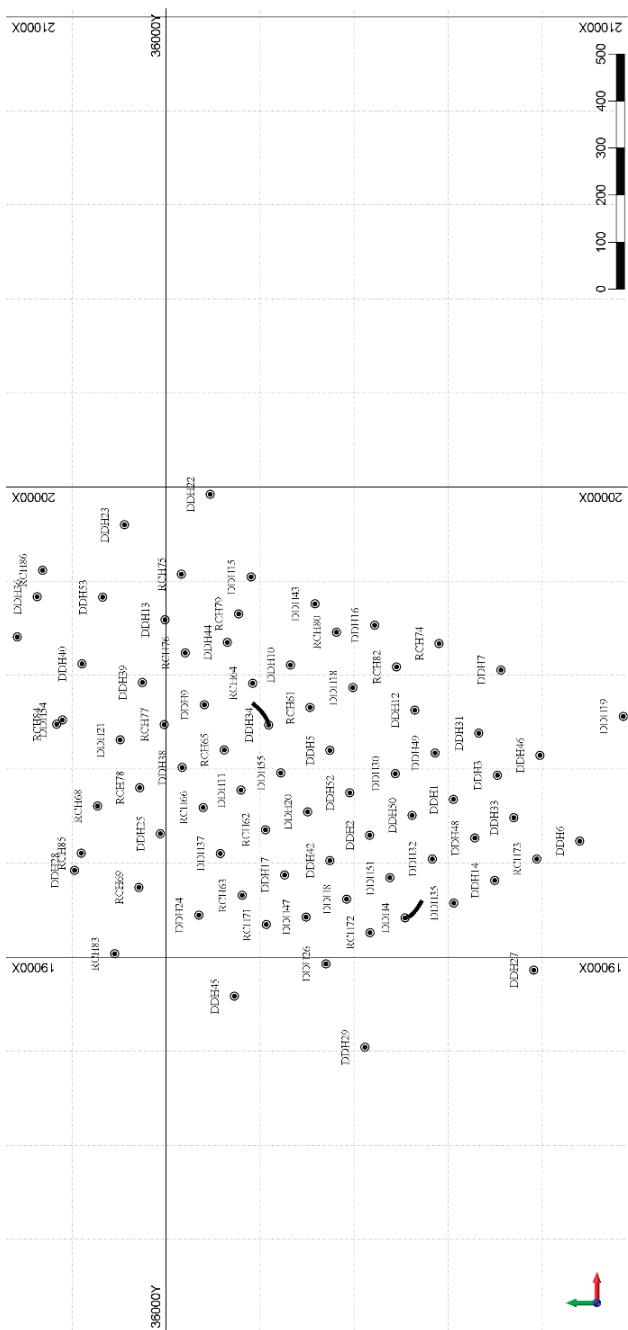


Рис. П1.2. План расположения геологоразведочных скважин

Задание 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАМЕРОВ. РЕШЕНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАДАЧ

Определение объема отвала песка, хранящегося на складе по результатам тахеометрической съемки.

Исходные данные

Произведен подсчет объема отвала песка, хранящегося на складе, традиционным способом вертикальных сечений.

Расположение пикетов тахеометрической съемки и линий разрезов представлено на Плане М 1:500 (рис. П1.3). Данные тахеометрической съемки, выполненной на нижней поверхности (основании склада) и верхней поверхности отвала песка, представлены в электронном виде, в формате *.txt.

Требуется определить объем отвала песка, хранящегося на складе, на основе каркасной модели в среде ГГИС Micromine. Выполнить сравнительный анализ результатов объема. По итогам работ сформировать отчетные ведомости.

Примечание. Доступ к электронной версии графических материалов (план, система сечений) и данных тахеометрической съемки (X, Y, H пикетов) будет открыт по ссылке, выданной преподавателем в соответствии с графиком учебного процесса.



ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальное задание 1. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ. РАБОТА С РАСТРОВЫМИ ГРАФИЧЕСКИМИ ОСНОВАМИ. ВЫВОД ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ПЕЧАТЬ

Исходные данные

1. Создать Проект: Проект_ИЗ_1_ФНО_Группа.
2. Загрузить растровую графическую основу – План горных работ 1-го угольного уступа М 1:1000 в среду ГГИС Micromine (рис. П2.1) с учетом заданной системы координат и масштаба изображения.
3. Выполнить оцифровку растровой графической основы – План горных работ 1-го угольного уступа М 1:1000, применяя методы геометрических построений.
4. Подготовить чертежную модель оцифрованной растровой графической основы – План горных работ 1-го угольного уступа М 1:1000 на формате маркшейдерского планшета.

Примечание. Доступ к электронной версии материалов будет открыт по ссылке, выданной преподавателем в соответствии с графиком учебного процесса.

Индивидуальное задание 2. ПОСТРОЕНИЕ КАРКАСНЫХ МОДЕЛЕЙ РУДНЫХ ТЕЛ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ДАННЫХ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ

Исходные данные

Согласно лицензии на право пользования недрами с целью разведки и добычи калийных солей, площадь участка составляет 96,9 км². Координаты шести угловых точек контура лицензии представлены в табл. П2.1. Лицензионный участок имеет статус горного отвода. По глубине горный отвод ограничен почвой залежи калийных солей – до 1500 м ниже земной поверхности.

Участок разведан 28 вертикальными скважинами, пробуренными с поверхности через 1000....1500 м. Схема расположения геологоразведочных скважин представлена на рис. П2.2. Координаты устьев геологоразведочных скважин (X, Y, Z), отметки кровли и почвы залежи, глубина скважин приведены в табл. П2.1. Мощность сильвинитовой залежи изменяется от 1,5 до 17,5 м, среднее значение составляет примерно 10 м. Значение средней плотности сильвинитовой руды в массиве $\gamma \approx 2,08$ т/м³.

На основе геологоразведочных данных и представленных материалов требуется:

1. Создать Проект: Проект_ИЗ_2_ФИО_Группа.
2. Построить каркасную модель рудного тела (сильвинитовой залежи).
3. Построить Карту распределения продуктивной мощности сильвинитовой залежи. Подготовить чертежную модель на участок 2500 × 2500 м месторождения (М 1:5000).
4. Определить объем и запасы сильвинитовой руды на основе каркасной модели рудного тела.
5. Сформировать и вывести на печать отчетные ведомости по предварительным результатам подсчета запасов сильвинитовой руды.

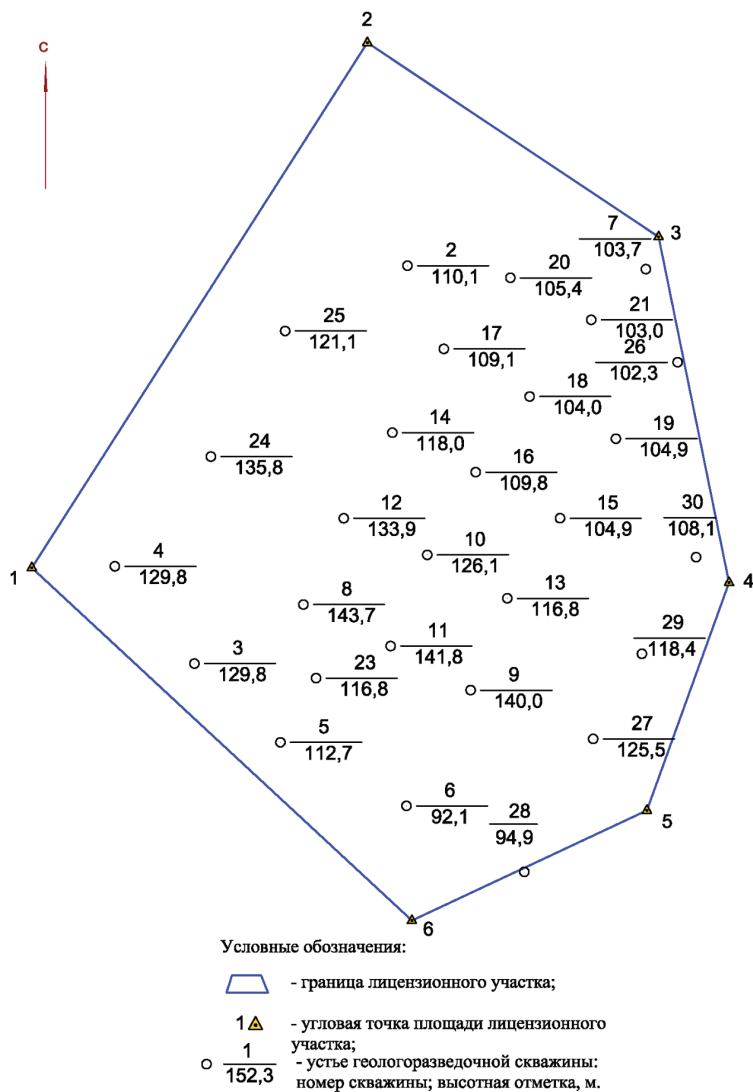


Рис. П2.2. Схема расположения геологоразведочных скважин

Таблица П2.1

№ сква- жины	Координаты устья скважин, м			Отметка, м		Забой, м	Содержание, %			ВЗТ, м
	Север (X)	Восток (Y)	Отметка (Н)	кровли	почвы		KCl	CaSO ₄	НО	
6к	577	7620								
1к	6277	1486								
2к	14 761	6901								
3к	11 623	11 602								
4к	6037	12 739								
5к	2357	11 413								
28	1365	9434	94.9	-935.7	-945.6	1050.6	35.5	8.25		60
6	2430	7532	92.1	-913.9	-926.7	1028.8	36.04	8.83		10
5	3457	5498	112.7	-891.3	-899.1	1021.8	40.91	7.51		7
3	4730	4110	129.8	-916.9	-931.9	1071.7	37.26	9.63		15
4	6301	2825	129.8	-903.0	-904.5	1044.3	29.52	20.64		12
24	8074	4375	135.8	-951.6	-959.1	1104.9	39.21	11.82		215
12	7078	6520	133.9	-969.3	-978.5	1122.4	44.01	5.57		116
10	6486	7868	126.1	-1037.3	-1046.1	1182.2	42.35	10.39		270
13	5785	9159	116.8	-1062.4	-1072.0	1198.8	38.78	4.04		295
29	4888	11 332	118.4	-1094.3	-1102.8	1231.3	36.15	5.25		335
27	3512	10 546	125.5	-1046.0	-1056.4	1191.9	36.78	6.65		188
9	4300	8567	140.0	-1032.4	-1044.8	1194.8	40.26	8.78		125
11	5013	7277	141.8	-1002.4	-1011.1	1162.9	39.84	6.57		106

Окончание табл. П2.1

№ сква- жины	Координаты устьев скважин, м			Отметка, м		Забой, м	Содержание, %		ВЗТ, м
	Север (X)	Восток (Y)	Отметка (Н)	кровли	почвы		KCl	CaSO ₄ HO	
23	6074	4492	116.8	-983.5	-987.0	1113.8	44.75	7.23	70
8	5683	5868	143.7	-1027.2	-1031.2	1185.0	53.97	7.29	151
25	10 103	5574	121.1	-1001.3	-1013.0	1144.1	39.25	5.12	300
14	8461	7305	118.0	-1005.4	-1018.9	1146.9	40.85	6.45	225
16	7823	8650	109.8	-1056.3	-1067.8	1187.6	39.31	6.23	275
15	7079	10 011	104.9	-1093.9	-1103.2	1218.1	37.2	5.25	326
30	6449	12 207	108.1	-1139.3	-1146.2	1264.3	34.85	4.2	340
19	8362	10 912	104.9	-1132.1	-1140.3	1255.3	34.87	4.85	320
18	9045	9520	104.0	-1098.9	-1110.9	1224.9	36.58	5.32	325
17	9815	8136	109.1	-1067.4	-1083.5	1202.7	38.45	5.38	315
2	11 157	7548	110.1	-1088.2	-1105.7	1225.9	39.38	4.71	285
20	10 957	9202	105.4	-1128.7	-1142.6	1258.0	35.75	4.67	300
21	10 275	10 517	103.0	-1150.7	-1159.8	1272.8	33.35	4.82	325
7	11 091	11 395	103.7	-1191.2	-1196.7	1310.5	30.46	5.02	325
26	9595	11 906	102.3	-1178.4	-1183.9	1296.3	32.25	4.35	325

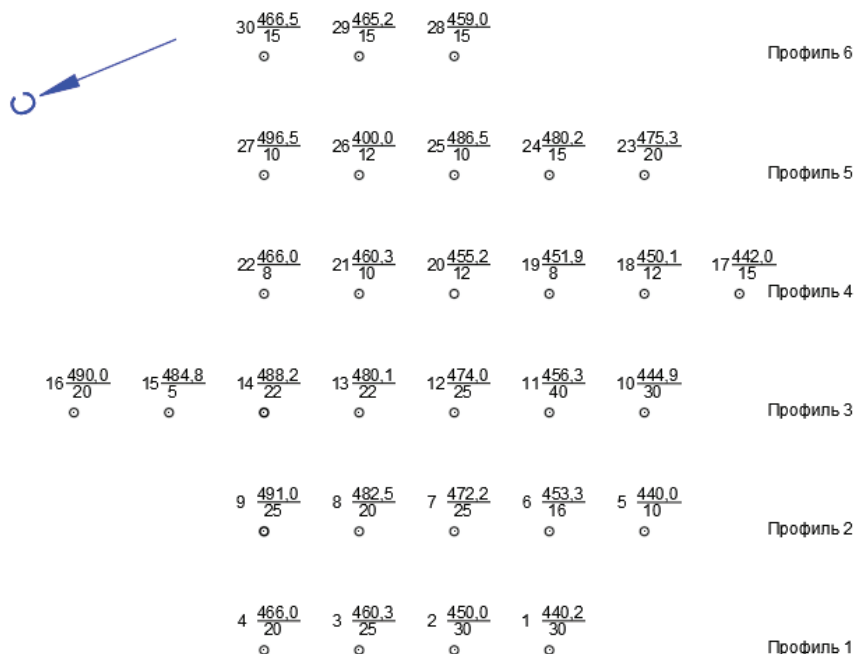
Примечания:

1. Система координат: условная; система высот: Балтийская 1977 г.
2. 6к – угловые точки границы лицензионного участка.
3. KCl, % – содержание полезного компонента (хлорида калия).
4. CaSO₄ HO, % – содержание полезного компонента (ангидрита CaSO₄ HO).
5. ВЗТ, м – мощность водозащитной толщ.

Индивидуальное задание 3. БЛОЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ОЦЕНКА РЕСУРСОВ

Исходные данные

Колчеданно-свинцово-цинковое месторождение разведано на глубину буровыми скважинами по шести разведочным профилям (рис. П2.3). Расстояния между профилями 100 м, между скважинами 50 м.



Условные обозначения

$$1 \frac{440.2}{30}$$

Устье геологоразведочной скважины:

Целое число - номер скважины;

Дробь, числитель - высотная отметка устья скважины, м;

Дробь, знаменатель - угол бурения скважины, град., показывающий ее отклонение на юг от вертикального положения.

Рис. П2.3. Схема расположения геологоразведочных скважин

Руды месторождения представлены четырьмя промышленными сортами (табл. П2.2). Руды первого сорта сложены преимущественно

щественно галенитом, второго сорта – галенитом и сфалеритом, третьего сорта – сфалеритом и пиритом, четвертого сорта – пиритом.

Таблица П2.2

Содержание свинца, цинка, серы в промышленных сортах руд

Промышленные сорта руд	Свинец (Pb)	Цинк (Zn)	Сера (S)
Первый – Свинцовый	1 % и более	2 % и менее	15 % и менее
Второй – Свинцово-цинковый	1 % и более	От 2 до 6 %	15 % и менее
Третий – Цинково-колчеданный	Менее 1 %	6 % и более	От 15 до 20 %
Четвертый – Колчеданный	Менее 0.4 %	Менее 1 %	20 % и более

Значение средней плотности руды в массиве, т/м³: первого сорта – 5.2; второго сорта – 5.0; третьего сорта – 4.8; четвертого сорта – 4.5.

По результатам геологоразведочных работ и результатам оконтуривания рудных тел с учетом зон минерализации в среде ГГИС Micromine построена каркасная модель месторождения.

Примечание. Доступ к электронной/рабочей версии Проекта с результатами моделирования будет открыт по ссылке, выданной преподавателем в соответствии с графиком учебного процесса.

На основе геологоразведочных данных и каркасной модели рудного тела, представленных в Проекте, требуется:

1. Подключить исходный Проект и ознакомиться с его структурой и представленным материалом.
2. Описать/охарактеризовать в краткой форме: конфигурацию и плотность разведочной сети, морфологию и условия залегания рудного тела.
3. Построить блочную модель месторождения (Pb).
4. На основе результатов блочного моделирования выполнить подсчет геологических запасов в недрах.
5. По результатам работ сформировать отчетную ведомость.

Индивидуальное задание 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАМЕРОВ. РЕШЕНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАДАЧ

Исходные данные

Перевезенная автосамосвалом руда после взвешивания складирована на рудном складе.

По данным взвешивания масса перевозимой руды составила 124.8 т, среднее значение плотности руды в массиве по данным геологической службы карьера – 4.1 т/м³, коэффициент разрыхления – 1.4.

С целью проведения контроля за полнотой загрузки транспортных сосудов произведена тахеометрическая съемка отвала складированной руды. Координаты съемочных пикетов приведены в табл. П2.3.

Требуется на основе данных маркшейдерского замера произвести подсчет объема перевозимой руды и выполнить сравнительный анализ результатов.

Примечание. Доступ к электронной версии материалов будет открыт по ссылке, выданной преподавателем в соответствии с графиком учебного процесса.

Таблица П2.3

№ п/п	X, м	Y, м	Z, м	Признак
1	109,61	104,27	0,35	Контурный
2	108,80	106,93	0,35	Контурный
3	108,17	108,90	0,35	Контурный
4	106,24	109,31	0,28	Контурный
5	104,68	109,55	0,21	Контурный
6	103,57	108,35	0,21	Контурный
7	102,44	106,95	0,21	Контурный
8	102,04	105,45	0,23	Контурный
9	101,61	103,80	0,24	Контурный
10	101,89	102,81	0,32	Контурный
11	102,30	101,67	0,40	Контурный
12	103,52	101,24	0,40	Контурный
13	104,63	100,84	0,40	Контурный
14	106,06	100,90	0,37	Контурный
15	107,22	100,92	0,34	Контурный

Окончание табл. П2.3

№ п/п	X, м	Y, м	Z, м	Признак
16	108,29	102,42	0,34	Контурный
17	107,13	104,53	2,15	
18	106,84	106,18	1,99	
19	105,84	106,00	2,40	
20	105,50	105,19	2,40	
21	105,20	104,09	2,53	
22	105,51	106,99	1,82	
23	104,64	106,14	1,88	
24	104,04	104,28	1,82	
25	105,20	103,04	1,90	

Учебное издание

Сапронова Наталья Петровна
Мосейкин Владимир Васильевич
Федотов Григорий Сергеевич

ГЕОМЕТРИЯ НЕДР

**Решение геолого-маркшейдерских задач
в среде ГГИС Micromine**

Лабораторный практикум

Редактор *И.Е. Оратовская*

Компьютерная верстка *А.Л. Бабабекова*

Подписано в печать 30.07.19 Уч.-изд. л. 5,5

Формат 60 × 90 ¹/₁₆ Электронная версия

Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»,
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4

Издательский Дом НИТУ «МИСиС»,
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4
Тел. 8 (495) 638-44-06

Отпечатано в типографии
Издательского Дома НИТУ «МИСиС»,
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4
Тел. 8 (495) 638-44-16, 8 (495) 638-44-43