

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Горный факультет  
Кафедра Открытых горных работ

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Горный факультет

Авдеев Павел Борисович

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.36 Математическое моделирование месторождений полезных ископаемых  
на 108 часа(ов), 3 зачетных(ые) единиц(ы)  
для направления подготовки (специальности) 21.05.04 - Горное дело

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г. №\_\_\_\_\_

Профиль – Подземная разработка рудных месторождений (для набора 2021)  
Форма обучения: Очная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Получение знаний студентами в области теории и практического применения современных методов обработки данных геологоразведочных работ геостатистическими методами, моделирование на их основе процессов и объектов горного производства.

Задачи изучения дисциплины:

1. Получение студентами представления об этапах геологоразведочных работ и их проектировании в ГГИС.
2. Получить представление о методике принятия решений относительно способа разработки месторождений полезных ископаемых на основе данных геологоразведки.
3. Уметь к концу освоения курса составлять проект отработки месторождения ТПИ подземным способом и проектировать все виды подземных горных выработок горных выработок.

## 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Для успешного освоения программы дисциплины «Математическое моделирование месторождений полезных ископаемых» необходимы прочные знания по дисциплинам, изучаемым студентами на 1,2 и 3 курсах: «Высшая математика», «Физика», «Информатика и информационные технологии», «Введение в инженерное дело», «Основы горного дела, геотехнология подземная», «Основы горного дела, геотехнология открытая», «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика», «Цифровое моделирование горных работ». Дисциплина включена в Блок 1, обязательную часть. К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Математическое моделирование месторождений полезных ископаемых» относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Информатика и информационные технологии», «Введение в инженерное дело», «Основы горного дела, геотехнология подземная», «Основы горного дела, геотехнология открытая», «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика», «Цифровое моделирование горных работ». Дисциплина изучается на 5 курсе в 7 семестре.

## 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часов.

| Виды занятий               | Семестр 7 | Всего часов |
|----------------------------|-----------|-------------|
| Общая трудоемкость         |           | 108         |
| Аудиторные занятия, в т.ч. | 51        | 51          |
| Лекционные (ЛК)            | 17        | 17          |

|   |       |    |
|---|-------|----|
| Практические (семинарские)<br>(ПЗ, СЗ)        | 0     | 0  |
| Лабораторные (ЛР)                             | 34    | 34 |
| Самостоятельная работа<br>студентов (СРС)     | 57    | 57 |
| Форма промежуточной<br>аттестации в семестре  | Зачет | 0  |
| Курсовая работа (курсовой<br>проект) (КР, КП) |       |    |

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Планируемые результаты освоения образовательной программы |  | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|---|--|---|
| Код и наименование компетенции                            | Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины   | Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности   |
| ОПК-8   | ОПК-8.1 Способен работать с программным обеспечением Autodesk AutoCAD, ГГИС Micromine и их аналогами для обеспечения функционирования горных производств.                            | <p>Знать: пакеты прикладного программного обеспечения и способы работы с ним в целях решения задач горного производства.</p> <p>Уметь: осуществлять работу с полигональными, каркасными, блочными моделями месторождений ПИ.</p> <p>Владеть: всеми основными приемами моделирования горных объектов</p> |
| ОПК-8   | ОПК-8.2 Способен ранжировать задачи по логике их выполнения в пакетах прикладного ПО и пользоваться взаимосвязью программного обеспечения с целью получения необходимого результата. | <p>Знать: основные форматы работы прикладного ПО и форматы исходных/целевых данных, с которыми данный пакет способен работать/в каких способен выгружать и экспортировать данные.</p> <p>Уметь: на основе данных геологической разведки</p>   |

|        |  |  |
|--------|--|--|
|        |  | <p>интерпретировать рудные тела и нерудные залежи ТПИ.</p> <p>Владеть: навыками импорта/экспорта файлов в различных программных пакетах.</p>   |
| ОПК-14 | ОПК-14.1 Владеть методикой имплицитного и эксплицитного моделирования ТПИ  | <p>Знать: методику и место применения имплицитного и эксплицитного моделирования</p> <p>Уметь: применять данные методики для экспресс-моделирования месторождений ТПИ и их тщательного обоснования.</p> <p>Владеть: методами работы с математическими моделями с целью формирования необходимой для обеспечения горных работ документации.</p> |
| ОПК-14 | ОПК-14.2 Способен интерпретировать данные ГРР и прогнозировать водопритоки в выработки на их основе                        | <p>Знать: основной перечень возможных вариантов осушения горных выработок, основные параметры, используемые для расчета водоприток к горным выработкам.</p> <p>Уметь: применять методику расчета водоприток к горным выработкам.</p> <p>Владеть: методами оценки и прогноза суммарных водоприток к горным выработкам.</p>                      |
| ПК-4   | ПК-4.1 Свободно владеет прикладным программным обеспечением и формирует графическую документацию согласно ГОСТ - 2.851-75. | <p>Знать: масштабы и особенности построения графической документации в прикладном программном обеспечении.</p> <p>Уметь: использовать прикладное ПО с целью формирования горно-графической документации.</p> <p>Владеть: основным функционалом прикладного ПО с целью формирования необходимой для</p>   |

|      |   |  |
|------|---|--|
|      |   | горных работ документации.   |
| ПК-4 | ПК-4.2. Способен читать и ранжировать по необходимости использования в различных рабочих процессах маркшейдерскую, геологическую и горную графическую документацию. | <p>Знать: различия в подготовке геологической/маркшейдерской и горной документации</p> <p>Уметь: выполнять необходимое количество чертежей и другой графической документации для достаточного понимания объема выполняемых работ</p> <p>Владеть: навыками выведения полученной графической документации в цифровом и аналоговом вариантах для обеспечения производства горных работ.</p> |

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### 3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

| Модуль | Номер раздела | Наименование раздела  | Темы раздела  | Всего часов | Аудиторные занятия |                    |        | С<br>Р<br>С |
|--------|---------------|---|---|-------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|
|        |               |   |   |             | Л<br>К             | П<br>З<br>(С<br>З) | Л<br>Р |             |
| 1      | 1.1           | Методика получения математических моделей горных объектов на основе данных ГРР. | Понятие и виды моделей, используемых в горном деле при обеспечении горных работ. ИмPLICITные модели, принятие решений о разработке месторождений на основании модели. ЭкPLICITные, принятие решений о разработке месторождений на основании модели. | 25          | 3                  | 0                  | 6      | 16          |
| 2      | 2.1           | Моделирование горных  | Моделирование скважин и создание баз данных.  | 22          | 6                  | 0                  | 10     | 6           |

|       |     |   |  |     |    |   |    |    |
|-------|-----|---|--|-----|----|---|----|----|
|       |     | объектов  | Проектирование кустов скважин.<br>Моделирование открытых горных выработок.<br>Моделирование подземных горных выработок.<br>Моделирование отвалов, рудных складов и инфраструктуры.   |     |    |   |    |    |
| 3     | 3.1 | Планирование горных работ на основе моделей горных объектов | Общая информация о планировании в горном деле. Предварительные работы с целью использования планировщика в ГГИС.<br>Создание стратегического плана.<br>Создание краткосрочного плана | 61  | 8  | 0 | 18 | 35 |
| Итого |     |   |  | 108 | 17 | 0 | 34 | 57 |

### 3.2. Содержание разделов дисциплины

#### 3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

| Модуль | Номер раздела | Тема  | Содержание  | Трудоемкость (в часах) |
|--------|---------------|---|---|------------------------|
| 1      | 1.1           | Понятие и виды моделей, используемых в горном деле при обеспечении горных работ | Раскрываются основные атрибуты всех видов моделей, применяемых при обеспечении горных работ, вводится понятие географической привязки геоплана к району разработки месторождения. | 1                      |
|        | 1.1           | Виды моделей и их отличительные особенности                                     | Разбираются отличия и общие свойства моделей, дается понятие о принадлежности вида модели к определенному процессу.   | 2                      |
| 2      | 2.1           | Принципы моделирования геологоразведочных скважин                               | Приводится теоретическое обоснование основных компонентов геологоразведочных скважин и их увязка с формами Визекса, используемых в ГГИС Micromine                                 | 2                      |

|   |     |  |  |   |
|---|-----|--|--|---|
|   | 2.1 | Моделирование открытых горных выработок                | Теоретически описывается методика проектирования карьеров, их оптимизация и получение экономически целесообразных к отработке оболочек карьеров  | 2 |
|   | 2.1 | Моделирование подземных горных выработок               | Теоретически описывается методика проектирования подземных горных выработок, их оптимизация.   | 2 |
|   | 2.1 | Моделирование отвалов, рудных складов и инфраструктуры | Теоретически описывается методика проектирования отвалов пустых пород и рудных складов на основании данных маркшейдерской съемки и на основании аналоговой документации (геологических разрезов). Также описывается методика проектирования дорог, создание необходимого количества насыпей и производства выемки. | 1 |
| 3 |     |  |  |   |

### 3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

| Модуль | Номер раздела | Тема | Содержание | Трудоемкость (в часах) |
|--------|---------------|------|------------|------------------------|
|        |               |      |            |                        |

### 3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

| Модуль | Номер раздела | Тема  | Содержание   | Трудоемкость (в часах) |
|--------|---------------|---|--|------------------------|
| 1      | 1.1           | Понятие и виды моделей, используемых в горном деле при обеспечении горных работ | Создание полигональной модели рудного тела на вертикальных геологических разрезах, каркасной модели РТ, модели топографии местности на основании данных съемки                         | 2                      |
|        | 1.1           | Виды моделей и их отличительные особенности                                     | Разбор свойств созданных на предыдущей лабораторной работе моделей, создание блочной модели на основе каркасной модели, интерполяция содержаний полезного ископаемого в рудную блочную | 2                      |

|   |     |  |   |   |
|---|-----|--|---|---|
|   |     |  | модель.   |   |
| 2 | 2.1 | Принципы моделирования геологоразведочных скважин      | Создание базы данных скважин, проектирование сложных «кустовых» скважин   | 2 |
|   | 2.1 | Моделирование открытых горных выработок                | Создание модели карьера, вариаций этой модели   | 4 |
|   | 2.1 | Моделирование подземных горных выработок               | Создание модели подземных горных выработок, их видов.   | 4 |
|   | 2.1 | Моделирование отвалов, рудных складов и инфраструктуры | Создание модели отвала пустых пород, модели рудного склада на основании различных исходных данных и проектирование дорог. | 4 |
| 3 |     |  |   |   |

### 3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

| Модуль | Номер раздела | Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение  | Виды самостоятельной деятельности      | Трудоемкость (в часах) |
|--------|---------------|--|--|------------------------|
| 1      | 1.1           | Создание полигональной модели рудного тела на вертикальных геологических разрезах, каркасной модели РТ, модели топографии местности на основании данных съемки | Выполнение проектного задания по теме. | 6                      |
|        | 1.1           | Разбор свойств созданных на предыдущей лабораторной работе моделей, создание блочной модели на основе каркасной модели, интерполяция содержаний полезного      | Выполнение проектного задания по теме. | 6                      |



|   |     |   |  |    |
|---|-----|---|--|----|
|   |     | ископаемого в рудную блочную модель.  |  |    |
| 2 | 2.1 | Создание базы данных скважин, проектирование сложных «кустовых» скважин   | Выполнение проектного задания по теме. | 2  |
|   | 2.1 | Создание модели карьера, вариаций этой модели   | Выполнение проектного задания по теме. | 2  |
|   | 2.1 | Создание модели подземных горных выработок, их видов.   | Выполнение проектного задания по теме. | 2  |
|   | 2.1 | Создание модели отвала пустых пород, модели рудного склада на основании различных исходных данных и проектирование дорог.             | Выполнение проектного задания по теме. | 2  |
| 3 | 3.1 | Создание бинов материалов, выемочных блоков и нарезка горизонтов в ОГР.   | Выполнение проектного задания по теме. | 4  |
|   | 3.1 | Подготовительные работы, необходимые для создания планирования. Расчет объема выемки на единицу техники.                              | Выполнение проектного задания по теме. | 10 |
|   | 3.1 | Оптимизация стратегического плана, атрибуты плана и создание задач.   | Выполнение проектного задания по теме. | 5  |
|   | 3.1 | Выполнение самостоятельной работы по тематике дисциплины – создание необходимого количества моделей на основании исходных данных ГРР. | Выполнение проектного задания по теме. | 14 |

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам

освоения дисциплины представлен в приложении.

### [Фонд оценочных средств](#)

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Основная литература**

#### **5.1.1. Печатные издания**

1. Букринский В.А. Геометрия недр. М.: Недра, 1985. 526 с.
2. Базанов Г.А. Методические указания по геометрии недр. М.: Недра, 1995
3. Дэвис Дж. Статистический анализ данных в геологии. В 2 кн: Пер. с англ. В.А.Голубевой; Под ред. Д.А.Родионова. М., Недра, 1990.
4. Ломоносов Г.Г., Арсентьев А.И., Гудкова И.А. Горно-инженерная графика. М.: Недра, 1984. 287 с.
5. Сапронова Н.П. 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.
6. Методы поисков и разведки полезных ископаемых: Учебник / Г.Д. Ажгирей, Б.К. Брешенков, Д. А. Зенков, Л. А. Русинов – 1-е изд. – 1950. – М.: Госгеолиздат – 404с.: ил.
7. Федотов Г. С., Январёв Г. С. Объемное цифровое моделирование геологических тел в процессе разведки: учебное пособие — М.: Издательство «Горная книга», 2021. — 168 с.

#### **5.1.2. Издания из ЭБС**

- 1.

### **5.2. Дополнительная литература**

#### **5.2.1. Печатные издания**

1. Инструкция о порядке списания запасов полезных ископаемых с учета предприятий по добыче полезных ископаемых (РД 07-203-98). Постановление Госгортехнадзора России от 17.09.97 N 28
2. Методические указания к лабораторным работам по курсу “Маркшейдерское дело”. ЧитГТУ, 2002. 28 с.
3. Арсентьев А.И., Букин И.Ю., Мироненко В.А. Устойчивость бортов и осушение карьеров. - М.: Недра, 1982. - 166 с.
4. Горная графическая документация. ГОСТ 2.851-75. Общие правила выполнения горных чертежей. М.: Стандарты, 2002.
5. Горная графическая документация. ГОСТ 2.852-75. Изображение элементов горных объектов. М.: Стандарты, 2002.
6. Горная графическая документация. ГОСТ 2.853-75. Правила выполнения условных обозначений. М.: Стандарты, 2002.
7. Горная графическая документация. ГОСТ 2.854-75. Обозначения условные ситуации земной поверхности. М.: Стандарты, 2002.
8. Горная графическая документация. ГОСТ 2.855-75. Обозначения условные горных

выработок. М.: Стандарты, 2002.

9. Горная графическая документация. ГОСТ 2.856-75. Обозначения условные производственно-технических объектов. М.: Стандарты, 2002.

10. Горная графическая документация. ГОСТ 2.857-75. Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий их залегания. М.: Стандарты, 2003.

11. Единые условные обозначения для маркшейдерских планов и геологических разрезов. - М.: Углетехиздат, 1957. - 230 с.

### 5.2.2. Издания из ЭБС

1.

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

| Название                                | Ссылка  |
|---|---|
| Онлайн – справочная система Майкромайн. | <a href="https://webhelp.micromine.com/mm/22.5/Russian/Content/IDH_SPLASH.htm">https://webhelp.micromine.com/mm/22.5/Russian/Content/IDH_SPLASH.htm</a> |

## 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) Autodesk AutoCad 2015

2) NanoCad

3) ГГИС MICROMINE

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

|  |  |
|--|--|
| Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  |
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа                                      | Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий  |  |
| Учебные аудитории для промежуточной аттестации   |  |
| Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций                       | Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории,  |

## 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных и практических занятий, способствующее системному овладению материалом курса;
- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;
- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;
- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к лабораторным занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Методические рекомендации при подготовке к практическим занятиям.

Для повышения эффективности проведения практических занятий необходимо учитывать все рекомендации по подготовке к ним, которые даются преподавателем в начале каждого модуля (формулируются соответствующие задания, проблемно-ориентированные вопросы, представляются рекомендации по методике организации различных форм проведения занятий и т.д.). Определенные формы и методы работы на занятиях требуют дополнительной самостоятельной подготовки студентов (например, проектирование по заданным темам лабораторных работ в случае, если студент не успевает освоить необходимый объем во время занятия и т.д.). Поэтому необходимо фиксировать все рекомендации преподавателя по подготовке к занятиям.

Для эффективного освоения материала дисциплины в ходе практических занятий необходимо выполнение следующих требований:

- четко понимать цели предстоящих занятий (предварительно формулируются преподавателем);
- владеть навыками поиска, обработки, адаптации и презентации необходимого материала;
- уметь четко формулировать и отстаивать собственный взгляд на рассматриваемые

- проблемные вопросы, который необходимо подкреплять адекватной аргументацией;
- уметь выделять и формулировать противоречия по рассматриваемым проблемам, понимая их источники;
  - владеть навыками публичного выступления (логично, ясно и лаконично излагать свои мысли; адекватно оценивать восприятие и понимание слушателями представляемого материала; отвечать на задаваемые вопросы; приводить адекватные и убедительные аргументы в защиту своей позиции и т.д.);
  - уметь критически оценивать собственные знания, умения и навыки в динамике в сравнении с таковыми у других, с целью раскрытия дополнительных возможностей их развития;
  - при подготовке к занятиям обязательно изучить рекомендуемую литературу;
  - оценить различные точки зрения на проблемные вопросы нескольких исследователей, а не ограничиваться рассмотрением позиции одного автора;
  - при формулировке собственной точки зрения предусмотреть убедительную ее аргументацию и возможность возникновения спорных ситуаций;
  - владеть навыками работы в команде (при выполнении определенных заданий, предполагающих работу в микрогруппах, при проведении ролевых игр, дискуссий и т.д.).

Разработчик/группа разработчиков:  
Юрий Михайлович Овешников

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.