Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Разработки месторождений полезных ископаемых»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №12 от 11 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МОДЕЛИРОВАНИЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Подземная разработка рудных месторождений

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Снетков Вячеслав Иванович
Дата подписания: 08.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Тальгамер Борис
Леонидович
Дата подписания: 11.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лысков
Владимир Мефодьевич
Дата подписания: 08.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Моделирование рудных месторождений полезных ископаемых» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ДК-1 Способность осуществлять деятельность, находящуюся за пределами основной профессиональной сферы	ДК-1.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ДК-1.1	Способен принимать участие во внедрении ГГИС (Micromine, Geovia, Surpac и др.) при моделировании и оптимизации параметров рудных месторождений полезных ископаемых	Знать состав, назначение геологического, горного и других модулей, а также их возможности; процедуру и основные этапы создания моделей рудных месторождений и проектирования горных работ Уметь создавать проекты, импортировать данные, создавать базы данных, обеспечивающих целевое применение входящих в ГГИС модулей; моделировать рудные месторождения, считать объёмы и запасы Владеть встроенным в ГГИС инструментарием для моделирования и редактирования

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Моделирование рудных месторождений полезных ископаемых» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Информационные технологии», «Инженерная и компьютерная графика», «Компьютерное моделирование горных работ», «Общая геология», «Основы инженерной геодезии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Проектирование рудников», «Цифровые модели процессов подземных горных работ», «Производственная практика: технологическая практика», «Производственная практика : преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---

	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Тема 1 ГГИС. Тема 1.1. Интерфейс программы. Проект. Импорт данных. Базы данных.	1	2			1	4	3	10	Просмотр
2	Тема 1 ГГИС. Тема 1.2: Визуализация данных разведки и опробования	2	2			2	4			Просмотр
3	Тема 1 ГГИС. Тема 1.3 работа с файлами CAD/ГИС/GPS, растровыми изображениями	3	2			3	4	4	20	Просмотр
4	Тема 2. Интерпретация данных и работа со строками. Тема 2.1. Оконтурирование тел	4	2			4	4			Просмотр
5	Тема 2.2 Интерпретация	5	2			5	4			Просмотр

	данных и работа со строками. Тема 2.3. Оконтуривание тел									
6	3 Работа с каркасами. Тема 3.1. Создание и редактирование каркасных моделей	6	2			6	4			Просмотр
7	Тема 4 Блочное моделирование и оценка запасов. Тема 4.1. Создание цифровых блочных моделей и оценка запасов разными методами.	7	2			7	4	2, 5	10	Отчет
8	Тема 5. Работа с модулем "Статистика"	8	2			8	4	1	20	Просмотр
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				32		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Тема 1 ГГИС. Тема 1.1. Интерфейс программы. Проект. Импорт данных. Базы данных.	Понятие "Проект", создание, подключение, удаление, переименование проекта; интерфейс; типы внутренних данных, импорт данных; создание новых файлов данных, проверка; создание базы данных и её верификация.
2	Тема 1 ГГИС. Тема 1.2: Визуализация данных разведки и опробования	Настройки окон Визекс. Визуализация базы данных. Работа с формами диалогового окна, менеджер набора форм. Редактор числовых и текстовых наборов цветов, штриховок.
3	Тема 1 ГГИС. Тема 1.3 работа с файлами CAD/ГИС/GPS, растровыми изображениями	Импорт файлов CAD/ГИС/GPS. Построение цифровых моделей поверхности. Наложение поверхностей на ЦМП. Импорт и привязка растровых изображений.
4	Тема 2. Интерпретация данных и работа со строками. Тема 2.1. Оконтуривание тел	Понятие "строка". Инструменты и примеры редактирования строк. Создание полилиний и построение осевых линий разрезов. Построение разрезов. Создание контрольного файла разрезов.
5	Тема 2.2 Интерпретация данных и работа со строками. Тема 2.3. Оконтуривание тел	Выделение рудных интервалов разными способами, в том числе по требованиям ГКЗ. Интерпретация рудного тела по разрезам, режимы привязки и создания разветвляющихся контуров.
6	3 Работа с каркасами.	Знакомство с инструментами триангуляции.

	Тема 3.1. Создание и редактирование каркасных моделей	Методика каркасного моделирования, проверки, редактирования, присвоения данных, кодировка рядовых проб, усечение ураганных проб в файле опробования . Предварительная оценка объемов и запасов.
7	Тема 4 Блочное моделирование и оценка запасов. Тема 4.1. Создание цифровых блочных моделей и оценка запасов разными методами.	. Основные понятия блочного моделирования. Субблоки. Выбор размеров блоков. Расчет трехмерных координат для файлов интервалов. Присвоение атрибутов. Создание композитных интервалов вдоль скважин. Основные понятия блочного моделирования. Субблоки. Выбор размеров блоков. Оценка запасов методом обратных расстояний (МОР), создание отчета, сопоставление запасов по каркасу и МОР. Визуализация цифровой блочной модели (ЦБМ). Создание полной блочной модели. Оценка запасов геостатистическим методом.
8	Тема 5. Работа с модулем "Статистика"	Изучение состава модуля "Статистика". Построение и работа с гистограммами. определение естественного борта, ураганной пробы, работа с популяциями, разделение данных. Основы геостатистики. Вариограммы.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Создание проекта. Интерфейс ГГИС. Импорт числовых и текстовых данных. Создание новых файлов данных. Изменение структуры файлов. Проверка данных.	4
2	Визуализация базы данных в трехмерной среде. Менеджер наборов форм. Редактор числовых и текстовых наборов цветов, штриховок. Редактор символьных наборов. Фильтры.	4
3	Импорт файлов CAD/ГИС/GPS/GLONASS. Построение цифровой модели поверхности (ЦМП) и изолиний. Привязка аэрофотоснимка к ЦМП,	4
4	Инструменты для построения разрезов. Ортогональные, косые разрезы. Разрезы по полилинии. Сохранение разрезов.	4
5	Оконтуривание тел золоторудного месторождения. Построение тектонических нарушений.	4
6	Инструменты триангуляции. Способы	4

	построения каркасных моделей. Построение каркасов по стрингам (контурам) рудных тел. Верификация каркаса.	
7	Оценка содержаний методом обратных расстояний (МОР). Создание отчета по запасам.	4
8	Состав и функции модуля "Статистика". Элементарная статистика. Гистограммы. Выбор закона распределения. Определение природного борта, границы ураганных проб. Выделение популяций.	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	20
2	Подготовка к зачёту	6
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	10
4	Расчетно-графические и аналогичные работы	20
5	Решение специальных задач	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Метод проектов (project-based learning) — работа над индивидуальным или групповым проектом по заданной теме, в процессе которой слушатели осуществляют самостоятельный сбор данных, учатся ими пользоваться, развивают исследовательские навыки и системное мышление.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Снетков В.И. Математическое моделирование месторождений полезных ископаемых : учебное пособие для вузов по направлению подготовки (специальности) "Горное дело" (специализация "Маркшейдерское дело") / А. В. Загибалов, В. И. Снетков, 2015. - 305 с.
2. Компьютерные технологии подсчета запасов : методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 21.05.02 / С.-Петербург. гор. ун-т, Каф. геологии и разведки месторождений полез. ископаемых, 2018. - 99 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студентов включает:

1. Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам). Заключается в изучении методических указаний к работам и рекомендуемых учебных пособий. Во время внеаудиторной самостоятельной работы студенты получают навыки работы с технической литературой, планирования экспериментов.

2. Решение специальных задач. Выполняются в компьютерном зале графо-аналитические работы по созданию баз данных, построению разрезов и оконтуриванию рудных тел, построению каркасов, блочных моделей и их проверке, подготовке электронных моделей, рисунков, чертежей на печать.
3. Проработка отдельных разделов теоретического курса. Проводится индивидуально по конспектам лекций, рекомендованной основной и дополнительной литературе.. При самостоятельном изучении материала рекомендуется составление словарей основных терминов и понятий по главным разделам дисциплины.
4. Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам. Заключается в изучении действующих стандартов ИРНТУ и инструкций по составлению и оформлению графики, в составлении схем, рисунков, таблиц и т.д. Защита отчета проводится в виде собеседования по основным положениям работы и ответами на вопросы.
5. Подготовка к сдаче и защита отчетов. Повторяется пройденный лекционный материал. Производится заключительная проверка созданного проекта, начиная от базы данных до файлов чертежей. База данных записывается на диск.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Просмотр

Описание процедуры.

На лекции студент записывает основные теоретические положения, а затем повторяет практические действия, выполняемые преподавателем в интерактивном режиме. В случае ошибочных действий, непонимания или отставания и, как следствие, затруднений в продолжении работы, он выполняет требуемые действия под непосредственным руководством преподавателя.

Пример задания: Оконтурить пласты на разрезе с учетом кондиций и литологии и методических рекомендаций по подсчету запасов.

Критерии оценивания.

В результате индивидуальных или совместных действий должен быть получен корректный результат.

6.1.2 семестр 6 | Отчет

Описание процедуры.

Скрин-шоты основных форм Визекс с пояснениями по каждой лабораторной или практической работе.

Пример задания:

Визуализация данных

Задача состоит в том, чтобы построить в трёхмерном пространстве модели разведочных выработок с нанесёнными на них интервалами опробования и значениями содержаний

полезного компонента.

Для удобства и наглядности есть смысл выделить цветом значения проб с содержанием, превышающим бортовое, принятое в данной работе равным 0.2 г/т.

Для этого создаём набор цветов: Сервис – Наборы цветов – Числовые

Вводим значение содержания, по которому будут разделяться пробы и определяем цвет для проб ниже 0.2 г/т (оставим его чёрным) и выше этого значения (красный).

Обязательно сохраняем набор цветов.

Теперь можно выводить на экран скважины. Для этого воспользуемся инструментами Визекса – они расположены слева от основного рабочего поля программы. Вначале используем «Траектории скважин/борозд». В появившемся окне можно сделать разнообразные настройки отображения скважин, однако нам сейчас интересны только три вкладки: «Данные ввода» - основная вкладка, в которой указывается база данных и настраивается прорисовка траектории, «Устья» - здесь отмечаем, что устья необходимо показывать и выбираем для этого соответствующий символ, «Название выработок» - указываем, что название должно показываться и настраиваем его расположение относительно устья скважины, в данном случае по центру. Запускаем.

На экране появляются скважины, построенные программой в 3D пространстве с учётом инклинометрии.

Критерии оценивания.

Отчет должен быть оформлен в соответствии со стандартом ИРНИТУ, в соответствии с заданием и вариантом. Оценки: зачет /зачет.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ДК-1.1	<p>Зачтено.</p> <p>Полностью выполнен проект карьера, рассчитаны его оптимальные оболочки и представлен отчет. Твердо знает материал, уверенно работает в проекте с инструментами моделирования, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет инструменты создания и редактирования каркасов карьеров, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.</p> <p>Не зачтено.</p> <p>Не закончен проект или не знает значительной части программного обеспечения, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет</p>	<p>Просмотр</p> <p>Отчет</p> <p>Зачет</p>

	практические действия по моделированию месторождения.	
--	---	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Для сдачи зачета по дисциплине студент должен иметь при себе: а) зачетку, б) законченный проект и проверенный отчет по выполненным лабораторным и практическим работам, в) собственные скриншоты, которыми при подготовке в аудитории при необходимости он сможет воспользоваться.

При сдаче зачета студент получает табличные данные в EXCEL (координаты устьев скважин, инклинометрия, литология, опробование).

Студенты, имеющие задолженность по лабораторным/практическим работам (проект не закончен) к зачету не допускаются. Им предоставляется возможность закончить проект на месте, продемонстрировать преподавателю результат, после чего преподавателем принимается решение о зачете.

Пример задания:

Ниже приводится примерный перечень вопросов, которые можно решить в процессе сдачи зачета.

1. Создание проекта, включающего:
 - a. Импорт данных, создание и верификация баз данных
 - b. Построение топографических поверхностей, траекторий скважин, борозд, шурфов, канав, а также их меток.
 - c. Оконтуривание рудных тел, жил, зон по разведочным линиям (с учетом морфологии, литологии, сортов, кондиций).
 - d. Создание файла контуров.
 - e. Блокировка запасов.
 - f. Каркасное моделирование.
 - g. Отчет по каркасу.
 - h. Статистический анализ в модуле «Статистика» с учетом установленных законов распределения.
 - i. Выделение доменов и определение их числовых характеристик.
 - j. Присвоение атрибутов каркасам.
 - k. Обоснование способа интерполяции данных.
 - l. Создание блочных цифровых моделей для каркасов в целом и по блокам.
 - m. Подготовка файла отчета по запасам

Руководителем проектирования могут быть поставлены дополнительные задачи.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Полностью выполнен проект и представлен отчет. Твердо знает материал, уверенно работает в проекте с	Не закончен проект или не знает значительной части программного обеспечения, допускает существенные

инструментами моделирования, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы
--	--

7 Основная учебная литература

1. Компьютерные технологии подсчета запасов : методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 21.05.02 / С.-Петерб. гор. ун-т, Каф. геологии и разведки месторождений полез. ископаемых, 2018. - 99.
2. Снетков В. И. Математика. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / В. И. Снетков, 2003. - 105.
3. Снетков В. И. Математическая статистика в горном деле : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Горное дело" / В. И. Снетков, 2009. - 183.
4. Загибалов А. В. Математическое моделирование месторождений полезных ископаемых : учебное пособие для вузов по направлению подготовки (специальности) "Горное дело" (специализация "Маркшейдерское дело") / А. В. Загибалов, В. И. Снетков, 2015. - 305.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Каждан А. Б. Разведка месторождений полезных ископаемых / А. Б. Каждан, 1982. - 376.
2. Каждан А. Б. Математические методы в геологии : учебник для геологических специальностей / А. Б. Каждан, О. И. Гуськов, 1990. - 250.
3. Каждан А. Б. Основы классификации запасов полезных ископаемых, детальность и точность их подсчета : учебное пособие по курсу "Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых" для студентов геологоразведочных факультетов МГРИ / А. Б. Каждан, 1968. - 40.
4. Федотов Г. С. Объемное цифровое моделирование геологических тел в процессе разведки : учебное пособие / Г. С. Федотов, Г. С. Январев, 2021. - 168.
5. Смит Джон М. Математическое и цифровое моделирование для инженеров и исследователей / Джон М. Смит, 1980. - 271.
6. Букринский В. А. Геометрия недр : учеб. для вузов по специальности "Маркшейд. дело" направления подгот. дипломир. специалистов "Горн. дело" / В. А. Букринский, 2002. - 548.
7. Калинин. Геометрия недр : учебник для вузов по направлению подготовки (специальности) "Горное дело" (специализация "Маркшейдерское дело"). Ч. 1 : Теоретические основы геометрии недр, 2014. - 354.

8. Калининко. Геометрия недр : учебник для вузов по направлению подготовки (специальности) "Горное дело" (специализация "Маркшейдерское дело"). Ч. 3 : Прикладные задачи геометрии недр, 2014. - 346.

9. Калининко. Геометрия недр : учебник для вузов по направлению подготовки (специальности) "Горное дело" (специализация "Маркшейдерское дело"). Ч. 2 : Геометризация форм, структур и свойств полезных ископаемых, 2014. - 221.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows XP Professional 32 bit SP2_для ВРТНК
2. Microsoft Windows Seven Professional [1x1000] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [5x200])-поставка 2010
3. Microsoft Windows Professional 8 Russian
4. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ООО "Азон"
5. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"
6. Microsoft Office Professional Plus 2013
7. MICROMINE (8 модулей) 2009
8. Геомикс
9. МАЙНФРЭЙМ

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Копировальный аппарат Kyocera TASKalfa 180
2. Сканер Mustek PI/A3 ScanExpress A3 USB 1200Pro
3. жалюзи
4. Компьютер ATX P4-630/1Gb/160/256/DVD/кл/мышь/LCD 17 Samsung
5. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП

6. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
7. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
8. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
9. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
10. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
11. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
12. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
13. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
14. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
15. Мультиим.проектор "BenQ MW621ST" с экраном
16. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
17. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
18. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
19. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
20. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
21. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
22. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
23. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
24. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
25. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
26. Доска аудиторная ДА-1
27. Коммутатор "D-Link DES-1008d-pro"