

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

Структурное подразделение «Сибирская школа геонаук»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании ДЮТ
Протокол №29 от 10 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ»

Специальность: 21.05.02 Прикладная геология

Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Квалификация: Горный инженер-геолог

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Аузина Лариса Ивановна
Дата подписания: 29.07.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ланько Анна
Викторовна
Дата подписания: 02.09.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Данилова Мария
Александровна
Дата подписания: 30.07.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Математические методы моделирования в геологии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-10 Способен планировать, проектировать, организовывать геологоразведочные и горные работы, вести учет и контроль выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства, оперативно устранять нарушения производственных процессов	ОПК-10.2
ОПК-16 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-16.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-10.2	Осуществляет анализ оперативных и текущих показателей производств, обосновывает предложения по совершенствованию организации производства, оперативно устраняет нарушения производственных процессов	Знать задачи и специфику математического моделирования процессов и объектов при проведении разведки и геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых, содержание главных геологических наук, их задачи, принципы, требования промышленности к полноте изучения геологических объектов, причины геологических процессов, основные методы выявления и анализа природы факторов риска Уметь проводить библиографический поиск по заданной тематике, систематизировать и обобщать различную информацию комплекса методов, собирать и обрабатывать фондовую и опубликованную геологическую, геохимическую, геофизическую, гидрогеологическую, инженерно-геологическую,

		<p>эколого- геологическую, техническую информацию для различных целей, тенденции развития геологических наук с использованием достижений смежных наук, уметь использовать современные компьютерные технологии, методы математического моделирования и цифровой обработки информации</p> <p>Владеть современными компьютерными технологиями, методами математического моделирования и цифровой обработки информации;</p> <p>обобщения фондовых материалов; наблюдений, описания и обработки информации на разных стадиях геологоразведочных работ, навыками свободного обращения с базовыми программами сбора, хранения и обработки информации.</p>
ОПК-16.2	Использует знания современных информационных технологий для понимания принципов работы современных информационных технологий и решения связанных с этим проблем	<p>Знать задачи и специфику математического моделирования процессов и объектов при проведении разведки и геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых, содержание главных геологических наук, их задачи, принципы, требования промышленности к полноте изучения геологических объектов, причины геологических процессов, основные методы выявления и анализа природы факторов риска</p> <p>Уметь проводить библиографический поиск по заданной тематике, систематизировать и обобщать различную информацию</p>

		<p>комплекса методов, собирать и обрабатывать фондовую и опубликованную геологическую, геохимическую, геофизическую, гидрогеологическую, инженерно-геологическую, эколого- геологическую, техническую информацию для различных целей, тенденции развития геологических наук с использованием достижений смежных наук, уметь использовать современные компьютерные технологии, методы математического моделирования и цифровой обработки информации</p> <p>Владеть современными компьютерными технологиями, методами математического моделирования и цифровой обработки информации;</p> <p>обобщения фондовых материалов; наблюдений, описания и обработки информации на разных стадиях геологоразведочных работ, навыками свободного обращения с базовыми программами сбора, хранения и обработки информации.</p>
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Математические методы моделирования в геологии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Общая геология», «Основы кристаллографии, минералогии и петрографии», «Историческая геология с элементами палеонтологии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Геотектоника и основы региональной геологии», «Производственная практика: производственно-технологическая 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	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	24	24
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

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	Моделирование как метод познания в геологии	1	2	1	2					Устный опрос
2	Математические модели геологических объектов	2	2	2	2					Устный опрос
3	Принципы системного подхода	3	2	3, 4	6					Устный опрос
4	Факторы, определяющие выбор и эффективность использования математических методов	4	2	5	2					Устный опрос
5	Аналитические методы исследование математических моделей	5	2					3	6	Устный опрос
6	Методы исследование математических	6	2							Устный опрос

	моделей. Одномерные статистические модели.									
7	Методы исследование математических моделей. Двумерные статистические модели.	7	2	6, 7	4			1	6	Устный опрос
8	Методы исследование математических моделей. Многомерные статистические модели.	8	2	8, 9, 10, 11, 12	16			2, 4	12	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		32				60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Моделирование как метод познания в геологии	Моделирование как метод познания в геологии. История развития науки. Моделирование как метод познания природных процессов. Методы моделирования в геологии. Основные понятия. Особенности использования методов математического моделирования в геологии.
2	Математические модели геологических объектов	Принципы и методы геолого-математического моделирования. Виды моделирования. Типы геолого-математических моделей. Детерминированные и вероятностные модели.
3	Принципы системного подхода	Системный подход в моделировании геологических объектов. Суть метода. Принципы схематизации геолого-гидрогеологических условий
4	Факторы, определяющие выбор и эффективность использования математических методов	Влияние типа геологической задачи на выбор математической модели. Влияние свойств геологических объектов на выбор и эффективность использования математических методов. Влияние методики изучения геологических объектов на выбор и эффективность использования математических методов. Роль геологического анализа при выборе геолого-математической модели.
5	Аналитические методы исследования	Аналитические методы исследования моделей. Основой - выявление и вычленение из совокупности факторов, определяющих

	математических моделей	исследуемый геологический объект, одного или группы факторов, являющихся основополагающими (системообразующими). Исследование выполняется при введении ограничений на изменения группы факторов (нормирование). Анализ проводится, как правило, для простых, шкалированных показателей. Однако, нормироваться могут и отдельные сложные (понятийные) факторы.
6	Методы исследование математических моделей. Одномерные статистические модели.	Одномерные статистические модели. Сущность и условия применения одномерной статистической модели. Условия массовости и случайности. Основные геологические задачи, решаемые методом одномерной статистики. Оценка неизвестных параметров геологического объекта. Статистическая проверка гипотезы. Корреляционный и ковариационный анализы.
7	Методы исследование математических моделей. Двумерные статистические модели.	Двумерные статистические модели. Основные понятия теории вероятности. Стохастические (вероятностные) связи.
8	Методы исследование математических моделей. Многомерные статистические модели.	Многомерные статистические модели. Методы их исследования. Метод множественного регрессионного анализа. Метод главных компонент. Метод кластерного анализа.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Схематизация геологических объектов различного типа	2
2	Исследование статистических одномерных моделей с помощью программы «Excel»	2
3	Исследование детерминированных моделей методом логарифмирования и антилогарифмирования	3
4	Исследование детерминированных моделей методом конечных разностей.	3
5	Обработка результатов режимных наблюдений за гидродинамическим режимом подземных вод.	2
6	Статистический анализ двумерных моделей	2
7	Составление уравнения регрессии и прогноз зависимых переменных	2

8	Построение корреляционных и ковариационных зависимостей. Прогноз величин по уравнению регрессии. Проверка достоверности результатов.	4
9	Метод наименьших квадратов	2
10	Работа в программном комплексе Surfer	3
11	Работа в программном комплексе NanoCAD	3
12	Работа в программном комплексе Ansdimat	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	6
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	6
3	Проработка разделов теоретического материала	6
4	Создание математических и графических моделей процессов	6

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: методы обучения: дискуссия, работа в команде, кейс-технологии

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Аузина Л.И. Методы математического моделирования в геологии: методические указания по выполнению лабораторных и самостоятельных работ [электронный ресурс: эл.библиотека ИРНИТУ //lib.istu.edu er-16591]. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2018.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

- 1.Функциональные возможности Golden Software Surfer, используемые при решении задач геофизики, геологии, геоэкологии: учебное пособие / А. В. Ланько [и др.], 2011. - 75 с.
- 2.Лантух, Альберт Иванович. Введение в AutoCAD, версии 12,13: [В 2кн.] : учеб. пособие. Кн. 2 / Альберт Иванович Лантух, Евгений Вадимович Высокович, 1997. - 351 с.
3. Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии.
<http://www.twirpx.com/file/156140/>
4. Грановская Н. В. Математические методы моделирования в геологии
<http://dbs.sfedu.ru/www/>

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 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос с использованием интерактивных методов: работы в команде и дискуссии

Критерии оценивания.

- активное участие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 10 баллов,
- не активное участие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 5 баллов,
- неучастие участие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 0 баллов.

6.1.2 семестр 8 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Составление отчета в виде презентации в программе PowerPoint

Критерии оценивания.

- активное участие в командной работе при защите отчета по лабораторной работе 10 баллов,
- не активное участие в командной работе при защите отчета по лабораторной работе 5 баллов,
- неучастие участие в командной работе при защите отчета по лабораторной работе 0 баллов.

6.1.3 семестр 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос с использованием интерактивных методов: работы в команде и дискуссии

Критерии оценивания.

- активное участие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 10 баллов,
- не активное участие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 5 баллов,
- неучастие участие в командной работе и дискуссии при обсуждении тем раздела 0 баллов.

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
----------------------------------	---------------------	---

ОПК-10.2	Знание принципов создания баз данных и основных методов обработки исходной информации с привлечением стандартных и специализированных программ. Освоение математического аппарата, программного обеспечения и компьютерных технологий, используемых в настоящее время при построении и анализе геолого-гидрогеологических моделей	Устное собеседование по теоретическим вопросам
ОПК-16.2	Знание принципов создания баз данных и основных методов обработки исходной информации с привлечением стандартных и специализированных программ. Освоение математического аппарата, программного обеспечения и компьютерных технологий, используемых в настоящее время при построении и анализе геолого-гидрогеологических моделей	Устное собеседование по теоретическим вопросам

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

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

6.2.2.1.1 Описание процедуры

1. Для сдачи экзамена по дисциплине студент должен иметь при себе: а) зачетку, б) все отчеты (презентации) по выполненным лабораторным работам, в) распечатанный список вопросов, г) ручку и два листа чистой бумаги, г) собственные лекции, которыми при подготовке в аудитории при необходимости он сможет воспользоваться, их наличие и полнота будут учитываться при вынесении решения преподавателем.
2. При сдаче экзамена студент получает два задания – одно из списка вопросов, другое в виде теста.
3. Студенты, имеющие задолженность по лабораторному практикуму, получают дополнительные вопросы.

Пример задания:

1. Принципы проведения научных исследований:
 1. Последовательности приближений
 2. Наименьших материальных и трудовых затрат
 3. Полноты исследований
 - 4 (дополнить)
2. Для обработки качественной информации используются методы
 1. статистические
 2. многомерного анализа

3. логические
3. Метод конечных разностей относится к
 1. статистическим методам
 2. аналитическим методам
4. Коэффициент корреляции является характеристикой
 1. двухмерной статистики
 2. одномерной статистики
3. многомерной статистики
4. используется во всех случаях
(выбрать правильные ответы)
5. Классификацию геологических объектов возможно выполнить методами кластерного анализа главных компонент двухмерной статистики конечных разностей
(выбрать правильные ответы).

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
более 60 баллов	45-60 баллов	25-45 баллов	менее 25 баллов

7 Основная учебная литература

1. 1. Каждан А. Б. Математические методы в геологии : учебник для геологических специальностей / А. Б. Каждан, О. И. Гуськов, 1990. - 250 с.
<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-21886.pdf>
2. Гуськов Олег Иванович. Математические методы в геологии : сборник задач: учебное пособие геологических специальностей / Олег Иванович Гуськов, Петр Иванович Кушнарев, Сергей Михайлович Таранов, 1991. - 204 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-23045.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Каждан Алексей Борисович. Математическое моделирование в геологии и разведке полезных ископаемых : учеб. пособие для геол. специальностей вузов / А. Б. Каждан, О. И. Гуськов, А. А. Шиманский, 1979. - 168 с.
<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-23045.pdf>
2. Поротов Г. С. Математические методы моделирования в геологии [Текст] : учеб. для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Геология и разведка полез. ископаемых" ... / Г. С. Поротов, 2006. - 222 с.
<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-23045.pdf>
3. Р.С. Кононов, О.Н.Толстихин, М.С.Галицин, В.Н.Островский, Л.А.Островский, Л.Г.Соколовский, Р.С.Шахнова, Е.М.Фадеева. Методические рекомендации по составлению и подготовке к изданию Государственной гидрогеологической карты СССР масштаба 1:200 000. М.: ВСЕГИНГЕО, 1985. 83с.
4. А.В. Туров, А.О. Андрухович. Геологическая карта и разрезы к ней. Методическое руководство, 2014г. // https://yungeo.ru/olympics/competitions/geol_razrez/geol_razrez-mp.pdf

5. В. Д. Вознесенский, Г. Л. Добрецов, А. М. Маревичев и др. Основные требования к содержанию и оформлению обязательных геологических карт масштаба 1:50 000 (1:25 000). Л. «Недра», 1977. 119 с.+ 7 вкл. (М-во геологии СССР). Недра, Ленинград, 1977 г., 119 стр. // <http://www.geokniga.org/books/3121>

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. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.