

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

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

Горный факультет

Кафедра Прикладной геологии и технологии геологической разведки

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Горный факультет

Авдеев Павел Борисович

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.36 Математические методы моделирования в геологии  
на 72 часа(ов), 2 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 21.05.02 - Прикладная геология

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. №\_\_\_

Профиль – Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных  
ископаемых (для набора 2023)

Форма обучения: Очная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

изучить особенности геологических образований и процессов, как объектов математического исследования и моделирования; научить решать задачи гидрогеологического и инженерно-геокриологического прогнозирования с применением математических методов.

Задачи изучения дисциплины:

научить использовать статистические методы для обработки числовых результатов наблюдений; сформулировать общие представления о методах классификации геологических объектов; дать основные сведения о методах математического моделирования гидрогеологических и инженерно-геологических объектов.

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

Дисциплина «Математические методы моделирования в геологии» относится к обязательной части. Изучение курса требует прочных знаний математики, информатики, геологии, основ гидрогеологии и основ инженерной геологии. Курс «Математические методы моделирования в геологии» читается в 5 семестре. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины: ОПК-12.

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы), 72 часов.

Виды занятий	Семестр 5	Всего часов
Общая трудоемкость		72
Аудиторные занятия, в т.ч.	34	34
Лекционные (ЛК)	17	17
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	17	17
Лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	38	38
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0

Курсовая работа (курсовой 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-12	<p>ОПК-12.1. Знает психологические особенности работы в составе группы; средства и методы научного поиска, приборы и средства для получения нового знания при изучении объектов профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-12.2. Умеет самостоятельно или в составе группы решать научные геологические задачи; проводить исследования, реализуя специальные средства и методы для получения нового знания</p> <p>ОПК-12.3. Владеет основными методами получения нового знания в области геологии, гидрогеологии и инженерной геологии; опытом самостоятельного или в составе группы участия в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов</p>	<p>Знать: принципы и методы математического моделирования в геологии; точечные и интегральные оценки свойств объектов; статистическую проверку гипотез, корреляционный анализ; применение уравнений регрессии в различных сферах, многомерные статистические модели, анализ образов; геологические поля, как поля пространственных переменных; факторы, определяющие выбор и эффективность использования математических методов в геологии; компьютерный анализ геоинформации</p> <p>Уметь: формулировать гидрогеологические и инженерно-геологические задачи в виде, пригодном для их решения математическими методами и выбирать наиболее эффективные методы их решения; устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по геологии</p> <p>Владеть: методами математической обработки, анализа и синтеза полевой, лабораторной гидрогеологической</p>

		и инженерно-геологической информации; навыками моделирования изменчивости свойств геологических объектов; навыками преобразования геологической информации, при помощи программных средств, для последующего математического моделирования
--	--	--

### 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 Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Математические модели в геологии	Цель, задачи, принципы и основные методы математического моделирования в геологии. Математические модели. Основные понятия и определения. Основы теории вероятности. Статистические характеристики и законы распределений случайных величин	22	2	0	6	14
2	2.1	Статистические модели в геологии	Одномерные статистические модели. Двумерные статистические модели. Многомерные статистические модели	18	6	0	4	8
3	3.1	Моделирование пространственных переменных	Геологические объекты как поля пространственных переменных.	11	3	0	0	8

			Математическое моделирование пространственных геологических закономерностей.					
4	4.1	Использование корреляционных связей для прогнозирования свойств геологических объектов	Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Факторы, определяющие выбор и эффективность использования математических методов в геологии	21	6	0	7	8
Итого				72	17	0	17	38

### 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	Цель, задачи, принципы и основные методы математического моделирования в геологии	Специфика геологических образований и процессов, как объектов изучения. Элементы неоднородности геологических объектов и изменчивость их свойств. Выборочный метод изучения недр. Схемы опробования и шкалы измерений в геологии. Погрешности измерения и погрешности аналогии. Моделирование как средство познания в геологии. Принципы и методы математического моделирования в геологии	1
	1.1	Математические модели. Основные понятия и определения	Понятие о математической модели. Разновидности математической модели. Этапы математического моделирования. Типы задач, решаемые с помощью математического моделирования. Понятие о геолого-математическом моделировании свойств геологических объектов. Принципы и методы геолого-математического моделирования. Геологические совокупности: изучаемая,	1

			опробуемая, выборочная Место и роль математических методов моделирования в процессе изучения геологических объектов и процессов	
2	2.1	Одномерные статистические модели	Условия применения одномерных статистических моделей в геологии. Статистические законы распределения, используемые в геологии. Точечные и интервальные оценки свойств геологических объектов. Статистическая проверка геологических гипотез. Область применения параметрических и непараметрических критериев согласия. Анализ однородности выборочных геологических совокупностей. Дисперсионный анализ в геологии	2
	2.1	Двумерные статистические модели	Условия применения двумерных статистических моделей в геологии. Характер зависимостей между свойствами геологических объектов. Графические способы изучения зависимостей в геологии: точечные диаграммы, параллельные схематические диаграммы, эмпирические линии регрессии. Статистические характеристики системы двух случайных величин: коэффициенты линейной и ранговой корреляции, корреляционные отношения, уравнения регрессии	2
	2.1	Многомерные статистические модели	Условия применения многомерных статистических моделей: матрицы коэффициентов парной корреляции, коэффициенты частной и множественной корреляции. Уравнения множественной регрессии. Задачи классификации и распознавания образов в геологии	2
3	3.1	Геологические объекты как поля пространственных переменных	Геологические, геохимические и геофизические поля пространственных переменных. Элементы неоднородности и анизотропия геологических полей. Закономерная и случайная	1

			составляющие изменчивости геологических объектов. Тренд-анализ: фон, аномалия и поверхность тренда	
	3.1	Математическое моделирование пространственных геологических закономерностей	Трансформация геологических полей. Градиенты и энтропия. Моделирование дискретных случайных полей. Проверка гипотезы о случайном расположении точечных геологических объектов. Горно-геометрические модели	2
4	4.1	Корреляционный анализ	Корреляционные зависимости между двумя случайными величинами. Проверка гипотез о наличии корреляционной связи. Применение корреляционного анализа для проверки геологических гипотез	2
	4.1	Регрессионный анализ	Использование уравнений регрессии для предсказания свойств геологических объектов. Применение многомерного корреляционного анализа и уравнений множественной регрессии для проверки геологических гипотез и предсказания свойств геологических объектов	2
	4.1	Факторы, определяющие выбор и эффективность использования математических методов в геологии	Влияние типа геологической задачи на выбор математической модели. Свойства геологических объектов, определяющие эффективность применения методов математического моделирования. Способы снижения размерности геологических переменных. Влияние методики изучения геологических объектов на характер наблюдаемой изменчивости их свойств	2

### 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	Определение основных статических характеристик физико-механических свойств горных пород	Моделирование в геологии. Одномерные статистические модели. Определение моды, медианы, среднего значения	2
	1.1	Определение нормативных показателей удельного сцепления и угла внутреннего трения	Специфика геологических образований и процессов как объектов изучения. Этапы решения геологических задач математическими методами	2
	1.1	Установление расчетных показателей	Точечные и интервальные оценки свойств геологических объектов. Типы задач, решаемые с помощью математического моделирования	2
2	2.1	Выделение инженерно-геологических элементов	Принципы и методы геолого-математического моделирования. Проверка геологических гипотез. Уровень значимости. Статистические критерии	2
	2.1	Проверка возможности объединения двух инженерно-геологических элементов	Статистическая проверка геологических гипотез. Анализ однородности выборочных геологических совокупностей. Дисперсионный анализ в геологии	2
4	4.1	Проверка гипотез о наличии корреляционной связи	Основные числовые характеристики двумерного распределения случайных величин. Выборочная оценка коэффициента корреляции	2
	4.1	Составление уравнения регрессии для	Проверка гипотезы о наличии корреляционной связи. Применение уравнений регрессии в геологии.	5



	исследования взаимосвязи п оверхностного и подземного стока	Использование уравнений регрессии для предсказания свойств геологических объектов	
--	--	---	--

### 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	Математическое моделирование геологических объектов. Понятие о геологических объектах, их свойствах и выборочных методах изучения. История применения математических методов в геологии. Принципы математического моделирования, виды математических моделей, применяемых в геологии, примеры математических моделей	Подготовка электронных презентаций	2
	1.1	Источники геологических данных. Требования к выборке и способы отбора геологических данных. Погрешности измерений, классификации погрешностей. Способы и формы представления геологических данных	Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах	4
	1.1	Теория вероятностей. Понятие случайного события и вероятности. Понятие о достоверном, невозможном и случайном событиях. Частота, частость, вероятность появления	Реферативное изложение (написание реферата-конспекта, реферата-резюме, реферата-обзора)	4

		события. Закон распределения случайной величины и способы его задания. Параметры распределения случайной величины. Теоретические законы распределения случайной величины		
	1.1	Расчёт основных статистик выборки, анализ распределения, преобразование случайной величины, точечная оценка погрешности среднего значения, интервальная оценка математического ожидания случайной величины, выделение аномальных значений, выделение однородных совокупностей	Решение ситуационных задач	4
2	2.1	Статистический анализ и интерпретация геологических (стратиграфических, геохимических) данных	Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах	4
	2.1	Статистические характеристики системы двух случайных величин. Корреляционный и регрессионный анализы. Геологические приложения двумерной статистической модели	Выполнение домашних контрольных работ	2
	2.1	Многомерные статистические модели. Условия применения многомерных статистических моделей: матрицы коэффициентов парной корреляции, коэффициенты частной и множественной корреляции. Уравнения множественной	Реферативное изложение (написание реферата-конспекта, реферата-резюме, реферата-обзора, реферата-доклада)	2

		регрессии. Применение многомерного корреляционного анализа и уравнений множественной регрессии для проверки геологических гипотез и прогнозирования свойств геологических объектов		
3	3.1	Геологические объекты как поля пространственных переменных. Геологические, геохимические и геофизические поля пространственных переменных. Элементы неоднородности и анизотропия геологических полей. Закономерная и случайная составляющие изменчивости геологических объектов. Тренд-анализ: фон, аномалия и поверхность тренда. Способы сглаживания случайных полей	Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах	4
	3.1	Математическое моделирование пространственных геологических закономерностей. Гидрогеологические расчеты с использованием программы ANSDIMAT	Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах	4
4	4.1	Исследование связей между характеристиками механических свойств грунтов и показатели их состава, структуры и физического состояния	Решение ситуационных задач	4
	4.1	Прогнозирование свойств	Выполнение	2

		по уравнению регрессии, внутренний и внешний контроль химических анализов, оценка различия между геологическими объектами	исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах	
	4.1	Влияние типа геологической задачи на выбор математической модели. Свойства геологических объектов, определяющие эффективность применения методов математического моделирования. Способы снижения размерности геологических переменных. Влияние методики изучения геологических объектов на характер наблюдаемой изменчивости их свойств. Роль геологического анализа при геолого-математическом моделировании	Реферативное изложение (написание реферата-конспекта, реферата-резюме, реферата-обзора, реферата-доклада)	2

#### **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. Бочаров П.П. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 296 с.

2. Грешилов А. А. Математические методы принятия решений : учеб. пособие. - М. : МГТУ, 2006. - 584 с.

3. Михайлов Г.А. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло : учеб. пособие / Михайлов Г.А. , Войтишек А. В. - М. : Академия, 2006. – 368 с.

4. Самарский А. А. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры / Самарский А. А., Михайлов А. П. - 2-е изд., испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 320 с.

### 5.1.2. Издания из ЭБС

1. Иткин, Виктор Юрьевич. Моделирование геологических систем: Учебное пособие для вузов / Иткин В. Ю. - Москва : Юрайт, 2021. - 85 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/484926>. - ISBN 978-5-534-14889-3 :

2. Назаренко, В. С. Математические методы в гидрогеологии : учебное пособие для вузов. / Назаренко В. С. , Назаренко О. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2010. - 126 с. - ISBN 978-5-9275-0757-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927507573>

## 5.2. Дополнительная литература

### 5.2.1. Печатные издания

1. Васютнич Л.А. Математические методы моделирования в геологии: метод. указ. Разраб. Л.А. Васютнич. – Чита: ЧитГУ, 2008. – 26 с.

2. Введение в инженерное дело: учебное пособие / А.Г. Верхотуров, В.А. Бабелло, Л.А. Васютнич. - Чита: ЗабГУ, 2018. - 216 с.

3. Теория вероятностей и математическая статистика в задачах : учеб. пособие для вузов / В.А.Ватутин [и др.]. – М. : Дрофа, 2005. – 313 с. : ил.

4. Смолич, С.В. Решение горно-геологических задач методом «Монте-Карло» : учеб. пособие / С.В. Смолич, К.С. Смолич. – Чита : ЧитГУ, 2004. – 103 с. : ил.

5.

### 5.2.2. Издания из ЭБС

1. Васильчик, М. Ю. Методы математической статистики : учеб. пособие / Васильчик М. Ю. , Ковалевский А. П. , Шефель Г. С. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 88 с. - ISBN 978-5-7782-2811-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228115>

2. Федоткин, М. А. Модели в теории вероятностей / Федоткин М. А. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 608 с. - ISBN 978-5-9221-1384-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113847>

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

Название	Ссылка
Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань».	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>
Электронно-библиотечная система «Троицкий мост»	система	<a href="http://www.trmost.com">http://www.trmost.com</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	библиотека	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>
Энциклопедии Кирилла и Мефодия		<a href="http://megabook.ru">http://megabook.ru</a>
Словари и энциклопедии		<a href="https://dic.academic.ru">https://dic.academic.ru</a>
Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина		<a href="https://www.prilib.ru">https://www.prilib.ru</a>
Электронная библиотека учебников		<a href="http://studentam.net">http://studentam.net</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:

## 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, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для текущей аттестации	

## 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий.

Лекционные занятия предполагают систематизированное изложение основных вопросов

дисциплины. Они позволяют дать больший объем информации и обеспечить более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов при самостоятельном изучении материала. В ходе лекционных занятий, обучающимся рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Лабораторные занятия проводятся с целью углубления и закрепления теоретических знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала. В ходе подготовки к занятиям, обучающимся необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. На занятии – выполнить выданные преподавателем задания, продемонстрировать результаты. Самостоятельная работа студента проявляется в дополнительной работе во внеурочное время по выполнению практических заданий, а при возникновении вопросов – в обращении к ведущему преподавателю за консультациями. При выполнении самостоятельной работы необходимо использовать рекомендованные источники информации.

Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований: обязательное посещение всех лекционных и лабораторных занятий, способствующее системному овладению материалом курса; все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо конспектировать. 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 без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал.

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). Как правило, организация самостоятельной работы предполагает: постановку цели; составление соответствующего плана; поиск, обработку информации; представление результатов работы. Самостоятельная работа оценивается по результатам собеседования с оценкой качества усвоения и глубины проработки соответствующей темы.

Разработчик/группа разработчиков:  
Людмила Александровна Васютин

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

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