

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.37 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 – Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания (для  
набора 2022)

Форма обучения: Заочная

# 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 6	Всего часов
Общая трудоемкость		72
Аудиторные занятия, в т.ч.	10	10
Лекционные (ЛК)	4	4
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	6	6
Лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	62	62
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 заочной 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	19	1	0	0	18
2	2.1	Статистические модели в геологии	Одномерные статистические модели. Двумерные статистические модели. Многомерные статистические модели	15	1	0	2	12
3	3.1	Моделирование пространственных переменных	Геологические объекты как поля пространственных переменных.	15	1	0	2	12

			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	23	1	0	2	20
Итого				72	4	0	6	62

### 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	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, опробуемая, выборочная Место и роль математических методов моделирования в процессе изучения геологических объектов и процессов	1
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	1

			непараметрических критериев согласия. Анализ однородности выборочных геологических совокупностей. Дисперсионный анализ в геологии	
	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	1
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	1
4	4.1	Корреляционный анализ	Корреляционные зависимости между двумя случайными величинами. Проверка гипотез о наличии корреляционной связи. Применение корреляционного анализа для проверки геологических гипотез	1

### 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	Тема	Содержание	Трудоемкость

	раздела			(в часах)
2	2.1	Выделение инженерно-геологических элементов	Принципы и методы геолого-математического моделирования. Проверка геологических гипотез. Уровень значимости. Статистические критерии	1
	2.1	Проверка возможности объединения двух инженерно-геологических элементов	Статистическая проверка геологических гипотез. Анализ однородности выборочных геологических совокупностей. Дисперсионный анализ в геологии	1
3	3.1	Математическое моделирование пространственных геологических закономерностей T	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	Проверка гипотез о наличии корреляционной связи	Основные числовые характеристики двумерного распределения случайных величин. Выборочная оценка коэффициента корреляции	1
	4.1	Составление уравнения регрессии для исследования взаимосвязи поверхностного и подземного стока	Проверка гипотезы о наличии корреляционной связи. Применение уравнений регрессии в геологии. Использование уравнений регрессии для предсказания свойств геологических объектов	1

### 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.	Подготовка электронных презентаций	4

		<p>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</p>		
	1.1	<p>Источники геологических данных. Требования к выборке и способы отбора геологических данных. Погрешности измерений, классификации погрешностей. Способы и формы представления геологических данных</p>	<p>Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах</p>	4
	1.1	<p>Теория вероятностей. Понятие случайного события и вероятности. Понятие о достоверном, невозможном и случайном событиях. Частота, частость, вероятность появления события. Закон распределения случайной величины и способы его задания. Параметры распределения случайной величины. Теоретические законы распределения случайной величины</p>	<p>Реферативное изложение (написание реферата-конспекта, реферата-резюме, реферата-обзора)</p>	4
	1.1	<p>Расчёт основных статистик выборки, анализ распределения, преобразование случайной величины, точечная оценка погрешности среднего значения, интервальная</p>	<p>Решение ситуационных задач</p>	6

		оценка математического ожидания случайной величины, выделение аномальных значений, выделение однородных совокупностей		
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	4
	2.1	Многомерные статистические модели. Условия применения многомерных статистических моделей: матрицы коэффициентов парной корреляции, коэффициенты частной и множественной корреляции. Уравнения множественной регрессии. Применение многомерного корреляционного анализа и уравнений множественной регрессии для проверки геологических гипотез и прогнозирования свойств геологических объектов	Реферативное изложение (написание реферата-конспекта, реферата-резюме, реферата-обзора, реферата-доклада)	4
3	3.1	Геологические объекты как поля пространственных переменных. Геологические, геохимические и геофизические поля	Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах	6

		<p>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</p>		
	3.1	<p>Математическое моделирование пространственных геологических закономерностей. Гидрогеологические расчеты с использованием программы ANSDIMAT</p>	<p>Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах</p>	6
4	4.1	<p>Исследование связей между характеристиками механических свойств грунтов и показатели их состава, структуры и физического состояния</p>	<p>Решение ситуационных задач</p>	4
	4.1	<p>Прогнозирование свойств по уравнению регрессии, внутренний и внешний контроль химических анализов, оценка различия между геологическими объектами</p>	<p>Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах</p>	6
	4.1	<p>Влияние типа геологической задачи на выбор математической модели. Свойства геологических объектов, определяющие эффективность применения методов математического</p>	<p>Реферативное изложение (написание реферата-конспекта, реферата-резюме, реферата-обзора, реферата-доклада)</p>	4

		<p>моделирования. Способы снижения размерности геологических переменных. Влияние методики изучения геологических объектов на характер наблюдаемой изменчивости их свойств.</p> <p>Роль геологического анализа при геолого-математическом моделировании</p>		
	4.1	<p>Регрессионный анализ. Использование уравнений регрессии для предсказания свойств геологических объектов.</p> <p>Применение многомерного корреляционного анализа и уравнений множественной регрессии для проверки геологических гипотез и предсказания свойств геологических объектов.</p>	<p>Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах</p>	6

#### **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. Гршилов 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»	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>

Электронно-библиотечная система «Троицкий мост»	<a href="http://www.trmost.com">http://www.trmost.com</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<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.prlib.ru">https://www.prlib.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.