

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
СТАТИСТИКИ В ГЕОЛОГИИ»

Специальность 21.05.02 Прикладная геология

Специализация образовательной программы – Геологическая съемка, поиски и разведка
месторождений твердых полезных ископаемых

Квалификация выпускника – Горный инженер - геолог

Год набора – 2023

Форма обучения – Очная

Курс 4 Семестр 8

Зачет с оценкой 8 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель Д.В. Юсупов, профессор, д-р. геол. - минерал. наук

Инженерно-физический факультет

Кафедра геологии и природопользования

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для специальности 21.05.02 Прикладная геология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.20 № 953

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геологии и природопользования

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Юсупов Д.В. Юсупов

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Юсупов Д.В. Юсупов

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Подготовка высококвалифицированных специалистов, владеющих основами современных компьютерных технологий обработки информации методами математической статистики в геологии.

Задачи дисциплины:

Изложить основные принципы математического моделирования геологических объектов и процессов, познакомить с типами математических моделей в различных областях геологии; научить навыкам первичной математической обработки и анализа геологической информации и работе с компьютерными технологиями математического моделирования и решения прикладных геологических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина относится к вариативной части блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана по специальности 21.05.02 – Прикладная геология. Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь предварительную подготовку по дисциплинам: информатика, математика, общая геология, геоинформационные системы в геологии. Данная дисциплина необходима для изучения дисциплин специализации.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Техническое проектирование	ОПК-5 Способен применять навыки анализа горно-геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве	ИД1 ОПК-5. Знает способы применения анализа горно-геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве. ИД2 ОПК-5. Умеет применять свои знания на практике. ИД3 ОПК-5. Владеет навыками оценки горно-геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве.
Техническое проектирование	ОПК-8 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения и обработки информации, используя навыки работы с компьютером как средством управления информацией	ИД1 ОПК-8. Знает способы применения основных методов и средства получения, хранения и обработки информации. ИД2 ОПК-8. Умеет, применять свои знания на практике, в том числе при работе на компьютере, как средстве управления информацией. ИД3 ОПК-8. Владеет способами применения основных методов и средств получения, хранения и

		обработки информации, используя навыки работы с компьютером – как средством управления информацией.
Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности	ОПК-16 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД1 ОПК-16 Знает принципы работы современных информационных технологий и использует их для решения задач профессиональной деятельности. ИД2 ОПК-16 Умеет применять свои знания на практике. ИД3 ОПК-16 Владеет принципами работы современных информационных технологий и использует их для решения задач профессиональной деятельности.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Введение в дисциплину	8	2		2								6	Отчет по практической работе
2	Статистическая обработка выборочных данных	8	4		2		2						6	Отчеты по практической и лабораторной работам

3	Проверка статистических гипотез	8	4		2		2						6	Отчеты по практической и лабораторной работам
4	Дисперсионный анализ в геологии	8	4		2		2						6	Отчеты по практической и лабораторной работам
5	Корреляционный анализ в геологии	8	4		2		2						6	Отчеты по практической и лабораторной работам
6	Кластерный анализ в геологии	8	4		2		2						6	Отчеты по практической и лабораторной работам
7	Факторный анализ в геологии	8	4		2		2						6	Отчеты по практической и лабораторной работам
8	Дискриминантный анализ в геологии	8	2				2						6	Отчет по лабораторной работе
9	Зачет с оценкой	8								0.2			3.8	Защита итогового сводного отчета
	Итого		28.0		14.0		14.0	0.0	0.2	0.0	0.0		51.8	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение в дисциплину	Цель преподавания и задачи изучения. Применение математических методов в прикладной геологии. Геологические данные, объекты изучения, решаемые задачи. Геолого-математические модели. Компьютерные программы анализа данных.
2	Статистическая обработка выборочных данных	Выборка и требования к ней. Способы отбора данных. Подготовка базы данных к статистической обработке. Основные понятия математической статистики. Основные характеристики математической статистики. Описательная статистика. Примеры применения в решении прикладных геологических задач.
3	Проверка статистических гипотез	Оценка параметров генеральной совокупности. Статистические гипотезы. Статистические критерии. Параметрические критерии проверки. Непараметрические критерии проверки. Примеры

		применения в решении прикладных геологических задач.
4	Дисперсионный анализ в геологии	Понятие дисперсионного анализа. Подготовка данных к дисперсионному анализу. Однофакторный анализ. Двухфакторный анализ. Примеры применения дисперсионного анализа в решении прикладных геологических задач.
5	Корреляционный анализ в геологии	Понятие и задачи корреляционного анализа. Парная корреляция. Множественная корреляция. Параметрические меры связи. Коэффициент корреляции Пирсона. Интерпретация коэффициентов корреляции. Непараметрические меры связи. Коэффициент корреляции рангов. Примеры применения корреляционного анализа в решении прикладных геологических задач.
6	Кластерный анализ в геологии	Понятие и предназначение кластерного анализа. Методы кластеризации. Компьютерная обработка данных при проведении кластерного анализа. Результаты представления анализа в виде дендрограммы. Примеры использования кластерного анализа при решении задач прикладной геологии.
7	Факторный анализ в геологии	Основные положения факторного анализа. Компьютерная обработка данных при проведении факторного анализа. Примеры использования факторного анализа при решении задач прикладной геологии. Факторный анализ ассоциации микроэлементов.
8	Дискриминантный анализ в геологии	Дискриминантный анализ: понятие и назначение. Критерии значимости. Основные этапы дискриминантного анализа. Интерпретация результатов. Примеры реализации дискриминантного анализа при решении задач прикладной геологии.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Введение в дисциплину	Подготовка базы данных для статистической обработки.
Описательная статистика	Описательная статистика, расчет основных параметров распределения микроэлементов в выборке.
Проверка статистических гипотез	Проверка гипотезы о нормальном распределении содержаний химических элементов.
Дисперсионный анализ	Однофакторный дисперсионный анализ содержаний химических элементов в ассоциациях по трем средам.
Корреляционный анализ	Вычисление корреляционной матрицы ассоциации содержаний микроэлементов.

Кластерный анализ	Кластерный анализ содержаний микроэлементов в ассоциациях по трем средам.
Факторный анализ	Факторный анализ выборки после применения метода главных компонент.

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Статистическая обработка выборочных данных	Проверка принадлежности крайних минимальных и максимальных значений к выборке.
Проверка статистических гипотез	Построение и анализ гистограммы содержаний микроэлементов. Построение диаграмм размаха.
Дисперсионный анализ	Двухфакторный дисперсионный анализ содержаний химических элементов в пробах разных территорий, полученных разными методами.
Корреляционный анализ	Построение графов ассоциации микроэлементов по данным корреляционной матрицы.
Кластерный анализ	Построение и интерпретация дендрограммы корреляционной матрицы ассоциации микроэлементов.
Факторный анализ	Построение двумерного графика факторных нагрузок микроэлементов выборки. Построение и анализ графика собственных значений.
Дискриминантный анализ	Построение диаграммы рассеяния для канонических значений.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение в дисциплину	Подготовка отчета по практической работе	6
2	Статистическая обработка выборочных данных	Подготовка отчетов по практической и лабораторной работам	6
3	Проверка статистических гипотез	Подготовка отчетов по практической и лабораторной работам	6
4	Дисперсионный анализ в геологии	Подготовка отчетов по практической и лабораторной работам	6
5	Корреляционный анализ в геологии	Подготовка отчетов по практической и лабораторной работам	6
6	Кластерный анализ в геологии	Подготовка отчетов по практической и лабораторной работам	6
7	Факторный анализ в геологии	Подготовка отчетов по практической и лабораторной работам	6
8	Дискриминантный анализ в геологии	Подготовка отчета по лабораторной работе	6

9	Зачет с оценкой	Подготовка к защите итогового сводного отчета	3.8
---	-----------------	---	-----

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебные занятия: лекции, в которых используется традиционное и проблемное изложение теоретического материала, включая электронную форму обучения, с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов, с текущим устным опросом; практические и лабораторные занятия. Занятия, проводимые в интерактивных формах, используются при выполнении лабораторных работ и частично на лекциях и практических занятиях, темы которых приведены в таблице.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой:

1. Особенности использования методов математической статистики в геологии.
2. Компьютерные программы анализа данных.
3. Понятия «генеральная совокупность», «выборка».
4. Требования к базам данных геологической информации.
5. Составление выборок, подготовка данных для статистической обработки.
6. Проверка принадлежности крайних минимальных и максимальных значений к выборке.
7. Основные статистические параметры распределения.
8. Оценки среднего значения содержания элементов.
9. Использование коэффициента вариации в качестве геохимического параметра.
10. Понятие о законах распределения.
11. Нормальный закон распределения.
12. Логнормальный закон распределения.
13. Проверка статистических гипотез (закона) распределения случайной величины.
14. Применение коэффициентов асимметрии и эксцесса.
15. Ошибки случайные и систематические.
16. Влияние погрешности анализа на функции распределения.
17. Общие сведения о статистическом решении задач.
18. Приближенный критерий нормальности распределения.
19. Сравнение двух средних значений.
20. Критерий Фишера.
21. Критерий Стьюдента.
22. Понятие дисперсионного анализа.
23. Корреляционный анализ.
24. Коэффициент корреляции и его свойства.
25. Параметрическая и не параметрическая корреляция.
26. Коэффициент корреляции Пирсона.
27. Исследование зависимостей. Парная корреляция.
28. Критические значения коэффициента корреляции.
29. Изучение корреляционных зависимостей графическим способом.
30. Интерпретация корреляционных матриц.
31. Кластерный анализ.
32. Факторный анализ. Метод главных компонент.
33. Способы представления результатов факторного анализа.
34. Дискриминантный анализ.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- а) литература

1. Ермолов, В.А. Геология. Ч. II. Разведка и геолого-промышленная оценка месторождений полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Ермолов. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2005. — 392 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3229>. (дата обращения: 23.04.2023)— Загл. с экрана.
2. Алпатов, Ю. Н. Математическое моделирование производственных процессов: учебное пособие / Ю. Н. Алпатов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-3052-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212936> (дата обращения: 23.04.2023)— Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для вузов / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 243 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07042-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512712> (дата обращения: 23.04.2023).
4. Чалкина, Н. . Математические методы моделирования в геологии [Текст]: учеб. пособие / Н. А. Чалкина, А. М. Попова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - . - Ч. 1. - 2010 - 128 с. : рис., табл. - Библиогр. : с. 105
5. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-8721-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179611> (дата обращения: 23.04.2023).— Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Ермолов, В.А. Геология. Ч. VII. Горно-промышленная геология твердых горючих ископаемых [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Ермолов, Л.Н. Ларичев, Т.В. Тищенко. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2009. — 668 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3234>. (дата обращения: 23.04.2023). — Загл. с экрана.
7. Шилова, З. В. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учебное пособие / З. В. Шилова, О. И. Шилов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. — 158 с. — 978-5-906-17262-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33863.html> (дата обращения: 23.04.2023).

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Micromine RUS	Сетевая лицензия по договору №S270213-1 от 27.02.2013.
2	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html на условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html .
3	Электронно-библиотечная система IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.
4	http://e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства «Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки.
5	Электронная	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000

библиотечная система «Юрайт» https://urait.ru/	наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
--	--

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://efgi.ru/	Единый фонд геологической информации о недрах. Реестр первичной и интерпретированной информации.
2	https://vsegei.ru/ru/gisatlas/special_db/	Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского. Специализированные базы данных. БД «Полезные ископаемые». БД «Карта фактов».

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории. Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Зачет	9 сем,	0.2 акад. часа
Лекции	8.0	(акад. часа)
Практические занятия	2.0	(акад. часа)
Лабораторные работы	4.0	(акад. часа)
ИКР	0.0	(акад. часа)
Самостоятельная работа	93.8	(акад. часа)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108.0 (акад. часа), 3.00 (з.е.)

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	С е м е с т р	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)						Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	ИКР	КТО	КЭ			
1	Введение в дисциплину	9	2							10	Устный опрос
2	Статистическая обработка выборочных данных	9	2	2						10	Отчет по практической работе
3	Проверка статистических гипотез	9	2		1					10	Отчет по лабораторной работе
4	Дисперсионный анализ в геологии	9			0,5					10	Отчет по лабораторной работе
5	Корреляционный анализ в геологии	9	2		1					10	Отчет по лабораторной работе
6	Кластерный анализ в геологии	9			1					10	Отчет по лабораторной работе
7	Факторный анализ в геологии	9			1					10	Отчет по лабораторной работе
8	Дискриминантный анализ в геологии	9			0,5					10	Отчет по лабораторной работе
9	Зачет	9					0.2			13.8	Защита итогового сводного отчета
	Итого		8.0	2.0	4.0	0.0	0.2	0.0	0.0	93.8	

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических

			часах
1	Введение в дисциплину	Подготовка к опросу	10
2	Статистическая обработка выборочных данных	Подготовка отчета по практической работе	10
3	Проверка статистических гипотез	Подготовка отчета по лабораторной работе	10
4	Дисперсионный анализ в геологии	Подготовка отчета по лабораторной работе	10
5	Корреляционный анализ в геологии	Подготовка отчета по лабораторной работе	10
6	Кластерный анализ в геологии	Подготовка отчета по лабораторной работе	10
7	Факторный анализ в геологии	Подготовка отчета по лабораторной работе	10
8	Дискриминантный анализ в геологии	Подготовка отчета по лабораторной работе	10
9	Зачет	Подготовка к защите итогового сводного отчета	13.8