

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**
Образовательный центр г. Когалым

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности

 А.Б. Петроченков

"29" июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Математические методы моделирования в геологии
Форма обучения	Очная
Уровень высшего образования	Специалист
Общая трудоемкость (час., (ЗЕТ))	144 (4)
Специальность	21.05.02 Прикладная геология

Пермь 2023

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Изучение математических методов моделирования и специфики их применения в геологии.

Задачи:

- изучение основных статистических характеристик для описания геологических объектов;
- изучение основных законов распределений случайных величин для описания геологических объектов;
- изучение основных статистических критериев для проверки статистических гипотез в геологии;
- изучение основных методов прогнозирования;
- изучение основных методов классификаций;
- геологическая интерпретация получаемых результатов статистических методов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Математические и статистические методы анализа геологической информации.

1.3. Входные требования

Базовые знания математики и информатики, геологии и геохимии нефти и газа, знание ФЭС свойств пород коллекторов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-16	ИД-1ОПК-16	- Знает базовые методы математической статистики (описательная статистика, проверка статистических гипотез, корреляционный и регрессионный анализ, методы классификации) и их ограничения, для решения геологических задач и моделирования геологических процессов.	Знает терминологию в области цифровой экономики и цифровых технологий	Дифференцированный зачет

ОПК-16	ИД-2ОПК-16	- Умеет обоснованно выбирать определенный метод или их комбинацию, в зависимости от специфики решаемой геологической задачи.	Умеет выполнять трудовые действия с использованием информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ОПК-16	ИД-3ОПК-16	- Владеет методами построения математических и статистических моделей и их выбором из опубликованных источников, с учетом физической и химической природы процессов или явлений, их геологических особенностей, при решении производственных задач с помощью программных средств.	Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности (выделять смысловые конструкции для понимания всего текста, объяснять принципы работы описываемых информационных технологий)	Отчёт по практическому занятию
ОПК-8	ИД-1ОПК-8	- Знает характеристику процессов сбора, передачи, обработки и накопления геологической информации; - Знает технические и программные средства реализации информационных процессов в нефтегазовой отрасли.	Знает основные методы, способы и средства получения, хранения и обработки информации	Дифференцированный зачет
ОПК-8	ИД-2ОПК-8	- Умеет использовать программные средства для организации геологических баз данных; - Умеет объединять различные источники геологической информации в одну базу.	Умеет получать, хранить, обрабатывать и управлять информацией с помощью компьютера	Отчёт по практическому занятию
ОПК-8	ИД-3ОПК-8	- Владеет навыками преобразования геологической информации, при помощи программных средств, для нужд последующего моделирования.	Владеет навыками работы с компьютером как средством управления информацией	Отчёт по практическому занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	62	62
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	24	24
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	80	80
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачет	2	2
Зачет		
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	144	144

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6й семестр				
Введение				
Предмет и задачи дисциплины. Исторический обзор использования статистических оценок при решении геологических задач и моделирования месторождений нефти и газа.	1	0	0	5
Базовые понятия				
Специфика геологических образований и процессов как объектов изучения. Понятие о геологических системах и системном подходе в геологических исследованиях. Характер	1	0	2	5

геологической информации. Понятие о генеральной и выборочной совокупностях. Структура баз данных в геологии.				
Описательные статистики				
Шкалы измерений. Статистические характеристики (математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент вариации, показатели асимметрии, эксцесса). Выборочное среднее значение случайной величины, для описания геологических совокупностей.	2	0	4	7
Функции распределения				
Гистограммы. Понятие функции распределения и плотности распределения. Законы распределения и их виды. Для моделирования распределения геологических свойств.	2	0	2	5
Шкалы измерений				
Абсолютная, (отношений), интервальная, порядковая, номинальная шкалы.	2	0	2	5
Виды средних и их использование в геологии				
Выборочное среднее значение случайной величины: среднее арифметическое, среднее логарифмическое, среднее квадратическое, среднее геометрическое, среднее гармоническое, среднее взвешенное, для описания геологических совокупностей.	2	0	4	5
Статистические критерии				
Понятие о критериях согласия. Проверка гипотез о равенстве средних. Проверка гипотез о равенстве дисперсии. Критерий χ^2 , для выбора месторождений аналогов.	2	0	4	7
Дисперсионный анализ (ANOVA)				
Свойства дисперсии, понятия о групповой и межгрупповой дисперсии. Дисперсионный анализ (ANOVA) в геологии.	2	0	2	5
Корреляционный анализ				
Применения двумерных статистических моделей. Корреляционный анализ (на примере исследования структурных планов)	2	0	4	7
Регрессионный анализ				
Регрессионный анализ. Множественная регрессия, для прогнозирования геологических свойств	2	0	4	7
Распознавание образов 1				
Модели классификации геологических объектов. Дискриминантный анализ и задачи распознавания образов в геологии.	2	0	4	7

Распознавание образов 2				
Кластерный анализ. Байесовский классификатор, для фациального анализа.	2	0	2	7
Тренд анализ				
Моделирование пространственных переменных. Тренд анализ и анализ локальных остатков. Способы сглаживания случайных полей.	1	0	2	5
Заключение				
Текущие перспективные направления.	1	0	0	5
Итого за 6й семестр	24	0	36	82
Итого по дисциплине	24	0	36	82

Примерная тематика практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Организация геологических баз данных для задач математической статистики стандартными средствами (табличные процессоры). Описательная статистика.
2	Преобразование данных, форматы баз данных.
3	Описательная статистика и функции распределения для описания геологического строения.
4	Фациальный анализ.
5	Кластерный анализ. Тренд-анализ при прогнозировании нефтегазоносности.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

Не используется

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / авторизованный доступ)
Основная литература	Моделирование геолого-геофизических параметров. Двухмерное моделирование : учебник / Александров В. М., Белкина В. А., Санькова Н. В., Мазуркевич В. В. Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. 236 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULAN-RU-LAN-BOOK-346739	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Серебряков А. О., Серебряков О. И. Экологическое и геологическое моделирование месторождений : монография. Санкт-Петербург : Лань,	https://elib.pstu.ru/Record/RULAN-RU-LAN-BOOK-206327	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Среды разработки, тестирования и отладки	Язык R

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения
Лекция	Столы, стулья, стационарный презентационный комплекс
Практическое занятие	Столы, стулья, стационарный презентационный комплекс

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**
Образовательный центр г.Когалым

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
"Математические методы моделирования в геологии"

Форма обучения	Очная
Уровень высшего образования	Специалитет
Общая трудоемкость (час., (ЗЕТ))	144 (4)
Специальность	21.05.02 Прикладная геология
Курс: 3	Семестр: 6
Дифференцированный зачет: 6 семестр	

Пермь 2023

Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Математические методы моделирования в геологии" является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины (РПД). ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины "Математические методы моделирования в геологии" запланировано в течение одного семестра (6 семестра учебного плана).

Предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине.

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и в ходе практических занятий, а также на дифференцированном зачете (табл. 1.1)

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	С	ТО	ОПР	Т	Экзамен
Усвоенные знания					
3.1. - Знает базовые методы математической статистики (описательная статистика, проверка статистических гипотез, корреляционный и регрессионный анализ, методы классификации) и их ограничения, для решения геологических задач и моделирования геологических процессов.	С	ТО	ОПР	Т	ТВ ПЗ КЗ
3.2. - Знает характеристику процессов сбора, передачи, обработки и накопления геологической информации; - Знает технические и программные средства реализации информационных процессов в нефтегазовой отрасли.	С	ТО	ОПР	Т	ТВ ПЗ КЗ
Освоенные умения					
У.1. - Умеет обоснованно выбирать определенный метод или их комбинацию, в зависимости от специфики решаемой геологической задачи.	С	ТО	ОПР	Т	ТВ ПЗ КЗ

У.2. - Умеет использовать программные средства для организации геологических баз данных; - Умеет объединять различные источники геологической информации в одну базу.	С	ТО	ОПР	Т	ТВ ПЗ КЗ
Приобретенные владения					
В.1. - Владеет методами построения математических и статистических моделей и их выбором из опубликованных источников, с учетом физической и химической природы процессов или явлений, их геологических особенностей, при решении производственных задач с помощью программных средств.	С	ТО	ОПР	Т	ТВ ПЗ КЗ
В.2. - Владеет навыками преобразования геологической информации, при помощи программных средств, для нужд последующего моделирования.	С	ТО	ОПР	Т	ТВ ПЗ КЗ

С - собеседование по теме; ТО - коллоквиум (теоретический опрос); КЗ - кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР - отчет по лабораторной работе; ОПР - отчет по практической работе; Т/КР - рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ - теоретический вопрос; ПЗ - практическое задание; КЗ - комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучающихся, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с "Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ" предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль с целью контроля исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента "знать" заданных компетенций) на каждом аудиторном занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучающимися отдельных компонентов "знать" и "уметь" заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), рефератов, эссе и т.д.

- рубежный контроль по дисциплине, проводимый на следующей неделе после прохождения каждого теоретического раздела дисциплины, и промежуточный, осуществляемый во время каждого контрольного мероприятия внутри тематического раздела дисциплины;
- межсессионная аттестация с целью единовременного подведения итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме тестирования или проверки рубежных контрольных работ после изучения каждого тематического модуля учебной дисциплины.

2.2.1 Защита отчетов по практическим занятиям

Всего запланировано 5 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

2.2.2. Рубежное тестирование

Запланировано 1 рубежное тестирование после освоения студентами модуля дисциплины: - наименование первого модуля после темы «Корреляционный анализ»

Типовые шкалы и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль по дисциплине)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля, а также успешная защита отчетов по всем практическим занятиям.

Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета по дисциплине проводится по билетам. Билет содержит теоретический вопрос для проверки усвоенных знаний, практическое задание для проверки освоенных умений и комплексное задание для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали теоретические вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые задания для промежуточной аттестации по дисциплине

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме оценки уровня сформированности компонентов "знать", "уметь" и "владеть" заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля в процессе промежуточной аттестации.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения в процессе промежуточной аттестации для компонентов "знать", "уметь" и "владеть" приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1 Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций путем выборочного контроля в процессе промежуточной аттестации считается, что полученная оценка за компонент проверяемой компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
средние значения, дисперсии	Какие параметры распределения случайной величины сравниваются с помощью критерия Стьюдента?	ОПК-8
меру остроты графика функции плотности распределения	Что характеризует эксцесс?	ОПК-8
3	По выборке значенияи Кпор, % найти моду. Кпор (%): 3, 5, 4, 7, 3, 10, 12	ОПК-8
графические информационные	Геологические карты, разрезы, схемы представляют собой модели следующего вида: графические информационные натурные математические табличные информационные	ОПК-8
динамической модели	Изменение состояния геологического объекта отображается в виде: динамической модели графической модели детерминированной модели статической модели	ОПК-8
регрессионный анализ	Как называется метод исследования и нахождения аналитической зависимости между переменными в виде формулы (модели)?	ОПК-8
модель	Как называется упрощенное представление реального объекта или процесса?	ОПК-8
5	По выборке значенияи Кпор, % найти медиану. Кпор (%): 3, 5, 4, 7, 3, 10, 12	ОПК-8
1	По выборке значенияи Кпор, % рассчитать дисперсию. Кпор (%): 3, 5, 4	ОПК-8
1	По выборке значенияи Кпор, % рассчитать коэффициент вариации. Кпор (%): 6, 8, 7	ОПК-8
множество всех возможных значений	Генеральная совокупность – это	ОПК-16
часть генеральной совокупности	Выборка – это	ОПК-16
мера линейной зависимости между двумя переменными	Коэффициент корреляции r – это	ОПК-16
статистический критерий	Как называется математическое правило принятия статистической гипотезы?	ОПК-16
интерполяция	Как называется нахождение неизвестных промежуточных значений между точками с известными данными?	ОПК-16

экстраполяция	Как называется нахождение неизвестных значений за область с известными данными?	ОПК-16								
0,5	<p>По выборке значения толщины пласта – $h, м$ и $K_{пор}, \%$ определить коэффициент корреляции.?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>$h, м$</th> <th>$K_{пор}, \%$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	$h, м$	$K_{пор}, \%$	1	3	2	5	3	4	ОПК-16
$h, м$	$K_{пор}, \%$									
1	3									
2	5									
3	4									
От 0 до +1	<p>Диапазон изменения коэффициента детерминации R^2 ?</p> <p>От 0 до +1 От -1 до +1 От -1 до 0 От 0 до $+\infty$ От $-\infty$ до 0</p>	ОПК-16								
От -1 до +1	<p>Диапазон изменения коэффициента корреляции r ?</p> <p>От 0 до +1 От -1 до +1 От -1 до 0 От 0 до $+\infty$ От $-\infty$ до 0</p>	ОПК-16								
достоверное	<p>Событие, которое неизбежно произойдет при каждом испытании данного вида:</p> <p>достоверное невозможное случайное неслучайное</p>	ОПК-16								