

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 15.11.2023 13:24:10  
Уникальный программный ключ:  
e30ba4f0895d1683ed43800960e77389e6cbff62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"**

(МГРИ)

## Математическое моделирование

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Математики**

Учебный план zs210503\_23\_ZRT23.plx  
Специальность 21.05.03 ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Квалификация **Горный инженер-буровик**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144  
в том числе:  
аудиторные занятия 12,75  
самостоятельная работа 127,25  
часов на контроль 4

Виды контроля на курсах:  
зачеты 5

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	5		Итого	
	УП	РП		
Лекции	4	4	4	4
Практические	8	8	8	8
Иные виды контактной работы	0,75	0,75	0,75	0,75
Итого ауд.	12,75	12,75	12,75	12,75
Контактная работа	12,75	12,75	12,75	12,75
Сам. работа	127,25	127,25	127,25	127,25
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	144	144	144	144

Москва 2023

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.1	Целью изучения дисциплины «Математическое моделирование» является ознакомление студентов с методами статистической обработки геологической информации и математического моделирования при решении задач построения моделей нефтегазовых месторождений.
-----	--

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:	
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Математика
2.1.2	Информатика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Капитальный ремонт скважин

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий**

**Знать:**

Уровень 1	структуру задач, выделяя ее базовые и сопутствующие составляющие
Уровень 2	основы системного подхода к решению задач профессиональной деятельности; взаимосвязь факторов, определяющих решение задач
Уровень 3	*

**Уметь:**

Уровень 1	проводить поиск информации, необходимой для решения профессиональных задач; выявлять структуру задач, выделяя ее ключевые и второстепенные, зависимые составляющие
Уровень 2	проводить анализ информации разного типа в соответствии с поставленными профессиональными задачами; определять возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки; классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации
Уровень 3	*

**Владеть:**

Уровень 1	навыками аргументации на основе проведенного или предоставленного анализа информации при обсуждении подходов к решению профессиональных задач; навыками определения и оценки последствий возможных решений задачи
Уровень 2	навыками определения и оценки последствий возможных решений задачи; навыками декомпозиции задачи; навыками разработки плана действий по решению поставленных задач
Уровень 3	*

**ОПК-6: Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты**

**Знать:**

Уровень 1	Основные принципы работы программных средств и информационных технологий; Методы организации эксперимента и статистической обработки экспериментальных данных;
Уровень 2	О существовании методов и языков программирования, используемых для обработки результатов эксперимента и в профессиональной деятельности;
Уровень 3	*

**Уметь:**

Уровень 1	Пользоваться программными средствами и информационными технологиями для решения практических задач;
Уровень 2	Использовать программное обеспечение, предназначенное для решения задач профессиональной деятельности;
Уровень 3	*

**Владеть:**

Уровень 1	Основными принципами работы программных средств и информационными технологиями;
Уровень 2	Основными принципами работы программных средств и информационными технологиями;
Уровень 3	*

<b>ОПК-12: Способен проводить самостоятельно или в составе группы научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания, участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	основные виды, методы и средства математического моделирования;
Уровень 2	виды, методы и средства математического моделирования, применяемые для исследования объектов профессиональной деятельности, их специфику;
Уровень 3	*
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	пользоваться методами математического моделирования для проектирования объектов профессиональной деятельности;
Уровень 2	пользоваться методами математического моделирования для научной деятельности в профессиональной сфере;
Уровень 3	*
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	навыками научного поиска самостоятельно или в составе группы;
Уровень 2	иметь опыт участия в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов;
Уровень 3	*

<b>ПК-3.4: Способен вести техническую документацию и проводить ее корректировку в связи с изменением технологии при сооружении скважин, участвовать в проведении опытно-экспериментальных работ по освоению новой техники и технологии производства</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	основные этапы и методику математического моделирования;
Уровень 2	содержание математического моделирования на стадиях эскизного, технического и рабочего проектирования;
Уровень 3	*
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	применять методы математического моделирования;
Уровень 2	осуществлять моделирование на стадиях эскизного, технического и рабочего проектирования; составлять отчет по проделанной работе на всех стадиях проекта;
Уровень 3	*
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	навыками применения методов математического моделирования;
Уровень 2	навыками моделирования на стадиях эскизного, технического и рабочего проектирования; навыками ведения технической документации;
Уровень 3	*

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	приемы статистической обработки и анализа геологической информации, типовые геолого-математические модели и методы, используемые при решении задач профессионального характера, основы метода математического моделирования и адекватной интерпретации результатов, полученных методом математического моделирования для практической деятельности
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	строить формальные математические модели изучаемых процессов и явлений, формулировать математические задачи, применять математические методы для исследования построенных моделей и содержательно интерпретировать полученные результаты
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами математического и компьютерного моделирования, их изучения и интерпретации полученных результатов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Введение в теорию моделирования в задачах нефтегазовой отрасли</b>						

1.1	Основные представления о математическом моделировании природных объектов. Понятие о математических моделях. /Лек/	5	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
1.2	Стратегия геолого-математического моделирования нефтяных месторождений. /Лек/	5	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
1.3	Создание легенды документации горных пород. Вычисление ошибок I и II рода. /Лек/	5	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
1.4	Оценка достоверности и информативности легенды документации горных пород, определение маркирующих признаков и маркирующих пород. /Лек/	5	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
1.5	Основные представления о математическом моделировании природных объектов. Понятие о математических моделях. Стратегия геолого-математического моделирования нефтяных месторождений. /Ср/	5	32			0	
	<b>Раздел 2. Создание и оценка математической модели документации горных пород</b>						
2.1	Выборочный метод. Построение эмпирических интегральной и дифференциальной функций распределения. Точечные оценки параметров распределения. Элементы теории распознавания образов. /Пр/	5	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
2.2	Разделение горных пород на два класса. Статистические методы обработки одномерных признаков. /Пр/	5	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
2.3	Статистические методы обработки многомерных признаков. Множественная регрессия. Дисперсионный анализ. Дискриминантная функция. Метод главных компонент. /Пр/	5	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
2.4	Анализ модели геолого-геофизической легенды документации горных пород. Вычисление достоверности модели классификации горных пород. Вычисление информативности модели документации горных пород. /Пр/	5	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
2.5	Выборочный метод. Построение эмпирических интегральной и дифференциальной функций распределения. Точечные оценки параметров распределения. Элементы теории распознавания образов. Разделение горных пород на два класса. Статистические методы обработки одномерных признаков. /Ср/	5	33			0	
	<b>Раздел 3. Создание математической модели на эталонных профилях и скважинах</b>						
3.1	Случайные функции и их характеристики. Автокорреляционная функция. /Пр/	5	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	

3.2	Линейная фильтрация. Энергетическая фильтрация. Анализ геолого-геофизических полей на опорных профилях и скважинах. Построение математической модели продуктивного пласта при анализе каротажных диаграмм. /Пр/	5	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
3.3	Множественная регрессия при анализе эталонных профилей и каротажных диаграмм. /Пр/	5	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
3.4	Факторное моделирование при анализе эталонных профилей и каротажных диаграмм. /Пр/	5	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
3.5	Построение математической модели продуктивного пласта на основе факторного моделирования. Метод главных компонент. /Пр/	5	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
3.6	Теоретические основы объемного геолого-математического моделирования. /Пр/	5	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
3.7	Построение и оценка достоверности и информативности векторной модели. /Пр/	5	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
3.8	Построение и оценка достоверности и информативности матричной модели нефтяного месторождения. /Пр/	5	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
3.9	Случайные функции и их характеристики. Автокорреляционная функция. Линейная фильтрация. Энергетическая фильтрация. Анализ геолого-геофизических полей на опорных профилях и скважинах. Построение математической модели продуктивного пласта при анализе каротажных диаграмм. Факторное моделирование при анализе эталонных профилей и каротажных диаграмм. Теоретические основы объемного геолого-математического моделирования. /Ср/	5	32,25			0	
	<b>Раздел 4. Теоретические основы геолого-математического моделирования нефте-газовых месторождений</b>						
4.1	Основные понятия теории фильтрации. Закон Дарси. Закон сохранения массы жидкости в пористой среде. Математические модели изотермической фильтрации. Модель фильтрации несжимаемой вязкой жидкости по закону Дарси в недеформируемом пласте. Модель фильтрации газа по закону Дарси. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости и газа в однородной пористой среде. /Пр/	5	0,25		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	

4.2	Плоскорadiaльная фильтрация несжимаемой жидкости Аналогия между фильтрацией несжимаемой жидкости и газа. Фильтрационное одномерное течение совершенного газа Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах при соблюдении закона Дарси. Прямолинейно-параллельный поток в зонально-неоднородном пласте. /Пр/	5	0,25		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
4.3	Модель нелетучей нефти black oil. /Пр/	5	0,25		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
4.4	Основные уравнения фильтрации многофазного флюида. /Пр/	5	0,25		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	
4.5	Основные понятия теории фильтрации. Закон Дарси. Закон сохранения массы жидкости в пористой среде. Математические модели изотермической фильтрации. Модель фильтрации несжимаемой вязкой жидкости по закону Дарси в недеформируемом пласте. Модель фильтрации газа по закону Дарси. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости и газа в однородной пористой среде. Плоскорadiaльная фильтрация несжимаемой жидкости Аналогия между фильтрацией несжимаемой жидкости и газа. Фильтрационное одномерное течение совершенного газа Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах при соблюдении закона Дарси. Прямолинейно-параллельный поток в зонально-неоднородном пласте. /Ср/	5	30			0	
	<b>Раздел 5.</b>						
5.1	Зачёт /ИВКР/	5	0,75			0	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:

1. Стратегия геолого- математического моделирования.
2. Создание и оценка достоверности легенды документации горных пород.
3. Статистические методы обработки многомерных признаков. Множественная регрессия.
4. Статистические методы обработки многомерных признаков. Дискриминантная функция.
5. Статистические методы обработки многомерных признаков. Дисперсионный анализ.
6. Статистические методы обработки многомерных признаков.. Метод главных компонент.
7. Анализ геолого-геофизических полей на опорных профилях. Линейная фильтрация.
8. Энергетическая фильтрация.
9. Анализ геолого-геофизических полей на опорных профилях. Факторное моделирование.
10. Байесовская стратегия выделения геологических объектов в геофизических полях.
11. Анализ геолого-геофизических полей на опорных профилях. Множественная регрессия.
12. Дискриминантная функция при анализе полей на опорных профилях,
13. Метода главных компонент при анализе полей на опорных профилях.
14. Анализ площадных полей. Двумерная автокорреляционная функция.
15. Направленная фильтрация.
16. Самонастраивающаяся фильтрация.
17. Корреляционная самонастройка.
18. Анализ площадных полей. Статистические методы обработки площадных полей.
19. Теоретические основы геолого-математического моделирования.

20.	Построение и оценка достоверности и информативности векторной модели.
21.	Построение и оценка достоверности и информативности матричной модели на нефтяном месторождении.
22.	Модель нелетучей нефти black oil.
23.	Основные уравнения фильтрации многофазного флюида.
Задания для текущего контроля представлены в Приложении 1.	
<b>5.2. Темы письменных работ</b>	
Не предусмотрены.	
<b>5.3. Оценочные средства</b>	
Рабочая программа "Математическое моделирование" обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся по балльно-рейтинговой системе, пример заданий для практических и лабораторных занятий, билеты для проведения промежуточной аттестации.	
Все оценочные средства представлены в Приложении 1.	
<b>5.4. Перечень видов оценочных средств</b>	
Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента- лекций, практических занятий, самостоятельной работы и промежуточной аттестации. Оценочные средства представлены в виде:	
- средств текущего контроля: проверочных работ по решению задач.	
- средств итогового контроля- промежуточной аттестации: зачета в 8 семестре.	

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Каневская Р. Д.	Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта	М.: Недра, 1999
Л1.2	Сикорский В. А.	Математическое моделирование. Часть 2. Анализ полей на эталонных объектах [Электронный ресурс МГРИ]: учебное пособие	М.: МГРИ-РГГРУ, 2018

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Гмурман В. Е.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	М.: Юрайт, 2013

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Официальный сайт МГРИ-РГГРУ. Раздел: учебные фонды - учебно-методическое обеспечение
----	--

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Windows 10
---------	------------

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Электронно-библиотечная система «Книжный Дом Университета» ("БиблиоТех")
---------	--

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
5-89	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	36 П.М., 18 Столы - 18 шт.; стулья - 36 шт.; стул преподавательский – 2 шт.; доска меловая – 1 шт.;	

5-89	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	36 П.М., 18 Столы - 18 шт.; стулья - 36 шт.; стул преподавательский – 2 шт.; доска меловая – 1 шт.;	
5-89	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	36 П.М., 18 Столы - 18 шт.; стулья - 36 шт.; стул преподавательский – 2 шт.; доска меловая – 1 шт.;	
5-89	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	36 П.М., 18 Столы - 18 шт.; стулья - 36 шт.; стул преподавательский – 2 шт.; доска меловая – 1 шт.;	
5-89	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	36 П.М., 18 Столы - 18 шт.; стулья - 36 шт.; стул преподавательский – 2 шт.; доска меловая – 1 шт.;	
5-89	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	36 П.М., 18 Столы - 18 шт.; стулья - 36 шт.; стул преподавательский – 2 шт.; доска меловая – 1 шт.;	

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания о изучению дисциплины "Математическое моделирование" представлены в Приложении 2 и включают в себя:

1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.
3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.