

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)

*Кафедра морского нефтегазового дела и физики*

**Методические указания  
к самостоятельной работе студентов**

<b>Дисциплина</b>	<b>Б1.О.51 Моделирование разработки месторождений нефти и газа</b> <small>код и наименование дисциплины</small>
<b>Направление подготовки/специальность</b>	<b>21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства</b> <small>код и наименование направления подготовки /специальности</small>
<b>Направленность/специализация</b>	<b>«Физические процессы нефтегазового производства»</b> <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small>
<b>Квалификация выпускника</b>	<b>горный инженер (специалист)</b> <small>указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО</small>
<b>Кафедра-разработчик</b>	<b>кафедра морского нефтегазового дела и физики</b> <small>наименование кафедры-разработчика МУ к СР</small>

Составитель – Кортаев А. Б., ст. преподаватель кафедры МНГДиФ

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры морского нефтегазового дела и физики

\_\_\_\_\_г. протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МНГДиФ, доктор технических наук, доцент

Васеха М.В.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие организационно-методические указания.....	4
2. Тематический план.....	5
3. Список рекомендуемой литературы.....	7
4. Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины.....	8

## 1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания составлены на основе рабочей программы дисциплины «Моделирование разработки месторождений нефти и газа», разработанной в соответствии с ФГОС ВО по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, утвержденного Министерством образования и науки РФ 12.08.2020 г., № 981, учебного плана в составе ОПОП по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализации «Физические процессы нефтегазового производства, 2021 года начала подготовки.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- основные пакеты программ по моделированию разработки морских нефтегазовых месторождений (МНГМ);
- технологии аналогового и математического моделирования пластов и процессов в продуктивных горизонтах;
- классификацию моделей пластов по структурному состоянию и расслоенности пород;
- динамики притока флюидов к забою и обводнения скважины;

**уметь:**

- строить модели пластов различного типа с учетом геофизической характеристики разреза месторождения;
- рассчитать и разработать технико-технологические средства для проведения гидроразрыва пласта в соответствии с требованиями по охране недр;
- выполнять математическое моделирование притока флюида к забою скважины и процесса интенсификации добычи углеводородов;
- обосновать методы воздействия на пластовые системы и выбрать оптимальные модели разработки МНГМ;

**обладать навыками:**

- анализа и оценки геофизических данных разреза скважины для выбора и построения модели продуктивного пласта;
- определения режима притока флюида к скважине;
- использования современных компьютерных программ моделирования;
- профессионального использования патентной и технической литературы.

**Целью дисциплины** «Моделирование разработки месторождений нефти и газа» является формирование компетенций (части компетенций) в соответствии с ФГОС по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства и учебным планом для направления подготовки/специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализации «Физические процессы нефтегазового производства».

**Задачи дисциплины:** дать теоретические знания и практические навыки моделирования процессов разработки месторождений нефти и газа с целью их применения в профессиональной деятельности.

## 2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на самостоятельную работу по формам обучения
	Очная СРС
<b>1. Основы моделирования. Обзор программных пакетов по моделированию.</b> Метод детерминированных моментов.	10
<b>2. Электромоделирование процесса разработки месторождений.</b> Уравнение при упругом режиме. R и RC сетки моделирования.	10
<b>3. Численные методы математического моделирования.</b> Методы численного моделирования фильтрации. Конечно-разностные уравнения.	12
<b>4. Разложение функции в ряд Тейлора.</b> Неявная схема.	6
<b>5. Математические модели процесса разработки.</b> Математические модели притока флюидов к скважине. Модель притока в трещинном коллекторе.	14
<b>6. Типы моделей пластов.</b> Модель трещинного пласта. Модель трещиновато-пористого пласта.	10
<b>7. Основы методик построения моделей.</b> Построение модели однородного пласта. Модель слоисто-неоднородного пласта.	10
<b>8. Интенсификация добычи углеводородов.</b> Гидродинамические методы повышения нефтеотдачи. Модель непоршневого вытеснения нефти водой. Динамика обводнения скважин.	10
<b>9. Моделирование гидроразрыва пласта.</b> Математическое моделирование процессов интенсификации добычи углеводородов.	10
<b>Итого:</b>	<b>92</b>

### 3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная литература:

1. Дьяконов В.П. Mathematica 5.1/5.2/6 в математических и научно-технических расчетах [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2010. — 744 с. — 978-5-91359-045-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65137.html>
2. Каневская, Р. Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа: учебник / Р. Д. Каневская. - М.: Недра, 1999. - 510 с. Электронный аналог: <http://www.iprbookshop.ru/16605.html>

#### Дополнительная литература:

1. Качала В. В., Основы системного анализа: учеб. пособие для вузов/ В.В. Качала. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2003. – 104 с. (5 экз)
2. Каневская Р.Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов [Электронный ресурс]/ Каневская Р.Д.— Электрон. текстовые данные.— Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2003.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17635.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Золотухин А.Б. Основы разработки шельфовых нефтегазовых месторождений и строительство морских сооружений в Арктике : учеб. пособие / А.Б. Золотухин, О.Т.Гудместад, А.И.Ермаков и др. — Электрон. текстовые данные. — М. : Нефть и газ, 2000. – 771 с. Режим доступа: <http://www.geokniga.org/books/4785>

#### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.oil-industry.ru> – Журнал «Нефтяное хозяйство»
2. <http://www.dobi.oglib.ru> – Электронная библиотека «Нефть и газ»
3. <http://www.nglib.ru> – Портал научно-технической информации электронной библиотеки "Нефть и газ"
4. <http://www.ngpedia.ru> – Большая энциклопедия нефти и газа
5. <http://www.rsl.ru> – «Российская государственная библиотека»
6. <http://www.nlr.ru> – «Российская национальная библиотека»
7. ЭБС «IPRbooks» (Лицензионный договор № 4979/19 от 01.04.2019 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к электронно-библиотечной системе «IPRbooks». Исполнитель ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа») – <http://iprbookshop.ru/>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

**1. Основы моделирования. Обзор программных пакетов по моделированию.** Метод детерминированных моментов.

*Вопросы и задания для самопроверки:*

1. Какие основные функции работы с файлами программы есть в меню "File"?
2. Что такое стили ячейки и какие они бывают?
3. Как выполнить действие, записанное в ячейке Input?
4. Что такое Kernel и для чего он предназначен?
5. Что представляет из себя справка Mathematica и как к ней обратиться?

**2. Электромоделирование процесса разработки месторождений.** Уравнение при упругом режиме. R и RC сетки моделирования.

*Вопросы и задания для самопроверки:*

1. Что такое цикл и какие операторы циклов вы знаете?
2. Какими операторами задаются функции в Mathematica? Приведите пример.
3. Можно ли задать функцию "кусочно" (на интервалах), если да - то как?
4. Какие основные операторы работы с функциями вы знаете? Приведите примеры.
5. Как найти производную произвольной функции?
6. Как найти первообразную произвольной функции?
7. Можно ли задать функцию нескольких переменных, если да - то как?

**3. Численные методы математического моделирования.** Методы численного моделирования фильтрации. Конечно-разностные уравнения.

*Вопросы и задания для самопроверки:*

1. Что такое типы данных и какие они бывают?
2. Как задать постоянную величину в Mathematica? Приведите пример.
3. Какие основные операторы работы с переменными вы знаете? Приведите примеры.
4. Какими операторами задаются функции в Mathematica? Приведите пример.
5. Что такое логические функции и какими операторами они выполняются?
6. Какие основные операторы функций арифметических операций вы знаете? Приведите примеры.

**4. Разложение функции в ряд Тейлора.** Неявная схема.

*Вопросы и задания для самопроверки:*

1. Что такое список и как его задать в Mathematica? Приведите пример.
2. Что относится к базовым средствам линейной алгебры?
3. Что такое строки в среде Mathematica? Приведите пример.
4. Какие операторы работы со строками вы знаете?

**5. Математические модели процесса разработки.** Математические модели притока флюидов к скважине. Модель притока в трещинном коллекторе.

*Вопросы и задания для самопроверки:*

1. Перечислите основные функции вычисления сумм, произведений рядов и производных. Приведите пример.
2. Какими операторами можно выполнить вычисление первообразных и определенных интегралов? Приведите пример.
3. Какими операторами можно выполнить вычисление пределов функций? Приведите пример.

4. Какими операторами можно выполнить решение алгебраических и нелинейных уравнений? Приведите пример.
5. Какими операторами можно выполнить решение дифференциальных уравнений? Приведите пример.
6. Какими операторами можно выполнить Функции минимизации и максимизации? Приведите пример.
7. Что такое целевая функция задач оптимизации?
8. Что такое функции интегральных преобразований?

**6. Типы моделей пластов.** Модель трещинного пласта. Модель трещиновато-пористого пласта.

*Вопросы и задания для самопроверки:*

1. Что называется массивом данных?
2. Что такое полиномиальная интерполяция и что такое аппроксимация?
3. Что такое регрессия и в чем заключается метод наименьших квадратов?

**7. Основы методик построения моделей.** Построение модели однородного пласта. Модель слоисто-неоднородного пласта.

*Вопросы и задания для самопроверки:*

1. Какие этапы стандартной обработки массива данных вы можете назвать?
2. Какие основные операторы работы с массивом данных вы знаете? Приведите примеры.
3. Что называется «Функции непрерывного распределения вероятностей»?
4. Перечислите основные операторы пакета Statistics.
5. Как построить гистограммы и графики в пакете Statistics?
6. Что подразумевается под аналитическими и численными статистическими расчетами? В чем их разница?

**8. Интенсификация добычи углеводородов.** Гидродинамические методы повышения нефтеотдачи. Модель непоршневого вытеснения нефти водой. Динамика обводнения скважин.

*Вопросы и задания для самопроверки:*

1. Какие операторы работы с функциями вы знаете? Приведите примеры
2. Какими операторами можно задать математические отношения?
3. Перечислите основные операции упрощения математических выражений.
4. Перечислите основные функции работы с полиномами.
5. Какие операторы среды Mathematica предназначены для операций интерполяции и экстраполяции?

**9. Моделирование гидроразрыва пласта.** Математическое моделирование процессов интенсификации добычи углеводородов.

*Вопросы и задания для самопроверки:*

1. Какие виды графиков одной переменной вы знаете? Приведите примеры
2. Каким образом можно построить семейство функций одного вида на одном графике?
3. Как совместить несколько графиков в одном? Приведите пример.
4. Какие операторы среды Mathematica предназначены для построения непрерывных функций, параметрических функций, функций в полярной системе координат, точечных данных массивов, функций контуров, векторных полей? Приведите примеры.
5. Какими операторами можно построить функции в трехмерной графике? Приведите пример.
6. Какие объекты можно отображать при помощи функции пакета расширения Graphics? Приведите примеры.



7. Какие основные параметры, улучшающие визуализацию графических операторов, вы знаете? Приведите примеры
8. Какими дополнительными параметрами графических операторов можно подписать графики, оси, перенести центр пересечения осей, отобразить сетку?