

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.10.2023 17:42:35  
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)

## Дополнительные главы математической физики рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Математики**  
Учебный план b010304\_22\_PM22.plx  
Направление подготовки 01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА  
Квалификация **Бакалавр**  
Форма обучения **очная**  
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108  
в том числе:  
аудиторные занятия 62,35  
самостоятельная работа 18,65  
часов на контроль 27

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 8

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	13 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Практические	36	36	36	36
Иные виды контактной работы	2,35	2,35	2,35	2,35
В том числе инт.	13	13	13	13
Итого ауд.	62,35	62,35	62,35	62,35
Контактная работа	62,35	62,35	62,35	62,35
Сам. работа	18,65	18,65	18,65	18,65
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	108	108	108	108

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

1.1	- ознакомление студентов с основными положениями теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости решений уравнений;
1.2	- обучение навыкам решения типовых уравнений первого и высокого порядков, а также систем
1.3	- методам исследования устойчивости решений.

**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	Уравнения математической физики
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Качественные методы в математике и физике
2.2.2	Математическое моделирование в геоэлектрике

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

**ПК-1: Способен использовать стандартные пакеты прикладных программ, отлаживать и тестировать прикладное программное обеспечение для решения прикладных задач, в том числе в геологии и геофизике**

**Знать:**

Уровень 1	численные методы и алгоритмы, используемые в стандартных пакетах прикладных программ
Уровень 2	теоретические основы численных методов и алгоритмов, применяемых при решении поставленной задачи
Уровень 3	*

**Уметь:**

Уровень 1	использовать стандартные пакеты прикладных программ, применяемые при решении поставленной задачи
Уровень 2	отлаживать и тестировать прикладное программное обеспечение для решения прикладных задач, в том числе в геологии и геофизике
Уровень 3	*

**Владеть:**

Уровень 1	навыками работы со стандартными пакетами прикладных программ
Уровень 2	навыками отладки и тестирования прикладного программного обеспечения для решения прикладных задач в геологии и геофизике
Уровень 3	*

**ПК-7: Способен самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук****Знать:**

Уровень 1	взаимосвязь математики с другими естественно-научными дисциплинами и дисциплинами профессионального цикла
Уровень 2	основы смежных дисциплин, знания из которых необходимы для решения задачи исследования
Уровень 3	*

**Уметь:**

Уровень 1	использовать источники для получения необходимых знаний из смежных областей науки и техники для решения поставленной задачи
Уровень 2	самостоятельно находить и применять полученные знания для уточнения и эффективного решения прикладных и научно-исследовательских задач
Уровень 3	*

**Владеть:**

Уровень 1	навыками систематизации знаний и формализации проблемы
Уровень 2	навыками логического и функционального анализа, работы с первоисточниками
Уровень 3	*

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

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Основные принципы построения математических моделей и программирования для в различных программных средах, основные направления развития технологий программирования.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>

3.2.1	Использовать метод математического моделирования, использовать известные разработанные современные языки программирования для решения профессиональных задач.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Владеть методом математического моделирования и программными средствами для решения прикладных практических задач, возникающих в профессиональной деятельности.

#### 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. Раздел 1</b>						
1.1	Лекция 1-3. Дифференциальные уравнения первого порядка – основные понятия. Геометрическая интерпретация. Восстановление уравнения при заданном общем решении. Понятие изоклин. Уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения, приводимые к уравнениям с разделяющимися переменными. Однородные уравнения., Уравнения, приводимые к однородным. Линейные уравнения. Метод вариации постоянной. Примеры. Физические и геометрические задачи, приводящие к уравнениям первого порядка. Уравнения Бернулли. Уравнения, содержащие полные дифференциалы некоторых выражений. Примеры. Уравнения в полных дифференциалах. Уравнения Риккати. Интегрирующий множитель. Нахождение интегрирующего множителя. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Метод введения параметра для решения некоторых уравнений. Уравнения Лагранжа и Клеро. Примеры. /Лек/	8	3		Э1 Э2	2	
1.2	Практические занятия 1-3. Решение различных уравнений первого порядка и задач Коши. Контрольная работа на решение задач. /Пр/	8	5		Э1 Э2	5	
1.3	Самостоятельная работа /Ср/	8	3		Э1 Э2	0	
	<b>Раздел 2. Раздел 2</b>						
2.1	Лекция 4. Теорема о единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка. Продолжаемость решения. Теорема Пеано. Некоторые выводы из теоремы Коши-Пикара. Особые решения. Нахождение особых решений. /Лек/	8	3		Э1 Э2	0	
2.2	Практическое занятие 4. Разбор и анализ условий теоремы существования и выводов из нее, решение задач на поиск особых решений /Пр/	8	4		Э1 Э2	2	
2.3	Самостоятельная работа /Ср/	8	2		Э1 Э2	0	
	<b>Раздел 3. Раздел 3</b>						

3.1	Лекция 5-6. Уравнения высокого порядка – основные понятия. Сведение к системе уравнений первого порядка. Формулировка теоремы Коши-Пикара. Уравнения, допускающие понижение порядка. Формула Коши. Промежуточные интегралы Уравнения, однородные относительно неизвестной функции и ее производных. Обобщенно-однородные уравнения. Понижение порядка уравнений. /Лек/	8	3		Э1 Э2	0	
3.2	Практическое занятие 5-6. Решение различных уравнений, допускающих понижение порядка. Решение задач Коши /Пр/	8	6		Э1 Э2	0	
3.3	Самостоятельная работа /Ср/	8	3		Э1 Э2	0	
<b>Раздел 4. Раздел 4</b>							
4.1	Лекция 7-8. Общая теория уравнений высокого порядка. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского, его свойства. Линейные уравнения высокого порядка. Метод вариации постоянных. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристический многочлен и характеристическое уравнение. Фундаментальная система решений в различных случаях корней характеристического многочлена. /Лек/	8	3		Э1 Э2	2	
4.2	Практическое занятие 7-8. Решение задач на построение фундаментальных систем решений линейных однородных уравнений. Применение метода вариации постоянных для решения неоднородных уравнений. /Пр/	8	4		Э1 Э2	2	
4.3	Самостоятельная работа /Ср/	8	2		Э1 Э2	0	
<b>Раздел 5. Раздел 5</b>							
5.1	Лекция 9-10. Линейные уравнения со специального вида правой частью. Определение вида частного решения и нахождение частного решения. Общее решение. Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка. Задачи на собственные значения. Примеры. /Лек/	8	3		Э1 Э2	0	
5.2	Практическое занятие 9-10. Решение уравнений со специальной правой частью. Решение задач Коши. Контрольная работа на решение задач /Пр/	8	4		Э1 Э2	0	
5.3	Самостоятельная работа /Ср/	8	2		Э1 Э2	0	
<b>Раздел 6. Раздел 6</b>							
6.1	Лекция 11-12. Особые точки. Понятие фазового портрета уравнения. Типы особых точек. Исследование особых точек /Лек/	8	3		Э1 Э2	0	
6.2	Практическое занятие 11-12. Решение задач на построение фазового портрета, анализа типа особых точек. /Пр/	8	4		Э1 Э2	0	

6.3	Самостоятельная работа /Ср/	8	2		Э1 Э2	0	
<b>Раздел 7. Раздел 7</b>							
7.1	Лекция 13-14. Нормальная система уравнений первого порядка – основные понятия. Теорема Коши-Пикара. Понятие фундаментальной системы решений. Метод вариации произвольных постоянных. Матричная запись системы уравнений первого порядка. Фундаментальная матрица, матричное представление общего решения. Матричная техника решения системы уравнений /Лек/	8	3		Э1 Э2	0	
7.2	Практическое занятие 13-14. Решение задач на построение фундаментальной системы решений системы уравнений первого порядка в матричной записи. /Пр/	8	5		Э1 Э2	0	
7.3	Самостоятельная работа /Ср/	8	2		Э1 Э2	0	
<b>Раздел 8. Раздел 8</b>							
8.1	Лекция 15-16. Понятие устойчивости по Ляпунову решений уравнений и систем уравнений. Асимптотическая устойчивость. Устойчивость уравнений и систем уравнений. Устойчивость нулевого решения системы однородных уравнений. Исследование устойчивости. Матрица Гурвица. Критерий устойчивости Раусса – Гурвица. Примеры решения задач. Устойчивость по первому приближению. Теорема Ляпунова. /Лек/	8	3		Э1 Э2	0	
8.2	Практическое занятие 15-16. Решение задач на исследование уравнений и систем на устойчивость с применением критерия Раусса-Гурвица /Пр/	8	4		Э1 Э2	0	
8.3	Самостоятельная работа /Ср/	8	2,65		Э1 Э2	0	
8.4	Иные виды контактной работы /ИВКР/	8	2,35		Э1 Э2	0	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка. Основные определения. Задача Коши. Геометрическая интерпретация.
2. Уравнения первого порядка с разделяющимися переменными, однородные уравнения.
3. Уравнения, приводимые к уравнениям с разделяющимися переменными и однородным уравнениям.
4. Уравнение Риккати. Специальное уравнение Риккати.
5. Физические и геометрические задачи, приводящие к уравнениям первого порядка.
6. Линейные уравнения первого порядка. Методы решений.
7. Уравнение Бернулли. Пример
8. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.
9. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Метод введения параметра.
10. Уравнения Лагранжа и Клеро.
11. Теорема Коши-Пикара для уравнения первого порядка. Доказательство теоремы.
12. Формулировка теоремы Коши-Пикара для уравнения первого порядка. Идея продолжения решения задачи Коши. Интерпретация решения в качестве общего решения.

13.	Теорема Пеано.
14.	Дифференциальные уравнения высших порядков. Основные определения. Сведение к системе уравнений первого порядка.
15.	Уравнения высших порядков, допускающие решение методом последовательного интегрирования. Формула Коши. Промежуточные интегралы.
16.	Основные типы уравнений высших порядков, допускающие понижение порядка.
17.	Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Основные теоремы.
18.	Фундаментальная система решений линейного дифференциального уравнения высокого порядка. Формула Лиувилля.
19.	Определитель Вронского. Фундаментальная матрица решений.
20.	Свойства определителя Вронского.
21.	Однородные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения. Метод вариации постоянных
22.	Линейные уравнения высокого порядка с постоянными коэффициентами. Характеристический многочлен. Фундаментальная система решений.
23.	Общее решение линейного однородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами в случае действительных, комплексных простых и кратных корней характеристического уравнения.
24.	Метод подбора частного решения для уравнения со специальной правой частью: случаи простых, кратных действительных и комплексных корней характеристического уравнения.
25.	Линейные уравнения с переменными коэффициентами. Уравнение Эйлера.
26.	Краевые задачи для уравнений второго порядка с переменными коэффициентами.
27.	Задача на собственные значения для уравнения второго порядка.
28.	Системы уравнений первого порядка. Основные понятия. Задача Коши. Формулировка теоремы Коши-Пикара о существовании и единственности решений задачи Коши.
29.	Фундаментальная система решений системы уравнений первого порядка. Матричная запись системы уравнений.
30.	Матричные степенные ряды. Матричное представление общего решения системы линейных уравнений.
31.	Особые точки. Исследование особых точек, типы особых точек.
32.	Фазовая плоскость, траектории, фазовый портрет. Поведение траекторий в окрестности особых точек.
33.	Устойчивость и асимптотическая устойчивость решений дифференциальных уравнений. Устойчивость системы дифференциальных уравнений.
34.	Устойчивость нулевого решения. Необходимое и достаточное условие устойчивости системы уравнений.
35.	Устойчивость системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Условие Рауса – Гурвица.
36.	Устойчивость по первому приближению. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.

### 5.2. Темы письменных работ

Не предусмотрены.

### 5.3. Оценочные средства

Рабочая программа дисциплины "Дополнительные главы математической физики" 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, примеры заданий для практических и лабораторных занятий, билеты для проведения промежуточной аттестации. Все оценочные средства представлены в Приложении 1.

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

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, дискуссии по теме;
- средств итогового контроля – промежуточной аттестации: экзамена в 8 семестре.

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

### 6.1. Рекомендуемая литература

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

Э1	ООО ЭБС ЛАНЬ
Э2	ООО ЭБС КДУ
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.2.1	База данных научных электронных журналов "eLibrary"
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система "Лань" Доступ к коллекциям электронных изданий ЭБС "Издательство "Лань"
6.3.2.3	Электронно-библиотечная система «Книжный Дом Университета» ("БиблиоТех")

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

Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
-----------	------------	-----------	-----

4-38	Компьютерный класс, аудитория для практических занятий и лабораторных работ	Столы ученические -8 шт, столы компьютерные – 15 шт, стол преподавателя- 1 шт, стулья – 32 шт, шкафы для уч. литературы -2 шт., доска маркерная – 1 шт, экран рулонный – 1 шт, проектор – 1 шт. моноблоки Enigma Venus 210 – 5 шт, компьютеры Enigma Jupiter 220 (+ монитор ASUS VA-24D)- 10 шт. Доступ в интернет. (не функционирует)	
------	---	--	--

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

Методические указания по изучению дисциплины «Дополнительные главы математической физики» 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.