

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)

## Численные методы 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 **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180  
в том числе:  
аудиторные занятия 82,35  
самостоятельная работа 70,65  
часов на контроль 27

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 6

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	16 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	28	28	28	28
Практические	52	52	52	52
Иные виды контактной работы	2,35	2,35	2,35	2,35
В том числе инт.	19	19	19	19
Итого ауд.	82,35	82,35	82,35	82,35
Контактная работа	82,35	82,35	82,35	82,35
Сам. работа	70,65	70,65	70,65	70,65
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

**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	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
2.1.2	Математический анализ
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>

**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	теоретические основы численных методов и алгоритмов, применяемых в стандартных пакетах прикладных программ и при решении поставленной задачи;
Уровень 2	программное обеспечение для контроля и обработки наземных геофизических данных; основы методики и технологии полевых геофизических работ, основы обработки геофизической информации; программные комплексы для подготовки к архивированию данных полевых геофизических исследований; факторы, влияющие на качество геофизических данных
Уровень 3	*

**Уметь:**

Уровень 1	использовать стандартные пакеты прикладных программ, применяемые при решении поставленной задачи; отлаживать и тестировать прикладное программное обеспечение, используемое для решения прикладных задач, в том числе в геологии и геофизике;
Уровень 2	работать с массивами данных скважинных геофизических исследований, оценивать качество полученных данных геофизических исследований, использовать программные средства контроля качества геофизических исследований;
Уровень 3	*

**Владеть:**

Уровень 1	навыками работы со стандартными пакетами прикладных программ; навыками отладки и тестирования прикладного программного обеспечения для решения прикладных задач в геологии и геофизике; методикой составления проектов и инженерных расчетов производственных геологических работ;
Уровень 2	способами

	использования существующих типовых решений и шаблонов проектирования программного обеспечения; способами применя методов и средств проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов
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 и 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. 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.</b>						
1.1	Лекция 1-3. /Лек/	6	4			0	
1.2	Практические занятия 1-3. Решение различных уравнений первого порядка и задач Коши. Контрольная работа на решение задач. /Пр/	6	8			4	
1.3	Самостоятельная работа /Ср/	6	4			0	

	<b>Раздел 2. 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.</b>						
2.1	Лекция 4. /Лек/	6	2			0	
2.2	Практическое занятие 4. Разбор и анализ условий теоремы существования и выводов из нее, решение задач на поиск особых решений /Пр/	6	5			4	
2.3	приемами документирования собранных данных в соответствии с регламентами организации; методикой разработки руководства программиста ИС /Ср/	6	4			0	
	<b>Раздел 3. 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.</b>						
3.1	Лекция 5-6. /Лек/	6	2			0	
3.2	Практическое занятие 5-6. Решение различных уравнений, допускающих понижение порядка. Решение задач Коши /Пр/	6	5			4	
3.3	Самостоятельная работа /Ср/	6	5,65			0	
	<b>Раздел 4. 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.</b>						
4.1	Лекция 7-8. /Лек/	6	2			0	
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/	6	2			2	
4.3	Самостоятельная работа /Ср/	6	10			0	
	<b>Раздел 5. Линейные уравнения со специальным видом правой частью. Определение вида частного решения и нахождение частного решения. Общее решение. Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка. Задачи на собственные значения. Примеры.</b>						

5.1	Лекция 9-10. /Лек/	6	2			0	
5.2	Практическое занятие 9-10. Решение уравнений со специальной правой частью. Решение задач Коши. Контрольная работа на решение задач /Пр/	6	5			2	
5.3	Самостоятельная работа /Ср/	6	6			0	
	<b>Раздел 6. Особые точки. Понятие фазового портрета уравнения. Типы особых точек. Исследование особых точек</b>						
6.1	Лекция 11-12. /Лек/	6	4			0	
6.2	Практическое занятие 11-12. Решение задач на построение фазового портрета, анализа типа особых точек. /Пр/	6	3			3	
6.3	Самостоятельная работа /Ср/	6	9			0	
	<b>Раздел 7. 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</b>						
7.1	Лекция 13-14. /Лек/	6	8			0	
7.2	Практическое занятие 13-14. Решение задач на построение фундаментальной системы решений системы уравнений первого порядка в матричной записи. /Пр/	6	12			0	
7.3	Самостоятельная работа /Ср/	6	15			0	
	<b>Раздел 8. 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.</b>						
8.1	Лекция 15-16. /Лек/	6	4			0	
8.2	Практическое занятие 15-16. Решение задач на исследование уравнений и систем на устойчивость с применением критерия Раусса-Гурвица /Пр/	6	12			0	
8.3	Самостоятельная работа /Ср/	6	17			0	
8.4	Иные виды контактной работы /ИВКР/	6	2,35			0	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Перечень вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине Б1.В22 «Численные методы математической физики»

- 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

Примерные темы курсовых работ

1. Численные методы решения дифференциальных уравнений;
2. Применение дифференциальных уравнений к решению прикладных задач;
3. ВКБ-асимптотика решений уравнений второго порядка;
4. Приближенные методы решения краевых задач;
5. Устойчивость систем дифференциальных уравнений: Критерий Михайлова и другие критерии
6. Качественное исследование динамических систем на плоскости

## 5.3. Оценочные средства

Рабочая программа дисциплины "Качественные методы в математике и физике" 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****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
4-39	Аудитория для лекционных, практических занятий и семинарских работ.	Набор учебной мебели на 24 посадочных места (12 парт), стол преподавателя, 25 стульев. Доска меловая.	
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 «Численные методы 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.