МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
математической физики
и информационных технологий

С.А. Переселков

28.06.2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.15 Дифференциальные уравнения

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки/специализация: Физика медицинских, лазерных технологий и наноматериалов.

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 0803 математической физики и информационных технологий

6. Составитель программы: Курин Александр Федорович, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: Научно-методическим советом физического факультета, протокол №6 от 27.06.2024г.

8. Учебный год: 2025/2026 **Семестр:** 3

9.Цели и задачи учебной дисциплины

цель дисциплины: сформировать у студентов фундаментальные основы весьма разветвлённого базового курса «Дифференциальные уравнения», позволяющие вести исследования по различным научным направлениям специальности.

задачи дисциплины:

- изучение базовых понятий теории дифференциальных уравнений;
- освоение основных приёмов решения практических задач по темам дисциплины;
- приобретение опыта работы с математической и связанной с математикой научной и учебной литературой;
- развитие четкого логического мышления.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к математическому и естественнонаучному циклу дисциплин учебного плана и является составной частью группы предметов, объединенных в модуль «Математика». Данная дисциплина является необходимой для освоения остальных дисциплин естественнонаучного цикла и дисциплин профессионального цикла ООП и относится к группе обязательных дисциплин отрасли науки и научной специальности образовательной компоненты ООП (в соответствии с Федеральными государственными требованиями (ФГТ)). Содержание дисциплины базируется на знаниях, приобретенных в курсах математического анализа и линейной алгебры.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК -1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1	Опирается на основы математики, физики, вычислительной техники и программирования при построении модели предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования	Демонстрирует знания дифференциальных и интегральных уравнений, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов решения практических задач.
		ОПК-1.2	Планирует решение профессиональных задач с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Применяет дифференциальные и интегральные уравнения для решения практических задач.

		ОПК-1.3	Анализирует результаты теоретического и экспериментального исследования предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования	Использует навыки квалифицированного выбора и адаптации дифференциальных и интегральных уравнений для решения инженерных задач в сфере профессиональной деятельности.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации - зачет с отметкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			3 семестр
Аудиторные занятия		72	72
в том числе:	лекции	36	36
	практические	36	36
	лабораторные	0	0
Самостоятельная работа		18	18
в том числе: курсовая работа (проект)		0	0
Форма промежуточной аттестации		18	18
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
		1. Лекции	
1.1	Введение в предмет. История. Основные понятия. Уравнения	Задача Коши для уравнения первого порядка. Общее решение, общий интеграл. Уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения, которые сводятся к уравнениям с разделяющимися переменными. Линейное уравнение. Метод вариации произвольной постоянной (метод Лагранжа).	

	первого порядка.	Уравнение Бернулли, уравнение Риккати. Уравнение в полных дифференциалах. Решение с помощью интегрирующего множителя. Интегрирующий множитель для линейного уравнения. Теорема существования и единственности решения уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Особые точки, особые решения. Виды особых точек (узел, седло, центр, фокус). Метод последовательных приближений. Уравнения, неразрешенные относительно производной. Уравнение Лагранжа, уравнение Клеро. Общий метод интегрирования. Теорема существования и единственности решения.	
1.2	Уравнения n-го порядка. Линейные уравнения.	Задача Коши для уравнения n-го порядка. Понижения порядка. Линейные уравнения n-го порядка. Общие свойства. Принцип суперпозиции. Линейно зависимые и линейно независимые решения. Определитель Вронского. Две теоремы о линейной зависимости решений линейного однородного уравнения. Альтернатива. Фундаментальная система решений. Теорема о структуре общего решения линейного однородного уравнения. Теорема о структуре общего решения линейного неоднородного уравнения. Линейные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Однородные уравнения. Характеристическое уравнение. Случаи простых, комплексно-сопряженных, кратных корней характеристического уравнения. Неоднородные уравнения. Специальная правая часть. Резонанс. Метод вариации произвольных постоянных (метод Лагранжа) для линейного уравнения второго порядка.	
1.3	Системы линейных уравнений.	Принцип суперпозиции. Определитель Вронского. Альтернатива. Теоремы о структуре общего решения однородной и неоднородной систем. Системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Однородные системы. Случаи простых и кратных корней характеристического уравнения. Неоднородные системы со специальной правой частью.	
1.4	Устойчивость решений дифференциальных уравнений и систем.	Понятия устойчивого и неустойчивого решений. Определение устойчивости по Ляпунову. Определение асимптотической устойчивости. Сведение исследования на устойчивость произвольного решения к исследованию на устойчивость тривиального решения. Определение устойчивости тривиального решения. Фазовое пространство.	

		Фазовая траектория. Фазовый портрет. Изображающая точка. Точка покоя. Фазовые переменные для уравнения второго порядка. Фазовая плоскость линейного осциллятора. Виды точки покоя (узел, седло, центр, фокус). Определение устойчивости тривиального решения системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Метод функции Ляпунова. Исследование на устойчивость по первому (линейному) приближению. Метод ван дер Поля. Переменные ван дер Поля. Разделение движений. Уравнение ван дер Поля. Стационарные режимы колебаний. Их устойчивость. Предельный цикл. Понятие об асимптотических методах.	
2. Практические занятия			
2.1	Введение в предмет. История. Основные понятия. Уравнения первого порядка.	Задача Коши для уравнения первого порядка. Общее решение, общий интеграл. Уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения, которые сводятся к уравнениям с разделяющимися переменными. Линейное уравнение. Метод вариации произвольной постоянной (метод Лагранжа). Уравнение Бернулли, уравнение Риккати. Уравнение в полных дифференциалах. Решение с помощью интегрирующего множителя. Интегрирующий множитель для линейного уравнения. Теорема существования и единственности решения уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Особые точки, особые решения. Виды особых точек (узел, седло, центр, фокус). Метод последовательных приближений. Уравнения, неразрешенные относительно производной. Уравнение Лагранжа, уравнение Клеро. Общий метод интегрирования.	
2.2	Уравнения n-го порядка. Линейные уравнения.	Задача Коши для уравнения n-го порядка. Метод понижения порядка. Линейные уравнения n-го порядка. Общие свойства. Принцип суперпозиции. Линейно зависимые и линейно независимые решения. Определитель Вронского. Две теоремы о линейной зависимости решений линейного однородного уравнения. Альтернатива. Фундаментальная система решений. Теорема о структуре общего решения линейного однородного уравнения. Теорема о структуре общего решения линейного неоднородного уравнения. Линейные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случаи простых и кратных корней. Случай	

		комплексно-сопряженных корней. Неоднородные уравнения со специальной правой частью. Резонанс. Линейный осциллятор. Метод вариации произвольных постоянных для линейного уравнения второго порядка.	
2.3	Системы линейных уравнений.	Принцип суперпозиции. Определитель Вронского. Альтернатива. Теоремы о структуре общего решения однородной и неоднородной систем. Системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Однородные системы. Случаи простых и кратных корней характеристического уравнения. Неоднородные системы со специальной правой частью.	
2.4	Устойчивость	Определение устойчивости тривиального решения системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Исследование на устойчивость по первому (линейному) приближению.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Введение в предмет. История. Основные понятия. Уравнения первого порядка.	12	14		6	32
1.2	Уравнения n-го порядка. Линейные уравнения.	10	12		6	28
1.3	Системы линейных уравнений.	4	4		2	10
1.4	Устойчивость решений.	6	4		2	12
1.5	Метод ван дер Поля.	4	2		2	8
	Итого:	36	36		18	90

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:
- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- методические указания и пособия;
- электронные версии учебников и методических указаний для выполнения практических работ.

Форма организации самостоятельной работы: подготовка к аудиторным занятиям; выполнение домашних заданий; выполнение контрольных работ.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины *(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)*

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Литвин Д.Б. Обыкновенные дифференциальные уравнения: учебное пособие / Литвин Д.Б., Мелешко С.В., Мамаев И.И. — Москва: Ставропольский ГАУ, 2017. — 76 с. — Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко, И.И. Мамаев - Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. — ISBN gau_00125 .— <URL:https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00125.html>.
2	Твердохлебова Е.В. Дифференциальные уравнения. Устойчивость решений. Уравнения и системы первого порядка: учебное пособие / Твердохлебова Е.В. — Москва: МИСиС, 2020. — 165 с. — Дифференциальные уравнения. Устойчивость решений. Уравнения и системы первого порядка [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.В. Твердохлебова. - М.: МИСиС, 2020. — ISBN 5-907226-67-8 .— <URL:https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907226678.html>.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Тихонов А.Н. Дифференциальные уравнения: учебник / Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. — Москва: Физматлит, 2002. — 256 с. — Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: Учеб. для вузов / Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А. Г. - 4-е изд., - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002 Курс высшей математики и математической физики. Вып. 6. — ISBN 5-9221-0277-3. — <URL:https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102773.html>.
2	Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения: учебник / Эльсгольц Л.Э. --- Москва: Наука, 1965. --- 424 с.
3	Филиппов Алексей Федорович. Сборник задач по дифференциальным уравнениям: [учебное пособие] / А.Ф. Филиппов. — Изд. 4-е .— М.: Либроком: URSS, 2011 .— 235, [2] с. : ил., табл. — (Классический учебник МГУ) .— ISBN 978-5-397-01632-2.

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Виды точки покоя: учебно-методическое пособие / сост.: Е.Г. Беломытцева, Д.Л. Дорофеев, С.В. Елфимов, Г.А. Курина, Е.Б. Туленко, А.Ф. Курин. — Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. — 37 с. — Тираж 50. 2,3 п.л.
2	Метод Ван дер Поля. Асимптотический метод усреднения. Уравнения Ван дер Поля, Дуффинга, Матье: учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Е.Г. Беломытцева, Е.Б. Туленко, А.Ф. Курин. — Воронеж: Издательский

	дом ВГУ, 2019. — 79 с. : ил. — Библиогр.: с. 78.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, аудитории для практических занятий

---

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины: Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Разделы 1-4	ОПК-1	ОПК-1.1	Контрольные работы
2.	Разделы 1-4		ОПК-1.2	Контрольные работы
2.	Разделы 1-4		ОПК-1.3	Контрольные работы

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:
– контрольные работы

Перечень заданий для контрольных работ

Контрольная работа № 1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка.

Задание 1 (10 баллов). Решить дифференциальное уравнение $y'-y/(x+2)=x^2+2x$.
Задание 2 (15 баллов). Решить дифференциальное уравнение $(y^2+2y-x)dy=2x$.
Задание 3 (15 баллов). Решить дифференциальное уравнение $3xy'+5y=(4x-5)y^4$.
Задание 4 (20 баллов). Решить дифференциальное уравнение $e^y dx+(\cos y+xe^y)dy=0$.
Задание5 (20 баллов). Решить дифференциальное уравнение $y=xy'-y'^2$.

Контрольная работа № 2. Дифференциальные уравнения n-го порядка и системы уравнений.

Задание 1 (15 баллов). Решить дифференциальное уравнение $y^{(4)} + 2y^{(3)} + y^{(2)} = 0$.
Задание 2 (20 баллов). Решить систему дифференциальных уравнений $x' = x - 5y,\ y' = 2x - y$.
Задание 3 (15 баллов). Решить задачу Коши $y'' + 4y = 8 \operatorname{ctg} 2x;\quad y(\pi/4) = 5;\ y'(\pi/4) = 4$.
Задание 4 (20 баллов). Решить задачу Коши $y''' - y' = 2e^x + \cos x;\quad y(0) = y'(0) = y''(0) = 0$.

Описание технологии проведения

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:
собеседование по вопросам на зачете.

Перечень вопросов к зачету.

1. Уравнение с разделяющимися переменными. Общий интеграл, общее решение, частные решения.
2. Линейное уравнение первого порядка. Метод вариации произвольной постоянной (Лагранжа).
3. Уравнение Бернулли.
4. Уравнение Риккати.
5. Уравнение в полных дифференциалах. Решение с помощью интегрирующего множителя (случаи зависимости множителя только от x или только от y).
6. Интегрирующий множитель для линейного уравнения.
7. Задача Коши для уравнения первого порядка.
8. Теорема о существовании и единственности решения уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной.
9. Особые точки, особые решения. Виды особых точек: узел, седло, центр, фокус.
10. Метод последовательных приближений решения уравнения первого порядка.
11. Уравнения первого порядка, неразрешенные относительно производной (случаи, когда выражаются x или y).
12. Уравнение Лагранжа.

13. Уравнение Клеро.
14. Задача Коши для дифференциального уравнения n-го порядка.
15. Общие свойства линейного уравнения. Принцип суперпозиции.
16. Определитель Вронского. Две теоремы о линейной зависимости. Альтернатива. Фундаментальная система решений.
17. Теорема о структуре общего решения линейного однородного уравнения.
18. Теорема о структуре общего решения линейного неоднородного уравнения.
19. Однородное линейное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случай простых корней.
20. Однородное линейное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами. Случай комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения.
21. Однородное линейное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами. Случай кратных корней характеристического уравнения.
22. Неоднородное линейное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами. Случай специальной правой части. Резонанс.
23. Метод вариации произвольных постоянных (Лагранжа) для линейного уравнения второго порядка.
24. Системы линейных уравнений. Принцип суперпозиции. Определитель Вронского. Структура общего решения однородной и неоднородной систем.
25. Однородные системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случаи простых, кратных, комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения.
26. Неоднородные системы линейных уравнений со специальной правой частью. Резонанс.
27. Понятия устойчивого и неустойчивого решений системы дифференциальных уравнений. Определение устойчивости и асимптотической устойчивости по Ляпунову.
28. Сведение исследования на устойчивость произвольного решения к исследованию на устойчивость произвольного решения.
29. Фазовое пространство, фазовая траектория, фазовый портрет, изображающая точка, точка покоя. Фазовые переменные для уравнения второго порядка.
30. Фазовая плоскость линейного осциллятора без затухания.
31. Виды точки покоя. Точка покоя типа «узел».
32. Виды точки покоя. Точка покоя типа «седло».
33. Виды точки покоя. Точка покоя типа «центр».
34. Виды точки покоя. Точка покоя типа «фокус»
35. Определение устойчивости тривиального решения однородной системы с постоянными коэффициентами по корням характеристического уравнения.
36. Исследование на устойчивость по линейному (по первому) приближению.
37. Метод ван дер Поля. Переменные ван дер Поля. Разделение движений.
38. Уравнение ван дер Поля. Стационарные режимы, их устойчивость. Предельный цикл.

Перечень практических задач.

Дифференциальные уравнения и системы уравнений, задача Коши.

1. $y''-2y'=x^2-x+e^x$.
2. $y''+2y'+5y=0$, $y(0)=1$, $y'(0)=0$.
3. $y''''+8y'''+16y''=0$.
4. $x'=-3x-y$, $y'=x-y$.
5. $y''-4y'+4y=e^{2x}/x^3$.
6. $y''+y=\cos x+2e^x$.
7. $y''+4y'+5y=0$, $y(0)=2$, $y'(0)=0$.
8. $y''+y'+0.25y=0$.
9. $x'=-x+y$, $y'=x-y$.
10. $y''+y'=(e^x+1)^{-1}$.

11. $y''-y=e^{-x}+x$.
12. $y''+3y'+2y=0$, $y(0)=0$, $y'(0)=1$.
13. $4y'''+4y''+y'=0$.
14. $x'=y$, $y'=x$.
15. $y''-2y'+y=e^x/x^2$.
16. $y''+3y'=9x+e^{2x}$.
17. $y''+3y'=0$, , $y(0)=0$, $y'(0)=1$.
18. $y'''+12y''+36y'=0$.
19. $x'=-4y$, $y'=x-4y$.
20. $y''+y=1/\cos x$.

21. $y'-y/(x+2)=x^2+2x$.
22. $2(x+y^4)dy=ydx$.
23. $y'+2xy=2x^3y^3$.
24. $(2x-1-y/x^2)dx+(1/x-2y)dy=0$.
25. $y=2xy'-8y'^3$.
26. $y'+(1-2x)y/x^2=1$.
27. $(13y^3-x)dy=4ydx$.
28. $xy'+y=xy^2$.
29. $(5xy^2-x^3)dx+(5x^2y-y)dy=0$.
30. $y=3y'^4-y'$.

Устойчивость тривиального решения системы уравнений по линейному приближению.

1. $x'=x-3y+x^3-8xy$, $y'=4x+y-1+e^{-x}$.
2. $x'=2x-y-\sin x$, $y'=4x+y+\cos y-e^{8x}$.
3. $x'=2.5x-y-1+(1+x)^{1/2}$, $y'=4x-y+\ln(1+y^2)$.
4. $x'=-6x-y-1+x^7+e^x\cos y$, $y'=x-3y+y^2$.
5. $x'=2x+y-2+2e^x\cos^2 y$, $y'=-y+\ln(x+1)+e^y-1$.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач данной дисциплины.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач данной дисциплины. Допускает ошибки при решении этих задач.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач данной дисциплины. Допускает ошибки при решении этих задач.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Неудовлетворительно

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 03.03.02 Физика

Дисциплина Б1.О.15 Дифференциальные уравнения

Профиль подготовки Физика медицинских, лазерных технологий и наноматериалов.

Форма обучения очная

Учебный год 2025/2026

Ответственный исполнитель

Заведующий кафедрой математической физики и информационных технологий Переселков С.А. 28.06.2024

Исполнители

Доцент кафедры математической физики и информационных технологий _____ Курин А.Ф. 28.06.2024

_____ _____ _____ __.__ 2024
должность, подразделение *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП
по направлению/специальности _____ _____ __.__ 20__
подпись *расшифровка подписи*

Начальник отдела обслуживания ЗНБ _____ _____ __.__ 20__
подпись *расшифровка подписи*

Программа рекомендована Научно-методическим советом физического факультета, протокол №6 от 27.06.2024г.