

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 31.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Функциональные ряды

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы

Методика обучения физике

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.02 Функциональные ряды относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ИД ПК-1: Демонстрация способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ИД ПК-1: Знать теорию числовых и функциональных рядов; их приложения к классическим задачам физики. Уметь применять математические методы для решения задач физики; использовать адекватный математический аппарат; выполнять приближенные вычисления и оценивать их погрешность; использовать методы математического моделирования в практической деятельности. Владеть навыками применения понятий и конструкций математического анализа к решению конкретных задач, методами решения прикладных задач.	Аудиторная контрольная работа Внеаудиторная контрольная работа Задачи	Зачёт: Задачи Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	

аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Числовые, функциональные и степенные ряды.	60		20	20	40
Тема 2. Ряд и интеграл Фурье.	28		8	8	20
Тема 3. Преобразование Лапласа.	19		4	4	15
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	0	32	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Числовые, функциональные и степенные ряды

Числовые ряды. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Критерии сходимости числового ряда. Необходимое условие сходимости. Достаточные признаки сходимости: мажорантный и предельный признаки сравнения, Даламбера, Коши, интегральный, Дирихле, Абеля. Абсолютная и условная сходимость.

Умножение рядов. Перестановка членов ряда. Функциональные последовательности и ряды функций.

Поточечная и равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости

функционального ряда. Непрерывность суммы, интегрирование и дифференцирование равномерно

сходящихся рядов. Степенной ряд. Радиус и интервал сходимости степенного ряда. Дифференцирование

и интегрирование степенного ряда внутри области сходимости. Ряд Тейлора и Маклорена. Стандартные

разложения основных элементарных функций в ряд Маклорена. Приближенные вычисления с помощью

рядов значений функций, интегралов, решение алгебраических и дифференциальных уравнений.

Тема 2. Ряд и интеграл Фурье.

Постановка задачи. Гильбертово пространство. Скалярное произведение и норма функции. Поточечная,

равномерная сходимость и сходимость в среднем последовательностей и рядов. Ортогональные и

ортонормированные элементы пространства со скалярным произведением. Ряд Фурье по ортогональной

и ортонормированной системам функций. Минимальное свойство частичных сумм ряда Фурье. Неравенство Бесселя. Условие сходимости ряда Фурье. Равенство Парсеваля. Замкнутые и полные ортогональные системы элементов в пространстве со скалярным произведением. Тригонометрический ряд Фурье для 2π -периодических функций. Разложение четной и нечетной функции в тригонометрический ряд Фурье. Тригонометрический ряд Фурье для функций произвольного периода. Комплексная форма ряда Фурье. Поточечная и равномерная сходимость тригонометрического ряда Фурье. Полнота тригонометрической системы функций.

Интеграл Фурье как предельный случай ряда Фурье. Достаточные признаки сходимости интеграла Фурье. Представление функции интегралом Фурье. Представление четной и нечетной функции интегралом Фурье. Комплексное прямое и обратное преобразования Фурье. Синус-преобразования Фурье и косинус-преобразования Фурье.

Тема 3. Преобразование Лапласа.

Оригиналы и их изображения, теоремы существования и единственности, свойства оператора Лапласа. Изображения единичного скачка, показательной, тригонометрических, гиперболических, степенной функций. Теоремы подобия, смещения, запаздывания, свертывания оригиналов. Дифференцирование и интегрирование оригиналов. Сводная таблица оригиналов и их изображений.

Приложения преобразования Лапласа к интегрированию ЛДУ и систем ЛДУ с постоянными коэффициентами, вычислению несобственных интегралов, решению интегральных уравнений и некоторых задач математической физики.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Функциональные ряды» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий, выполнение домашних самостоятельных работ, подготовку к самостоятельным и контрольным работам, зачету.

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке ответов на вопросы самоконтроля. Самостоятельная работа может происходить как в читальном зале библиотеки, так и в домашних условиях.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя направлена на активизацию познавательной деятельности студента и установление «обратной связи» между студентом и преподавателем.

В данной программе разработаны задания по конкретным темам дисциплины, позволяющие студентам глубже изучить данный раздел программы, способствующие воспитанию у них способности принимать самостоятельные решения. Для проведения текущего контроля сформированности компетенции используются аудиторные самостоятельные и контрольные работы, домашние самостоятельные работы. Приведены задания для контрольных и самостоятельных работ, отчетов по темам дисциплины.

Изучение теоретического материала определяется рабочей учебной программой дисциплины, календарным планом изучения дисциплины и перечнем литературы. При подготовке к занятиям рекомендуется повторить материал предшествующих тем рабочего учебного плана, а также материал предшествующих учебных дисциплин, который служит базой изучаемого раздела

данной дисциплины. При подготовке к практическому занятию необходимо изучить рекомендованную литературу. Изученный материал следует проанализировать в соответствии с планом занятия, затем проверить степень усвоения содержания вопросов.

Практические занятия неразрывно связаны с домашними заданиями как основным видом текущей самостоятельной работы, являясь, в сочетании с систематическим изучением теоретического материала, основой рейтинговой оценки знаний, фиксируемой в промежуточной и итоговой аттестациях.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- повторение пройденного учебного материала, чтение рекомендованной литературы;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение общих и индивидуальных домашних заданий;
- работу с электронными источниками;
- подготовку к сдаче зачета.

Планирование времени на самостоятельную работу важно осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом повторение пройденного материала.

При подготовке к зачету следует руководствоваться перечнем вопросов для подготовки к итоговому контролю по курсу. При этом необходимо уяснить суть основных понятий дисциплины.

Самостоятельная работа студентов, прежде всего, заключается в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый в лекционной части курса. Необходимо овладеть навыками библиографического поиска, в том числе в сетевых Интернет-ресурсах.

Существует несколько методов работы с литературой.

Один из них – метод повторения: смысл прочитанного текста можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Наиболее эффективный метод – метод осознанного запоминания: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию, важно произвести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения. Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

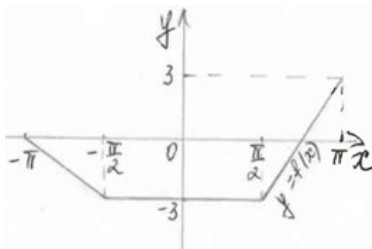
1. Найдите область сходимости функционального ряда $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3x+2}{n(n+1)x^n}$.
2. Найдите радиус и интервал сходимости степенного ряда и исследуйте поведение ряда на концах интервала сходимости $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^n}{2^n \sqrt{n+1}}$.
3. Докажите равномерную сходимость функционального ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{1-x^{2n}}}{3^{n-1}}$ на $x \in [0;1]$.
4. Разложите функцию $y = 1 + \frac{x^2}{e^{-2x}}$ в ряд Маклорена и укажите, для каких значений x справедливо разложение.
5. Разложите функцию $y = \sqrt{x^3}$ в ряд Тейлора в окрестности точки и укажите, для каких значений x справедливо разложение.
6. Найти сумму степенного ряда $\frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \dots + \frac{x^{2n+3}}{2n+3} + \dots$.
7. Вычислить $\int_0^1 x^4 \cdot \sin \frac{x}{2} dx$ с точностью $\epsilon = 0,00001$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все задания контрольной работы выполнены без ошибок
отлично	Все задания контрольной работы выполнены, в одном допущена незначительная ошибка
очень хорошо	Без ошибок выполнено от 80% до 90% заданий контрольной работы
хорошо	Без грубых ошибок выполнено от 70% до 80% заданий контрольной работы
удовлетворительно	Без грубых ошибок выполнено от 51% до 70% заданий контрольной работы
неудовлетворительно	Без грубых ошибок выполнено не более 50% заданий контрольной работы
плохо	Ни одно задание контрольной работы не выполнено.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Разложить функцию, заданную графически, в ряд Фурье на отрезке $[-p; p]$. Исследовать сходимость полученного ряда, найти сумму. Построить график функции и график суммы ряда



Фурье.

2. Разложить функцию $y = 2x + 1$ на отрезке $\left[-\frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right]$ в ряд Фурье. Исследовать сходимость полученного ряда, найти сумму. Построить график функции и график суммы ряда Фурье.

3. Разложить функцию $y = 1 + 2|\cos x|$ в ряд Фурье по косинусам и в ряд Фурье по синусам на отрезке $[0; p]$. Для каждого из полученных рядов исследовать сходимость, найти сумму. Построить график функции и графики суммы ряда Фурье по косинусам и суммы ряда Фурье по синусам.

Критерии оценивания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все задания контрольной работы выполнены без ошибок
отлично	Все задания контрольной работы выполнены, в одном допущена незначительная ошибка
очень хорошо	Без ошибок выполнено от 80% до 90% заданий контрольной работы
хорошо	Без грубых ошибок выполнено от 70% до 80% заданий контрольной работы
удовлетворительно	Без грубых ошибок выполнено от 51% до 70% заданий контрольной работы
неудовлетворительно	Без грубых ошибок выполнено не более 50% заданий контрольной работы
плохо	Ни одно задание контрольной работы не выполнено.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Исследуйте ряды на сходимость и установите характер сходимости: а) $\sum_{n=1}^{\infty} \arcsin^n \frac{1}{5^n}$;

б) $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{2^n + 1}$; в) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[n]{10}}$; г) $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{5n-3}$.

2. Найти сумму ряда: а) $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{4}{n(n+2)}$; б) $\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{2 - (-1)^n}{3^{n-2}}$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача решена с негрубыми ошибками
не зачтено	Задача не решена или при решении задачи допущены грубые ошибки

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	отказа обучающегося от ответа	ошибки	х задач с некоторым и недочетами	некоторым и недочетами	ошибок и недочетов	без ошибок и недочетов	
--	-------------------------------	--------	----------------------------------	------------------------	--------------------	------------------------	--

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Исследовать сходимость ряда $\sum_{n=1}^{\infty} tg \frac{n}{3^n}$.

2. Исследовать сходимость ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n + \cos n}{n^3}$. Установить характер сходимости.

3. Найти сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n - (-3)^n}{5^n}$.

4. Найти область сходимости ряда $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n(x+2)^n}$.

5. Найти область сходимости и сумму ряда $\sum_{n=0}^{+\infty} (-1)^n 2^{n+1} x^n$.

6. Доказать равномерную сходимость ряда $\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{n \sin^2 x}{7^n}$.

7. Исследовать на непрерывность функцию $f(x) = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{5^n (x-3)^n}{2^{2n+1}}$.

8. Можно ли ряд $\sum_{n=1}^{+\infty} n^2 x^{n-1}$ почленно интегрировать по $\left[0; \frac{1}{3}\right]$? Записать в виде ряда

$$\int_0^{\frac{1}{3}} \left(\sum_{n=1}^{+\infty} n^2 x^{n-1} \right) dx$$

9. Используя основные разложения, разложить в степенной ряд функцию $f(x) = \frac{x}{1+x} + \ln(1-x)$.

10. Используя разложение функции $f(x) = x^5 \cos \frac{x}{5}$ в ряд, найти $f^{(5)}(0)$.

11. Вычислить $\int_0^{0.5} \frac{dx}{1+x^4}$ с точностью до 0,001.

12. Разложить функцию $f(x) = 0,5(\pi - x)$ в ряд Фурье на $(0; 2\pi)$.

13. Разложить функцию $f(x) = \begin{cases} 1, & x < 0, \\ 4, & x \geq 0 \end{cases}$ в ряд Фурье на $(-3; 3)$.

14. Разложить функцию $f(x) = -3+x$ в ряд Фурье по синусам на $(0,6)$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача решена с негрубыми ошибками
не зачтено	Задача не решена или при решении задачи допущены грубые ошибки

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Числовой ряд. Сходимость и расходимость числового ряда. Простейшие свойства сходящихся рядов. Необходимое условие сходимости.

2. Геометрический и обобщенный гармонический ряды и их сходимость.
3. Остаток ряда. Связь между сходимостью числового ряда и сходимостью его остатка. Теорема о пределе остатков сходящегося числового ряда.
4. Ряды с неотрицательными членами. Теоремы сравнения.
5. Признаки Даламбера и Коши сходимости знакоположительных рядов.
6. Интегральный признак сходимости знакоположительных рядов.
7. Знакопередающиеся ряды. Теорема Лейбница. Оценка остатка сходящегося знакопередающегося ряда.
8. Абсолютно сходящиеся ряды и их свойства. Теорема Коши о сходимости абсолютно сходящегося ряда.
9. Условно сходящиеся ряды. Теорема Римана.
10. Функциональные ряды. Частичная сумма и сумма функционального ряда. Сходимость, область сходимости функционального ряда.
11. Равномерно сходящиеся функциональные ряды, связь между сходимостью и равномерной сходимостью функционального ряда.
12. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда.
13. Свойства равномерно сходящихся рядов. Непрерывность суммы ряда. Теоремы о почленном интегрировании и почленном дифференцировании равномерно сходящегося функционального ряда.
14. Степенной ряд. Первая теорема Абеля. Радиус сходимости. Интервал сходимости. Промежуток сходимости.
15. Теорема об абсолютной и равномерной сходимости степенного ряда. Непрерывность суммы степенного ряда. Вторая теорема Абеля.
16. Формулы для вычисления радиуса сходимости степенного ряда.
17. Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов.
18. Выражение коэффициентов степенного ряда через значения суммы этого ряда и ее производных в центре ряда. Теорема о единственности разложения функции в степенной ряд.
19. Формальный ряд Тейлора. Понятие аналитической в точке функции. Разложение аналитической функции в степенной ряд. Критерий аналитичности функции.
20. Достаточное условие разложимости функции в степенной ряд.
21. Разложение в ряд Тейлора показательной функции e^x , тригонометрических функций $\cos x$, $\sin x$, натурального логарифма $\ln(1+x)$, биномиальный ряд. Разложение в ряд Тейлора других элементарных функций.
22. Понятие о действиях над степенными рядами: умножение степенных рядов, деление степенных рядов, подстановка ряда в ряд.

23. Приближенные вычисления с помощью степенных рядов, оценка погрешности в случае знакочередующегося и знакоположительного ряда. Другие приложения степенных рядов.
24. Ортогональные и ортонормированные системы функций. Ортогональность тригонометрической системы функций на отрезке $[-p, p]$.
25. Нормировка системы функций. Разложение по ортонормированной системе функций. Коэффициенты Фурье.
26. Нормировка тригонометрической системы функций. Определение тригонометрического ряда Фурье. Коэффициенты Фурье.
27. Понятие кусочно-гладкой функции, заданной на отрезке. Точки разрыва первого рода. Разложение кусочно – гладких $2p$ -периодических функций в тригонометрические ряды Фурье. Формулировка принципа локализации.
28. Представление непериодической функции рядом Фурье.
29. Ряды Фурье для четных (нечетных) функций. Разложение функций, заданных на отрезке $[0, p]$, в ряд по косинусам или синусам.
30. Тригонометрические ряды Фурье в случае произвольного интервала.
31. Сходимость рядов Фурье в «среднем». Неравенство Бесселя. Полнота и замкнутость ортогональной системы функций. Равенство Парсеваля. Полнота и замкнутость тригонометрической системы функций.
32. Интеграл Фурье. Интеграл Фурье для четных и нечетных функций. Интеграл Фурье для функций, заданных на промежутке $[0, +\infty)$. Преобразования Фурье, формулы обращения.
33. Оригиналы и изображения, теоремы существования и единственности, изображение единичного скачка, показательной, степенной, тригонометрических и гиперболических функций.
34. Теоремы подобия, смещения, запаздывания, свертывания оригиналов. Дифференцирование и интегрирование оригиналов.
35. Таблица оригиналов и их изображений.
36. Применение преобразования Лапласа к интегрированию ЛДУ и систем ЛДУ с постоянными коэффициентами, вычислению несобственных интегралов, решению интегральных уравнений, некоторых задач математической физики.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Приведен ответ на поставленный вопрос с негрубыми ошибками
не зачтено	Не приведен ответ на поставленный вопрос или при формулировке ответа допущены грубые ошибки

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Солдатов Михаил Александрович. Интегралы несобственные и зависящие от параметра. Ряды : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 03.03.02 "Физика", 11.03.04 "Электроника и нанoeлектроника", 09.03.02 "Информ. системы и технологии", 28.03.02 "Нанотехнологии и микросистем. техника" / под ред. М. А. Солдатов ; ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2014. - 184 с. - ISBN 978-5-91326-313-1 : 140.53., 94 экз.
2. Берман Георгий Николаевич. Сборник задач по курсу математического анализа : [для вузов]. - 20-е изд. - М. : Наука, 1985. - 383 с. : ил. - 1.20., 324 экз.

Дополнительная литература:

1. Ястребова Ирина Юрьевна. Числовые ряды : учебно-методическое пособие / И. Ю. Ястребова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2023. - 69 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850912&idb=0>.
2. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Краткий курс математического анализа : учебник для студентов вузов : [в 2 т.]. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды. - 3-е изд., перераб. - М. : Физматлит, 2003. - 400 с. - ISBN 5-9221-0184-6 (т. 1). - ISBN 5-9221-0183-8 : 126.35., 22 экз.
3. Ильин Владимир Александрович. Основы математического анализа : учеб. для студентов физ. специальностей и специальности "Прикладная математика" : в 2 ч. Ч. 2. - Изд. 4-е, стер. - М. : Физматлит, 2001. - 464 с. - (Курс высшей математики и математической физики / под ред. А. Н. Тихонова, В. А. Ильина, А. Г. Свешникова ; вып. 2). - ISBN 5-9221-0131-5 (вып. 2). - ISBN 5-9221-0134-X : 140.00., 31 экз.
4. Фихтенгольц Григорий Михайлович. Основы математического анализа. [Т.] 2. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2002. - 464 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 5-8114-0191-4 (ч. 2). - ISBN 5-9511-0010-0 : 86.00., 11 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

www.biblioclub.ru ЭБС «Университетская библиотека онлайн»

www.elibrary.ru Научная электронная библиотека

www.ebiblioteka.ru Универсальные базы данных изданий

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Ястребова Ирина Юрьевна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Чупрунов Евгений Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 09.01.2024, протокол № б/н.