**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**
**высшего образования**
**«Нижегородский государственный технический университет**
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)

*(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)*

Документ подписан электронной подписью
в системе электронного документооборота
НГТУ им. Р.Е. Алексеева

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 6120503c70676ec41314b02ec665da7b74e569cb
Владелец Ивашкин Евгений Геннадьевич
Действителен с 14.01.22 по 14.04.23

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института
_____ А.В. Мякиньков
Подпись ФИО
«_ 10__» ____06_____ 2021 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.3 Элементы теории обобщенных функций и гармонический анализ

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность: Математическое моделирование

Форма обучения: очная
Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра ПМ

Кафедра-разработчик ПМ

Объем дисциплины 108/3
часов/з.е
Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Мазова Р.Х., д.ф.-м.н., профессор

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2021 год

Рецензент: Ерофеева Л.Н., к.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой «Высшая математика» НГТУ им. Р.Е. Алексеева _____

*подпись*
«_____» _____ 20___г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 года № 13, на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 03.12.2020 №4.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 4.06.2021 № 9/1.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор А.А. Куркин

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ.
Протокол от 10.06.2021 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № _____
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
*(подпись)*

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ..... 4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ..... 4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ..... 4
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО ..... 6
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ..... 6
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ..... 10
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ..... 12
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЦЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ..... 13
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕ**
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ..... 17
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ..... 17
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ..... 19

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины является приобретение знаний и навыков применения понятия обобщенных функций, рассмотрение некоторых свойств систем таких функций, что позволяет рассматривать решение краевых задач в «неклассической» постановке, т.е. когда правые части уравнений внутри области задания (характеризующие внешнее воздействие) имеют довольно сильные особенности

1.2. Задачей освоения является формирование способности применять теорию обобщенных функций и гармонический анализ к решению краевых задач в «неклассической» постановке.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.3 Элементы теории обобщенных функций и гармонический анализ включена в перечень обязательных дисциплин.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Алгебра и геометрия, Математический анализ, Специальные главы математического анализа, Дифференциальные уравнения программы бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, могут быть использованы при изучении следующих дисциплин Асимптотические методы в механике, Специальные главы теории операторов монотонного типа, Прикладные методы в теории самоорганизующихся систем, в научно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Элементы теории обобщенных функций и гармонический анализ» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Таблица 1. - Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

| Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно | Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| **Б1.В.ОД.3 Элементы теории обобщенных функций и гармонический анализ** | | ■ | | |
| Б1.В.ОД.5 Асимптотические методы в механике | | | ■ | |
| Б1.В.ДВ.1.1 Применение вейвлетов в математическом моделировании | ■ | | | |
| Б1.В.ДВ.1.2 Математическое моделирование систем управления | ■ | | | |
| Б1.В.ДВ.2.1Некорректные задачи и методы их решения | ■ | | | |
| Б1.В.ДВ.2.2 Математическое моделирование акустических полей в океане | ■ | | | |
| Б1.В.ДВ.3.1 Специальные главы теории операторов монотонного типа | | | ■ | |
| Б1.В.ДВ.3.2 Прикладные методы в теории самоорганизующихся систем | | | ■ | |
| Б1.В.ДВ.4.1 Виртуальные машины | ■ | | | |
| Б1.В.ДВ.4.2 Бизнес-информатика | ■ | | | |
| Б2.У.1 Технологическая (проектно-технологическая) практика | | ■ | | |
| Б2.П.1 Научно-исследовательская работа | ■ | ■ | ■ | |
| Б2.П.2 Научно-исследовательская работа | | | | ■ |
| Б2.П.3 Преддипломная практика | | | | ■ |

| Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно | Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Б3.Д.1 Выполнение и защита ВКР | | | | |

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО

Таблица 2. - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине** | | | **Оценочные средства** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **Текущего контроля** | **Промежуточной аттестации** |
| ПКС-3. Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научно-исследовательской деятельности | ИПКС-3.2. Применяет и разрабатывает математические методы для решения задач научно-исследовательской деятельности. | **Знать:**<br>- Фурье-преобразование функций. Понятие спектра.<br>- Фурье-преобразование некоторых сигналов: функция с разрывом производных на границе, гладкая функция. Понятие энергетического спектра. | **Уметь:**<br>- использовать при решении задач разложение в ряд Фурье по системе тригонометрических функций<br>- использовать при решении сложных задач разложение в ряд Фурье по системе обобщенных функций<br>- применять полученные ранее знания к решению краевых задач в неклассической постановке. | **Владеть:**<br>- навыками самостоятельного изучения материалов по методологии прикладной математики и информатики<br>- методами подхода к критическому анализу и формулировке краевых задач в «неклассической» постановке | групповые обсуждения, решение задач контрольной работы | Билеты для зачета |
| Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам), решает задачу управления результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ | | | | | | |

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3. - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

| Вид учебной работы | Трудоёмкость в час | |
|---|---|---|
| | Всего час. | В т.ч. по семестрам |
| | | № сем 2 |
| **Формат изучения дисциплины** | с использованием элементов электронного обучения | |
| **Общая трудоёмкость** дисциплины по учебному плану | 108 | 108 |
| **1. Контактная работа:** | 55 | 55 |
| **1.1. Аудиторная работа,в том числе:** | 55 | 55 |
| занятия лекционного типа (Л) | 17 | 17 |
| занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др) | 34 | 34 |
| лабораторные работы (ЛР) | | |
| **1.2. Внеаудиторная, в том числе** | | |
| курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита) | | |
| текущий контроль, консультации по дисциплине | 4 | 4 |
| контактная работа на промежуточном контроле (КРА) | | |
| **2. Самостоятельная работа** (СРС) | 53 | 53 |
| реферат/эссе (подготовка) | | |
| расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка) | | |
| контрольная работа | | |
| курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка) | | |
| самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.) | 53 | 53 |
| **Подготовка к экзамену (контроль)** | | |
| **Подготовка к зачету** | | |

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4-Содержание дисциплины, структурированное по темам

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем | Виды учебной работы (час) | | | | Вид СРС | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Контактная работа | | | Самостоятельная работа студентов (час) | | | | |
| | | Лекции | Лабор. работы | Практические занятия | | | | | |
| ПКС-3<br>ИПКС-3.2 | 1. Некоторые понятия из теории функций . | 2 | | 1 | 3 | чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу 7.1.1 стр. 212-250, 7.1.2. стр. 141-191, 7.1.4. стр. 99-134, 7.2.1. стр. 254-280, 7.2.2. стр. 135-158; проработка лекционного материала; решение домашних заданий | Контрольная аудиторная работа, экзамен | | |
| | 2. Разложение произвольной функции по ортогональной системе функций . | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 3. Многочлены Чебышева. Ортогонализация Шмидта | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 4. Разложение в ряд Фурье по ортонормальной системе функций. | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 5. Примеры на разложение в ряд Фурье | 2 | | 2 | 3 | | | | |
| | 6. Разложение произвольной функции по полиномам Лежандра | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 7. Тригонометрические ряды Фурье для функции нескольких переменных | 2 | | 1 | 4 | | | | |
| | 8. Понятие интеграла Фурье для непериодической функции . | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 9. Фурье-преобразование некоторых сигналов | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 10. Понятие текущего спектра | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 11. Теорема Котельникова | 2 | | | 3 | | | | |
| | 12. Обобщенные функции. Постановка задачи | 2 | | | 3 | | | | |
| | 13. Дельта-образные последовательности | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 14. Дифференцирование обобщенной функции | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 15. Обобщенные функции нескольких независимых аргументов | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 16. Дифференцирование последовательности обобщенных функций как непрерывная операция. | 2 | | 1 | 3 | | | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем | Виды учебной работы (час) | | | | Вид СРС | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Контактная работа | | | Самостоятельная работа студентов (час) | | | | |
| | | Лекции | Лабор. работы | Практические занятия | | | | | |
| | 17. Разложение в ряд Фурье по системе обобщенных функций | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | 18. Дифференциальные уравнения с обобщенными функциями | 2 | | 1 | 3 | | | | |
| | **Итого по дисциплине** | **17** | | **34** | **53** | | | | |

# 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: устное собеседование по темам лекционных занятий, выполнение практических заданий и заданий контрольной работы. Промежуточный контроль проводится в устно-письменной форме.

6.1. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в разделе 12.

## 6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. - При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения контрольных работ

| **Шкала оценивания** | **Экзамен** |
|---|---|
| 40<R<=50 | Отлично |
| 30<R<=40 | Хорошо |
| 20<R<=30 | Удовлетворительно |
| O<R<=20 | Неудовлетворительно |

Шкала оценивания для РГР

- оценка «**зачтено**» выставляется студенту в том случае, если все задачи решены, к задачам приведены пояснения, построены графики (где это требует условие);
- оценка «**не зачтено**» ставится в том случае, если какая-либо задача отсутствует или приведены недостаточные пояснения к решению задачи.

Таблица 6. – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора достижения компетенции** | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля | Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля | Оценка **«хорошо»** / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля | Оценка **«отлично»** / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля |
| ПКС-3. Способен разрабатывать и применять теорию обобщенных функций и гармонический анализ к решению краевых задач в «неклассической» постановке | ИПКС-3.2. Применяет и разрабатывает теорию обобщенных функций и гармонический анализ к решению краевых задач в «неклассической» постановке | | | | |

| Оценка | Критерии оценивания |
|---|---|
| Высокий уровень «5» (отлично) | оценку **«отлично»** заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень «4» (хорошо) | оценку **«хорошо»** заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) | оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда


7.1.1. В.С. Владимиров «Уравнения математической физики» М.: Наука, 1967 г.
7.1.2. И.М. Гельфанд, Г.Е.Шилов «Обобщенные функции и действия над ними», М.: ГИФМЛ, 1958 г
7.1.3 С.М. Никольский «Курс математического анализа», М.: Наука, 1975 г.
7.1.4. А.А. Харкевич «Спектры и анализ», М.: ГИТТЛ, 1952 г
7.1.5. В.С. Владимиров «Обобщенные функции в математической физике», М.: Наука, 1976 г.
7.1.6. С.И. Баскаков «Радиотехнические цепи и сигналы», М.: Высшая школа, 1988 г.


### 7.2. Справочно-библиографическая литература


7.2.1. Толстов Г. П., Ряды Фурье, 2 изд., М., 1960
7.2.2. Натансон И. П., Конструктивная теория функций, М. — Л., 1949; Теория функций вещественной переменной, 2 изд., М., 1957
7.2.3. Джексон Д., Ряды Фурье и ортогональные полиномы, пер. с англ., М., 1948
7.2.4. Качмаж С., Штейнгауз Г., Теория ортогональных рядов, пер. с нем., М., 1958.
7.2.5. Колмогоров А. Н., Фомин С. В., Элементы теории функций и функционального анализа, 2 изд., М., 1968
7.2.6. Люстерник Л. А., Соболев В. И., Элементы функционального анализа, 2 изд., М., 1965
7.2.7. Данфорд Н., Шварц Дж., Линейные операторы, т. 1 — Общая теория, пер. с англ., М., 1962
7.2.8. Дэй М. М., Нормированные линейные пространства, пер. с англ., М., 1961.
7.2.9. Лузин Н. Н., Интеграл и тригонометрический ряд, М. — Л., 1951
7.2.10. Барин. К., Тригонометрические ряды, М., 1961
7.2.11. Зигмунд А., Тригонометрические ряды, пер. с англ., 2 изд., т. 1—2, М., 1965.

### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

7.3.1 Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20. Дата обращения 23.09.2015.
7.3.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20.
7.3.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-sprimeneniem-interakt.pdf.

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

**8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp
3. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://elib.tolgas.ru./ - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://znanium.com/. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://openedu.ru/. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://polpred.com/. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.viniti.ru. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://uisrussia.msu.ru/. – Загл. с экрана.

**8.2 Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):**

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

| № | Наименование ЭБС | Ссылка к ЭБС |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Консультант студента | http://www.studentlibrary.ru/ |
| 2 | Лань | https://e.lanbook.com/ |
| 3 | Юрайт | https://biblio-online.ru/ |

8.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Перечень программного обеспечения

| **Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе** | **Программное обеспечение свободного распространения** |
|---|---|
| 1 | 2 |
| MicrosoftWindowsXP/7/8.1/10 (подписка DreamSparkPremium, договор № 0509/КМР от 15.10.18) | Calculate Linux (свободноеПО) |
| Microsoft Visual Studio 2008/2010/2013/2015/2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18) | Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0) |
| MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2010 (лицензия № 49487732) | AdobeReader 11 (проприетарноеПО) |
| Microsoft Office Standard 2007 (лицензия № 43847744) | Libre office 5.2.4.2 (свободноеПО, лицензия Mozilla Public License) |
| Microsoft Office Access 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14) | Visual Prolog (проприетарноеПО) |
| Microsoft Office Visio 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14) | MicroCAP (бесплатная студенческая версия) |
| Microsoft Project 2010 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14) | PascalABC.NET (свободное ПО, лицензия LGPL) |
| Mathcad 15 (лицензияPKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2, договор № 28-13/13-057 от 26.02.13) | FreePascal IDE(свободноеПО, лицензия GNU GPL 2) |
| AutodeskAutoCAD 2019 (с/н571-21012977, до 08.07.22) | Python 2.7 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License) |
| Autodesk Inventor 2019 (с/н 570-41739728, до08.07.22) | Code::Blocks (свободноеПО, лицензия GNU GPLv3) |
| MatLABR2008a (лицензия № 527840) | Eclipse (открытое ПО, лицензия Eclipse Public License) |
| Р7 Офис (с/н 5260001439) | Python 3.6 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License) |
| Компас 3D-V16 (лицензионное соглашение № К-080298) | Wing IDE (проприетарное ПО) |
| Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021, до 26.05.22) | IntelliJIDEA (свободное ПО, лицензия Apache) |
| SolidWorks (с/н 9710004412135426), договор №32110779827 от 08.11.21 | Blender (свободное ПО, лицензия GNU GPL 2 и GNU GPL 3) |
| | Mendeley (проприетарное ПО) |
| | DeductorStudioAcademic (бесплатная |

| | |
|---|---|
| | студенческая версия) |

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

В таблице **10** указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

**Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

| № | Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы | Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета) |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ | https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts |
| 2 | Электронная база избранных статей по философии | http://www.philosophy.ru/ |
| 3 | Единый архив экономических и социологических данных | http://sophist.hse.ru/data_access.shtml |
| 4 | Базы данных Национального совета по оценочной деятельности | http://www.ncva.ru |
| 5 | Справочная правовая система «КонсультантПлюс» | доступ из локальной сети |
| 6 | Информационно-справочная система «Техксперт» | доступ из локальной сети |

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице **10** указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»https://www.nntu.ru/sveden/accenv/

Таблица 10. - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

| № | Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ | Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования |
|---|---|---|
| 1 | ЭБС «Консультант студента» | озвучка книг и увеличение шрифта |
| 2 | ЭБС «Лань» | специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации |
| 3 | ЭБС «Юрайт» | версия для слабовидящих |

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

— учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

— помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

| № | Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы | Оснащенность аудиторий помещений и помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | **3239** учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12 | Комплект демонстрационного оборудования:<br>• ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 Ггц, 4 Гб ОЗУ, 250 ГБ HDD, монитор 19” – 1шт.<br>• Мультимедийный проектор Epson- 1 шт;<br>• Экран – 1 шт.;<br>Набор учебно-наглядных пособий | • Microsoft Windows7 (подпискаDreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)<br>• Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3);<br>• Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);<br>• OpenOffice 4.1.1 (свободное ПО, лицензия ApacheLicense 2.0)<br>• AdobeAcrobatReader (FreeWare);<br>• 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензиея GNU LGPL);<br>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19). |
| | **3239** компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12) | • Проектор Accer – 1шт;<br>• ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 11 шт..<br>ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета | • Microsoft Windows 7 (подпискаDreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14);<br>• Microsoft Office (лицензия № 43178972);<br>• Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135);<br>• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);<br>• 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензиея GNULGPL);<br>• Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)<br>• КонсультантПлюс(ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);<br>Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | GNUGPLv3) |

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

При преподавании дисциплины используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и зачета с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне,** если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

### 11.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

### 11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Не предусмотрены.

### 11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой практических занятий является решение задач и разбор примеров.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать типовые задачи;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Типовые задания к практическим работам приведены в разделе 12.

### 11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут

работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

### 11.6. Методические указания для выполнения РГР

Не предусмотрены.

### 11.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Не предусмотрены.

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний,** включающая

- обсуждение теоретических вопросов;
- решение типовых задач;
- аудиторная контрольная работа;
- экзамен.

### Контрольные вопросы и задачи

**Уровень обученности «ЗНАТЬ»**

1) Понятие линейного нормированного пространства функций.
2) Понятие банахового пространства
3) Введение нормы функций
4) Ортогональные системы функций
5) Ортонормальные системы функций.
6) Разложение произвольной функции по ортонормальной системе функций.
7) Задача о наименьшей квадратичной ошибке.
8) Неравенство Бесселя. Соотношение Парсеваля.
9) Ортогонализация Шмидта.
10) Ряд Фурье. Комплексный ряд Фурье.
11) Тригонометрические ряды Фурье для функции нескольких переменных.
12) Полиномы Лежандра, как ортогональная система функций.
13) Понятие интеграла Фурье.
14) Понятие энергетического спектра и мощности сигнала.
15) Фурье-преобразования некоторых функций. Амплитудный и фазовый спектр.
16) Понятие текущего спектра. Теорема Котельникова.
17) Понятие обобщенной функции.
18) Дельта-образные функции. Примеры.
19) Понятие производной обобщенной функции.
20) Правила дифференцирования обобщенной функции.
21) Производная от кусочно-непрерывной функции с разрывами первого рода.
22) Понятие энергетического спектра и мощности импульсного и периодического сигнала.

23) Понятие амплитудного и фазового спектров для импульсного и периодического сигналов.
24) Регуляризация расходящегося интеграла.
25) Дифференциальные уравнения с обобщенными функциями на примере простейшего дифференциального уравнения: dy/dx=0.
26) Существование первообразной обобщенной функции на примере простейшего неоднородного уравнения: dg/dx = f

**Уровень обученности «УМЕТЬ»**

1. Уметь разложить произвольную функцию по ортонормальной системе функций.
2. Делать ортогонализацию Шмидта.
3. Применять неравенство Бесселя. Соотношение Парсеваля.
4. Фурье-преобразования некоторых функций.
5. Строить амплитудный и фазовый спектры.
6. Строить текущий спектр.
7. Применять Теорема Котельникова.
8. Применять знания по дельта-образным функциям
9. Решать дифференциальные уравнения с обобщенными функциями.

**Уровень обученности «ВЛАДЕТЬ»**

1. Продолжить функцию *f(x)* на всю числовую ось четным и нечетным способом и разложить ее в ряд Фурье. Построить амплитудный спектр.
2. Вычислить интеграл Фурье. Построить амплитудный и фазовый спектры $A(\omega)$, $|A(\omega)|,\ \varphi(\omega) = -\arg A(\omega).$
3. Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-a^2x^2}\delta^{(2n)}(x)dx$
4. Вычислить интеграл $\int_{0}^{+\infty}(a+вx)\delta'(x\ )dx$ использовать предельный переход

( $\frac{\xi}{\pi}\cdot\frac{1}{x^2+\xi^2}\xrightarrow[\xi\to 0]{}\delta$ )

5. Найти спектр функции $f(t)=\frac{d^m\delta(t)}{dt^m}$
6. Найти производную от логарифма комплексной функции $\ln(x+i0)$, определяемой равенством $\ln(x+i0)=\lim_{y\to+0}(x+iy)$
7. Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\delta'(x)dx$, где $f(x)=\begin{cases}ax, x\prec 0\\ bx, x\succ 0\end{cases}$ a ≠ b
8. Показать, что лоренцев импульс является дельта-образной функцией:

$f_{\square}(x)=\frac{1}{\pi}\frac{\varepsilon}{x^2+\varepsilon^2}$ - лоренцев импульс ( $\varepsilon\succ 0$ )

9. Показать, что гауссов импульс является дельта-образной функцией:

$f_{\square}(x)=\frac{1}{2\sqrt{\pi\varepsilon}}\ e^{\frac{-x^2}{4\varepsilon}}$ - гауссов импульс ( $\varepsilon\succ 0$ ).

11. Показать, что импульс $f_{\square}(x)=\frac{1}{\pi}\frac{\sin\nu x}{x}$, $0\prec\nu\prec\infty$ является дельта- образной функцией.

**Типовой вариант контрольной аудиторной работы**

**Вариант 1**

II. Дана функция $f(x)=\begin{cases}\sin 2x, & 0<x<4\pi \\ 0, & x\geq 4\pi\end{cases}$ .

1. Вычислить интеграл Фурье. Построить амплитудный и фазовый спектры $A(\omega)$, $|A(\omega)|$, $\varphi(\omega)=-\arg A(\omega)$.

I. Дана функция $f(x)=\sin 2(x+\frac{\pi}{3}),\ [0,\frac{2\pi}{3}]$ .

- Продолжить функцию *f(x)* на всю числовую ось четным и нечетным способом и разложить ее в ряд Фурье.
- Построить амплитудный спектр.

**Типовой билет**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е.АЛЕКСЕЕВА**

Кафедра «Прикладная математика»
Дисциплина «Элементы теории обобщенных функций и гармонический анализ»

Билет № 1

1. Ортонормальные системы функций.
2. Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{a^2x^2}\,\delta'(x-x_0)dx$

Экзаменатор
доцент Мазова Р.Х.

Зав. каф.
проф. КуркинА.А.

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации размещен на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24 и находится в свободном доступе.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИРИТ

_____
“____”_____2021__ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**[1]
**«**Б1.В.ОД.3 Элементы теории обобщенных функций и гармонический анализ**»**
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров
Направление: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность: Математическое моделирование
Форма обучения очная
Год начала подготовки: 2021

Курс 1
Семестр 2
[2]а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.
б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) ……..;
2) ……..;
3) ……

Разработчик (и):
_____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__»_____2021_г.
Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____
_____ протокол № _____ от «__» _____2021__г.

Заведующий кафедрой _____

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой *«Прикладная математика»* _____ 2021_г.

Методический отдел УМУ:_____ «__» _____2021_ г.

[1]Рабочая программа дисциплины актуализируется ежегодно перед началом нового учебного года

[2]Разработчик выбирает один из представленных вариантов