

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор Белорусско-Российского
университета


Ю.В. Машин

Регистрационный № УД 010304/Б.Р.О.17/р

ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

Квалификация Бакалавр

| | Форма обучения |
|---|----------------|
| | Очная |
| Курс | 3 |
| Семестр | 5 |
| Лекции, часы | 34 |
| Практические занятия, часы | 34 |
| Экзамен, семестр | 5 |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 68 |
| Самостоятельная работа, часы | 76 |
| Всего часов / зачетных единиц | 144/4 |

Кафедра-разработчик программы: «Высшая математика»
(название кафедры)

Составитель: В.Г. Замураев, канд. физ.-мат. наук, доцент
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика № 11 от 10.01.2018, учебным планом рег. № 010304-2.1 от 28.04.2023.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Высшая математика»
(название кафедры)


28 сентября 2023 г., протокол № 1

Зав. кафедрой  В.Г. Замураев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

20 декабря 2023 г., протокол № 3.

Зам. председателя
Научно-методического совета

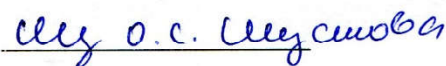
 С.А. Сухоцкий

Рецензент:

Леонид Евгеньевич Старовойтов, доцент кафедры педагогики и психологии учреждения образования «Могилевский государственный областной институт развития образования», кандидат физико-математических наук, доцент

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела

 О.Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является развитие интеллектуального потенциала студентов, их способностей к логическому и алгоритмическому мышлению, обучение применению новых понятий и методов теории функций и функционального анализа, техники математических рассуждений и доказательств.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- понятия метрики и метрического пространства;
- основные понятия и методы теории сжимающих отображений;
- понятия линейного, нормированного, банахова, гильбертова пространств;
- основные понятия и методы теории рядов Фурье в гильбертовом пространстве;
- основы теории линейных операторов;

уметь:

- решать функциональные уравнения, интегральные уравнения методом последовательных приближений;
- строить ортогональные системы в гильбертовых пространствах;
- раскладывать функции в ряды Фурье;
- находить собственные числа и собственные функции линейных операторов;
- решать задачи оптимизации функционалов;
- использовать вариационный и проекционный подходы к приближенному решению линейных операторных уравнений;

владеть:

- методами аналитического и численного решения функциональных уравнений;
- навыками творческого аналитического мышления.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)"(обязательная часть).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- линейная алгебра;
- аналитическая геометрия;
- программирование;
- математический анализ;
- вычислительные методы алгебры;
- обыкновенные дифференциальные уравнения;
- современные математические системы;
- численный анализ;
- вариационное исчисление и оптимальное управление;
- дифференциальные уравнения в частных производных;
- теория функций комплексной переменной.

Перечень учебных дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- исследование операций и теория игр;
- математическое моделирование в естествознании, технике и экономике;

- математическое моделирование информационных систем и процессов;
- методы анализа больших данных;
- искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети;
- квантовые вычисления.

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на лекциях и практических занятиях, будут применены при прохождении проектно-технологической и преддипломной практик, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и в дальнейшей профессиональной деятельности.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

| Коды формируемых компетенций | Наименования формируемых компетенций |
|------------------------------|---|
| ОПК-1 | Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике |
| ОПК-2 | Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем |

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

| Номера тем | Наименование тем | Содержание | Коды формируемых компетенций |
|------------|---|---|------------------------------|
| 1. | Метрические пространства. Сходимость в метрическом пространстве | Понятие метрики и метрического пространства. Примеры метрических пространств. Сходимость в метрическом пространстве | ОПК-1, ОПК-2 |
| 2. | Сжимающие операторы | Принцип сжимающих операторов. Метод последовательных приближений или простых итераций | ОПК-1, ОПК-2 |
| 3. | Приложение принципа сжимающих операторов к задаче приближённого решения уравнений | Приложение принципа сжимающих операторов к решению числовых уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, нелинейных функциональных уравнений, интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерры | ОПК-1, ОПК-2 |
| 4. | Линейные и нормированные пространства | Понятие линейного пространства и линейного подпространства. Линейно независимые системы. Размерность пространства. Понятия нормы, полунормы и банахова пространства. Основные банаховы пространства | ОПК-1, ОПК-2 |
| 5. | Пространства со скалярным произведением | Понятие скалярного произведения и гильбертова пространства. Основные гильбертовы пространства. Весовые пространства Лебега | ОПК-1, ОПК-2 |
| 6. | Ортогональные системы | Процесс ортогонализации. Построение ортогональных многочленов Лежандра, Чебышёва, Лагерра, Эрмита | ОПК-1, ОПК-2 |
| 7. | Полные системы | Понятия полной системы и ортогонального базиса. Полные системы и ортогональные базисы в пространствах Лебега. | ОПК-1, ОПК-2 |

| | | | |
|-----|--|---|--------------|
| | | Тригонометрические системы, полиномиальные системы, системы ступенчатых функций | |
| 8. | Ряды Фурье в гильбертовом пространстве | Разложение вектора по ортонормированной системе в конечномерном и бесконечномерном пространстве. Сходимость ряда Фурье | ОПК-1, ОПК-2 |
| 9. | Приложение рядов Фурье к решению задач аппроксимации | Элемент наилучшего приближения. Ортогональная проекция. Качество сходимости ряда Фурье. Сравнение тригонометрической и полиномиальной аппроксимации. Сравнение ряда Фурье и ряда Тейлора | ОПК-1, ОПК-2 |
| 10. | Линейные операторы | Понятие линейного оператора. Примеры. Линейные интегральные операторы Фредгольма и Вольтерры. Линейные дифференциальные операторы, операторы Штурма - Лиувилля | ОПК-1, ОПК-2 |
| 11. | Обратный оператор | Понятие обратимости. Критерий обратимости для линейных операторов. Обратимость линейных дифференциальных операторов второго порядка с начальными и граничными условиями | ОПК-1, ОПК-2 |
| 12. | Собственные числа и собственные векторы линейных операторов | Понятие собственного числа и собственного вектора. Собственные векторы симметричных операторов. Системы собственных функций для симметричных интегральных и дифференциальных операторов. Задача Штурма - Лиувилля. Применение собственных векторов для решения линейных уравнений | ОПК-1, ОПК-2 |
| 13. | Непрерывность операторов | Понятие непрерывности. Критерий непрерывности для линейного оператора. Непрерывность интегральных операторов Фредгольма. Условия непрерывности для линейных дифференциальных операторов | ОПК-1, ОПК-2 |
| 14. | Непрерывность обратного оператора | Понятие непрерывной обратимости. Критерий непрерывной обратимости для линейных операторов. Понятия устойчивости решения операторного уравнения. Условия положительной определённости операторов Штурма - Лиувилля. Условия непрерывной обратимости для операторов Фредгольма | ОПК-1, ОПК-2 |
| 15. | Оптимизация функционалов в гильбертовом пространстве | Терема Рисса для линейных непрерывных функционалов. Дифференцирование и оптимизация функционалов. Метод Ритца для приближённой оптимизации функционалов | ОПК-1, ОПК-2 |
| 16. | Вариационный подход к приближённому решению линейных операторных уравнений | Вариационные методы. Функционал наименьших квадратов. Функционал энергии | ОПК-1, ОПК-2 |
| 17. | Проекционные методы. Сходимость метода наименьших квадратов и метода Галёркина | Проекционный подход к приближённому решению линейных операторных уравнений. Невязка приближённого решения. Метод наименьших квадратов, Галёркина. Сходимость метода наименьших квадратов и метода Галёркина | ОПК-1, ОПК-2 |

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

| № недели | Лекции (наименование тем) | Часы | Практические (семинарские) занятия | Часы | Самостоятельная работа | | | Баллы (max) |
|-----------------|---|------|---|------|------------------------|------|-----------------------|-------------|
| | | | | | время | часы | Форма контроля знаний | |
| Модуль 1 | | | | | | | | |
| 1 | Лекция № 1. Метрические пространства. Сходимость в метрическом пространстве | 2 | Пр. р. 1. Метрические пространства. Сходимость в метрическом пространстве | 2 | 2 | | | |
| 2 | Лекция № 2. Сжимающие операторы | 2 | Пр. р. 2. Сжимающие операторы и метод простых итераций | 2 | 2 | | | |
| 3 | Лекция № 3. Приложение принципа сжимающих операторов к задаче приближённого решения уравнений | 2 | Пр. р. 3. Сжимающие операторы и метод простых итераций | 2 | 2 | | | |
| 4 | Лекция № 4. Линейные и нормированные пространства | 2 | Пр. р. 4. Линейные пространства, норма и скалярное произведение | 2 | 2 | | | |
| 5 | Лекция № 5. Пространства со скалярным произведением | 2 | Пр. р. 5. Линейные пространства, норма и скалярное произведение | 2 | 2 | | | |

| | | | | | | | |
|-----------------|---|----|--|----|----|--------------|-----|
| 6 | Лекция № 6. Ортогональные системы | 2 | Пр. р. 6. Ортогональные системы и базисы в гильбертовом пространстве | 2 | 2 | | |
| 7 | Лекция № 7. Полные системы | 2 | Пр. р. 7. Ортогональные системы и базисы в гильбертовом пространстве | 2 | 2 | КТ | 30 |
| 8 | Лекция № 8. Ряды Фурье в гильбертовом пространстве | 2 | Пр. р. 8. Ряды Фурье и задача аппроксимации | 2 | 2 | ПКУ | 30 |
| Модуль 2 | | | | | | | |
| 9 | Лекция № 9. Приложение рядов Фурье к решению задач аппроксимации | 2 | Пр. р. 9. Ряды Фурье и задача аппроксимации | 2 | 2 | | |
| 10 | Лекция № 10. Линейные операторы | 2 | Пр. р. 10. Линейный оператор, построение обратного оператора | 2 | 2 | | |
| 11 | Лекция № 11. Обратный оператор | 2 | Пр. р. 11. Линейный оператор, построение обратного оператора | 2 | 2 | | |
| 12 | Лекция № 12. Собственные числа и собственные векторы линейных операторов | 2 | Пр. р. 12. Собственные числа и собственные функции линейного оператора | 2 | 2 | | |
| 13 | Лекция № 13. Непрерывность операторов | 2 | Пр. р. 13. Непрерывный и непрерывно обратимый линейный оператор | 2 | 2 | | |
| 14 | Лекция № 14. Непрерывность обратного оператора | 2 | Пр. р. 14. Непрерывный и непрерывно обратимый линейный оператор | 2 | 2 | КТ | 30 |
| 15 | Лекция № 15. Оптимизация функционалов в гильбертовом пространстве | 2 | Пр. р. 15. Оптимизация функционала | 2 | 4 | | |
| 16 | Лекция № 16. Вариационный подход к приближенному решению линейных операторных уравнений | 2 | Пр. р. 16. Метод Галёркина и метод наименьших квадратов | 2 | 4 | | |
| 17 | Лекция № 17. Проекционные методы. Сходимость метода наименьших квадратов и метода Галёркина | 2 | Пр. р. 17. Метод Галёркина и метод наименьших квадратов | 2 | 4 | ПКУ | 30 |
| 18-21 | | | | | 36 | ПА (экзамен) | 40 |
| | Итого | 34 | | 34 | 76 | | 100 |

Принятые обозначения

Текущий контроль –

КТ – компьютерное тестирование;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
|--------|---------|--------|-------------------|---------------------|
| Баллы | 87-100 | 65-86 | 51-64 | 0-50 |

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

| № п/п | Форма проведения занятия | Вид аудиторных занятий | | Всего часов |
|-------|--------------------------|------------------------|----------------------|-------------|
| | | Лекции | Практические занятия | |
| 1 | Традиционные | | 1-17 | 34 |
| 2 | Мультимедиа | 1-17 | | 34 |
| | ИТОГО | | | 68 |

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

| № п/п | Вид оценочных средств | Количество комплектов |
|-------|--|-----------------------|
| 1 | Вопросы к экзамену | 1 |
| 2 | Экзаменационные билеты | 1 |
| 3 | Тестовые (электронные) программы для оценки знаний студентов | 1 |
| 4 | Тестовые задания, формирующие фонд оценочных средств | 1 |

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

| № п/п | Уровни сформированности компетенции | Содержательное описание уровня | Результаты обучения |
|--|-------------------------------------|---|---|
| <p><i>Компетенция ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике</i></p> <p><i>Код и наименование индикатора достижения компетенции. ИОПК-1.7 Способен применять знание основных понятий и методов теории функций действительной переменной и функционального анализа при решении задач в области естественных наук и инженерной практике</i></p> | | | |
| 1 | Пороговый уровень | Базовые знания в объеме рабочей программы (знание определений основных понятий), умение решать типовые задачи под руководством преподавателя. | Умение решать типовые задачи с помощью применения знаний понятий теории функций действительной переменной и функционального анализа, которое может быть полезным в различных областях естественных наук и инженерной практики. |
| 2 | Продвинутый уровень | Полные знания в объеме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи учебной дисциплины. | Умение решать с помощью знаний понятий и теорем теории функций действительной переменной и функционального анализа задачи, которые не являются типичными (задачи из различных областей естественных наук и инженерной практики), однако выходят за рамки известного лишь в небольшой степени. |
| 3 | Высокий уровень | Систематизированные, глубокие и полные знания в объеме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение | Умение решать задачи из различных областей естественных наук и инженерной практики, которые требуют определенной интуиции, размышлений и творчества в |

| | | | |
|--|---------------------|--|--|
| | | анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, способность делать обоснованные выводы. | выборе математического инструментария, интегрирования знаний из разных разделов курса теории функций действительной переменной и функционального анализа, самостоятельной разработки алгоритма действий. |
| <i>Компетенция</i> ОПК-2. Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем | | | |
| <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции. ИОПК-2.15</i> Способен применять знание основных понятий и методов теории функций действительной переменной и функционального анализа при выборе, доработке и применении для решения исследовательских и проектных задач математических методов и моделей | | | |
| 1 | Пороговый уровень | Базовые знания в объеме рабочей программы (знание определений основных понятий), умение решать типовые задачи под руководством преподавателя. | Умение решать типовые исследовательские задачи, требующее применять в знакомой ситуации известные факты, стандартные приемы, распознавать математические объекты и свойства, применять известные алгоритмы и технические навыки. |
| 2 | Продвинутый уровень | Полные знания в объеме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи учебной дисциплины. | Умение решать исследовательские и проектные задачи, которые не являются типичными, выходят за рамки известного лишь в небольшой степени, посредством применения стандартных математических методов и моделей. |
| 3 | Высокий уровень | Систематизированные, глубокие и полные знания в объеме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, способность делать обоснованные выводы. | Умение решать исследовательские и проектные задачи, которые требуют определенной интуиции, размышлений и творчества в выборе математических методов и моделей, интегрирования знаний из разных разделов курса математики, самостоятельная разработка математических моделей. |

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

| Результаты обучения | Оценочные средства |
|---|--------------------|
| <i>Компетенция</i> ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно- | |

| научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике | |
|---|--|
| Пороговый уровень | Вопросы к экзамену Экзаменационные билеты Тестовые (электронные) программы для оценки знаний студентов Тестовые задания |
| Продвинутый уровень | Вопросы к экзамену Экзаменационные билеты Тестовые (электронные) программы для оценки знаний студентов Тестовые задания |
| Высокий уровень | Вопросы к экзамену Экзаменационные билеты Тестовые (электронные) программы для оценки знаний студентов Тестовые задания |
| <i>Компетенция</i> ОПК-2. Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем | |
| Пороговый уровень | Вопросы к экзамену Экзаменационные билеты Тестовые (электронные) программы для оценки знаний студентов Тестовые задания |
| Продвинутый уровень | Вопросы к экзамену Экзаменационные билеты Тестовые (электронные) программы для оценки знаний студентов Тестовые задания |
| Высокий уровень | Вопросы к экзамену Экзаменационные билеты Тестовые (электронные) программы для оценки знаний студентов Тестовые задания |

5.4 Критерии оценки практических работ

Оценка эффективности усвоения студентом материала, пройденного на практических занятиях, осуществляется с помощью компьютерного тестирования. Каждый тест оценивается по шкале от 0 до 30 баллов. Количество баллов, полученных студентом за тест равно сумме баллов за каждое задание.

5.6 Критерии оценки экзамена

Итоговая оценка на экзамене по пятибалльной системе определяется как сумма баллов промежуточного контроля успеваемости и промежуточной аттестации (экзамена) и соответствует суммарным баллам:

| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
|--------|---------|--------|-------------------|---------------------|
| Баллы | 87-100 | 65-86 | 51-64 | 0-50 |

При этом промежуточный контроль успеваемости оценивается до 60 баллов, а промежуточная аттестация (экзамен) оценивается до 40 баллов. Экзаменационный билет состоит из 4 вопросов (2 теоретических вопроса и 2 задачи), за каждое задание можно набрать до 10 баллов.

Для экзамена.

Оценка **«отлично»**, выставляется за: систематизированные, глубокие и полные знания в объеме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, способность делать обоснованные выводы.

Оценка **«хорошо»**, выставляется за: полные знания в объеме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи учебной дисциплины.

Оценка «удовлетворительно», выставляется за: обладание базовыми знаниями (владеет терминологией, знает определения понятий) в объеме рабочей программы достаточными для усвоения последующих дисциплин, умение решать простейшие типовые задачи.

Оценка «неудовлетворительно», выставляется за: фрагментарные знания по базовым вопросам в объеме рабочей программы, недостаточными для усвоения последующих дисциплин, неуверенное использование терминологии, неумение решать типовые задачи.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- конспектирование;
- решение задач и упражнений по образцу;
- работа с лекционными материалами, включая основную и дополнительную литературу, которые представлены в пунктах 7.1 и 7.2;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа со справочной литературой;
- подготовка к аудиторным занятиям и контрольным работам;
- подготовка к экзамену.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

Перечень методических указаний приведен в п. 7.4.1 и они хранятся в кабинете математики (к. 405). Кроме того, их электронные варианты представлены в университетской сети Интернет по адресу: есо.bru.by.

По адресу сдо.bru.by (учебные материалы), находится разработанный на кафедре электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК), который включает:

- курс лекций;
- методические рекомендации для практических занятий;
- примеры контрольных заданий
- вопросы к экзаменам,
- образцы экзаменационных билетов;
- список литературы.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

| № п/п | Библиографическое описание | Гриф | Количество экземпляров |
|-------|--|--|------------------------|
| 1 | Филимоненкова, Н. В. Конспект лекций по функциональному анализу : учебное пособие / Н. В. Филимоненкова. — СПб. : Издательство «Лань», 2021. — 176 с. - ISBN 978-5-8114-1821-3 | Допущено НМС по математике в качестве учебного пособия для студентов технических направлений бакалавриата и направлений «Прикладная математика», «Прикладная математика и информатика» технических вузов | 8 |
| 2 | Филимоненкова, Н. В. Сборник задач по функциональному анализу: учебное пособие / Н. В. Филимоненкова. — СПб. : Издательство «Лань», 2021. — 240 с. - ISBN 978-5-8114-1822-0 | Допущено НМС по математике в качестве учебного пособия для студентов технических направлений бакалавриата и направлений «Прикладная математика», «Прикладная математика и информатика» технических вузов | 8 |

7.2 Дополнительная литература

| № п/п | Библиографическое описание | Гриф | Количество экземпляров |
|-------|--|------|---|
| 1 | Кириллов, К. А. Функциональный анализ : учебное пособие / К. А. Кириллов, С. В. Кириллова, А. А. Кытманов. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2022. - 86 с. | нет | URL: https://znaniium.com/catalog/product/2091397 |

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

Znaniium.com, biblio.bru.by

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1. Теория функций и функциональный анализ. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» очной формы обучения / составители Е.Л. Старовойтова, А.Г. Козлов. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2022. – 38 с. (56 экз.)

7.4.2 Информационные технологии

Мультимедийные презентации:

Метрические пространства. Сходимость в метрическом пространстве (тема 1)

Сжимающие операторы (тема 2)

Приложение принципа сжимающих операторов к задаче приближённого решения уравнений (тема 3)

Линейные и нормированные пространства (тема 4)

Пространства со скалярным произведением (тема 5)

Ортогональные системы (тема 6)

Полные системы (тема 7)

Ряды Фурье в гильбертовом пространстве (тема 8)

Приложение рядов Фурье к решению задач аппроксимации (тема 9)

Линейные операторы (тема 10)

Обратный оператор (тема 11)

Собственные числа и собственные векторы линейных операторов (тема 12)

Непрерывность операторов (тема 13)

Непрерывность обратного оператора (тема 14)

Оптимизация функционалов в гильбертовом пространстве (тема 15)

Вариационный подход к приближённому решению линейных операторных уравнений (тема 16)

Проекционные методы. Сходимость метода наименьших квадратов и метода Галёркина (тема 17)

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

Acrobat Reader DC, Apache OpenOffice, система управления курсами Moodle (свободное программное обеспечение).

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лабораторий ауд.405, рег. номер ПУЛ-4.535-405/1-23 и ауд.233, рег. номер ПУЛ-4.535-233/1-23.

ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

| | Форма обучения |
|---|----------------|
| | Очная |
| Курс | 3 |
| Семестр | 5 |
| Лекции, часы | 34 |
| Практические занятия, часы | 34 |
| Экзамен, семестр | 5 |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 68 |
| Самостоятельная работа, часы | 76 |
| Всего часов / зачетных единиц | 144 / 4 |

1. Цель учебной дисциплины.

Целью учебной дисциплины является развитие интеллектуального потенциала студентов, их способностей к логическому и алгоритмическому мышлению, обучение применению новых понятий и методов теории функций и функционального анализа, техники математических рассуждений и доказательств.

2. Планируемые результаты изучения дисциплины.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать: понятия метрики и метрического пространства; основные понятия и методы теории сжимающих отображений; понятия линейного, нормированного, банахова, гильбертова пространств; основные понятия и методы теории рядов Фурье в гильбертовом пространстве; основы теории линейных операторов;

уметь: решать функциональные уравнения, интегральные уравнения методом последовательных приближений; строить ортогональные системы в гильбертовых пространствах; раскладывать функции в ряды Фурье; находить собственные числа и собственные функции линейных операторов; решать задачи оптимизации функционалов; использовать вариационный и проекционный подходы к приближенному решению линейных операторных уравнений;

владеть: методами аналитического и численного решения функциональных уравнений; навыками творческого аналитического мышления.

3. Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике.

ОПК-2. Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем.

4. Образовательные технологии: традиционные, мультимедиа.