

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Г. Прохоренко

05 июля 2023 г.

Регистрационный № УД –12877/уч.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

**1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)
направления специальности**

**1-31 03 03 – 01 Прикладная математика (научно-производственная
деятельность)**

2023 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 03- 2021, типового учебного плана, регистрационный № G31-1-026/пр.-тип от 30.06.2001, учебных планов: № G31-1-030/уч. от 30.06.2021, № G31-1-212/уч. от 22.03.2022.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Чеб Елена Сергеевна, доцент кафедры компьютерных технологий и систем Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Гринчик Н.Н., ведущий научный сотрудник Института тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси, доктор физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой компьютерных технологий и систем БГУ
(протокол № 14 от 23 мая 2023 г.)

Методической комиссией факультета прикладной математики и информатики БГУ
(протокол № 8 от 23 мая 2023 г.).

Заведующий кафедрой _____ В.В. Казаченок

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины – подготовка студентов к практической работе по использованию метода интегральных преобразований для решения прикладных задач математического моделирования, включающих в себя: задачи математической физики, задачи цифровой обработки сигналов, задачи сжатия изображений и получения навыков анализа математических моделей. Также целью данной дисциплины является приобретение студентами знаний, навыков использования современных технологий программирования и наглядного представления результатов.

Образовательная цель: формирование составной части банка знаний, соответствующих навыков и умений, получаемых будущими специалистами в процессе учебы и необходимых им в дальнейшем для успешной работы.

Развивающая цель: развитие у студентов математического мышления, изучение способов построения компьютерных моделей в разных системах.

Задачи учебной дисциплины:

- сформировать практические навыки выполнения символьных вычислений с помощью компьютера, систем компьютерной алгебры (СКА), пакетов научной графики;
- ознакомить с особенностями работы в системах, допускающих аналитические вычисления на компьютере;
- обучение методам компьютерного моделирования средствами системы «Mathematica», на языке «Phyton»;
- закрепить практические навыки визуализации результатов преобразований и вычислений, интеллектуального анализа данных, компьютерного моделирования.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием: учебная дисциплина «Интегральные преобразования и их применения» относится к дисциплинам специализации компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами. Для успешного освоения дисциплины студентам понадобятся полученные ранее знания модулей «Программирование» и «Математический анализ». Учебная дисциплина «Интегральные преобразования и их применения» непосредственно связана с дисциплинами «Функциональный анализ и интегральные уравнения», «Численные методы».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Интегральные преобразования и их применения» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

универсальные компетенции:

УК-1. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.

УК-2. Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий.

УК-5. Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности.

базовые профессиональные компетенции:

БПК-2. Применять основы дифференциального и интегрального исчисления, методы математического анализа к решению прикладных задач;

БПК-4. Применять навыки построения, анализа и тестирования алгоритмов и программ для решения типовых задач прикладной математики;

БПК-7. Составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить и обосновывать выбор оптимального метода решения, интерпретировать смысл полученного математического результата.

специализированные компетенции

СК-7. Проводить вычислительный эксперимент при решении задач прикладной математики, обрабатывать экспериментальные данные, применять современный инструмент визуализации данных с использованием современных новейших программных технологий.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные полные ортонормированные системы функций в конкретных гильбертовых пространствах,
- основные особенности аппроксимации периодических функций в различных базисах рядами Фурье и условия их сходимости,
- основные особенности аппроксимации непериодических функций интегралом Фурье,
- операции прямого и обратного непрерывного преобразования Фурье и его свойства,
- операции прямого и обратного дискретного преобразования Фурье и его свойства,
- методы быстрого преобразования Фурье,
- операции прямого и обратного преобразования Лапласа и его свойства,
- дискретные преобразования Хаара, Хартли, косинусные преобразования,
- ключевые программные средства по классическим интегральным преобразованиям.

уметь:

- аппроксимировать функции рядами Фурье по ортонормированным системам из тригонометрических функций, полиномов Лежандра, функций Уолша и функций Хаара;
- получать решения начально-краевых задач математической физики;
- получать спектральные характеристики периодических и непериодических функций, моделирующих сигналы;
- использовать программное обеспечение систем компьютерной алгебры для применения интегральных преобразований.

владеть:

- практическими навыками применения интегральных преобразований при математическом моделировании физических процессов.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 6 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Интегральные преобразования и их применения» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 216 часов, в том числе 72 аудиторных часов, из них: лекции – 36 часов, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины – 6 зачетных единиц.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение.

Цель и содержание дисциплины «Интегральные преобразования и их применения». Программа дисциплины.

Основные методы аппроксимации функций. Ортогональные интегральные преобразования как инструмент решения прикладных задач.

Тема 2. Полные ортонормированные системы в гильбертовых пространствах и аппроксимация.

Гильбертово пространство. Пространство суммируемых по Лебегу функций. Ортогональные системы. Критерий полноты ортогональной системы. Экстремальное свойство отрезка ряда Фурье. Элемент наилучшей аппроксимации, его существование и единственность. Связь элемента наилучшей аппроксимации с проекцией.

Тема 3. Тригонометрические системы и тригонометрические ряды Фурье.

Тригонометрическая система функция как полная ортонормированная система в пространстве абсолютно суммируемых функций. Представление функции, заданной на разных промежутках в виде ряда Фурье. Ряд Фурье для четных и нечетных функций. Комплексная форма ряда Фурье.

Тема 4. Представление функции в точке рядом Фурье.

Теорема о представлении функции в точке своим рядом Фурье. Эффект Гиббса и методы его подавления. Равномерная сходимость ряда Фурье. Методы суммирования рядов Фурье. Применение рядов Фурье для суммирования числовых рядов.

Тема 5. Спектральный анализ периодических функций.

Спектр периодической функции. Амплитудный и фазовый спектр, его свойства. Спектр простейших функций. Расчет спектра в системе компьютерной алгебры.

Тема 6. Ряды Фурье по многочленам Лежандра, функциям Уолша и функциям Хаара.

Полиномы Лежандра и формула Родрига. Разложение периодических функций в ряд по полиномам Лежандра. Система функций Радемахера, функций Уолша и функций Хаара как примеры ортонормированных систем из кусочно-постоянных функций. Разложение периодических функций в ряд по функциям Уолша и Хаара. Применение рядов Фурье в сжатии изображений.

Тема 7. Применение рядов Фурье в математической физике и цифровой обработке сигналов.

Решение начально-краевых задач математической физики с использованием рядов Фурье: решение задачи Дирихле для круга. Анализ спектральных свойств простейших сигналов: прямоугольный, треугольный, пилообразный импульсы.

Тема 8. Непрерывное преобразование Фурье и его свойства.

Интеграл Фурье как предельная форма ряда Фурье. Теорема о представлении функции в точке своим интегралом Фурье. Интеграл Фурье в комплексной форме. Непрерывное преобразования Фурье и его свойства. Синус и косинус преобразования Фурье. Теорема запаздывания.

Тема 9. Непрерывное преобразование Фурье в пространстве квадратично суммируемых функций и в пространстве Шварца. Свертка функций.

Теорема Планшереля. Свертка функций и ее свойства. Основная теорема о свертке. Методы вычисления свертки. Пространство быстро убывающих функций и преобразование Фурье в нем. Анализ линейных систем.

Тема 10. Спектральный и корреляционный анализ непериодических функций. Спектр непериодической функции. Амплитудный и фазовый спектр, его свойства. Спектр простейших импульсных функций. Расчет спектра в системе компьютерной алгебры и его графическое представление. Функция автокорреляции и ее применение.

Тема 11. Применение непрерывного преобразования Фурье в математической физике.

Применение непрерывного преобразования Фурье в математической физике: решение задачи Коши для уравнения теплопроводности, решение краевой задачи в четверти плоскости для уравнения колебания струны, решение интегральных уравнений с разностным ядром.

Тема 12. Применение непрерывного преобразования Фурье в цифровой обработке непериодических сигналов.

Формула Пуассона и теорема Котельникова. Частота Найквиста. Восстановление сигнала по его спектру. Применение теоремы Котельникова в цифровой обработке сигналов.

Тема 13. Дискретное преобразование Фурье и его свойства.

Дискретизация функции. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) дискретной последовательности и дискретный ряд Фурье. Основные теоремы и свойства ДПФ. Матричная форма ДПФ. Соответствие между ДПФ, рядом Фурье и непрерывным преобразованием Фурье. Переход от непрерывного к дискретному преобразованию. Выбор шага дискретизации по времени и по частоте.

Тема 14. Дискретная свертка и ее свойства.

Линейная и циклическая свертки дискретных последовательностей. Вычисление линейной свертки через циклическую. ДПФ циклической свертки, основная теорема о свертке. Применение свертки для обработки данных большой размерности.

Тема 15. Быстрое преобразование Фурье.

Быстрое преобразование Фурье (БПФ) как реализация дискретного преобразования Фурье. Алгоритм БПФ с основанием 2. Алгоритм БПФ с прореживанием по времени и по частоте. Вычисление обратного ДПФ. Спектральный

анализ методом ДПФ. Дискретное косинусное преобразование и сжатие изображений.

Тема 16. Ортогональные дискретные преобразования.

Дискретное преобразование Хаара и его применение. Дискретное преобразование Хартли и его использование. Оконное преобразование Фурье.

Тема 17. Преобразование Лапласа и его свойства.

Оригиналы и изображения. Простейшие свойства преобразования Лапласа. Формула обращения. Преобразование Лапласа производных и интегралов. Свертка оригиналов и теорема Бореля. Применение преобразования Лапласа к решению начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия		
1.	Введение.	2			Устный опрос
2.	Полные ортонормированные системы в гильбертовых пространствах и аппроксимация.	2			Устный опрос
3.	Тригонометрические системы и тригонометрические ряды Фурье.	2	2		Устный опрос
4.	Представление функции в точке рядом Фурье.	2	2		Отчет по лабораторной работе
5.	Спектральный анализ периодических функций.	2		2	Отчет по лабораторной работе
6.	Ряды Фурье по многочленам Лежандра, функциям Уолша и функциям Хаара.	2	4		Отчет по лабораторной работе
7.	Применение рядов Фурье в математической физике и цифровой обработке сигналов	2	2		Контрольная работа
8.	Непрерывное преобразование Фурье и его свойства.	2	2		Отчет по лабораторной работе
9.	Непрерывное преобразование Фурье в пространстве квадратично суммируемых функций и в пространстве Шварца. Свертка функций.	2	2		Устный опрос. Отчет по лабораторной работе
10.	Спектральный и корреляционный анализ непериодических функций.	2		2	Коллоквиум.
11.	Применение непрерывного преобразования Фурье в математической физике.	2	2		Отчет по лабораторной работе

12.	Применение непрерывного преобразования Фурье в цифровой обработке непериодических сигналов.	2	2		Отчет по лабораторной работе
13.	Дискретное преобразование Фурье и его свойства.	4	2	2	Устный опрос. Отчет по лабораторной работе
14.	Дискретная свертка и ее свойства.	2	2		Отчет по лабораторной работе
15.	Быстрое преобразование Фурье.	2	4		Устный опрос
16.	Ортогональные дискретные преобразования.	2	2		Устный опрос
17.	Преобразование Лапласа и его свойства.	2	2		Выступление с докладами
ИТОГО		36	30	6	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Бочарова, А.А. Математические основы обработки сигналов: учебное пособие для вузов, А.А. Бочарова, Н.Ю. Зайко. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2022. – 80 с. – Текст электронный.
2. Вадутов, О.С. Электроника. Математические основы обработки сигналов: Учебник и практикум. – Изд-во Юрайт, 2022. – 308 с. – Текст электронный.
3. Иванов, А. О. Метод интегральных преобразований в уравнениях с частными производными /А. О.Иванов, С.В. Булычева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогор. гос. техн. ун-та, 2018. – 77 с.
4. Залманзон, Л. А. Преобразование Фурье, Уолша, Хаара /Л. А. Залманзон. – М.: Наука, 1989.
5. Иванов, А. О. Метод интегральных преобразований в уравнениях с частными производными: учеб. пособие/А. О. Иванов, А. О. Булычева. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2004. – 78 с.
6. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа/ А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. – М.: Физматлит, 2009. –572с.
7. Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 3 /Л. Д. Кудрявцев. – М.: Дрофа, 2006. – 351 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Ахмед, Н. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов/ Н. Ахмед, К. Р. Рао. – М.: Связь, 1980. – 248 с.
2. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы/ С. И. Баскаков. – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 528 с.
3. Бердышев, В. И. Аппроксимация функций, сжатие числовой информации, приложения/ В. И. Бердышев. – Екатеринбург: УрОРАН, 1999. – 296 с.
4. Брейсуэлл, Р. Преобразование Хартли/ Р. Брейсуэлл. – М.: Мир, 1990. – 175с.
5. Волков, И.К. Интегральные преобразования и операционное исчисление /И.К. Волков, А.Н. Канатников. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 227с. – Текст электронный.
6. Дагман, Э.Е. Быстрые дискретные ортогональные преобразования/ Э.Е. Дагман, Г.А. Кухарев. – Новосибирск: Наука, 1983. – 232с.
7. Дискретное преобразование Фурье. [Электронный ресурс]. URL: <http://ru/dsplib/org/content/dft/dft/html>.
8. Сергиеенко, А. И. Цифровая обработка сигналов/ А. И. Сергиеенко. – СПб.:Питер, 2006. – 751с.
9. Ярославский, Л.П. Введение в цифровую обработку изображений/ Л.П. Ярославский. – М.: Сов. радио, 1979. – 312 с.

10. Умняшкин, С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов/ С.В.Умняшкин. – М.: Техносфера, 2021. – 550 с.
11. Чеб, Е.С. Интегральные преобразования : учеб. материалы. В 2 ч. Ч.1/ Е.С. Чеб. – Минск : БГУ, 2018. – 55 с.
12. Чеб, Е.С. Интегральные преобразования : учеб. материалы. В 2 ч. Ч.2/ Е.С. Чеб. – Минск : БГУ, 2022. – 60 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Объектом диагностики компетенций студентов являются знания, умения, полученные ими в результате изучения учебной дисциплины. Выявление учебных достижений студентов осуществляется с помощью мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

1. Устный опрос.
2. Отчет по лабораторной работе.
3. Коллоквиум.
4. Контрольная работа.
5. Выступление с докладом.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные отметки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Оценка за лабораторную работу и типовой расчет включает:

- ответ (полнота ответа) – 30 %;
- выполнение индивидуального задания – 70 %.

Коллоквиумы используются для обобщения и систематизации учебного материала. В коллоквиум включаются теоретический вопрос и решение практической задачи. При оценивании коллоквиума внимание обращается на:

- содержание и последовательность изложения теоретического вопроса – 30%;
- соответствие и полноту раскрытия вопроса – 30 %;
- грамотный научный подход к решению практической задачи – 40%.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Интегральные преобразования и их применения» учебным планом предусмотрен **экзамен**.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения

Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации:

Формирование отметки за текущую аттестацию:

- устный опрос – 10%.
- проверка отчета по лабораторной работе – 15%.
- коллоквиум – 35%.
- проверка контрольной работы – 40%.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей аттестации и экзаменационной отметки с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки по текущей аттестации составляет 40%, экзаменационной отметки – 60%.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 5. Спектральный анализ периодических функций. (2 ч).

Управляемая самостоятельная работы предполагает изучение учебного материала темы по основной и дополнительной литературе. Усвоение материала контролируется в выполненной лабораторной работе на лабораторном занятии очно (4 задания, индивидуальные варианты заданий представлены в LMS Moodle).

Форма контроля – отчет по лабораторной работе.

Тема 10. Спектральный и корреляционный анализ непериодических функций. (2 ч.)

Управляемая самостоятельная работы предполагает изучение учебного материала темы по основной и дополнительной литературе. Усвоение материала контролируется в выполненной лабораторной работе на лабораторном занятии очно (4 задания, индивидуальные варианты заданий представлены в LMS Moodle).

Форма контроля – отчет по лабораторной работе.

Тема 13. Дискретное преобразование Фурье и его свойства. (2 ч.)

Управляемая самостоятельная работы предполагает изучение учебного материала темы по основной и дополнительной литературе. Усвоение материала контролируется в выполненной лабораторной работе на лабораторном занятии очно (4 задания, индивидуальные варианты заданий представлены в LMS Moodle).

Форма контроля – отчет по лабораторной работе.

Примерная тематика лабораторных работ

Занятие № 1. Регистрация на образовательном портале дисциплины <https://edufpmi.bsu.by/course/view.php?id=317#section-0>, извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по разложению функций в вещественный и комплексный ряды Фурье. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 2. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по изучению поведения функции и ее ряда Фурье в точке. Графическая демонстрация эффекта Гиббса в системе Wolfram Mathematica. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 3. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по разложению в ряд Фурье по множествам Лежандра и их применению при решении задач математической физики. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 4. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по работе с кусочно-постоянными функциями Уолша и Хаара и аппроксимацией с их помощью. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 5. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по применению рядов Фурье в цифровой обработке сигналов. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 6. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по представлению абсолютно суммируемой функции интегралом Фурье. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 7. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по вычислению свертки. Устный опрос. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 8. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по применению непрерывного преобразования Фурье в математической физике для решения краевых задач. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 9. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по применению непрерывного преобразования Фурье в цифровой обработке непериодических сигналов. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 10. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по дискретизации функций и ДПФ. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 11. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по вычислению линейной и циклической дискретной свертки. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 12. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по быстрому алгоритму ДПФ с про-

реживанием по времени и методов его программирования. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 13. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по быстрому алгоритму ДПФ с прореживанием по частоте и методов его программирования. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 14. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение понятия ортогональные дискретные преобразования. Устный опрос.

Занятие № 15. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по преобразованию Лапласа и его применению при решении дифференциальных уравнений. Выступление с докладами.

Рекомендуемая тематика контрольных работ

Тема 7. Применение рядов Фурье в математической физике и цифровой обработке сигналов.

Примерный перечень заданий:

1. Представить функцию и ее сдвинутую копию рядом Фурье. 2. Рассчитать амплитудный и фазовый спектры в каждом случае и сравнить их. 3. Нарисовать амплитудный и фазовый спектр средствами системы Wolfram Mathematica или на языке Python. 4. Вычислить функцию автокорреляции. 5. Восстановить исходные функции.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса интегрируются несколько инновационных подходов и методов преподавания, в том числе используются эвристический подход, практико-ориентированный подход.

Эвристический подход предполагает:

- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлекссию собственной образовательной деятельности.

Реализуется эвристический подход при выполнении индивидуальных заданий, подготовке к компьютерным тестам.

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

В учебном процессе при преподавании дисциплины «Интегральные преобразования и их применения» используются интерактивные методы, элементы учебно-исследовательской деятельности. Ко всем лекциям имеются слайды, студенты параллельно с лектором разбирают теоретические моменты учебной дисциплины, выполняют задания и отправляют их на проверку. Задания лабораторного практикума – индивидуальные, часть разработана для выполнения в системе Wolfram Mathematica, параллельно их студенты могут выполнить на языке программирования Python. На лабораторных занятиях выполняется текущий контроль навыков. Включенный в программу материал систематизирует и обобщает знания, полученные ранее при изучении целого ряда дисциплин математики, программирования. В данной дисциплине воплощен принцип междисциплинарной коммуникации, который важен для подготовки специалистов, способных интегрировать знания математических алгоритмов, языков программирования и иные идеи из области информационных технологий, чтобы комплексно на практике управлять процессом разработки новых приложений, эффективно и с минимальными затратами модернизировать имеющиеся программные средства.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, лабораторных занятиях, при выполнении лабораторных работ.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при решении студентом учебных и творческих задач.

При изучении дисциплины организация самостоятельной работы студентов должна представлять единство трех взаимосвязанных форм:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа; изучение материала, предоставляемого в электронных ресурсах, самоконтроль в LMS Moodle.
2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;
3. Творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

При чтении лекций непосредственно в аудитории осуществляется контроль усвоения материала, присутствия – на каждой лекции студенты выполняют 2-4 кратких задания.

На лабораторных занятиях – самостоятельная работа и работа с преподавателем по возникающим вопросам в ходе выполнения работы. На каждом лабораторном занятии студенты выполняют 1-4 кратких задания.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Элемент наилучшей аппроксимации, его существование и единственность в гильбертовом пространстве.
2. Тригонометрическая система функция как полная ортонормированная система в пространстве абсолютно суммируемых функций.
3. Ряд Фурье по тригонометрической системе для периодических функций, заданных на отрезке $[-\pi, \pi], [0, \pi]$.
4. Ряд Фурье по тригонометрической системе для периодических функций, заданных на отрезке $[-l, l], [a, b]$.
5. Ряд Фурье по тригонометрической системе для четных и нечетных периодических функций.
6. Комплексная форма ряда Фурье и его связь с вещественной формой.
7. Сходимость ряда Фурье в точке для функций, удовлетворяющих условию Дини.
8. Сходимость ряда Фурье в точке для кусочно-гладких функций.
9. Сходимость ряда Фурье в точке для функций, удовлетворяющих условию Дирихле. Эффект Гиббса.
10. Равномерная сходимость ряда Фурье.
11. Спектр периодических функций и его свойства. Спектры четных и нечетных функций.
12. Суммирование рядов Фурье.
13. Ряды Фурье по многочленам Лежандра.
14. Ряды Фурье по функциям Хаара.
15. Ряды Фурье по функциям Уолша.
16. Решение начально-краевых задач математической физики с использованием рядов Фурье: решение задачи Дирихле для круга.
17. Применение рядов Фурье в цифровой обработке сигналов. Анализ спектральных свойств простейших сигналов.
18. Интеграл Фурье как предельная форма ряда Фурье.
19. Интеграл Фурье в комплексной форме.
20. Непрерывное преобразование Фурье абсолютно суммируемых функций.
21. Непрерывное преобразование Фурье квадратично суммируемых функций.
22. Синус и косинус преобразования Фурье.
23. Свойства преобразования Фурье.
24. Спектральный анализ непериодических функций.
25. Свертка и ее преобразование Фурье. Применение свертки.
26. Преобразование Фурье быстроубывающих функций и его свойства.
27. Формула Пуассона. Теорема Котельникова и ее применение в ЦОС.
28. Применение непрерывного преобразование Фурье в математической физике при решении задачи Коши для уравнения колебания струны.
29. Применение непрерывного преобразование Фурье в математической физике при решении задачи Коши для уравнения теплопроводности.

30. Применение преобразование Фурье для решения интегральных уравнений типа свертки.
31. Применение непрерывного преобразования Фурье в цифровой обработке сигналов. Спектральная характеристика типовых сигналов.
32. Дискретное преобразование Фурье, вывод формул.
33. Свойства дискретного преобразования Фурье.
34. Линейная и циклическая дискретные свертки и их свойства.
35. Быстрое преобразование Фурье с прореживанием по времени и частоте.
36. Применение дискретного преобразование Фурье.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Уравнения математической физики	Кафедра компьютерных технологий и систем	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол № 14 от 23 мая 2023 г.)
Численные методы	Кафедра вычислительной математики	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол №14 от 23 мая 2023 г.)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____/____ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой
д. пед. наук
профессор

В.В. Казаченок

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
канд.физ.-мат. наук

Ю.Л. Орлович