

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям



О.Г. Прохоренко

Регистрационный № УД – 11643/уч.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

**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)

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 03-2013 и учебного плана №G31-173/уч. от 30.05.2013 г.

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 № 11 от 24 мая 2022 г.)

Методической комиссией факультета прикладной математики и информатики БГУ
(протокол № 8 от 24 июня 2022 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 «WolframMathematica», на языке «Python»;
- 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 применение» относится к **циклу** дисциплин специализации компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами. Для успешного освоения дисциплины студентам понадобятся полученные ранее знания по технологиям программирования, дисциплинам аналитического цикла. Учебная дисциплина «Интегральные преобразования и их применение» непосредственно связана с дисциплинами «Математический анализ», «Функциональный анализ и интегральные уравнения», «Математическое моделирование», «Уравнения математической физики».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Интегральные преобразования и их применение» должно обеспечить формирование **академических, социально-личностных и профессиональных** компетенций:

Академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

СЛК-1. Владеть качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Владеть способностью к межличностным коммуникациям.

Профессиональные компетенции:**Научно-исследовательская деятельность**

ПК-1. Работать с научно-технической, нормативно-справочной и специальной литературой.

ПК-2. Заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области прикладной математики.

ПК-4. Профессионально ставить задачи, вырабатывать идеи и принимать решения.

ПК-5. Владеть современными методами математического моделирования систем и процессов, участвовать в исследованиях новых методов и технологий.

ПК-6. Владеть методами автоматизации научных исследований и принимать их в своей работе.

Проектно-конструкторская деятельность

ПК-9. Пользоваться методами и средствами прикладной математики и программирования при разработке программного обеспечения соответствующих технологических задач.

ПК-10. Обработать полученные результаты, анализировать их с учетом имеющихся научно-технических достижений.

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,
- 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 5 семестре. Форма получения высшего образования – дневная (очная).

Всего на изучение учебной дисциплины «Интегральные преобразования и их применение» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 154 часа, в том числе 68 аудиторных часов, из них: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 30 часов (в том числе 12ч/ДО), управляемая самостоятельная работа – 4 ч (ДО).

Трудоемкость учебной дисциплины – 4 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение.

Цель и содержание дисциплины «Интегральные преобразования и их применение». 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 сходимости 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

Дневная форма получения образования с применением электронных средств обучения (ДО)

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		Собеседование
4.	Представление функции в точке рядом Фурье.	2	2		Отчет по лабораторной работе №1
5.	Спектральный анализ периодических функций.	2		2(ДО)	Собеседование. Отчет
6.	Ряды Фурье по многочленам Лежандра, функциям Уолша и функциям Хаара.	2	4		Отчет по лабораторной работе №2
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 №3
9.	Непрерывное преобразование Фурье в пространстве квадратично суммируемых функций и в пространстве Шварца. Свертка функций.	2	2(ДО)		Устный опрос. Отчет по лабораторной работе №4
10.	Спектральный и корреляционный анализ непериодических функций.	2		2(ДО)	Коллоквиум. Отчет

11.	Применение непрерывного преобразования Фурье в математической физике.	2	2		Отчет по лабораторной работе №5
12.	Применение непрерывного преобразования Фурье в цифровой обработке неперiodических сигналов.	2	2(ДО)		Отчет по лабораторной работе №6
13.	Дискретное преобразование Фурье и его свойства.	2	2(ДО)		Отчет по лабораторной работе №7
14.	Дискретная свертка и ее свойства.	2	2(ДО)		Отчет по лабораторной работе №8
15.	Быстрое преобразование Фурье.	2	4		Устный опрос
16.	Ортогональные дискретные преобразования.	2	2 (ДО)		Собеседование
17.	Преобразование Лапласа и его свойства.	2	2(ДО)		Выступление с докладами
ИТОГО		34	30	4	

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](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

Оценочными средствами предусматривается определение уровня способности обучающихся к творческой деятельности, их готовность вести поиск решения новых задач, связанных с недостаточностью конкретных специальных знаний.

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

1. Собеседование
2. Устный опрос.
3. Отчет по лабораторной работе.
4. Коллоквиум.
5. Контрольная работа.
6. 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 оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается на основе модульно-рейтинговой системы, основанной на Положении о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в БГУ (приказ ректора № 189-ОДот 31.03.2020).

Формой текущей аттестации по дисциплине «Интегральные уравнения и их применение» 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 для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в итоговую отметку:

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- опрос на лабораторных занятиях, отчеты по лабораторным работам, в том числе изложенные на образовательном портале факультета <https://edufpmi.bsu.by/course/view.php?id=317#section-0> – 20 %;
- коллоквиум и контрольная работа – 70 %;
- выступление с докладом – 10%.

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

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

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

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.

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

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.

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 WolframMathematica. Выполнение лабораторной работы.

Занятие № 3. Извлечение и размещение на ПК рекомендуемых электронных ресурсов, освоение примеров по разложению в ряд Фурье по многочленам 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 прореживанием 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 Phyton. 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 рефлексию 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 содержание 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 применение» используются интерактивные методы, элементы учебно-исследовательской деятельности. Ко всем лекция имеются слайды, студенты параллельно с лектором работают в среде Moodle, выполняют упражнения и отправляют на сервер ответы. Задания лабораторного практикума – индивидуальные, часть разработана для выполнения в системе WolframMathematica, параллельно их студенты могут выполнить на языке программирования Phyton. 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 воплотился 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 1-2 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 преобразования Фурье в математической физике при решении задачи Коши для уравнения колебания струны.
29. Применение непрерывного преобразования Фурье в математической физике при решении задачи Коши для уравнения теплопроводности.
30. Применение преобразования 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.

36. Быстрое преобразование Фурье с прореживанием по частоте.
37. Применение ДПФ.
38. Оконное преобразование Фурье.
39. Понятие о преобразовании Лапласа и его применение.

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 №11 от 24.05.2022)
Математическое моделирование.	Кафедра компьютерных технологий и систем	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол №11 от 24.05.2022)
Численные методы математической физики	Кафедра вычислительной математики	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол №11 от 24.05.2022)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 2023 г.)

Заведующий кафедрой

д. пед. наук

профессор

В.В. Казаченок

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

канд. физ.-мат. наук

Ю.Л. Орлович