МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем

Утверждаю

Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов

«_____»_____20___г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Операционное исчисление

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Габбасов Н.С. (Кафедра математики, Инженерно-строительное отделение), NSGabbasov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные понятия и методы операционного исчисления, позволяющие понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат для решения задач профессиональной деятельности.

Должен уметь:

- решать типовые задачи вычислительного и теоретического характера операционного исчисления, обосновывать утверждения и факты; применять современный математический аппарат операционного исчисления в профессиональной деятельности.

Должен владеть:

- основными понятиям и методами операционного исчисления, позволяющими понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат для решения профессиональных задач.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика ()" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 90 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Основные правила и формулы операционного исчисления. Нахождение изображений оригиналов.	6	3	0	6	15
2.	Тема 2. Восстановление оригинала по изображению.	6	3	0	6	15
3.	Тема 3. Применение операционного исчисления к решению линейных дифференциальных уравнений и их систем.	6	3	0	6	15
4.	Тема 4. Дискретное преобразование Лапласа и его применение к решению линейных разностных уравнений и их систем.	6	3	0	6	15
5.	Тема 5. Интегральные уравнения. Применение операционного исчисления к решению интегральных и интегро-дифференциальных уравнений.	6	6	0	12	30
	Итого		18	0	36	90

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Основные правила и формулы операционного исчисления. Нахождение изображений оригиналов.

Определение преобразования Лапласа. Оригинал и изображение. Свойство линейности. Основные теоремы операционного исчисления: теорема подобия, теорема смещения, теорема запаздывания, теорема о свёртке, теоремы о дифференцировании изображения и оригинала, теоремы об интегрировании изображения и оригинала. Интеграл Дюамеля. Таблица изображений преобразования Лапласа. Нахождение изображений оригиналов.

Тема 2. Восстановление оригинала по изображению.

Восстановление оригинала по изображению методом разложения рациональной дроби в сумму простейших. Формула обращения Меллина. Первая теорема разложения, и её использование для восстановления оригинала по изображению. Вторая теорема разложения, и её использование для восстановления оригинала по изображению.

Тема 3. Применение операционного исчисления к решению линейных дифференциальных уравнений и их систем.

Решение обыкновенных линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразования Лапласа. Решение систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений при помощи преобразования Лапласа. Решение линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных при помощи преобразования Лапласа.

Тема 4. Дискретное преобразование Лапласа и его применение к решению линейных разностных уравнений и их систем.

Решетчатая функция. Определение дискретного преобразования Лапласа. Свойства дискретного преобразования Лапласа. Таблица изображений основных решетчатых функций. Решение при по-мощи дискретного преобразования Лапласа линейных разностных уравнений. Решение при помощи дискретного преобразования Лапласа систем линейных разностных уравнений.

Тема 5. Интегральные уравнения. Применение операционного исчисления к решению интегральных и интегро-дифференциальных уравнений.

Понятие интегрального уравнения Вольтерра, его виды. Уравнения Вольтерра 2-го рода, существование и единственность их решений, взаимосвязь с обыкновенными дифференциальными уравнениями. Сведение уравнения Вольтерра 2-го рода к задаче Коши для обыкновенного дифференциального уравнения порядка и к задаче Коши для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений, в случае вырожденного ядра. Метод последовательных приближений и итерированных ядер для уравнения Вольтерра 2-го рода. Резольвента. Уравнение Вольтерра 1-го рода, сведение их к уравнениям 2-го рода. Понятие интегрального уравнения Фредгольма, его виды. Уравнения Фредгольма 2-го рода, существование и единственность решения. Метод последовательных приближений и итерированных ядер для уравнений Фредгольма 2-го рода. Резольвента. Связь между интегральными и линейными алгебраическими уравнениями. Решение уравнений Фредгольма 2-го рода с вырожденным ядром сведением к системе линейных алгебраических уравнений. Характеристические числа и собственные функции интегральных уравнений Фредгольма, их нахождение. Теоремы Фредгольма. Решение при помощи преобразования Лапласа интегральных и интегро-дифференциальных уравнений.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 6			
	Текущий контроль		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Лабораторные работы	ПК-2	1. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Основные правила и формулы операционного исчисления. Нахождение изображений оригиналов. 2. Восстановление оригинала по изображению. 3. Применение операционного исчисления к решению линейных дифференциальных уравнений и их систем. 4. Дискретное преобразование Лапласа и его применение к решению линейных разностных уравнений и их систем. 5. Интегральные уравнения. Применение операционного исчисления к решению интегральных и интегро-дифференциальных уравнений.
2	Устный опрос	ПК-2	1. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Основные правила и формулы операционного исчисления. Нахождение изображений оригиналов. 2. Восстановление оригинала по изображению. 3. Применение операционного исчисления к решению линейных дифференциальных уравнений и их систем. 4. Дискретное преобразование Лапласа и его применение к решению линейных разностных уравнений и их систем. 5. Интегральные уравнения. Применение операционного исчисления к решению интегральных и интегро-дифференциальных уравнений.
3	Контрольная работа	ПК-2	1. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Основные правила и формулы операционного исчисления. Нахождение изображений оригиналов. 2. Восстановление оригинала по изображению. 3. Применение операционного исчисления к решению линейных дифференциальных уравнений и их систем. 4. Дискретное преобразование Лапласа и его применение к решению линейных разностных уравнений и их систем.
	Экзамен	ПК-2	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Семестр 6					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 6

Текущий контроль

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

1. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Содержание лабораторных занятий:

1. Нахождение изображений функций с использованием определения и таблицы изображений преобразования Лапласа.
2. Нахождение изображений функций с использованием теоремы смещения, теорем о дифференцировании и интегрировании изображения, теоремы об интегрировании оригинала.
3. Нахождение изображений функций с использованием теоремы о свёртке, теоремы запаздывания.
4. Восстановление оригинала по изображению с использованием таблицы изображений и свойств преобразования Лапласа.
5. Восстановление оригинала по изображению с использованием первой теоремы разложения.
6. Восстановление оригинала по изображению с использованием второй теоремы разложения.
7. Решение операционным методом линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
8. Решение операционным методом систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
9. Решение операционным методом линейных дифференциальных уравнений в частных производных.
10. Нахождение изображений решетчатых функций и восстановление по изображению оригиналов.
11. Решение операционным методом линейных разностных уравнений и их систем.
12. Аудиторная контрольная работа.
13. Решение уравнений Вольтерра 2-го рода сведением к задаче Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.
14. Решение уравнений Вольтерра 2-го рода методом последовательных приближений и итерированных ядер.
15. Решение уравнений Вольтерра 1-го рода сведением к уравнениям Вольтера 2-го рода.
16. Решение уравнений Фредгольма методом последовательных приближений и итерированных ядер.
17. Решение уравнений Фредгольма сведением к системе линейных алгебраических уравнений. Нахождение характеристических чисел и собственных функций интегральных уравнений Фредгольма; исследование решений интегральных уравнений с использованием теорем Фредгольма.
18. Решение интегральных и интегро-дифференциальных уравнений операционным методом.

2. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Примерные вопросы:

Тема 1. Определение преобразования Лапласа; оригинал и изображение; свойство линейности; основные теоремы операционного исчисления: теорема подобия, теорема смещения, теорема запаздывания, теорема о свёртке, теоремы о дифференцировании изображения и оригинала, теоремы об интегрировании изображения и оригинала; интеграл Дюамеля; таблица изображений преобразования Лапласа; нахождение изображений оригиналов.

Тема 2. Восстановление оригинала по изображению методом разложения рациональной дроби в сумму простейших; формула обращения Меллина; первая и вторая теоремы разложения, и их использование для восстановления оригинала по изображению.

Тема 3. Решение обыкновенных линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразования Лапласа; решение систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений при помощи преобразования Лапласа; решение линейных дифференциальных уравнений в частных производных при по-мощи преобразования Лапласа.

Тема 4. Решетчатая функция; определение дискретного преобразования Лапласа; свойства дискретного преобразования Лапласа; таблица изображений основных решетчатых функций; решение при помощи дискретного преобразования Лапласа линейных разностных уравнений и их систем.

Тема 5. Понятие интегрального уравнения Вольтерра, его виды; уравнения Вольтерра 2-го рода, существование и единственность их решений, взаимосвязь с обыкновенными дифференциальными уравнениями; сведение уравнения Вольтерра 2-го рода к задаче Коши для обыкновенного дифференциального уравнения порядка n и к задаче Коши для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений, в случае вырожденного ядра; метод последовательных приближений и итерированных ядер для уравнения Вольтерра 2-го рода, резольвента; уравнения Вольтерра 1-го рода, сведение их к уравнениям 2-го рода; понятие интегрального уравнения Фредгольма, его виды; уравнения Фредгольма 2-го рода, существование и единственность решения; метод последовательных приближений и итерированных ядер для уравнений Фредгольма 2-го рода, резольвента; связь между интегральными и линейными алгебраическими уравнениями; решение уравнений Фредгольма 2-го рода с вырожденным ядром сведением к системе линейных алгебраических уравнений; характеристические числа и собственные функции интегральных уравнений Фредгольма, их нахождение; теоремы Фредгольма; решение при помощи преобразования Лапласа интегральных и интегро-дифференциальных уравнений.

3. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4

Содержание аудиторной контрольной работы:

1) нахождение изображения функции с использованием определения и таблицы изображений преобразования Лапласа;
2) нахождение изображения функции с использованием теоремы смещения, теорем о дифференцировании и интегрировании изображения, теоремы об интегрировании оригинала;
3) нахождение изображения функции с использованием теоремы о свёртке, теоремы запаздывания;
4) восстановление оригинала по изображению с использованием таблицы изображений и свойств преобразования Лапласа;
5) восстановление оригинала по изображению с использованием теорем разложения;
6) нахождение операционным методом решения линейного обыкновенного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами;
7) нахождение операционным методом решения системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами;
8) нахождение изображения решетчатой функции;
9) восстановление оригинала решетчатой функции по изображению с использованием таблицы изображений и свойств дискретного преобразования Лапласа;
10) нахождение операционным методом решения линейного разностного уравнения или системы линейных разностных уравнений.

Экзамен

Вопросы к экзамену:
1. Определение преобразования Лапласа. Оригинал и изображение. Обратное преобразование Лапласа.
2. Свойство линейности преобразования Лапласа. Теорема подобия.
3. Теоремы смещения и запаздывания.
4. Теоремы о дифференцировании изображения и оригинала.
5. Теоремы об интегрировании изображения и оригинала.
6. Теорема о свёртке. Интеграл Дюамеля.
7. Таблица изображений преобразования Лапласа.
8. Восстановление оригинала по изображению методом разложения рациональной дроби в сумму простейших.
9. Формула обращения Меллина. Первая и вторая теоремы разложения, их использование для восстановления оригинала по изображению.
10. Решение обыкновенных линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами при помощи преобразования Лапласа.
11. Решение систем обыкновенных линейных дифференциальных уравнений при помощи преобразования Лапласа.
12. Решение линейных дифференциальных уравнений в частных производных при помощи преобразования Лапласа.
13. Решетчатая функция. Дискретное преобразование Лапласа.
14. Свойства дискретного преобразования Лапласа.
15. Таблица изображений основных решетчатых функций.
16. Решение при помощи дискретного преобразования Лапласа линейных разностных уравнений.
17. Решение при помощи дискретного преобразования Лапласа систем линейных разностных уравнений.
18. Понятие интегрального уравнения, их виды. Ядро и решение интегрального уравнения.
19. Интегральные уравнения Вольтера, существование и единственность их решений.
20. Связь интегральных уравнений Вольтера с обыкновенными дифференциальными уравнениями (сведение уравнения Вольтера 2-го рода к задаче Коши для обыкновенного дифференциального уравнения порядка n).
21. Сведение интегрального уравнения Вольтера 2-го рода с вырожденным ядром к задаче Коши для нормальной системы обыкновенных линейных дифференциальных уравнений.
22. Метод последовательных приближений и итерированных ядер для уравнения Вольтера 2-го рода. Резольвента.
23. Уравнения Вольтерра 1-го рода, сведение их к уравнениям Вольтера 2-го рода.
24. Интегральные уравнения Фредгольма, существование и единственность их решений.
25. Метод последовательных приближений и итерированных ядер для уравнения Фредгольма 2-го рода. Резольвента.
26. Связь интегральных уравнений Фредгольма с системами линейных алгебраических уравнений (решение уравнений Фредгольма 2-го рода с вырожденным ядром сведением к системе линейных алгебраических уравнений).
27. Характеристические числа и собственные функции интегральных уравнений Фредгольма 2-го рода, их нахождение.
28. Теоремы Фредгольма.
29. Решение при помощи преобразования Лапласа интегральных уравнений.
30. Решение при помощи преобразования Лапласа интегро-дифференциальных уравнений.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 6			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	17
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	9
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	24
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

EqWorld Мир математических уравнений - http://eqworld.ipmnet.ru
Math24.ru Высшая математика - http://math24.ru
Естественно-научный образовательный портал - http://www.en.edu.ru
Интернет-портал ресурсов по математике - http://www.math.ru

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	На лекциях излагается теоретический материал. Причём конспект лекций, остающийся у обучающихся в результате их прослушивания, не может полностью заменить учебника, его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, студент должен ознакомиться с более подробным изложением материала в учебниках из списка основной и дополнительной литературы. Лекции могут проводиться как в традиционной форме в аудитории, так и дистанционно, с применением современных цифровых образовательных технологий, на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams", в Виртуальной аудитории.
лабораторные работы	Изучение дисциплины подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков на аудиторных лабораторных занятиях. Для выполнения заданий лабораторных работ обучающийся должен повторить соответствующий теоретический материал, внимательно, с выполнением всех действий на бумаге, разобрать решённые на аудиторном лабораторном занятии примеры и после этого приступить к задачам, предложенным для самостоятельного решения. Выполнение заданий лабораторных работ проверяется преподавателем на занятии. Лабораторные занятия могут проводиться как в традиционной форме, так и дистанционно, с применением современных цифровых образовательных технологий, на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams", в Виртуальной аудитории.
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа - это вид занятия, на котором обучающиеся с определённой долей самостоятельности выполняют различного рода задания, прилагая необходимые для этого умственные усилия и проявляя навыки самоконтроля и самокоррекции. Самостоятельная работа включает в себя: изучение теоретического материала по конспектам лекций и учебникам; выполнение заданий лабораторных работ; подготовку к аудиторной контрольной работе; подготовку к теоретическим опросам на лабораторных занятиях; подготовку к экзамену.
устный опрос	Устный опрос на лабораторном занятии предполагает как опрос теоретического материала по теме занятия, проводимого в его начале, так и опрос предложенных преподавателем практических и теоретических заданий для самостоятельного решения на аудиторном лабораторном занятии. При подготовке к устному опросу теоретического материала следует ориентироваться на вопросы, указанные в разделе 6.3 рабочей программы, на конспекты лекций, а также учебники из рекомендованного списка литературы. Устный опрос может проводиться как в традиционной форме в аудитории, так и дистанционно, с применением современных цифровых образовательных технологий, на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams", в Виртуальной аудитории.
контрольная работа	При подготовке к аудиторной контрольной работе следует повторить соответствующий теоретический материал, а также просмотреть практические задания, которые разбирались и решались на аудиторных занятиях и дома. Проводится контрольная работа по индивидуальным заданиям, предложенным преподавателем. Время выполнения контрольной работы 1 час 30 минут. Примерные задания контрольных работ приведены в разделе 6.3 рабочей программы. Контрольная работа может проводиться как в традиционной форме в аудитории, так и дистанционно, с применением современных цифровых образовательных технологий, на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams", в Виртуальной аудитории.
экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Проводится в устно-письменной форме по билетам. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий, обучающиеся сдают экзамен на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams", в Виртуальной аудитории. Билет содержит два теоретических вопроса и пример, время на подготовку к ответу - 20 минут. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при решении практических заданий. При подготовке к сдаче экзамена необходимо опираться, прежде всего, на конспекты лекций и рекомендованные источники информации, весь объём работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведённым для подготовки к экзамену и контролировать каждый день выполнения работы.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.03 Операционное исчесление

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Основная литература:

1. Крупин В.Г. Высшая математика. Теория функций комплексного переменного. Операционное исчисление. Сборник задач с решениями : учебное пособие / В.Г. Крупин, А.Л. Павлов, Л.Г. Попов. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - 332 с. - ISBN 978-5-383-01237-6. - URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012376.html (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

2. Мышкис А. Д. Математика для технических вузов: специальные курсы : учебное пособие / А. Д. Мышкис. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 634 с : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - В пер. - Библиогр.: с. 621-625. - Алф. указ.: с. 626-632. - ISBN 978-5-8114-0395-0. - Текст : непосредственный (50 экз.).

3. Пантелеев А. В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1921-0. - URL: https://e.lanbook.com/book/168853 (дата обращения: 13.05.2021). - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Васильева А.Б. Интегральные уравнения : учебное пособие / А.Б. Васильева, Н.А. Тихонов. - 2-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 160 с. - ISBN 5-9221-0275-3. - URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102753.html (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

2. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный. - 11-е изд., испр. - Москва : Айрис-пресс, 2013. - 608 с : ил. - (Высшее образование). - Прил.: с. 599-603. - В пер. - ISBN 978-5-8112-4866-7. - Текст : непосредственный (31 экз.).

3. Габбасов Н. С. Методы решения интегральных уравнений Фредгольма в пространствах обобщенных функций : монография / Н. С. Габбасов. - Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2006. - 175 с. - ISBN 5-7464-1380-1. - Текст : непосредственный (67 экз.).

4. Рябушко А.П. Индивидуальные задания по высшей математике. В 4 ч. Ч. 4. Операционное исчисление. Элементы теории устойчивости. Теория вероятностей. Математическая статистика : учебное пособие / А.П. Рябушко. - Минск : Выш. шк., 2013. - 336 с. - ISBN 978-985-06-2231-0. - URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850622310.html (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.03 Операционное исчисление

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ