

**КАЗАНСКИЙ КООПЕРАТИВНЫЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
АВТОНОМНОЙ НЕКОММЕРЧЕСКОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЦЕНТРОСОЮЗА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КООПЕРАЦИИ»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.19 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Специальность: 10.05.01 Компьютерная безопасность

Специализация: «Разработка защищенного программного обеспечения»

Формы обучения: очная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 4 з.е.

в академических часах: 144 ак.ч.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Рабочая программа по дисциплине «Дифференциальные уравнения» по специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность, специализации «Разработка защищенного программного обеспечения», составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «26» ноября 2020 г. № 1459, профессионального стандарта 06.032 «Специалист по безопасности компьютерных систем и сетей», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2022 г. № 533н, профессионального стандарта 06.033 «Специалист по защите информации в автоматизированных системах», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2022 г. №525н.

Рабочая программа:

обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры естественных дисциплин, сервиса и туризма от 25 марта 2025 г., протокол № 6

одобрена Научно-методическим советом Казанского кооперативного института (филиала) от 2 апреля 2025 г., протокол № 3

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	4
4. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий.....	6
5.1. Содержание дисциплины	6
5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий	7
6. Лабораторные занятия	9
7. Практические занятия.....	10
8. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	10
9. Самостоятельная работа студента.....	10
10. Оценивание результатов обучения и уровня сформированности компетенций	14
11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	14
12. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.....	15
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	16
Обновление рабочей программы дисциплины (модуля)	17

1. Цели и задачи освоения дисциплины

- ознакомить студентов с начальными навыками математического моделирования, основными видами дифференциальных уравнений и методами их решения;

- показать возникающие принципиальные трудности при переходе от реального объекта к его математической идеализации;

- показать разницу между «хорошими» и «плохими» моделями.

Задачи освоения дисциплины:

- формирование у студента представления о дифференциальных уравнениях, как математических моделях явлений и процессов различной природы;

- выработка навыков использования классических методов «Дифференциальных уравнений»;

- освоение студентами синтеза классических методов теории дифференциальных уравнений с современными идеями качественных, численных и асимптотических методов.

Знания и навыки, полученные студентами в процессе освоения данной дисциплины, позволят решать практические задачи в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы специалитета по специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность, специализация: «Разработка защищенного программного обеспечения».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций

Формируемые компетенции (код и наименование компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ОПК-3. Способен на основании совокупности математических методов разрабатывать, обосновывать и реализовывать процедуры решения задач профессиональн	ОПК-3.1. Применяет знания основных математических методов и их модификаций для обоснования процедур решения задач профессиональной деятельности	Знает основные методы дифференциальных уравнений и их модификации. Умеет применять основные методы дифференциальных уравнений для профессиональных задач и обосновывать методы. Владеет методами теоретического экспериментального исследования в профессиональной деятельности для постановки и решения дифференциальными уравнениями различных систем и системами дифференциальных уравнений.

ой деятельности.	ОПК-3.4. Демонстрирует умение обосновывать и реализовывать процедуры решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением методов анализа данных	Знает основные виды дифференциальных уравнений различных порядков, дифференциальных уравнений и методы их решения. Умеет обосновывать и реализовывать процедуры решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением методов дифференциальных уравнений различных порядков, систем дифференциальных уравнений. Владеет методами и средствами анализа моделей и анализа их применимости в предметной области в приложении к дифференциальным уравнениям.
------------------	---	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины и виды учебной работы в академических часах с выделением объема контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся

Очная форма обучения

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			3
Контактная работа, в том числе:		69	69
Аудиторные занятия (всего):		68	68
Занятия лекционного типа		34	34
Лабораторные занятия			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		34	34
Иная контактная работа:		1	1
Контроль самостоятельной работы (КСР)		0,5	0,5
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,5
Самостоятельная работа, в том числе:		39	39
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		30	30
Подготовка к текущему контролю		9	9
Контроль:		36	36
Подготовка к экзамену		36	36
Общая трудоемкость	час.	144	144
	зач. ед	4	4

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1 Основные понятия и определения. Методы решения основных типов уравнений первого порядка.

Понятие дифференциального уравнения и его решения. Задача Коши. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения в полных дифференциалах.

Тема 2 Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для одного уравнения и систем дифференциальных уравнений. Свойства решений линейных однородных систем.

Теорема существования и единственности Пикара для одного дифференциального уравнения и систем. Теорема существования Пеано. Теорема о гладкости решений дифференциальных уравнений. Теорема Лиувилля для линейных однородных систем. Пять теорем о свойствах решений линейных однородных систем.

Тема 3 Фундаментальная матрица и её свойства. Линейные неоднородные системы. Метод вариации произвольных постоянных для линейных систем.

Понятие фундаментальной матрицы. Утверждение о представлении решения неоднородной системы и следствие из него. Сведение линейного дифференциального уравнения n -ого порядка к линейной системе. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного уравнения n -ого порядка.

Тема 4 Линейные дифференциальные уравнения n -ого порядка. Свойства решений линейных дифференциальных уравнений n -ого порядка. Метод вариации произвольных постоянных.

Пять теорем о свойствах решений линейных однородных дифференциальных уравнений n -ого порядка. Понижение порядка линейного однородного дифференциального уравнения.

Поиск частного решения неоднородного уравнения методом вариации произвольных постоянных.

Тема 5 Линейные однородные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Построение общего решения.

Представление общего решения в случае различных характеристических чисел, в случае кратных характеристических чисел и в

случае уравнения с вещественными коэффициентами.

Лемма о линейной независимости функции.

Тема 6 Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.

Метод неопределенных коэффициентов для поиска частного решения линейных неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами. Нерезонансный и резонансный случаи. Случай уравнения с вещественными коэффициентами.

Тема 7 Однородные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Построение решения.

Представление общего решения в случае матрицы простой структуры, в случае вещественной матрицы и в случае матрицы общего вида. Метод неопределенных коэффициентов поиска общего решения однородной системы с постоянными коэффициентами.

Тема 8 Поиск частного решения неоднородной системы с постоянными коэффициентами.

Метод неопределенных коэффициентов для поиска частного решения неоднородной системы с постоянными коэффициентами. Нерезонансный, резонансный и вещественный случаи.

Тема 9 Устойчивость по Ляпунову. Геометрическая интерпретация. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.

Определение устойчивости по Ляпунову. Сведение исследования устойчивости ненулевого решения к исследованию устойчивости нулевого решения. Критерий Раussa-Гурвица.

Тема 10 Поведение траекторий линейной однородной системы дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.

Вид особой точки: узел, седло, фокус, центр. Случаи дикритического и вырожденного узла.

Тема 11 Линейные разностные уравнения второго порядка.

Шесть теорем о линейных разностных уравнениях второго порядка. Однородные разностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.

5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в ак. часах)	Индикаторы достижения компетенций
-------	---------------------------------------	--	-----------------------------------

		занятия лекцион ного типа	занятия семинарс кого типа / лаборатор ные занятия	самос– тоятельн ая работа	
1.	Основные понятия и определения. Методы решения основных типов уравнений первого порядка.	3	8	6	ОПК-3.1. ОПК-3.4.
2.	Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для одного уравнения и систем дифференциальных уравнений. Свойства решений линейных однородных систем	4	4	6	ОПК-3.1. ОПК-3.4.
3.	Фундаментальная матрица и её свойства. Линейные неоднородные системы. Метод вариации произвольных постоянных для линейных систем.	3	3	5	ОПК-3.1. ОПК-3.4.
4.	Линейные дифференциальные уравнения n -ого порядка. Свойства решений линейных дифференциальных уравнений n -ого порядка. Метод вариации произвольных постоянных.	3	2	2	ОПК-3.1. ОПК-3.4.
5.	Линейные однородные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Построение общего решения.	4	2	2	ОПК-3.1. ОПК-3.4.
6.	Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	2	3	3	ОПК-3.1. ОПК-3.4.
7.	Однородные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Построение решения.	3	3	3	ОПК-3.1. ОПК-3.4.
8.	Поиск частного решения неоднородной системы с постоянными коэффициентами.	3	2	2	ОПК-3.1. ОПК-3.4.
9.	Устойчивость по Ляпунову. Геометрическая интерпретация. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению	2	2	2	ОПК-3.1. ОПК-3.4.
10.	Поведение траекторий линейной однородной системы дифференциальных уравнений	4	3	3	ОПК-3.1. ОПК-3.4.

	второго порядка с постоянными коэффициентами.				
11.	Линейные разностные уравнения второго порядка.	3		2	ОПК-3.1. ОПК-3.4.
	Обзор пройденного материала и прием зачета		2	3	
	Итого	34	34	39	

6. Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Объем (ак.час.)
1.	Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными и приводящиеся к ним.	Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными и приводящиеся к ним.	2
2.	Однородные уравнения и приводящиеся к ним.	Однородные уравнения и приводящиеся к ним.	2
3.	Линейные уравнения первого порядка, уравнения Бернулли и Риккати, методы их решения.	Линейные уравнения первого порядка, уравнения Бернулли и Риккати, методы их решения.	2
4.	Уравнения в полных дифференциалах и приводящиеся к ним. Интегрирующий множитель.	Уравнения в полных дифференциалах и приводящиеся к ним. Интегрирующий множитель.	2
5.	Уравнения, не разрешенные относительно производной.	Уравнения, не разрешенные относительно производной.	2
6.	Разные уравнения первого порядка.	Разные уравнения первого порядка.	2
7.	Уравнения, допускающие понижение порядка. Методы их решения.	Уравнения, допускающие понижение порядка. Методы их решения.	2
8.	Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами.	Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами.	2
9.	Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	2
10.	Метод вариации произвольных постоянных для неоднородных дифференциальных уравнений.	Метод вариации произвольных постоянных для неоднородных дифференциальных уравнений.	2
11.	Линейные уравнения с переменными коэффициентами.	Линейные уравнения с переменными коэффициентами. Формула Остроградского – Лиувилля.	2

	Формула Остроградского – Лиувилля.		
12.	Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Собственные вектора и собственные значения.	Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Собственные вектора и собственные значения.	2
13.	Линейные неоднородные системы с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	Линейные неоднородные системы с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	2
14.	Метод вариации произвольных постоянных для линейных неоднородных систем.	Метод вариации произвольных постоянных для линейных неоднородных систем.	2
15.	Устойчивость. Исследование на устойчивость по первоначальному приближению. Исследование на устойчивость с помощью функции Ляпунова.	Устойчивость. Исследование на устойчивость по первоначальному приближению. Исследование на устойчивость с помощью функции Ляпунова.	2
16.	Положение равновесия. Исследование на устойчивость нулевого решения.	Положение равновесия. Исследование на устойчивость нулевого решения.	2
17.	Особые точки. Исследование особой точки.	Особые точки. Исследование особой точки.	2
ИТОГО			34

7. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

8. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

9. Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Дифференциальные уравнения» направлена на:

– освоение рекомендованной преподавателем и методическими указаниями по данной дисциплине основной и дополнительной учебной литературы;

– изучение образовательных ресурсов (электронные учебники, электронные библиотеки, электронные видеокурсы и др.);

- работу с компьютерными обучающими программами;
- выполнение домашних заданий по практическим занятиям;
- самостоятельный поиск информации в Интернете и других источниках;
- подготовку к экзамену.

Тема 1. Основные понятия и определения. Методы решения основных типов уравнений первого порядка

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Выполнение индивидуальной самостоятельной работы по решению дифференциальных уравнений первого порядка с разделяющимися переменными, однородных, линейных и уравнений в полных дифференциалах.

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: определение типа дифференциального уравнения первого порядка и выбор соответствующего метода решения; овладение техникой интегрирования для получения общего и частного решений.

Тема 2. Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для одного уравнения и систем дифференциальных уравнений. Свойства решений линейных однородных систем

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Подготовка к текущему контролю по разделу.

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: условия теоремы существования и единственности (условия Пеано и Липшица); формирование понятия общего решения; изучение свойств решений линейных однородных систем (принцип суперпозиции, структура общего решения).

Тема 3. Фундаментальная матрица и её свойства. Линейные неоднородные системы. Метод вариации произвольных постоянных для линейных систем.

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Выполнение индивидуальной самостоятельной работы по нахождению фундаментальной матрицы и решению линейных неоднородных систем методом вариации произвольных постоянных.

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: определение и свойства фундаментальной матрицы; структуру общего

решения линейной неоднородной системы; алгоритм метода вариации произвольных постоянных.

Тема 4. Линейные дифференциальные уравнения n -ого порядка. Свойства решений линейных дифференциальных уравнений n -ого порядка. Метод вариации произвольных постоянных.

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Подготовка к текущему контролю по разделу.

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: связь между линейными системами и уравнениями n -го порядка; свойства решений линейных однородных и неоднородных уравнений (теорема о структуре общего решения); практическое применение метода вариации произвольных постоянных для уравнений n -го порядка.

Тема 5. Линейные однородные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Построение общего решения.

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Выполнение индивидуальной самостоятельной работы по построению общего решения однородного уравнения с постоянными коэффициентами для случаев различных корней характеристического уравнения (вещественных, кратных, комплексных).

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: составление и решение характеристического уравнения; алгоритм построения фундаментальной системы решений в зависимости от вида корней.

Тема 6. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Выполнение индивидуальной самостоятельной работы по нахождению частного решения неоднородного уравнения методом неопределенных коэффициентов для различных видов правой части (многочлен, экспонента, синус/косинус, их комбинации).

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: структуру общего решения неоднородного уравнения; метод неопределенных коэффициентов и учет случая резонанса.

Тема 7. Однородные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Построение решения.

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Подготовка к текущему контролю по разделу.

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: нахождение собственных чисел и собственных векторов матрицы системы; построение фундаментальной системы решений и общего решения в зависимости от типа собственных чисел (вещественные, комплексные, кратные).

Тема 8. Поиск частного решения неоднородной системы с постоянными коэффициентами.

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Выполнение индивидуальной самостоятельной работы по нахождению частного решения неоднородной системы методом неопределенных коэффициентов (для правых частей специального вида) и методом вариации произвольных постоянных.

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: выбор оптимального метода для заданной правой части; алгоритм метода неопределенных коэффициентов для систем.

Тема 9. Устойчивость по Ляпунову. Геометрическая интерпретация. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Подготовка к текущему контролю по разделу.

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: определения устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости нулевого решения; геометрическую интерпретацию устойчивости на фазовой плоскости; применение теоремы об устойчивости по первому приближению (исследование системы по ее матрице Якоби).

Тема 10. Поведение траекторий линейной однородной системы дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Выполнение индивидуальной самостоятельной работы по классификации положений равновесия (узел, фокус, центр, седло) и построению фазовых портретов.

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: связь типа положения равновесия с собственными числами матрицы системы; умение схематически изображать фазовые портреты для каждого типа точки покоя.

Тема 11. Линейные разностные уравнения второго порядка.

Виды самостоятельной работы по теме: изучение материалов лекций, практических занятий, рекомендуемой литературы и источников, подготовка к практическим занятиям.

Решение типовых примеров и задач по теме.

Подготовка к итоговому контролю.

В процессе усвоения темы необходимо обратить внимание на: аналогию между методами решения линейных дифференциальных и разностных уравнений; построение общего решения однородного и неоднородного разностного уравнения.

10. Оценивание результатов обучения и уровня сформированности компетенций

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Оценочными материалами.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Филиппов, Алексей Федорович. Введение в теорию дифференциальных / А. Ф. Филиппов. – Изд. 5-е - Москва : URSS : [ЛЕНАНД], 2022. - 248 с. - (Классический учебник МГУ). – ISBN 978-5-9519-2865-8.

2. Филиппов, Алексей Федорович. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : [более 1400 задач с ответами] / А. Ф. Филиппов. - Изд. 9-е. - Москва : URSS, 2022. - 240 с. - (Классический учебник МГУ). - ISBN 978-5-9519-2872-6.

3. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению : учебное пособие / В. К. Романко, Н. Х. Агаханов, В. В. Власов, Л. И. Коваленко. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 222 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135528>. - ISBN 978-5-00101-799-8.

4. Хеннер, В. К. Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление, основы специальных функций и интегральных уравнений : учебное пособие / В. К. Хеннер, Т. С. Белозерова, М. В. Хеннер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 320 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210038>. - ISBN 978-5-8114-2592-1.

5. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение

функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 400 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167810>. - ISBN 978-5-8114-0799-6.

б) дополнительная литература:

1. Хеннер, В. К. Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление, основы специальных функций и интегральных уравнений : учебное пособие / В. К. Хеннер, Т. С. Белозерова, М. В. Хеннер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 320 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210038>. - ISBN 978-5-8114-2592-1.

2. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 400 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167810>. - ISBN 978-5-8114-0799-6.

в) электронные библиотечные системы (ЭБС) и электронные образовательные ресурсы:

1. ЭБС Znanium.com.
2. ЭБС «Book.ru».
3. Электронный каталог Университета – Автоматизированная информационная библиотечная система (АИБС «МегаПро»).
4. Официальный сайт Майкрософт – <https://www.microsoft.com/ru-ru/>.
5. Официальный сайт обучающего портала Национального открытого университета ИНТУИТ – <http://www.intuit.ru>.
6. www.garant.ru. Информационно-правовой портал Гарант.

Каждый обучающийся в течение всего обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

12. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины

1) Лицензионное программное обеспечение, в том числе отечественного производства:

– Windows 10 Edu, Microsoft Office 2019 (годовая подписка «Desktop School ALNG LicSARK MVL» (MS Windows и MS Office)

– Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ» версия 3.3 (отечественное ПО)

2) Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

– 7-Zip (свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных) (отечественное ПО)

- AIMP Бесплатный аудио проигрыватель (лицензия бесплатного программного обеспечения) (отечественное ПО)
- FastStone Image Viewer (программа для просмотра изображений в Microsoft Windows (лицензия бесплатного программного обеспечения))
- Foxit Reader (Бесплатное прикладное программное обеспечение для просмотра электронных документов в стандарте PDF (лицензия бесплатного программного обеспечения))
- Электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий // <http://www.iqlib.ru>

3) Информационные справочные системы:

- «Консультант плюс» - www.consultant.ru

Каждый обучающийся в течение всего обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Образовательный процесс обеспечен учебными аудиториями для проведения учебных занятий, а именно для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещениями для самостоятельной работы студентов.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа,

Рабочее место преподавателя (стол, стул), рабочие места обучающихся, доска для написания мелом, кафедра.

Технические средства обучения: персональный компьютер-1, мультимедийное оборудование (проектор, проекционный экран) - 1

Учебная аудитория для проведения, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Рабочее место преподавателя (стол, стул), рабочие места обучающихся, доска для написания мелом, кафедра.

Технические средства обучения:

персональный компьютер-1, мультимедийное оборудование (проектор, проекционный экран) – 1.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института

Рабочие места обучающихся.

Технические средства обучения: персональный компьютер - 13.

Учебные аудитории соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам, укомплектованы учебной мебелью.

Обновление рабочей программы дисциплины (модуля)

Наименование раздела рабочей программы, в который внесены изменения

(измененное содержание раздела)

обсуждено и рекомендовано к утверждению решением кафедры
наименование кафедры
от ____ ____ 20__ г., протокол № ____

одобрено Научно-методическим советом ____ от ____ ____ 20__ г.,
протокол № ____