

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ребковец Ольга Александровна
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 01.11.2023 16:19:49
Уникальный программный ключ:
e789ec8739030382afc5ebff702928ad1a15c0

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании
кафедры информатики и математики
зав. кафедрой _____ И.А. Кашутина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (КУРСА, МОДУЛЯ)

Б1.О.11 «Дифференциальные уравнения»

Направление подготовки: 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Год набора: 2023

Форма обучения: очная

Курс 2 Семестр 4

Курс 3 Семестр 5

Зачет с оценкой: 4,5 семестр

Петропавловск-Камчатский 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 "Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата)", утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.01.2018 № 9.

Составитель:

Профессор кафедры математики и физики _____ Р.И. Паровик

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью овладения дисциплины является – научиться владеть основными понятиями дифференциальных уравнений как самостоятельного раздела математики; современное развитие дифференциальных уравнений и их связь с другими областями математики; выработка системы представлений о методах дифференциальных уравнений для решения ряда задач в своей профессиональной деятельности. Накопление студентами опыта по использованию методов дифференциальных уравнений для решения задач необходимо для успешной профессиональной деятельности в будущем. В результате изучения дисциплины студент должен знать основы дифференциальных уравнений, наиболее распространенные методы решения задач; способы применения математических методов с использованием различных программных средств; уметь решать задачи с использованием методов дифференциальных уравнений; применять знания основных структур дифференциальных уравнений для решения задач с использованием математических методов; использовать современные компьютерные технологии в процессе решения прикладных задач; навыками реализации методов дифференциальных уравнений на языках программирования на языках программирования. Изучение дисциплины опирается на курс математического и функционального анализа.

Задачи освоения дисциплины:

- приобретения навыков составления дифференциальных уравнений при решении конкретных прикладных задач;
- приобретение навыков решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем
- приобретения навыков качественного анализа дифференциальных уравнений и их систем, визуализация результатов анализа на ЭВМ.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Данная дисциплина относится к блоку Б1.О – обязательные дисциплины для академического бакалавриата. Осваивается на 2 и 3 курсе, 4 и 5 семестрах.

В результате изучения базовой части цикла обучающийся должен знать и уметь применять на практике методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений, дискретной математики, вероятностей и математической статистики, уравнений математической физики, архитектуры современных компьютеров, технологии программирования, численные методы и алгоритмы решения типовых математических задач; владеть методологией и навыками решения научных и практических задач.

Профильными для данной дисциплины является научно-исследовательская деятельность. Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной деятельности:

в области научно-исследовательской деятельности:

- использование профессиональной деятельности научного подхода при решении прикладных задач с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем;
- правильно интерпретировать результаты, полученные в ходе решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем для конкретной прикладной задачи.

Освоение данной дисциплины является необходимой для изучения дисциплин вариативной части, прохождения производственной (преддипломной практики), подготовки выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки (специальности):

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает классические математические модели, применяемые в различных областях человеческой деятельности. ОПК-3.2. Умеет модифицировать классические математические модели для решения конкретных задач профессиональной деятельности. ОПК-3.3. Имеет опыт применения методов математического моделирования для решения конкретных задач профессиональной деятельности.

4. Содержание дисциплины

ДЕ 1. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Основные понятия. Уравнения с разделяющимися переменными и к ним приводящиеся. Задача Коши. Однородные уравнения и к ним приводящиеся. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Я. Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.

ДЕ 2. Дифференциальные уравнения высших порядков.

Уравнения высших порядков, приводящих к квадратурам. Уравнения высших порядков, приводящих к квадратурам. Уравнения допускающие понижения порядка.

ДЕ 3. Линейные дифференциальные уравнения.

Общие свойства. Линейный оператор. Формула Остроградского-Лиувилля. Линейные неоднородные уравнения. Структура общего решения. Метод вариации производных постоянных (Метод Лагранжа). Линейные однородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами со специальной правой частью.

ДЕ 4. Системы дифференциальных уравнений.

Линейные системы с постоянными коэффициентами. Линейные дифференциальные уравнения. Устойчивость систем дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения. Особые точки и фазовое пространство.

5. Тематическое планирование

Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Дифференциальные уравнения (4 семестр)	36	36	0	72	144
2	Дифференциальные уравнения (5 семестр)	18	18	0	36	72
	Всего	54	54	0	90	216

Тематический план Модуль 1 (4 семестр)

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	Лекции		
1	Дифференциальные уравнения первого порядка. Основные понятия.	2	ОПК-3
2	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными и к ним приводящиеся	2	ОПК-3
3	Дифференциальные уравнения первого порядка. Задача Коши.	4	ОПК-3
4	Дифференциальные уравнения первого порядка. Однородные уравнения и к ним приводящиеся.	4	ОПК-3
5	Дифференциальные уравнения первого порядка. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.	4	ОПК-3
6	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Я. Бернулли	4	ОПК-3
7	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения в полных дифференциалах	4	ОПК-3
8	Дифференциальные уравнения первого порядка. Интегрирующий множитель	4	ОПК-3
9	Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения высших порядков приводящих к квадратурам	4	ОПК-3
10	Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения высших порядков,	4	ОПК-3

	приводящих к квадратурам. Уравнения допускающие понижения порядка		
Практические работы			
1	Дифференциальные уравнения первого порядка. Основные понятия.	2	ОПК-3
2	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными и к ним приводящиеся	4	ОПК-3
3	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными и к ним приводящиеся	4	ОПК-3
4	Дифференциальные уравнения первого порядка. Однородные уравнения и к ним приводящиеся.	4	ОПК-3
5	Дифференциальные уравнения первого порядка. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.	4	ОПК-3
6	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Я. Бернулли	4	ОПК-3
7	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения в полных дифференциалах	4	ОПК-3
8	Дифференциальные уравнения первого порядка. Интегрирующий множитель	2	ОПК-3
9	Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения высших порядков приводящих к квадратурам	4	ОПК-3
10	Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения высших порядков, приводящих к квадратурам. Уравнения допускающие понижения порядка	4	ОПК-3
Самостоятельная работа			
1	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Клеро.	24	ОПК-3
2	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Риккати	24	ОПК-3
3	Дифференциальные уравнения первого порядка. Задача Коши. Вопросы существования и единственности решения.	24	ОПК-3

**Тематический план
Модуль 2 (5 семестр)**

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	Лекции		
1	Линейные дифференциальные уравнения. Общие свойства. Линейный оператор	2	ОПК-3
2	Линейные дифференциальные уравнения. Формула Остроградского-Лиувилля.	2	ОПК-3
3	Линейные дифференциальные уравнения. Линейные неоднородные уравнения. Структура общего решения.	2	ОПК-3
4	Линейные дифференциальные уравнения. Метод вариации производных постоянных (Метод Лагранжа)	2	ОПК-3
5	Линейные дифференциальные уравнения. Линейные однородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами.	2	ОПК-3
6	Линейные дифференциальные уравнения. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами.	2	ОПК-3
7	Линейные дифференциальные уравнения. Дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами со специальной правой частью.	2	ОПК-3
8	Системы дифференциальных уравнений. Линейные системы с постоянными коэффициентами.	2	ОПК-3
9	Системы дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения. Устойчивость систем дифференциальных уравнений. Особые точки и фазовое пространство.	2	ОПК-3
	Практические работы		
1	Линейные дифференциальные уравнения. Общие свойства. Линейный оператор	2	ОПК-3
2	Линейные дифференциальные уравнения. Формула Остроградского-Лиувилля.	2	ОПК-3
3	Линейные дифференциальные уравнения. Линейные неоднородные уравнения. Структура общего решения.	2	ОПК-3
4	Линейные дифференциальные уравнения. Метод вариации производных постоянных (Метод Лагранжа)	2	ОПК-3
5	Линейные дифференциальные уравнения. Линейные однородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными	2	ОПК-3

	коэффициентами.		
6	Линейные дифференциальные уравнения. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами со специальной правой частью.	2	ОПК-3
7	Системы дифференциальных уравнений. Линейные системы с постоянными коэффициентами.	2	ОПК-3
8	Линейные дифференциальные уравнения. Устойчивость систем дифференциальных уравнений. Особые точки и фазовое пространство.	2	ОПК-3
Самостоятельная работа			
1	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Бесселя.	12	ОПК-3
2	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Эйри	12	ОПК-3
3	Дифференциальные уравнения и их системы. Задача на составления дифференциальных уравнений и их систем.	12	ОПК-3

6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выполнение практических заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- изучение литературы; осмысление изучаемой литературы;
- работа в информационно-справочных системах;
- аналитическая обработка текста (конспектирование, реферирование);
- составление плана и тезисов ответа в процессе подготовки к занятию;
- решение задач;
- составление презентаций;

6.1. Планы семинарских (практических, лабораторных) занятий

Решение примеров и типовых задач по темам пройденных лекций, в том числе с помощью средств компьютерной математики.

ДЕ 1. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Основные понятия. Уравнения с разделяющимися переменными и к ним приводящиеся. Задача Коши. Однородные уравнения и к ним приводящиеся. Линейные

дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Я. Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.

ДЕ 2. Дифференциальные уравнения высших порядков.

Уравнения высших порядков, приводящих к квадратурам. Уравнения высших порядков, приводящих к квадратурам. Уравнения допускающие понижения порядка.

ДЕ 3. Линейные дифференциальные уравнения.

Общие свойства. Линейный оператор. Формула Остроградского-Лиувилля. Линейные неоднородные уравнения. Структура общего решения. Метод вариации производных постоянных (Метод Лагранжа). Линейные однородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами со специальной правой частью.

ДЕ 4. Системы дифференциальных уравнений.

Линейные системы с постоянными коэффициентами. Линейные дифференциальные уравнения. Устойчивость систем дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения. Особые точки и фазовое пространство.

6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа

4 семестр

	Темы	Количество часов	Вид сам. работы
1	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Клеро.	24	конспект, презентация
2	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Риккати	24	
3	Дифференциальные уравнения первого порядка. Задача Коши. Вопросы существования и единственности решения.	24	

5 семестр

	Темы	Количество часов	Вид сам. работы
1	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Бесселя	12	конспект, презентация
2	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Эйри	12	
3	Дифференциальные уравнения и их системы. Задача на составление дифференциальных уравнений и их систем.	12	

7. Перечень вопросов на зачет (дифференцированный зачет и экзамен)

- Определение обыкновенного дифференциального уравнения. Порядок уравнения. Решение, интегральная кривая. Примеры.
- Задача Коши, начальные данные. Геометрическая интерпретация задачи Коши. Формулировка достаточных условий существования и единственности решения задачи Коши. Общее и частное решения дифференциального уравнения. Примеры.
- Различные типы уравнений первого порядка, интегрируемые в квадратурах.
- Уравнения первого порядка, не разрешённые относительно производной. Метод введения параметра. Уравнения Лагранжа, Клеро. Примеры.
- Метод И. Бернулли решения линейных дифференциальных уравнений.
- Метод Лагранжа решения линейных дифференциальных уравнений.
- Уравнение Я. Бернулли.
- Теорема существования и единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка, не разрешённого относительно производной. Особые решения, огибающие семейства решений.
- Простейшие типы уравнений высших порядков, допускающих понижение порядка.
- Определение системы обыкновенных дифференциальных уравнений в нормальной форме. Порядок системы, решение системы. Задача Коши для нормальной системы, начальные данные. Геометрическая интерпретация решения задачи Коши.
- Методы интегрирования систем дифференциальных уравнений. Метод исключения неизвестных.
- Метод собственных векторов корней характеристического уравнения.
- Теорема единственности решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка.
- Теорема единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений в нормальной форме.
- Линейная зависимость и независимость систем вектор-функций.
- Линейное пространство решений линейной однородной системы обыкновенных дифференциальных уравнений в нормальной форме и его размерность.
- Общее решение однородной системы обыкновенных дифференциальных уравнений в нормальной форме. Теорема о структуре общего решения.
- Фундаментальная система решений линейной однородной системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Фундаментальная матрица и её свойства.
- Определитель Вронского системы вектор-функций и его свойства.
- Формула Остроградского-Лиувилля.
- Общее решение неоднородной системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений. Теорема о структуре общего решения.
- Метод вариации постоянных для нахождения частного решения линейной неоднородной системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Фундаментальная система решений линейной однородной системы обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
- Выделение действительных решений линейной однородной системы обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными действительными коэффициентами.
- Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения n -ого порядка.

- Уравнение Эйлера.
- Эквивалентность системе обыкновенных дифференциальных уравнений n -ого порядка.
- Линейная зависимость и независимость систем функций.
- Линейное пространство решений однородного линейного обыкновенного дифференциального уравнения n -ого порядка, его размерность.
- Фундаментальная система решений однородного уравнения n -ого порядка. Теорема об общем решении однородного уравнения.
- Определитель Вронского системы функций и его свойства.
- Общее решение неоднородного линейного обыкновенного дифференциального уравнения n -ого порядка. Теорема о структуре общего решения.
- Метод вариации постоянных для поиска частных решений неоднородного линейного обыкновенного дифференциального уравнения n -ого порядка.
- Фундаментальная система решений однородного линейного обыкновенного дифференциального уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами.
- Построение общего решения неоднородного линейного обыкновенного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами и специальной правой частью.
- Выделение действительных решений однородного линейного обыкновенного дифференциального уравнения n -ого порядка с постоянными действительными коэффициентами.
- Понятие устойчивости решения системы дифференциальных уравнений в нормальной форме.
- Асимптотическая устойчивость. Устойчивость точки покоя.
- Классификация точек покоя системы двух линейных однородных уравнений с постоянными коэффициентами.
- Теорема об исследовании устойчивости нулевого решения системы по первому приближению.
- Теоремы Ляпунова об устойчивости нулевого решения системы. Функции Ляпунова.
- Теорема Четаева об неустойчивости нулевого решения системы.
- Критерии Рауса-Гурвица и Лъенара-Шипара.
- Критерий Михайлова.
- Фазовые траектории.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение

8.1. Основная учебная литература:

- Щербакова Ю.В. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Щербакова Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2019.— 159 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81007.html>. — ЭБС «IPRbooks».
- Новак Е.В. Интегральное исчисление и дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО/ Новак Е.В., Рязанова Т.В., Новак И.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов, Екатеринбург: Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019.— 110 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87807.html>. — ЭБС «IPRbooks».
- Юмагулов М.Г. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: теория и приложения/ Юмагулов М.Г.— Электрон. текстовые данные.— Москва,

Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019.— 181 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91969.html>. — ЭБС «IPRbooks».

- Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]/ Понтрягин Л.С.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019.— 396 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/92055.html>.— ЭБС «IPRbooks».
- Ушаков В.К. Математика. Основы теории дифференциальных уравнений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ушаков В.К.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2018.— 102 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78547.html>. — ЭБС «IPRbooks».

8.2. Дополнительная учебная литература:

- Паровик Р.И. Задачи по математике. Ч.4. (Ряды, гармонический анализ, обыкновенные дифференциальные уравнения и их системы). — Издательство КамГУ им. В. Беринга — Петропавловск-Камчатский, 2014. — 260 с.
- Бибииков, Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений: СПб. : Лань // ЭБС "Лань", 2011 <http://e.lanbook.com/book/1542>
- Бушманов С.Б., Бушманова О.П. Дифференциальные уравнения. Методы решения, примеры и задачи.: учеб. пособие АлтГУ, 2005
- Шампайн Л. Ф., Гладвел И., Томпсон С.; пер. с англ. И. А. Макарова Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием MATLAB: учебное пособие СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2009
- Шишкин А. Б. Лекции по дифференциальным уравнениям. Элементы общей теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения. Уравнения в частных производных: учебное пособие для студентов педагогических вузов / А. Б. Шишкин. - Славянск-на-Кубани: ИЦ СГПИ, 2009. - 73 с.
- Андреев А.Н. Избранные главы теории дифференциальных уравнений : учебное пособие / А.Н. Андреев. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 112 с. - ISBN 978-5-8353-1300-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232210>
- Икрянников В.И. Практикум по высшей математике: Интегральное исчисление функции одной переменной. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебное пособие / В.И. Икрянников, Э.Б. Шварц. - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 124 с. - ISBN 978-5-7782-1316-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228607>
- Рыбаков К.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения: Практический курс: учебное пособие / К.А. Рыбаков, А.С. Якимова, А.В. Пантелеев. - Москва : Логос, 2010. — 384 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-465-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84753>
- Губина, Т.Н. Решение дифференциальных уравнений в системе компьютерной математики Махита: учебное пособие / Т.Н. Губина, Е.В. Андропова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», Центр свободного программного обеспечения. - Елец : Елецкий государственный университет им И.А. Бунина, 2009. - 99 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272098>

- Пономаренко, А.К. Индивидуальные задания по обыкновенным дифференциальным уравнениям : учебное пособие / А.К. Пономаренко, В.Ю. Сахаров, П.К. Черняев ; Санкт-Петербургский государственный университет. - Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского Государственного Университета, 2016. - 48 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458099>
- Езерский, В.В. Избранные разделы высшей математики : учебное пособие / В.В. Езерский ; Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Кафедра ТиП ФМД. - Омск : Издательство СибГУФК, 2010. - Вып. 6. Простейшие дифференциальные уравнения. - 48 с. : схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277152>.

8.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. Электронно-информационная среда вуза (Moodle) - <http://moodle3.kamgu.ru>
2. Учебно-методические материалы для студентов физико-математического факультета - <http://fizmatkamgu.ru/ymm/>
3. Научная электронная библиотека Elibrary.ru – <http://elibrary.ru>
4. Математический портал Math-Net – <http://mathnet.ru>
5. Академия Google - <https://scholar.google.ru/>
6. видеолекции на канале Постнаука youtube.com
7. Браузер для поиска книг - www.poiskknig.ru.

8.4. Информационные технологии:

Средства компьютерной математики свободное программное обеспечение Scilab, Maxima.

9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

На основании разработанной компетентностной модели выпускника образовательные цели представлены в виде набора компетенций как планируемых результатов освоения образовательной программы. Определение уровня достижения планируемых результатов освоения образовательной программы осуществляется посредством оценки уровня сформированности компетенции и оценки уровня успеваемости обучающегося по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено»).

Основными критериями оценки в зависимости от вида работы обучающегося являются: сформированность компетенций (знаний, умений и владений), степень владения профессиональной терминологией, логичность, обоснованность, четкость изложения материала, ориентирование в научной и специальной литературе.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

Текущий контроль

Уровень сформированности компетенции и	Уровень освоения модулей дисциплины (оценка)	Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся	
		Устный опрос, сообщение по вопросам семинарских (практических) занятий	Решение задач; составление задач; работа над обобщающими вопросами.

Высокий	Отлично	<p>Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стил ь изложения материала научный с использованием методической терминологии. Студентом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков). Студентом могут быть допущены отдельные недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно.</p>	Верно решено от 91 до 100 % заданий (задач)
Базовый	Хорошо	<p>Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие знания всего программного материала, понимание существенных и несущественных признаков, причинно-следственные связи, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стил ь изложения материала научный с использованием методической терминологии. Студентом продемонстрирована в целом успешная сформированность компетенций (знаний, умений, навыков), вместе с тем имеют место отдельные пробелы в умении, студент не вполне осознанно, владеет навыками. Студентом могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки.</p>	Верно решено от 76 до 90 % заданий (задач)
Пороговый	Удовлетворительно	<p>Оценивается ответ студента, которым даны недостаточно полные и развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Логика и последовательность изложения нарушены. Допущены ошибки в определении употреблении понятий. Студент с затруднением самостоятельно</p>	Верно решено от 50 до 75 % заданий (задач)

Компетенции не сформированы	Неудовлетворительно	<p>выделяет существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Студентом в целом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков), вместе с тем имеют место несистематическое использование умений и фрагментарные навыки.</p> <p>Оценивается ответ студента, представляющей собой разрозненные знания с существенными ошибками. Ответ фрагментарен, нелогичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами дисциплины. Отсутствуют конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, методическая терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Компетенции (знания, умения, навыки) по дисциплине не сформированы: теоретические знания имеются, но они разрознены, умения и навыков отсутствуют. Либо ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа на поставленные вопросы.</p>	Верно решено верно менее 50 % заданий (задач)
-----------------------------	---------------------	---	---

Промежуточная аттестация

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения дисциплины	Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся)	
		Зачет	Экзамен
Высокий	Зачтено (отлично)	Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие исчерпывающие знания всего	Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие исчерпывающие знания всего

<p>Базовый</p>	<p>Зачтено (хорошо)</p>	<p>программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стиль изложения материала научный с использованием методической терминологии. Студентом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине. Студентом могут быть допущены отдельные недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно.</p> <p>Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие знания всего программного материала, понимание существенных и несущественных</p>	<p>программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стиль изложения материала научный с использованием методической терминологии. Студентом продемонстрирована сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине. Студентом могут быть допущены отдельные недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно.</p> <p>Оценивается ответ студента, которым даны полные, развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Студентом продемонстрированы глубокие знания всего программного материала, понимание существенных и несущественных</p>
----------------	-----------------------------	---	---

<p>Пороговый</p>	<p>Зачтено (удовлетворительно)</p>	<p>признаков, причинно-следственные связи, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стил ь изложения материала научный с использованием методической терминологии. Студентом продемонстрирован а в целом успешная сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине, вместе с тем имеют место отдельные пробелы в умении, студент не вполне осознанно, владеет навыками. Студентом могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки.</p> <p>Оценивается ответ студента, которым даны недостаточно полные и развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Логика и последовательность изложения нарушены. Допущены ошибки в определении употреблении понятий. Студент с</p>	<p>признаков, причинно-следственные связи, твердое знание основных положений смежных дисциплин. Ответ логически последователен, содержателен. Стил ь изложения материала научный с использованием методической терминологии. Студентом продемонстрирован а в целом успешная сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине, вместе с тем имеют место отдельные пробелы в умении, студент не вполне осознанно, владеет навыками. Студентом могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки.</p> <p>Оценивается ответ студента, которым даны недостаточно полные и развернутые ответы на поставленные и дополнительные вопросы. Логика и последовательность изложения нарушены. Допущены ошибки в определении употреблении понятий. Студент с</p>
------------------	--	--	--

<p>Компетенции не сформированы</p>	<p>Не зачтено (Неудовлетворительно)</p>	<p>затруднением самостоятельно выделяет существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Студентом в целом продемонстрирован а сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине, вместе с тем имеют место несистематическое использование умений и фрагментарные навыки.</p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа на поставленные вопросы или ответ представляет разрозненные знания с существенными ошибками. Ответ фрагментарен и не логичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами дисциплины. Отсутствуют конкретизация и доказательность изложения. Речь</p>	<p>затруднением самостоятельно выделяет существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Студентом в целом продемонстрирован а сформированность компетенций (знаний, умений, навыков) по дисциплине, вместе с тем имеют место несистематическое использование умений и фрагментарные навыки.</p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа на поставленные вопросы или ответ представляет разрозненные знания с существенными ошибками. Ответ фрагментарен и не логичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами дисциплины. Отсутствуют конкретизация и доказательность изложения. Речь</p>
------------------------------------	--	--	--

		неграмотная, методическая терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Компетенции (знаний, умений, навыков) по дисциплине не сформированы: теоретические знания имеются, но они разрознены, умения и навыков отсутствуют.	неграмотная, методическая терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Компетенции (знаний, умений, навыков) по дисциплине не сформированы: теоретические знания имеются, но они разрознены, умения и навыков отсутствуют.
--	--	--	--

10. Материально-техническая база

Аудитория, вместимостью не менее 20 человек для проведения опытов и экспериментов по темам лабораторных и практических работ, а также оснащенный современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Для практических занятий компьютерная аудитория с предустановленным бесплатным программным обеспечением Scilab и Maxima (Maple).