


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий и экономики управления

Кафедра «Физика и высшая математика»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета информацион-
ных технологий и экономики и
управления
 И.А. Рыбка
«04» декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические основы теории систем»

Направление подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»
(уровень бакалавриата)

профиль:
«Управление и информатика в технических системах»

Петропавловск-Камчатский
2021

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составители рабочей программы:

Доцент каф. ФВМ



Э.Н. Батуев

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Физика и высшая математика»
Протокол № 6 от «29» ноября 2021 года.

Заведующий кафедрой «Физика и высшая математика»:

«29» 11 2021 г.



А.И. Задорожный

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины является формирование у будущих специалистов знаний и умений по применению аппарата и методов теории систем в будущей профессиональной деятельности.

Основная задача курса «МОТС» заключается в развитии у студентов навыков моделирования процессов и явлений средствами современной теории систем с возможным дальнейшим применением вычислительной техники.

2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4 – Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование идентификатора	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов.	Ид-3 _{ОПК-4} Владеть: Владеет навыками работы с математическим аппаратом, предназначенным для оценивания эффективности систем	Знать: – основные методы современной теории систем.	З(ОПК-4)1
			Уметь: – выполнять основные расчеты, адаптировать решения для вычислительной техники.	У(ОПК-4)1
			Владеть: – основными фактами, понятиями, определениями и алгоритмами изучаемой дисциплины.	В(ОПК-4)1

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические основы теории систем» определена ФГОС ВО как обязательная дисциплина. В системе вузовской подготовки дисциплина «Математические основы теории систем» опирается на дисциплины: математика, информатика, методы оптимизации, электротехника и электроника.

Теоретические знания и практические навыки, сформированные у студентов в процессе изучения дисциплины «Математические основы теории систем», являются вспомогательными при изучении: «Вычислительная математика», «Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы», «Исследование операций».

4 Содержание дисциплины

4.1 Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1. "Статическая оптимизация"	13	6	2	4		7	Опрос, решение задач	
Тема 2. "Динамическая оптимизация"	13	6	2	4		7	Опрос, решение задач	
Тема 3. "Вероятностное моделирование. Системы массового обслуживания"	13	6	2	4		7	Опрос, решение задач	
Тема 4. "Основные понятия теории устойчивости"	13	6	2	4		7	Опрос, решение задач	
Тема 5. "Метод функций Ляпунова. Устойчивость по первому приближению"	13	6	2	4		7	Опрос, решение задач	
Тема 6. "Элементы ТФКП и операционного исчисления"	13	6	2	4		7	Опрос, решение задач	
Тема 7. "Передаточная функция динамического звена системы управления. Характеристики динамических звеньев СУ"	13	6	2	4		7	Опрос, решение задач	
Тема 8. "Элементарные динамические звенья. Устойчивость системы автоматизированного управления"	17	9	3	6		8	Опрос, решение задач	
Зачет с оценкой								
Итого	108	51	17	34		57		

4.2 Тематический план дисциплины для заочной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1. "Статическая оптимизация "	12	1	1			11	Опрос, решение задач	
Тема 2. "Динамическая оптимизация "	12	1	1			11	Опрос, решение задач	
Тема 3. "Вероятностное моделирование. Системы массового обслуживания"	13	2	1	1		11	Опрос, решение задач	
Тема 4. "Основные понятия теории устойчивости"	13	2	1	1		11	Опрос, решение задач	
Тема 5. "Метод функций Ляпунова. Устойчивость по первому приближению "	14	2	1	1		12	Опрос, решение задач	
Тема 6. " Элементы ТФКП и операционного исчисления."	14	2	1	1		12	Опрос, решение задач	
Тема 7. "Передаточная функция динамического звена системы управления. Характеристики динамических звеньев СУ "	13	1		1		12	Опрос, решение задач	
Тема 8. "Элементарные динамические звенья. Устойчивость системы автоматизированного управления "	13	1		1		12	Опрос, решение задач	
Зачет с оценкой	4							4
Итого	108	12	6	6		92		4

4.3 Содержание дисциплины

Тема 1. "Статическая оптимизация "

Лекция

Основные этапы принятия решений. Локальный экстремум функции одного и нескольких аргументов: аналитические, графические и численные методы поиска. Методы градиентного спуска и подъема. Условная оптимизация, метод множителей Лагранжа

Основные понятия темы: статическая оптимизация.

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Исследовать поведение функции в окрестности заданной точки с помощью производных высших порядков.

$$f = 6e^{x+1} - x^3 - 6x^2 - 15x - 16, \quad x_0 = -1$$

2. Исследовать на локальный экстремум функцию

$$f(x, y) = 2x^4 + y^4 - x^2 - 2y^2$$

3. Исследовать на локальный экстремум функцию

$$f(x, y, z) = 3x^2 + 3y^2 + z^2 - 4xy + yz + 2x - y + 2z$$

4. Методом градиентного спуска найти локальный минимум функции

$$f(x, y) = e^{2x}(x + y^2 + 2y)$$

с точностью $\varepsilon = 0.002$

5. Найти наибольшее и наименьшее значения функции

$$f(x, y, z) = x + 2y + z$$

удовлетворяющее условиям:

$$\begin{cases} 2x^2 + y^2 - z^2 - 2 = 0 \\ y^2 + z^2 - 2 = 0 \end{cases}$$

6. Графически найти наибольшее и наименьшее значение функции

$$f(x, y) = (x - 3)^2 + (y - 4)^2$$

при условиях:

$$\begin{cases} 3x + 4y \leq 25 \\ xy \geq 4 \\ x, y \geq 0 \end{cases}$$

Тема 2. "Динамическая оптимизация "

Лекция

Динамические системы. Дискретные и непрерывные динамические системы. Общая задача динамического программирования. Переменные состояния и переменные управления. Принцип оптимальности. Основное функциональное уравнение Беллмана. Условная и безусловная оптимизация.

Основные понятия темы: динамическая оптимизация, принцип оптимальности.

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

Найти оптимальную стратегию эксплуатации оборудования за период в 6 лет с таблично заданными функциями доходности $R(t)$ и остаточной стоимости $S(t)$.



	2	0					

К началу эксплуатации возраст оборудования составляет $t_0 = 1$ год. Цена нового оборудования $P = 13$ ден. ед.

2. На развитие четырех предприятий выделено 120 ден. ед. Эффективность капиталовложений приведена в таблице:

0		1	3	2
0	7	3	9	5
0	8	5	8	0
0	8	1	9	4
00	6	8	1	3
20	8	0	1	2

Найти оптимальный план распределения инвестиций.

Тема 3. "Вероятностное моделирование. Системы массового обслуживания"

Лекция

Случайные процессы. Системы с дискретными состояниями. Процессы с дискретным и непрерывным временем. Поток событий. Марковский поток событий и его плотность. Пуассоновский поток событий и его свойства. Граф переходов (состояний) системы, предельный режим системы. Системы массового обслуживания. Основные элементы и показатели эффективности СМО. Одноканальные и многоканальные СМО с отказами и с ожиданием и их основные числовые характеристики.

Основные понятия темы: вероятностное моделирование, поток событий, системы массового обслуживания.

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач с применением ЭВМ.

Примерные задания:

1. В отделе контроля работают 5 контролеров. Если деталь поступает в отдел, когда все контролеры заняты проверкой поступивших деталей, то она проходит непроверенной. В среднем в течение часа в отдел поступает 24 детали. На проверку детали один контролер тратит в среднем 5 минут.

Рассчитать

Вероятность простоя каналов СМО

Вероятность отказа и процент обслуживания

Абсолютную пропускную способность системы

Степень вовлеченности контролеров в процесс проверки

Сколько контролеров дополнительно потребуется ввести в отдел проверки, чтобы доля непроверенных деталей составила не более 1%?

2. В порту имеется причал для разгрузки судов. Интенсивность потока судов, заходящих в порт составляет $0.4 \frac{\text{ед.}}{\text{сут.}}$. На разгрузку одного судна тратится в среднем 2 суток. В порту могут ожидать разгрузку одновременно не более 10 судов.

Рассчитать:

Вероятность простоя причала

Вероятность того, что разгрузку ожидают в порту не более трех судов

Вероятность того, что подошедшее к порту судно не будет разгружено

Сколько в среднем судов в порту ожидают разгрузку?

Сколько времени в среднем тратят суда, пришедшие в порт на разгрузку?

С какой скоростью нужно разгружать судно, чтобы его среднее общее время нахождения в порту не превышало 5 суток?

3. В диспетчерской такси заявки принимают 2 оператора. В среднем за час поступает 30 звонков. Среднее время приема заявки составляет 40 секунд. Каждый диспетчер может поставить на ожидание 1 заявку.

Рассчитать:

1. Вероятность простоя телефонной линии без заявок

2. Вероятность того, что 1 звонок находится в режиме ожидания ответа

3. Вероятность того, что поступивший в диспетчерскую звонок не будет обслужен операторами

4. Среднее число диспетчеров, принимающих вызов

5. Среднее число заказчиков, ожидающих ответа оператора

Тема 4. "Основные понятия теории устойчивости"

Лекция

Устойчивость, асимптотическая устойчивость и неустойчивость по Ляпунову. Точка покоя системы дифференциальных уравнений первого порядка. Исследование на устойчивость однородных систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Классификация точек покоя. Фазовые портреты. Критерий асимптотической устойчивости однородной системы / линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Основные понятия темы: теория устойчивости.

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Примерные задания:

1. Найти общее решение системы дифференциальных уравнений матричным методом

$$\begin{cases} y_1' = 12y_1 + 5y_2 \\ y_2' = 5y_1 + 12y_2 \end{cases}$$

2. Найти общее решение системы дифференциальных уравнений методом последовательного исключения переменных

$$\begin{cases} y_1' = y_1 + 2y_2 + \cos 3x \\ y_2' = 3y_1 + 2y_2 - 2 \sin 3x \end{cases}$$

1. Найти общее решение системы дифференциальных уравнений методом интегрируемых комбинаций

$$\begin{cases} y_1' = \frac{y_1}{2y_1 + 3y_2} \\ y_2' = \frac{y_2}{2y_1 + 3y_2} \end{cases}$$

4. Охарактеризовать точку покоя системы и изобразить фазовый портрет на фазовой плоскости

$$\begin{cases} y_1' = 12y_1 + 5y_2 \\ y_2' = 5y_1 + 12y_2 \end{cases}$$

5. Исследовать на устойчивость систему дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} y_1' = y_1 + 2y_3 \\ y_2' = -4y_1 + 3y_2 + 4y_3 \\ y_3' = y_1 + 2y_3 \end{cases}$$

Тема 5. "Метод функций Ляпунова. Устойчивость по первому приближению "

Лекция

Знакопостоянные, знакоопределенные и знакопеременные формы. Функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости движения.

Система линейных приближений и методы ее построения. Теоремы об асимптотической устойчивости и неустойчивости системы по первому приближению

Основные понятия темы: метод Функций Ляпунова, система линейных приближений.

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач

Примерные задания:

1. Исследовать на устойчивость положение покоя системы методом функций Ляпунова

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -y - \frac{x}{2} - \frac{x^3}{4} \\ \frac{dy}{dt} = x - \frac{y}{2} - \frac{y^3}{4} \end{cases}$$

2. Исследовать на устойчивость систему дифференциальных уравнений по первому приближению.

$$\begin{cases} x' = 3x - \cos 2y + e^{4y} \\ y_2' = 2x - y^2 + \sin 5y \\ x' = -4x - y - xy^3 \\ y_2' = e^{xy} - \ln(2x - y + 1) + x \cos y - 1 \end{cases}$$

Тема 6. " Элементы ТФКП и операционного исчисления."

Лекция

Дробно-рациональная функция комплексного аргумента, ее нули и полюсы. Форма Хэвисайда и форма Боде. Прямое и обратное преобразования Фурье. Частотный спектр. Прямое и обратное преобразования Лапласа, основные теоремы операционного исчисления.

Основные понятия темы: операционное исчисления, форма Хэвисайда, форма Боде.

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач

Примерные задания:

1. Представить функцию в форме Боде.

$$F(s) = \frac{s^2 + 2}{s^2 + 6s + 10}$$

2. Представить функции в форме Хэвисайда.

$$F_1(s) = \frac{s + 2}{s^2 + 1}, F_2(s) = \frac{1}{s^3 + 6s^2 + 10s}$$

3. Найти частотный спектр дельта-функции. Определить и построить его действительную и мнимую части

Тема 7. "Передаточная функция динамического звена системы управления. Характеристики динамических звеньев СУ "

Лекция

Динамическое звено. Свойства ОПФ. Характеристическое уравнение динамического звена. ОПФ системы динамических звеньев: последовательное и параллельное соединение динамических звеньев, системы с положительной и отрицательной обратной связью.

Временные характеристики динамического звена: импульсная и переходная характеристики. Частотная характеристика динамического звена. Виды частотных характеристик: ВЧХ, МЧХ, АЧХ, ФЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ. Физический смысл АЧХ и ФЧХ

Основные понятия темы: передаточная функция динамического звена системы управления.

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач

Примерные задания:

1. Известна ОПФ динамического звена:

$$W(s) = \frac{10\sqrt{2}}{0.1s + 1}$$

Как изменится амплитуда гармонического сигнала с частотой

$$\omega_0 = 10 \frac{\text{рад}}{\text{с}} ?$$

2. Известна ОПФ динамического звена:

$$W(s) = \frac{s}{0.1s + 1}$$

Как измениться фаза гармонического сигнала с частотой

$$\omega_0 = 10 \frac{\text{рад}}{\text{с}} ?$$

3. Известна ОПФ динамического звена:

$$W(s) = \frac{0.1}{0.25s^2 + 0.8s + 1}$$

Найти показатель затухания и частоту колебаний временных характеристик этого звена.

Тема 8. "Элементарные динамические звенья. Устойчивость системы автоматизированного управления "

Лекция

Элементарные динамические звенья, их числовые характеристики. Исследование САУ на устойчивость.

Основные понятия темы: элементарные динамические звенья, системы автоматизированного управления.

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач

Примерные задания:

1. Известна ОПФ динамического звена:

$$W(s) = \frac{1.7}{0.04s^2 + 1}$$

Найти частоту разрыва АЧХ.

2. На какой угол сдвигает гармонический сигнал с частотой $\omega_0 = 5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ динамическое звено с ОПФ

$$W(s) = \frac{2}{0.04s^2 + 0.4s + 1}$$

и чему равно значение АЧХ при этой частоте?

3. Исследовать на устойчивость динамическое звено СУ с заданной передаточной функцией.

$$W(s) = \frac{5400}{2s^2 + 2.5s + 5402}$$

4. На вход динамического звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1}$$

поступает гармонический сигнал постоянной амплитуды с частотой $\omega_0 = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. На какой угол будет смещен выходной сигнал в установившемся режиме?

СРС

Изучение учебной литературы [1], [2], [3]

Решение задач по темам

Подготовка к модульному контролю

5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме творческих заданий, кейс-стадии, докладов;
- подготовка презентаций для иллюстрации докладов;
- выполнение контрольной работы, если предусмотрена учебным планом дисциплины;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (экзамен).

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса, подготовку к практическим (семинарским) занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математические основы теории систем» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образования; перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

6.2 Перечень вопросов к промежуточной аттестации.

Шестой семестр (зачет с оценкой)

1. Локальный (безусловный) экстремум функции одного и нескольких аргументов: аналитические методы решения
2. Условный экстремум функции нескольких аргументов: постановка задачи, метод множителей Лагранжа
3. Градиентные методы безусловной и условной оптимизации
4. Графический метод решения задачи глобального экстремума
5. Постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности. Функциональное уравнение Беллмана

6. Примеры ЗДП
7. Основные понятия и характеристики СМО. Одноканальные и многоканальные системы с отказами
8. Основные понятия и характеристики СМО. Одноканальные и многоканальные системы с ожиданием
9. Основные понятия теории устойчивости.
10. Исследование на устойчивость однородных систем дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Критерий устойчивости Ляпунова
11. Метод функций Ляпунова
12. Устойчивость по первому приближению
13. Операторная передаточная функция динамического звена СУ
14. Операторная передаточная функция системы динамических звеньев СУ
15. Временные характеристики динамического звена СУ
16. Частотные характеристики динамического звена СУ
17. Физический смысл АЧХ, ФЧХ и ЧХ
18. Элементарные (типовые) динамические звенья СУ и их характеристики: безынерциальное, дифференцирующее, интегрирующее звено
19. Элементарные (типовые) динамические звенья СУ и их характеристики: апериодическое, реальное дифференцирующее звено с запаздыванием, пропорционально интегрирующее
20. Элементарные (типовые) динамические звенья СУ и их характеристики: динамические звенья второго порядка
21. Понятие и критерий устойчивости САУ
22. Устойчивость элементарных динамических звеньев
23. Определение нечеткого множества. Носитель нечеткого множества. Подмножество нечеткого множества
24. Функция принадлежности нечеткого множества. Индексы нечеткости, мера нечеткости.
25. Основные операции над нечеткими множествами
26. Понятие нечеткого числа. Алгебраические операции над нечеткими числами.
27. Треугольные и трапецевидные нечеткие числа.
28. Нечеткие бинарные отношения, способы их задания и свойства.
29. Нечеткие булевы переменные и функции от них.
30. Приложения теории нечетких множеств в управлении системами.

7 Рекомендуемая литература

7.1 Основная литература

1. Мишин В.М. Исследование систем управления. Учебник для вузов - Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 527 с

7.2 Дополнительная литература

2. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления в 2-х томах: Учебник для вузов - М: Интеграл-Пресс, 2003 г., 544

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен и дифференцированный зачет).

Лекции посвящаются рассмотрению основным понятиям, наиболее важных теоретических вопросов. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

Целью проведения практических занятий является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Во время практических занятий решаются задачи по рассматриваемым в курсе лекций темам, применяются основные понятия, теоремы, свойства. Студент должен научиться решать базовые задачи по каждой теме, а также применять полученные навыки для решения реальных прикладных задач

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, например, лекция-визуализация, предполагающая подачу материала с использованием технических средств обучения с краткими комментариями демонстрируемых материалов (презентаций).

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

9.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством Интернет, используя социальные сети, специализированные программы (например, zoom), а также электронной почты;

- использование электронной информационно-образовательной среды.

9.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное ПО:

1. пакет Microsoft Office, в который входит:
 - a. текстовый редактор Microsoft Word;
 - b. электронные таблицы Microsoft Excel;
 - c. презентационный редактор Microsoft Power Point
2. Интернет-браузеры
3. Мессенджеры, в том числе приложения для использования электронной почты

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

На кафедре имеется 4 аудитории для проведения лекционных и практических занятий.