

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 10.11.2023 14:47:11
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Проектирование и технология
микро- и наносистем»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ»

для подготовки бакалавров

по направлению

28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

по профилю

«Проектирование и технология микро- и наносистем»

Санкт-Петербург

2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.т.н. Корляков А.В.

профессор, д.т.н., доцент Рындин Е.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МНЭ

21.03.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФЭЛ, 24.03.2022, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	МНЭ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	68
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	94
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ»

Дисциплина «Моделирование и проектирование микро-и наносистем» формирует представления о математическом и программном обеспечении систем автоматизированного проектирования (САПР) микро-и наносистем. Рассматриваются основные понятия теории численных методов решения систем дифференциальных уравнений в частных производных, базовые подходы к разработке алгоритмов и программных средств численного моделирования физических процессов в современных микро-и наносистемах.

SUBJECT SUMMARY

«DESIGN AND MODELING OF MICRO-AND NANOSYSTEMS»

The discipline "Modeling and designing micro-and nanosystems" forms knowledge about mathematical and software systems for computer-aided design (CAD) of micro-and nanosystems. The basic concepts of theory of numerical methods for solving systems of partial differential equations, the basic approaches to the development of algorithms and software for the numerical simulation of physical processes in modern micro-and nanosystems are considered.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины:

- изучение студентами базовых знаний проектирования низкоразмерных системы на основе созданных ранее моделей;
- изучение основ математического и программного обеспечения САПР микро-и наносистем, основ построения математических моделей физических процессов, протекающих в микро-и наносистемах, задания граничных и начальных условий в задачах математической физики;
- изучение методов конечных разностей и конечных элементов, методов решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений;
- формирование умений и навыков разработки программных средств численного моделирования элементов микро-и наносистем, обеспечения сходимости и устойчивости процесса численного решения систем уравнений, визуализации результатов численного моделирования.

2. Задачи изучения дисциплины:

- 1). Изучение основ математического и программного обеспечения САПР микро-и наносистем, основ построения математических моделей физических процессов, протекающих в микро-и наносистемах, граничных и начальных условий в задачах математической физики, методов конечных разностей и конечных элементов, методов решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений, основ программирования в среде MATLAB.
- 2). Осуществлять постановку задачи моделирования и проектирования элементов микро-и наносистем, обоснованно формулировать граничные и начальные условия, выполнять дискретизацию дифференциальных уравнений в частных производных на конечно-разностных сетках, производить выбор метода чис-

ленного решения систем уравнений, выполнять анализ результатов моделирования.

3). Разрабатывать программные средства численного моделирования элементов микро-и наносистем, обеспечивать сходимость и устойчивость процесса численного решения систем уравнений, визуализировать результаты численного моделирования.

3. Знания основ построения математических моделей физических процессов, протекающих в микро-и наносистемах, граничных и начальных условий в задачах математической физики, методов конечных разностей и конечных элементов, методов решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений.

4. Формирование у студентов умений создавать модели низкоразмерных систем в соответствии с допустимыми ограничениями реальных физических параметров и процессов, задавать граничные и начальные условия в задачах математической физики, использовать методы конечных разностей и конечных элементов, методы решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений в среде MATLAB.

5. Освоение навыков разработки программных средств численного моделирования элементов микро-и наносистем, обеспечения сходимости и устойчивости процесса численного решения систем уравнений, визуализации результатов численного моделирования.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Основы русскоязычной коммуникации в профессиональной сфере»
2. «Физика»
3. «Методы математической физики»

4. «Прикладная механика»
5. «Теплофизика твердого тела»
6. «Физика полупроводников»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Конструкторско-технологические основы гибкой органической электроники»
2. «Методы анализа структур электроники и микросистемной техники»
3. «Основы материаловедения микро-и наносистем»
4. «Производственная практика (преддипломная практика)»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-1	Способен проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано-и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий
<i>ПК-1.1</i>	<i>Знает физические и математические законы и модели физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники</i>
<i>ПК-1.2</i>	<i>Умеет решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники</i>
<i>ПК-1.3</i>	<i>Владеет математическим аппаратом и методами компьютерных технологий для моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники</i>
ПК-4	Готов рассчитывать и проектировать компоненты нано-и микросистемной техники
<i>ПК-4.1</i>	<i>Знает принципы конструирования отдельных блоков компонентов нано-и микросистемной техники</i>
<i>ПК-4.2</i>	<i>Умеет проводить оценочные расчеты характеристик компонентов нано-и микросистемной техники</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			2
2	Тема 1. Уравнения математической физики	1	4		12
3	Тема 2. Граничные и начальные условия	2	4		12
4	Тема 3. Обобщенный маршрут численного моделирования элементов микро-и наносистем	2	2		12
5	Тема 4. Пространственно-временные сетки	2	6		12
6	Тема 5. Метод конечных разностей	2	10		10
7	Тема 6. Метод конечных элементов	2	4		12
8	Тема 7. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений	2	16		10
9	Тема 8. Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений	2	22		10
10	Заключение	1		1	2
	Итого, ач	17	68	1	94
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Общие сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР) микро-и наносистем. Виды обеспечений САПР. Математическое, лингвистическое и программное обеспечения. Классификация моделей элементов микро-и наносистем. Дифференциальные уравнения в частных производных.
2	Тема 1. Уравнения математической физики	Эллиптические уравнения: уравнения Пуассона и Лапласа. Параболические уравнения: уравнения теплопроводности и диффузии. Гиперболические уравнения: волновое уравнение, уравнение затухающих механических колебаний. Системы дифференциальных уравнений в частных производных.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Тема 2. Граничные и начальные условия	Определение граничных и начальных условий. Граничные условия первого рода (Дирихле), второго рода (Неймана) и третьего рода (обобщенные условия Неймана). Начальные условия. Примеры граничных и начальных условий в задачах теплопроводности, диффузии, электростатики.
4	Тема 3. Обобщенный маршрут численного моделирования элементов микро-и наносистем	Анализ исходных данных. Постановка задачи, формулировка системы дифференциальных уравнений, граничных и начальных условий. Формирование координатной и временной сеток. Нормировка системы дифференциальных уравнений. Дискретизация системы дифференциальных уравнений. Решение системы алгебраических уравнений. Обеспечение сходимости и устойчивости процесса численного решения. Визуализация и анализ результатов численного моделирования.
5	Тема 4. Пространственно-временные сетки	Понятие пространственно-временной сетки. Одномерные и многомерные сетки. Равномерные и неравномерные сетки. Прямоугольные и треугольные сетки. Формирование прямоугольных сеток. Формирование треугольных сеток: разбиение Дирихле, триангуляция Делоне, рекурсивные алгоритмы триангуляции, приведение произвольной триангуляции к триангуляции Делоне с использованием операции «флипа». Сохранение пространственно-временной сетки в памяти компьютера.
6	Тема 5. Метод конечных разностей	Основные особенности метода конечных разностей: конечно-разностные сетки, сеточные функции, конечные разности первого и более высоких порядков, шаблоны. Примеры дискретизации основных уравнений математической физики в рамках метода конечных разностей на прямоугольных и треугольных сетках. Метод интегральных тождеств.
7	Тема 6. Метод конечных элементов	Основные особенности метода конечных элементов. Примеры численного решения основных уравнений математической физики с использованием метода конечных элементов в среде программирования MATLAB.
8	Тема 7. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений	Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Прямые методы решения СЛАУ: матричный метод, метод исключения Гаусса, метод LU-разложения, методы прямой и обратной подстановки. Вычислительная сложность прямых методов. Итерационные методы решения СЛАУ: итерация Якоби, итерация Гаусса-Зейделя. Анализ погрешности прямых и итерационных методов решения СЛАУ. Критерий сходимости итераций Якоби и Гаусса-Зейделя.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
9	Тема 8. Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений	Классификация методов решения систем нелинейных алгебраических уравнений. Итерация неподвижной точки. Анализ сходимости итерации неподвижной точки. Критерий сходимости итерации неподвижной точки. Метод Ньютона-Рафсона. Интерполяционная функция Ньютона. Анализ сходимости метода Ньютона-Рафсона. Критерий сходимости метода Ньютона-Рафсона. Сравнение методов решения систем нелинейных алгебраических уравнений.
10	Заключение	Тенденции развития математического, лингвистического и программного обеспечений систем автоматизированного проектирования микро-и наносистем.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Основы программирования и визуализация результатов в среде MATLAB. Постановка задачи моделирования нестационарного процесса теплопроводности в неоднородном теле. Формулировка начального и граничных условий	4
2. Разработка дискретной модели нестационарного процесса теплопроводности в неоднородном теле в рамках метода конечных разностей на двухмерной прямоугольной координатной сетке	4
3. Разработка алгоритма численного моделирования нестационарного процесса теплопроводности в неоднородном теле с использованием прямых методов решения СЛАУ	4
4. Разработка программы численного моделирования нестационарного процесса теплопроводности в неоднородном теле с использованием прямых методов решения СЛАУ: ввод исходных данных, генерация координатной и временной сеток, формирование сеточных функций, формирование матрицы коэффициентов и вектора свободных членов СЛАУ, решение СЛАУ прямым методом, визуализация результатов численного моделирования	8
5. Разработка алгоритма численного моделирования нестационарного процесса теплопроводности в неоднородном теле с учетом зависимости плотности мощности источников (стоков) тепла от температуры с использованием явной схемы	4

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
6. Разработка программы численного моделирования нестационарного процесса теплопроводности в неоднородном теле с использованием явной схемы: ввод исходных данных, генерация координатной и временной сеток, формирование сеточных функций, блок циклических процедур последовательного решения задачи в рамках явной схемы, визуализация результатов численного моделирования, анализ условий устойчивости	8
7. Разработка алгоритма численного моделирования нестационарного процесса теплопроводности в неоднородном теле с учетом зависимости плотности мощности источников (стоков) тепла от температуры с использованием неявной схемы	4
8. Разработка программы численного моделирования нестационарного процесса теплопроводности в неоднородном теле с использованием неявной схемы: ввод исходных данных, генерация координатной и временной сеток, формирование сеточных функций, блок циклических процедур последовательного решения задачи в рамках неявной схемы, визуализация результатов численного моделирования	8
9. Получение и анализ результатов численного моделирования нестационарного процесса теплопроводности в неоднородном теле. Сравнительный анализ устойчивости явной и неявной схем численного решения задачи	4
10. Постановка задачи численного решения фундаментальной системы уравнений полупроводника в диффузионно-дрейфовом приближении для моделирования стационарных процессов в р-п-переходе. Нормировка. Переход к базису переменных Слотбума	4
11. Разработка алгоритма численного решения фундаментальной системы уравнений полупроводника в диффузионно-дрейфовом приближении для моделирования стационарных процессов в р-п-переходе в рамках итерационной схемы Гуммеля	4
12. Разработка программы численного решения фундаментальной системы уравнений полупроводника в диффузионно-дрейфовом приближении для моделирования стационарных процессов в р-п-переходе	12
Итого	68

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятель-

ности, которые указывают путь решения проблемы.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	44
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	20
ИТОГО СРС	94

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Волков, Евгений Алексеевич. Численные методы [Текст] : учеб. пособие [для инж.-техн. спец. вузов] / Е.А. Волков, 2008. -248 с.	100
Дополнительная литература		
1	Корляков, Андрей Владимирович. Физико-технологические основы формирования базовых элементов микросистемной техники [Текст] / А.В. Корляков, 2008. -125 с.	100

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Основы моделирования и проектирования методом конечных элементов https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/2989
2	Лабораторный практикум по основам моделирования и проектирования методом конечных элементов https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/2994
3	Рындин Е. А. Куликова И. В., Лысенко И. Е. Основы численных методов: теория и практика [Электронный ресурс]: электронное учеб. пособие / ЮФУ, ИНЭП, каф. КЭС. 2015. -217 с. : ил.. -Библиогр.: с. 216-217. http://inep.sfedu.ru/wp-content/uploads/2015/07/%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B.pdf
4	Сайт журнала «Нано-и микросистемная техника». Архив статей с 1999 года http://www.microsystems.ru/full.shtml

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10118>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Моделирование и проектирование микро- и наносистем» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач

Особенности допуска

Допуском к дифф. зачету является:

- посещаемость лекционных занятий не ниже 80%;
- посещаемость практических занятий не ниже 80%;
- выполнение и защита 4 практических работ с оценкой не ниже «Удовлетворительно» по каждой практической работе.

Оценка по дифференцированному зачету определяется средней оценкой по результатам выполнения и защиты 4 практических работ.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Общие сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР) микро-и наносистем.
2	Виды обеспечений САПР. Математическое, лингвистическое и программное обеспечения.
3	Классификация моделей элементов микро-и наносистем.
4	Дифференциальные уравнения в частных производных.
5	Эллиптические уравнения: уравнения Пуассона и Лапласа
6	Параболические уравнения: уравнения теплопроводности и диффузии.
7	Гиперболические уравнения: волновое уравнение, уравнение затухающих механических колебаний.
8	Определение граничных и начальных условий. Граничные условия первого рода (Дирихле), второго рода (Неймана) и третьего рода (обобщенные условия Неймана). Начальные условия. Примеры граничных и начальных условий в задачах теплопроводности, диффузии, электростатики.
9	Анализ исходных данных. Постановка задачи, формулировка системы дифференциальных уравнений, граничных и начальных условий.
10	Понятие пространственно-временной сетки. Одномерные и многомерные сетки.
11	Запишите результат дискретизации производной первого порядка $\partial f/\partial t$ функции $f(x,y,t)$ на заданном шаблоне.
12	Запишите результат дискретизации производной второго порядка $(\partial^2 f)/(\partial x^2)$ функции $f(x,y,t)$ на заданном шаблоне.
13	Опишите, чем отличаются явная и неявная схемы численного решения нестационарной задачи теплопроводности.
14	Опишите алгоритм численного решения нестационарной задачи теплопроводности по явной схеме.

15	Опишите алгоритм численного решения нестационарной задачи теплопроводности по неявной схеме.
16	Покажите в исходном тексте программы численного решения нестационарной задачи теплопроводности модуль решения СЛАУ прямым методом.
17	Покажите в исходном тексте программы численного решения нестационарной задачи теплопроводности модуль пересчета сеточной функции плотности мощности источников (стоков) тепла в процессе итерационных процедур.
18	Покажите в исходном тексте программы численного решения нестационарной задачи теплопроводности операцию вычисления невязки.
19	Покажите в исходном тексте программы численного решения нестационарной задачи теплопроводности модуль описания граничных условий первого рода.
20	Покажите в исходном тексте программы численного решения нестационарной задачи теплопроводности модуль описания граничных условий второго рода.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Тема 1. Уравнения математической физики Тема 2. Граничные и начальные условия	
2		
3		
4		
5		Практическая работа
6	Тема 3. Обобщенный маршрут численного моделирования элементов микро-и наносистем Тема 4. Пространственно-временные сетки	
7		
8		
9		Практическая работа
10	Тема 5. Метод конечных разностей Тема 6. Метод конечных элементов	
11		
12		
13		Практическая работа
14		Тема 7. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений Тема 8. Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений
15		
16	Практическая работа	

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифф. зачет.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифф. зачет.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА
1	01.03.2023	Программа актуальна, изменения не требуются.	01.03.2023, протокол № 1	профессор, д.т.н., А.В. Корляков; профессор, д.т.н., доцент, Е.А. Рындин	