

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 14:50:41

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Конструирование фотопреобразователей

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Технологии микро- и нанoeлектроники

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 1

аудиторные занятия

34

курсовая работа 1

самостоятельная работа

110

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	110	110	110	110
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.ф.-.м.н., доцент, Рабинович Олег Игоревич*

Рабочая программа

**Конструирование фотопреобразователей**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.04.04-МЭН-23-3.plx Технологии микро- и нанoeлектроники, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, Технологии микро- и нанoeлектроники, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра технологии материалов электроники**

Протокол от 20.06.2023 г., №11

Руководитель подразделения Костишин Владимир Григорьевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у студентов компенсаций в соответствие с учебным планом, применительно к изучению и формировании знаний в области конструирования светоизлучающих устройств, принципов их функционирования и применения.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Компьютерные технологии в научных исследованиях	
2.2.2	Метрология, стандартизация и сертификация наноструктур	
2.2.3	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии	
2.2.4	Научно-исследовательская практика	
2.2.5	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций	
2.2.6	Радиационно-технологические процессы в электронике	
2.2.7	Термодинамика и микротехнология многокомпонентных гетероструктур	
2.2.8	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)	
2.2.9	Высоковакуумное оборудование в наноэлектронике	
2.2.10	Приборы и устройства магнитоэлектроники	
2.2.11	Приборы и устройства на основе наносистем	
2.2.12	Проектирование и технология электронной компонентной базы	
2.2.13	Технология материалов экстремальной электроники	
2.2.14	Элионная технология в микро- и наноиндустрии	
2.2.15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.16	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-2: Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-2-31 современные методы исследования	
<b>ПК-3: Способность проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-31 Методики решения задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя	
<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 Построение в формализованном виде математических моделей физических процессов и явлений, протекающих во время производства приборов наноэлектроники	
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-1-31 сложные инженерные объекты, процессы	
<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 Проектировать устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований.	

<b>ОПК-2: Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У1 представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы
<b>ПК-3: Способность проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 осуществлять критический анализ систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода
<b>ПК-3: Способность проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Методами экспериментальных и теоретических исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств твердотельной, и оптической электроники и наноэлектроники, современными программными средствами их моделирования и проектирования.
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 вырабатывать стратегию действий
<b>ОПК-2: Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-2-В1 моделированием, анализом экспериментов в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Навыками использования актуальных методологий и технологий системного анализа и моделирования для анализа наносистемных приборов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Физика полупроводников-основы.</b>							
1.1	Общие сведения о полупроводниковых наноразмерных структурах. Гетероструктуры и наиболее распространенные системы полупроводниковых материалов на основе твердых растворов АЗВ5: арсенидов, фосфидов и нитридов элементов третьей группы и их применение. /Лек/	1	4	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.1Л3.4 Э3 Э4	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		

1.2	Проработка лекционного материала. /Ср/	1	15	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-2-У1	Л1.1Л2.1 Л1.1Л3.4 Э2 Э4	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
<b>Раздел 2. Низкоразмерные структуры</b>								
2.1	Свойства р-п перехода .Токи через р-п переход. /Лек/	1	1	ПК-1-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.1Л3.5 Э1 Э4	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
2.2	Проработка лекционного материала для подготовки к лабораторным занятиям /Ср/	1	13	ПК-1-31	Л1.1 Л1.1Л3.4Л3.5 Э2 Э3	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
2.3	Выполнение лабораторной работы - Исследование влияния температуры и на ВАХ оптоэлектронных приборов /Лаб/	1	4	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л3.5Л3.1 Э1 Э3	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО и программой для моделирования		
2.4	Гетеропереходы. Построение энергетических диаграмм. /Лек/	1	3	ПК-1-У1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л3.5Л3.1 Э2 Э4	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
2.5	Проработка лекционного материала для лабораторных занятий /Ср/	1	12	ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1Л3.4Л3.1 Э2 Э3	Методические указания по решения задач на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
<b>Раздел 3. Методики выращивания многокомпонентных полупроводниковых материалов.</b>								
3.1	Процессы распыления твёрдого тела и напыления тонкопленочных структур /Лек/	1	3	ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.1Л3.1 Л3.5Л2.1 Э2 Э4	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
3.2	Проработка лекционного материала для лабораторных занятий /Ср/	1	11	ПК-1-31	Л1.1 Л1.1Л3.5Л2.1 Э2 Э3	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		

3.3	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы /Ср/	1	7	ПК-1-31 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л3.1Л2.1 Э1	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
3.4	Выполнение лабораторной работы- Изучение методик выращивания гетероструктур /Лаб/	1	4	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.1Л3.5Л2.1 Э3	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
	<b>Раздел 4. Оптоэлектронные приборы. Моделирование и анализ.</b>							
4.1	Моделирование приборов. Физические особенности /Лек/	1	3	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л3.4Л3.5 Э2 Э4	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
4.2	Проработка лекционного материала для лабораторных занятий /Ср/	1	15	ПК-1-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.1Л3.5Л3.1 Э3	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
4.3	Выполнение лабораторной работы - Изучение электрических параметров приборов /Лаб/	1	4	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л3.4Л3.5 Э1	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
4.4	Моделирование оптоэлектронных приборов. Физические особенности /Лек/	1	3	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.1Л3.1 Л3.5Л3.4 Э2 Э4	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
4.5	Проработка лекционного материала для лабораторных занятий /Ср/	1	15	ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.5 Э3	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
4.6	Выполнение лабораторной работы - Изучение параметров оптоэлектронных приборов /Лаб/	1	5	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3.1 Э2	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
4.7	Подготовка и выполнение Курсовой работы /Ср/	1	22	ПК-1-В1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л3.5Л3.1 Э1	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		Р1

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Зачет с оценкой	ОПК-2-31;ОПК-2-В1;УК-1-У1;ОПК-2-У1;УК-1-31;УК-1-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>1) Контактные явления в твердых телах</p> <p>2) Выпрямляющий и омический контакты металл-полупроводник. Прохождение тока через контакты. Барьер Шоттки.</p> <p>3) Свойства р-п перехода Образование р-п перехода. Контактная разность потенциалов</p> <p>4) Гетеропереходы. Построение энергетических диаграмм</p> <p>5) Полупроводниковые диоды Функциональные возможности р-п переходов.</p> <p>6) Фотоприемники. Требования к материалам. Основные характеристики, фотопроводящие приемники и фотодиоды.</p> <p>7) Светозлучающие диоды, принцип действия, основные характеристики. Светодиоды на различных материалах АШВУ.</p> <p>Список типовых задач</p> <p>Для прямоугольной квантовой ямы шириной <math>L</math> и глубиной <math>U</math> получить уравнение для определения значений энергии связанных состояний. Определить число связанных состояний в яме. Найти условие, при котором расстояние по шкале энергий от вершины барьера до нижнего уровня в яме равно заданной величине <math>E_0</math>. Рассчитать длину волны в максимуме спектра излучения между первыми связанными состояниями электронов и дырок в квантовой яме твердого раствора <math>In_{0,1}Ga_{0,9}N</math> шириной 2 нм и бесконечной глубиной. Эффективная масса электронов <math>m_n = 0,2m_0</math>, эффективная масса дырок <math>m_p = 1,5m_0</math>.</p> <p>Найти связь между концентрацией электронов и уровнем Ферми для вырожденного одномерного электронного газа.</p> <p>Определить минимальный диаметр сферической квантовой точки в системе GaAs- <math>Al_{0,4}Ga_{0,6}As</math> при котором существует один электронный уровень. использовать такие параметры как разрыв в зоне проводимости <math>\Delta E_C = 0,3</math> эВ, эффективную массу электронов <math>m_n = 0,1m_0</math></p> <p>Энергия ионизации магния (Mg) в GaN <math>E_a = 200</math> мэВ. Какая часть акцепторов будет ионизирована при температуре 300 К, если их концентрация равна <math>10^{18}</math> см<sup>-3</sup>?</p> <p>Определить два основных условия при которых баллистическая проводимость квантовой проволоки описывается формулой <math>\sigma = e^2 / \pi h</math></p> <p>Определить ток, при котором происходит полное заполнение носителями заряда активной области двойной гетероструктуры <math>AlGaAs/GaAs</math>. Высота потенциального барьера <math>\Delta E_C = 0,2</math> эВ. Ширина активной области равна 50 нм.</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Курсовая работа	ПК-1-В1;ПК-3-31	<p>Задание расчетной части представлено в приложении</p> <p>Переходные процессы</p> <p>Сравнительный анализ перспектив Si, Ge, соединений A3B5, A2B6, A4B4.</p> <p>Физические свойств объёмных трёхмерных (3D) полупроводников – зонные энергетические диаграммы электронов, плотности состояний, легирование, статистика носителей заряда, эффективные массы, подвижности и транспорт носителей заряда.</p> <p>Лавинный и туннельный пробой. Роль генерации – рекомбинации в p-n переходе</p> <p>Возможные модели протекания тока</p> <p>Фотоприемники. Требования к материалам. Основные характеристики, фотопроводящие приемники и фотодиоды.</p> <p>Различные конструкции солнечных элементов</p> <p>Лавинные фотодиоды. Фототранзисторы.</p> <p>Современные конструкции оптоэлектронных приборов с квантовыми ямами и сверхрешетками</p>
----	-----------------	-----------------	---

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

В данном курсе предусмотрен Зачет с оценкой, как финальное испытание.

Билет состоит из 2-х вопросов.

Вопросы для оценки располагаются в разделе для самоподготовки.

Первый вопрос - теоретический и типовые варианты представлены в разделе для самоподготовки.

Второй вопрос - расчетно-графический и типовые варианты представлены в разделе для самоподготовки.

Примерный вариант билета прикреплен в разделе Приложения.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

По дисциплине для получения зачета студент должен полностью выполнить учебный план: написать все контрольные работы, выполнить и защитить все лабораторные работы, выполнить и защитить Курсовую работу.

Оценки за контрольную работу выставляются по следующим критериям:

- «отлично» – студент правильно решил задачи и полно ответил на все теоретические вопросы;
- «хорошо» – студент решил задачи и недостаточно полно ответил на все теоретические вопросы;
- «удовлетворительно» – студент неправильно решил задачи, неполно ответил на теоретические вопросы;
- «неудовлетворительно» – студент не решил задачу, не ответил на теоретические вопросы.

Защита Курсовой работы происходит в электронной среде Canvas. Оценка выставляется по следующим критериям:

- «отлично» – студент правильно провел анализ информации, полно представил работу, сделал правильные выводы, исчерпывающе ответил на вопросы при защите работы;
- «хорошо» – студент правильно или с небольшими ошибками представил информацию, сделал правильные выводы, недостаточно полно ответил на вопросы при защите работы;;
- «удовлетворительно» – студент провел необходимые расчеты с незначительными ошибками, представил неверный анализ, сделал неполные или неправильные выводы, недостаточно полно ответил на вопросы при защите работы;
- «неудовлетворительно» – студент провел представил анализ с грубыми ошибками, сделал неправильные выводы, не ответил или ответил неверно на вопросы при защите работы;

Оценка за зачет формируется как среднеарифметическое за все контрольные работы и Курсовой работы

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Шалимова К. В.	Физика полупроводников: учебник для вузов по спец. 'Полупроводниковые и микрoэлектрон. приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Энергия, 1976

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г.	Физика полупроводников	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1977



	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Ковалев А. Н., Рабинович О. И., Тимошина М. И.	Физика и технология наноструктурных гетерокомпозиций: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2015

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сушков В. П., Кузнецов Г. Д., Рабинович О. И.	Микроэлектроника. Компьютерное моделирование параметров полупроводниковых компонентов микроэлектроники: учеб.-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005
Л3.2	Рабинович О. И., Крутогин Д. Г., Евсеев В. А.	Основы технологии электронной компонентной базы. Моделирование технологических процессов получения тонкопленочных материалов: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л3.3	Сушков В. П., Кузнецов Г. Д., Рабинович О. И.	Конструирование компонентов и элементов микро- и нанoeлектроники. Компьютерное моделирование оптоэлектронных приборов: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л3.4	Рабинович О. И., Крутогин Д. Г., Маренкин С. Ф., Подгорная С. В.	Основы технологии электронной компонентной базы: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л3.5	Рабинович О. И., Крутогин Д. Г., Подгорная С. В., Маренкин С. Ф.	Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологий: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
Э2	<a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>	<a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>
Э3	Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
Э4	Курс "Конструирование светоизлучающих устройств" в LMS CANVAS	<a href="https://lms.misis.ru/enroll/LTC49A">https://lms.misis.ru/enroll/LTC49A</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MATCAD

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научные журналы и статьи
И.2	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
И.3	<a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>
И.4	Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.5	Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.6	Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
И.7	Электронный курс на платформе LMS CANVAS

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

К-427	Учебная аудитория	стационарные компьютеры 6 шт., 4 ноутбука, пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели 25 посадочных мест
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Расчетно-графические работы выполняются с помощью пакета прикладных программ.

Выполнение лабораторных работ связано с использованием электроизмерительных приборов и стендов и компьютерной техники, являющихся источниками повышенной опасности, так как некоторые элементы их находятся под высоким напряжением. Поэтому к лабораторным работам студенты допускаются только после инструктажа по технике безопасности. Выполнение работ в отсутствие преподавателя запрещается.

Лабораторные занятия проводятся с использованием наглядных пособий, образцов, установок с соответствующим программным обеспечением. Электронные презентации и (или) опорные конспекты теоретических основ дисциплины заранее передаются обучающимся для предварительного ознакомления. Перед проведением лабораторных занятий обучающимся рекомендуется самостоятельно просмотреть теоретический материал по тематике предстоящего занятия.

Лабораторные работы проводятся в два этапа: проверка готовности студентов к выполнению работы и проведение всех запланированных экспериментов, защита лабораторных работ.

Образовательная деятельность по дисциплине реализуется с помощью электронной информационно-образовательной среды НИТУ «МИСиС» Canvas, представленной на сайте <https://lms.misis.ru/enroll/LTC49A>.

В учебном процессе используются программные базы вуза и автоматизированные средства взаимодействия преподавателя и обучающегося. Электронный контент в Canvas содержит все календарные события курса, навигационные ссылки, тесты, задания, методические рекомендации и электронные материалы.