

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

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 светоизлучающих устройств

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 11

аудиторные занятия

68

курсовая работа 11

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	11 (6.1)		Итого	
	18			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

Конструирование светонизлучающих устройств

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра технологии материалов электроники

Протокол от 27.06.2023 г., №11

Руководитель подразделения Костишин Владимир Григорьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

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

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

	Блок ОП:	Б1.В.ДВ.21
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Высоковакуумное оборудование в нанoeлектронике	
2.1.2	Компьютерные технологии в исследованиях материалов электроники и нанoeлектроники	
2.1.3	Компьютерные технологии в научных исследованиях	
2.1.4	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	
2.1.5	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций	
2.1.6	Планирование научной деятельности	
2.1.7	Приборы и устройства магнитоэлектроники	
2.1.8	Программирование микроконтроллеров	
2.1.9	Методы математического моделирования	
2.1.10	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур	
2.1.11	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники	
2.1.12	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.1.13	Физико-химия и технология наноструктур	
2.1.14	Вакуумная и плазменная электроника	
2.1.15	Квантоворазмерные структуры в нанoeлектронике	
2.1.16	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики	
2.1.17	Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники	
2.1.18	Основы технологии электронной компонентной базы	
2.1.19	Процессы вакуумной и плазменной электроники	
2.1.20	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.1.21	Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах	
2.1.22	Компьютерные технологии проектирования процессов нанoeлектроники	
2.1.23	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.1.24	Полупроводниковая нанoeлектроника	
2.1.25	Приемники оптического излучения	
2.1.26	Физика импульсного отжига	
2.1.27	Физико-математические модели процессов нанoeлектроники	
2.1.28	Физические основы электроники	
2.1.29	Функциональная нанoeлектроника	
2.1.30	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.1.31	Квантовая и оптическая электроника	
2.1.32	Технология материалов электронной техники	
2.1.33	Физика конденсированного состояния	
2.1.34	Физика магнитных явлений	
2.1.35	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.36	Актуальные проблемы современной электроники, нанoeлектроники и магнитоэлектроники	
2.1.37	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.38	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.39	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.40	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.41	Электротехника	
2.1.42	Информатика	
2.1.43	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.4	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники	
Знать:	
ПК-3-31	Методики решения задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя
ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники	
Знать:	
ПК-1-31	Построение в формализованном виде математических моделей физических процессов и явлений, протекающих во время производства приборов наноэлектроники
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	
Знать:	
ОПК-4-31	современные информационные технологии
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники	
Уметь:	
ПК-3-У1	Разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.
ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники	
Уметь:	
ПК-1-У1	Проектировать устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований.
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	
Уметь:	
ОПК-4-У1	разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники	
Владеть:	
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.
ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники	
Владеть:	
ПК-1-В1	Навыками использования актуальных методологий и технологий системного анализа и моделирования для анализа наносистемных приборов.
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	
Владеть:	
ОПК-4-В1	информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности

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
	Раздел 1. Основные положения физики полупроводников. Контактные явления в твердых телах.							
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/	11	14	ОПК-4-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.1Л3.4 Э3 Э4	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
1.2	Проработка лекционного материала. /Ср/	11	10	ОПК-4-У1 ПК-1-У1 ПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Л1.1Л3.4 Э2 Э4	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
	Раздел 2. Свойства низкоразмерных структур и технологии их создания							
2.1	Свойства р-п перехода. Токи через р-п переход. /Лек/	11	8	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/	11	8	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/	11	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/	11	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/	11	15	ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л3.4Л3. 1 Э2 Э3	Методические указания по решения задач на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
Раздел 3. Модели получения многокомпонентных полупроводниковых материалов.								
3.1	Процессы распыления твёрдого тела и напыления тонкопленочных структур /Лек/	11	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/	11	7	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/	11	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/	11	4	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.1Л3.5Л2. 1 Э3	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
Раздел 4. Оптоэлектронные приборы. Моделирование и анализ.								
4.1	Моделирование приборов. Физические особенности /Лек/	11	6	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/	11	5	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/	11	4	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л3.4Л3. 5 Э1	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
4.4	Моделирование оптоэлектронных приборов. Физические особенности /Пр/	11	17	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/	11	6	ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 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/	11	5	ПК-1-В1 ОПК-4-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
4.7	Подготовка и выполнение Курсовой работы /Ср/	11	18	ПК-1-В1 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л3.5Л3. 1 Э1	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

KM1	Зачет с оценкой	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-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. 2) Выпрямляющий и омический контакты металл-полупроводник. Прохождение тока через контакты. Барьер Шоттки. 3) Свойства p-n перехода Образование p-n перехода. Контактная разность потенциалов 4) Гетеропереходы. Построение энергетических диаграмм 5) Полупроводниковые диоды Функциональные возможности p-n переходов. 6) Фотоприемники. Требования к материалам. Основные характеристики, фотопроводящие приемники и фотодиоды. 7) Светонизлучающие диоды, принцип действия, основные характеристики. Светодиоды на различных материалах АШВV.</p> <p>Список типовых задач Для прямоугольной квантовой ямы шириной L и глубиной U 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 E0. Рассчитать длину волны в максимуме спектра излучения между первыми связанными состояниями электронов и дырок в квантовой яме твердого раствора In0,1Ga0,9N шириной 2 нм и бесконечной глубиной. Эффективная масса электронов $m_n = 0,2m_0$, эффективная масса дырок $m_p = 1,5m_0$. Найти связь между концентрацией электронов и уровнем Ферми для вырожденного одномерного электронного газа. Определить минимальный диаметр сферической квантовой точки в системе GaAs- Al0,4Ga0,6As при котором существует один электронный уровень. использовать такие параметры как разрыв в зоне проводимости $\Delta E_C = 0,3$ эВ, эффективную массу электронов $m_n = 0,1m_0$ Энергия ионизации магния (Mg) в GaN $E_a = 200$ мэВ. Какая часть акцепторов будет ионизирована при температуре 300 К, если их концентрация равна 10^{18} см⁻³? Определить два основных условия при которых баллистическая проводимость квантовой проволоки описывается формулой $\sigma = e^2 / \pi \hbar$ Определить ток, при котором происходит полное заполнение носителями заряда активной области двойной гетероструктуры AlGaAs/GaAs. Высота потенциального барьера $\Delta E_C = 0,2$ эВ. Ширина активной области равна 50 нм.</p>
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
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:

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

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

- а) «отлично» – студент правильно провел анализ информации, полно представил работу, сделал правильные выводы, исчерпывающе ответил на вопросы при защите работы;
- б) «хорошо» – студент правильно или с небольшими ошибками представил информацию, сделал правильные выводы, недостаточно полно ответил на вопросы при защите работы;;
- в) «удовлетворительно» – студент провел необходимые расчеты с незначительными ошибками, представил неверный анализ, сделал неполные или неправильные выводы, недостаточно полно ответил на вопросы при защите работы;
- г) «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 микрорелектрон. 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
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 Валерий Петрович, Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Рабинович Олег Игоревич	Микроэлектроника. Компьютерное моделирование параметров полупроводниковых компонентов микроэлектроники: учеб.-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.2	Рабинович Олег Игоревич, Крутогин Дмитрий Григорьевич, Евсеев Виктор Алексеевич	Основы технологии электронной компонентной базы. Моделирование технологических процессов получения тонкопленочных материалов: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
ЛЗ.3	Сушков Валерий Петрович, Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Рабинович Олег Игоревич	Конструирование компонентов и элементов микро- и нанoeлектроники. Компьютерное моделирование оптоэлектронных приборов: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
ЛЗ.4	Рабинович Олег Игоревич, Крутогин Дмитрий Григорьевич, Маренкин Сергей Федорович, Подгорная Светлана Владимировна	Основы технологии электронной компонентной базы: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
ЛЗ.5	Рабинович Олег Игоревич, Крутогин Дмитрий Григорьевич, Подгорная Светлана Владимировна, Маренкин Сергей Федорович	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	http://elibrary.ru/	http://elibrary.ru/
Э2	https://link.springer.com/	https://link.springer.com/
Э3	Scopus	https://www.scopus.com/
Э4	Курс "Конструирование светоизлучающих устройств" в LMS CANVAS	https://lms.misis.ru/enroll/LTC49A

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ANSYS Academic Research CFD
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	CAD

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

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

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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

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.

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-Курсовая работа 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.