

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)

Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 57

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:
экзамен 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

Компьютерные технологии проектирования процессов нанoeлектроники

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 ППЭ и ФПП

Протокол от 21.06.2023 г., №11

Руководитель подразделения Диденко Сергей Иванович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	являются дать представления об основных математических моделях, описывающих процессы формирования структур нанoeлектроники и физики работы наноструктур и научить решать задачи математического моделирования с целью оптимизации параметров процессов и расчетов характеристик нанoeлектронных приборов.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.1.2	Инженерная математика	
2.1.3	Квантовая и оптическая электроника	
2.1.4	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.5	Технология материалов электронной техники	
2.1.6	Физика диэлектриков	
2.1.7	Физика конденсированного состояния	
2.1.8	Физика магнитных явлений	
2.1.9	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.10	Актуальные проблемы современной электроники, нанoeлектроники и магнитоэлектроники	
2.1.11	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.12	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.13	Статистическая физика	
2.1.14	Физические свойства кристаллов	
2.1.15	Электроника	
2.1.16	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.17	Методы математической физики	
2.1.18	Практическая кристаллография	
2.1.19	Физика	
2.1.20	Физическая химия	
2.1.21	Электротехника	
2.1.22	Математика	
2.1.23	Органическая химия	
2.1.24	Информатика	
2.1.25	Химия	
2.1.26	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Вакуумная и плазменная электроника	
2.2.2	Квантоворазмерные структуры в нанoeлектронике	
2.2.3	Магнитные измерения	
2.2.4	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики	
2.2.5	Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники	
2.2.6	Нанoeлектроника полупроводниковых приборов и устройств	
2.2.7	Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.8	Основы радиационной стойкости изделий электронной техники	
2.2.9	Основы технологии электронной компонентной базы	
2.2.10	Приборы квантовой и оптической электроники	
2.2.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.13	Процессы вакуумной и плазменной электроники	
2.2.14	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.15	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом	
2.2.16	Элементы и устройства магнитоэлектроники	

2.2.17	Методы математического моделирования
2.2.18	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур
2.2.19	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники
2.2.20	Силовые полупроводниковые приборы
2.2.21	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур
2.2.22	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
2.2.23	Физика наноструктур
2.2.24	Физико-химия и технология наноструктур
2.2.25	Высоковакуумное оборудование в нанoeлектронике
2.2.26	Компьютерные технологии в исследованиях материалов электроники и нанoeлектроники
2.2.27	Компьютерные технологии в научных исследованиях
2.2.28	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники
2.2.29	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.30	Микросхемотехника
2.2.31	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.32	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций
2.2.33	Планирование научной деятельности
2.2.34	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.35	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.36	Приборы и устройства магнитоэлектроники
2.2.37	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.38	Программирование микроконтроллеров
2.2.39	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.40	Технология наногетероструктур
2.2.41	Конструирование светоизлучающих устройств
2.2.42	Магнитные наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии
2.2.43	Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов
2.2.44	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.45	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.46	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.47	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования
2.2.48	Физика и техника магнитной записи
2.2.49	Физика СВЧ полупроводниковых приборов
2.2.50	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.51	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A2B6
2.2.52	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.53	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.54	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.55	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области

Знать:

ОПК-2-31 основные приемы обработки и представления полученных данных

ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники

Знать:

ПК-5-31 основы электронной техники

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 принципы работы современных информационных технологий
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Знать:
ОПК-1-31 законы естественных наук
ЦПК-3: Применяет программные алгоритмы обработки данных для инженерно-научных расчетов
Знать:
ЦПК-3-31 алгоритмы обработки данных
ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники
Уметь:
ПК-5-У1 разрабатывать технические описания
ЦПК-3: Применяет программные алгоритмы обработки данных для инженерно-научных расчетов
Уметь:
ЦПК-3-У1 применять автоматизированный анализ данных
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 использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-2-У1 осуществлять моделирование
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Уметь:
ОПК-1-У1 решать задачи инженерной деятельности
Владеть:
ОПК-1-В1 использованием положений и методов естественных наук и математики
ЦПК-3: Применяет программные алгоритмы обработки данных для инженерно-научных расчетов
Владеть:
ЦПК-3-В1 методами анализа инженерно-научных расчетов
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 навыками разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Владеть:

ОПК-2-В1 анализом экспериментов в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области

ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники

Владеть:

ПК-5-В1 описаниями блоков изделий

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 физики полупроводников. Приборы и их свойства							
1.1	Основные параметры полупроводниковых материалов /Лек/	7	4	ОПК-4-31 ПК-5-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
1.2	Проработка лекционного материала для практических работ /Ср/	7	8	ОПК-4-У1 ПК-5-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ЦПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л2.1Л2. 1 Э2	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
1.3	Подготовка к контрольной работе /Ср/	7	3	ОПК-4-31 ОПК-2-31 ЦПК-3-У1	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 3 Э3	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
1.4	Выполнение контрольной работы /Пр/	7	5	ОПК-4-В1 ПК-5-В1 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1Л2. 1 Э3	Методические указания по решения задач на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)	КМ2	
1.5	Основные типы современных приборов для оптоэлектроники и силовой электроники /Лек/	7	4	ПК-5-31 ОПК-1-У1 ЦПК-3-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
1.6	Проработка лекционного материала для практических работ /Ср/	7	13	ПК-5-31 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1Л2. 1 Э2	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
	Раздел 2. Проведение компьютерного моделирования гетероструктур и приборов на их основе							

2.1	Модели наногетероструктур /Лек/	7	4	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.1Л3.3Л2. 1 Э1	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
2.2	Проработка лекционного материала для практических работ /Ср/	7	13	ОПК-1-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.1Л3.3Л2. 1 Э3	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
2.3	Подготовка к контрольной работе /Ср/	7	7	ПК-5-У1 ОПК -1-31	Л1.1 Л1.1Л2.1Л2. 1 Э3	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
2.4	Выполнение контрольной работы /Пр/	7	5	ОПК-4-У1 ОПК-1-31	Л1.1 Л1.1Л2.1Л2. 1 Э3	Методические указания по решения задач на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)	КМ3	
2.5	Модели приборов на основе наногетероструктур /Лек/	7	5	ПК-5-31 ПК-5- В1	Л1.1 Л1.1Л2.1Л2. 1 Э1	Занятия проводятся в аудитории, оборудованной ТСО.		
2.6	Проработка лекционного материала для практических работ /Ср/	7	7	ПК-5-У1 ОПК -1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1Л2. 1 Э3	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
2.7	Моделирование свойств гетероструктур /Лаб/	7	17	ОПК-4-В1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л1. 1 Э3	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		
2.8	Подготовка и выполнение Домашней работы-Реферата /Ср/	7	6	ОПК-4-В1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1Л2. 1 Э3	Методические указания на электронном и бумажном носителе (присутствуют на кафедре)		

2.9	Защита Реферата /Пр/	7	7	ПК-5-31 ОПК-1-31	Л1.1 Л1.1Л2.1Л2.1 1 Э2	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
КМ1	Экзамен	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-2-31;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-2-У1;ОПК-1-В1	<p>Размерное квантование. Двумерные (2D) системы – квантово-размерные ямы в двойных гетероструктурах на основе соединений AlGaInN</p> <p>Соединения АПВВ и традиционные материалы Si/Ge – различия основных характеристик</p> <p>Одномерные (1D) системы –квантовые точки (КТ). Спектр и плотность электронных состояний, статистика и транспорт носителей заряда.</p> <p>Особенности транспорта носителей заряда в 3D, 2D, 1D и 0D системах</p> <p>Баллистический транспорт и проводимость в квантовых проволоках (КП).</p> <p>Метод молекулярно лучевой эпитаксии и МОС-гидридная технология получения соединений АПВВ – преимущества и недостатки.</p> <p>Основные методы и инструментарий для исследований структурных свойств наноразмерных материалов: атомно-силовая микроскопия, сканирующее –туннельная микроскопия, Оже-микроскопия, рентгеновская микроскопия и т.д..</p> <p>Экситоны в одномерных (1D) квантовые проволоки (КП) и нульмерных (0D) –квантовые точки (КТ) системах.</p> <p>Самоорганизующие системы в соединениях АПВВ.</p>
КМ2	Контрольная работа 1	ОПК-4-В1;ОПК-1-В1;ОПК-2-В1	<p>От каких параметров зависит концентрация электронов в ДЭГ селективно-легированного транзистора</p> <p>Какова ширина потенциальной ямы на втором энергетическом уровне?</p> <p>В каком случае наблюдается квантово-размерный эффект в полупроводниковых структурах?</p> <p>В чем заключается основное преимущество квантово-размерных структур с точки зрения создания электронных приборов?</p>
КМ3	Контрольная работа 2	ОПК-4-У1;ОПК-1-31	<p>В каком случае наблюдается пик проводимости в туннельно-резонансной структуре с двойным барьером?</p> <p>Использование метода Монте-Карло при моделировании процессов осаждения.</p> <p>Молекулярно-динамические методы моделирования.</p> <p>Плазмохимическое осаждение моделирование роста покрытий в условиях бомбардировки высокоскоростными атомами.</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	ДЗ-Реферат	ОПК-4-В1;ОПК-1-В1	<p>Основы и инструментарий нанолитографии</p> <p>Полевые транзисторы с двумерным газом (2D) на основе Si MOSFET и на гетероструктурах AlGaAs/GaAs с высокой подвижностью электронов в канале (HEMT): сравнение их характеристик.</p> <p>AlGaInN – Светоизлучающие диоды.</p> <p>Роль квантово-размерных ям в оптическом свечении излучающих диодов</p> <p>Гетеролазеры с КЯ и КТ на основе соединений АПВV.</p> <p>Пьезоэлектрическое поле, спонтанная поляризация, эффект поляризации и Штарка.</p>
----	------------	-------------------	--

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

В данном курсе предусмотрен Экзамен, 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.

Вариант билета прикреплен в разделе Приложения.

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

По дисциплине для получения Экзамена студент должен полностью выполнить учебный план: написать все контрольные работы, выполнить и защитить ДЗ.

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 ДЗ 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 Экзамен формируется как среднеарифметическое за все контрольные работы и Домашнего задания -Реферата

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Ковалев А. Н., Рабинович О. И., Тимошина М. И.	Физика и технология наноструктурных гетерокомпозиций: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.2	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Образцов А. А., Сушков Валерий Петрович, Фурманов Геннадий Петрович, Кузнецов Геннадий Дмитриевич	Конструирование компонентов и элементов микроэлектроники: Разд.: Оптоэлектронные преобразователи излучений: Курс лекций для студ. напр. 550700 и спец. 651400	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2001
Л1.3	Сушков Валерий Петрович, Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Рабинович Олег Игоревич	Микроэлектроника. Компьютерное моделирование параметров полупроводниковых компонентов микроэлектроники: учеб.-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.4	Сушков Валерий Петрович, Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Рабинович Олег Игоревич	Конструирование компонентов и элементов микро- и наноэлектроники. Компьютерное моделирование оптоэлектронных приборов: учебно-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л1.5	Никифоров С. Г., Сушков Валерий Петрович	Разработка методик контроля деградации характеристик светодиодов на основе твердых растворов AlGaInP и AlGaInN: автореф. дис... к.т.н., спец. 05.27.01 - "Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах"	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2006
Л1.6	Ермошин И. Г., Сушков Валерий Петрович	Разработка основ технологии получения эпитаксиальных слоев GaN, In _x Ga _{1-x} N и Al _x Ga _{1-x} N методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений для светоизлучающих структур: автореф. дис... к.т.н., спец. 05.27.06 - "Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники"	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	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

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Шалимова К. В.	Физика полупроводников: учебник для вузов по спец. 'Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Энергия, 1971
Л3.2	Сушков Валерий Петрович, Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Рабинович Олег Игоревич	Микроэлектроника. Компьютерное моделирование параметров полупроводниковых компонентов микроэлектроники: учеб.-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005
Л3.3	Сушков Валерий Петрович, Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Рабинович Олег Игоревич	Конструирование компонентов и элементов микро- и наноэлектроники. Компьютерное моделирование оптоэлектронных приборов: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
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

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Курс в LMS CANVAS	https://lms.misis.ru/enroll/Y7A7RT
Э2	Springer	https://link.springer.com/
Э3	Elsevier	Elsevier https://www.sciencedirect.com/

6.3 Перечень программного обеспечения

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

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/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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, 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 Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office

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.

Практические 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 практических занятий обучающимся рекомендуется самостоятельно просмотреть теоретический материал по тематике предстоящего занятия. Образовательная деятельность по дисциплине реализуется с помощью электронной информационно-образовательной среды НИТУ «МИСиС» Canvas, представленной на сайте <https://lms.misis.ru/enroll/Y7A7RT>. 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.