

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)

Процессы вакуумной и плазменной электроники

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 8

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

76

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	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
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

ктн, Доцент, Сергиенко Андрей Алексеевич; ктн, Доцент, Курочка Александр Сергеевич

Рабочая программа

Процессы вакуумной и плазменной электроники

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 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Костишин В. Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также изучение студентами изделий электронной техники, использующих явления и эффекты вакуумной и плазменной электроники. Наука поможет решить ряд инженерных задач, стоящих перед выпускниками в их трудовой деятельности
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.08
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах	
2.1.2	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.1.3	Компьютерные технологии проектирования процессов нанoeлектроники	
2.1.4	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем	
2.1.5	Методы исследования материалов и структур электроники	
2.1.6	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.1.7	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок	
2.1.8	Полевые полупроводниковые приборы	
2.1.9	Полупроводниковая нанoeлектроника	
2.1.10	Приемники оптического излучения	
2.1.11	Физика импульсного отжига	
2.1.12	Физико-математические модели процессов нанoeлектроники	
2.1.13	Физические основы электроники	
2.1.14	Функциональная нанoeлектроника	
2.1.15	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.1.16	Инженерная математика	
2.1.17	Квантовая и оптическая электроника	
2.1.18	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.19	Физика конденсированного состояния	
2.1.20	Физика магнитных явлений	
2.1.21	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.22	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.23	Статистическая физика	
2.1.24	Электроника	
2.1.25	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.26	Методы математической физики	
2.1.27	Практическая кристаллография	
2.1.28	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.29	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.30	Физика	
2.1.31	Физическая химия	
2.1.32	Безопасность жизнедеятельности	
2.1.33	Математика	
2.1.34	Органическая химия	
2.1.35	Химия	
2.1.36	Аналитическая геометрия	
2.1.37	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Методы математического моделирования	
2.2.2	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур	
2.2.3	Силовые полупроводниковые приборы	
2.2.4	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.2.5	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций	

2.2.6	Физика наноструктур
2.2.7	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники
2.2.8	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.9	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.10	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций
2.2.11	Планирование научной деятельности
2.2.12	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.13	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.14	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.15	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.16	Конструирование светоизлучающих устройств
2.2.17	Магнитные наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии
2.2.18	Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов
2.2.19	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.20	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.21	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.22	Физика и техника магнитной записи
2.2.23	Физика СВЧ полупроводниковых приборов
2.2.24	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.25	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.26	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.27	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 Принципы использования физических эффектов в вакууме и плазме в приборах вакуумной и плазменной электроники

ОПК-2-32 Физические и физико-химические основы технологии производства изделий вакуумной техники и плазменной электроники

ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники

Знать:

ПК-3-31 Особенности конструкции и параметров приборов вакуумной и плазменной электроники

УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения

Знать:

УК-2-31 Основные направления применения вакуумной и плазменной электроники в технике

УК-2-32 Виды электронной эмиссии

ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники

Уметь:

ПК-3-У1 Применять методы и средства измерения физических параметров изделий вакуумной и плазменной электроники

УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения

Уметь:

УК-2-У1 Проводить технологическую и конструкторскую реализацию материалов и элементов электронной техники в вакуумной и плазменной технологии

ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники

Уметь:
ПК-3-У2 Давать оценку методам расчета параметров приборов вакуумной и плазменной электроники
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 Методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов и приборов вакуумной и плазменной электроники

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 направления развития вакуумно-плазменной электроники							
1.1	Электровакуумные приборы. Ионные приборы. Плазменные панели /Лек/	8	6	УК-2-31	Л1.1Л2.1 Л2.4			
1.2	Типы конструкций приборов вакуумной и плазменной электроники /Пр/	8	2	УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-У2	Л1.1Л2.2 Л2.3		КМ1	Р1
1.3	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и защите практических занятий, лабораторных работ /Ср/	8	32	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-У2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4			
1.4	Написание реферата /Ср/	8	44	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ПК-3-31	Л1.1Л2.1 Л2.4			Р11
	Раздел 2. Физические основы эмиссионной электроники							
2.1	Работа выхода электронов. Требования к катодам. Материалы катодов /Лек/	8	4	УК-2-32 ОПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.1 Л2.4			
2.2	Определение работы выхода различных материалов /Пр/	8	4	УК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.1Л2.2 Л2.3		КМ2	Р2
	Раздел 3. Параметры источников электронов							
3.1	Параметры пучков электронов. Аберрации. Устройство источников электронов. Оптика источников электронов /Лек/	8	4	ОПК-2-31 ОПК-2-32 ПК-3-31	Л1.1Л2.1 Л2.4			
3.2	Исследование рабочих характеристик осциллографической электронно-лучевой трубки /Лаб/	8	6	ОПК-2-В1 ПК-3-31	Л1.1Л2.2 Л2.3	Занятие проводится в специализированной лаборатории	КМ8	Р8
3.3	Движение электрона в магнитном поле /Пр/	8	2	УК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.1Л2.2 Л2.3		КМ3	Р3
	Раздел 4. Электрические явления в газах							

4.1	Элементарные процессы в газовом разряде. Самостоятельные и несамостоятельные разряды. Напряжение возникновения разряда. Виды электрических разрядов. Конструкция отдельных классов ионных приборов. /Лек/	8	4	УК-2-32 ОПК-2-32	Л1.Л2.1 Л2.4			
4.2	Расчет коэффициентов первичной ионизации и вторичной эмиссии. Расчет напряженности электрического поля. /Лек/	8	4	УК-2-32 ОПК-2-32	Л1.Л2.1 Л2.4			
4.3	Средняя длина пробега электронов и молекул. Вероятность столкновения частиц в газе /Пр/	8	2	ОПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.Л2.2 Л2.3		КМ4	Р4
4.4	Расчет коэффициентов первичной ионизации и вторичной эмиссии. Расчет напряженности электрического поля /Пр/	8	2	ОПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.Л2.2 Л2.3		КМ5	Р5
Раздел 5. Электронно-лучевые приборы								
5.1	Принцип работы электронно-лучевой трубки. Электронная пушка. Модуляция электронного луча по плотности. Фокусирующие системы. Отклоняющие системы. Экраны электронно-лучевых трубок. Осциллографические трубки. Кинескопы. /Лек/	8	6	ОПК-2-32 ПК-3-31	Л1.Л2.1 Л2.4			
5.2	Исследование рабочих характеристик приемной телевизионной электронно-лучевой трубки /Лаб/	8	6	ОПК-2-В1 ПК-3-У1	Л1.Л2.2 Л2.3	Занятие проводится в специализированной лаборатории	КМ9	Р9
5.3	Система электростатического отклонения в электронно-лучевой трубке. Расчет чувствительности к электростатическому отклонению. /Пр/	8	3	ОПК-2-В1 ПК-3-У1	Л1.Л2.2 Л2.3		КМ6	Р6
Раздел 6. Плазменные панели переменного тока								
6.1	Режимы работы. Принцип действия ячейки. Материалы и технология изготовления панелей. /Лек/	8	6	ОПК-2-32 ПК-3-31	Л1.Л2.1 Л2.4			
6.2	Исследование яркостных характеристик газоразрядной панели постоянного тока /Лаб/	8	5	УК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-У2	Л1.Л2.2 Л2.3	Занятие проводится в специализированной лаборатории	КМ10	Р10
6.3	Расчет зазора газоплазменной панели /Пр/	8	2	УК-2-У1 ПК-3-У2	Л1.Л2.2 Л2.3		КМ7	Р7

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	Контрольные вопросы для защиты практической работы №1	ОПК-2-В1;УК-2-31;УК-2-32;ПК-3-У1;ПК-3-У2	Назовите электронные приборы, для работы которых необходим вакуум и газоразрядная плазма. Опишите принцип работы и конструкцию таких приборов.
КМ2	Контрольные вопросы для защиты практической работы №2	УК-2-У1;ПК-3-31;ПК-3-У2	Дайте определение термину работа выхода электронов. Провести сравнение работы выхода электронов для металлов, полупроводников и диэлектриков.
КМ3	Контрольные вопросы для защиты практической работы №3	УК-2-У1;ПК-3-31;ПК-3-У2	Как зависит траектория движения электрона от величины магнитного поля? Какая траектория движения электрона в скрещенных электрических и магнитных полях?
КМ4	Контрольные вопросы для защиты практической работы №4	ОПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У2	Дайте определение термину длина свободного пробега. Как зависит длина свободного пробега от степени вакуума?
КМ5	Контрольные вопросы для защиты практической работы №5	ОПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У2	Какие виды электронной эмиссии Вы знаете? Чему равен коэффициент вторичной электронной эмиссии?
КМ6	Контрольные вопросы для защиты практической работы №6	ОПК-2-В1;ПК-3-У1	Опишите конструкцию электронно-лучевой трубки. Как определить напряжение, подаваемое на отклоняющие пластины?
КМ7	Контрольные вопросы для защиты практической работы №7	ОПК-2-В1;ПК-3-У1	Опишите конструкцию газоплазменной панели. Как определить величину зазора газоплазменной панели?
КМ8	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №1	ОПК-2-В1;ПК-3-31	Назовите основные рабочие характеристики осциллографической электронно-лучевой трубки. Опишите конструкцию осциллографической электронно-лучевой трубки.
КМ9	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №2	ОПК-2-В1;ПК-3-У1	Назовите основные рабочие характеристики телевизионной электронно-лучевой трубки. Опишите конструкцию телевизионной электронно-лучевой трубки.
КМ10	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №3	ОПК-2-В1;ПК-3-У1	Назовите основные рабочие характеристики газоразрядной панели постоянного тока? Опишите конструкцию газоразрядной панели постоянного тока.
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	Практическая работа №1. Типы конструкций приборов вакуумной и плазменной электроники	ОПК-2-В1;УК-2-32;УК-2-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2	Привести и описать существующие типы конструкций приборов вакуумной и плазменной электроники
P2	Практическая работа №2. Определение работы выхода различных материалов	УК-2-У1;ПК-3-31;ПК-3-У2	Определение работы выхода различных материалов
P3	Практическая работа №3. Движение электрона в магнитном поле	УК-2-У1;ПК-3-31;ПК-3-У2	Расчет траекторий движения электрона в магнитном поле
P4	Практическая работа №4. Средняя длина пробега электронов и молекул. Вероятность столкновения частиц в газе	ОПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У2	Расчет длины свободного пробега электронов и молекул в вакууме. Определение вероятности столкновения частиц
P5	Практическая работа №5. Коэффициенты первичной ионизации и вторичной эмиссии.	ОПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У2	Расчет коэффициентов первичной ионизации и вторичной электронной эмиссии. Расчет напряженности электрического поля
P6	Практическая работа №6. Система электростатического отклонения в электронно-лучевой трубке.	ОПК-2-В1;ПК-3-У1	Расчет чувствительности к электростатическому отклонению
P7	Практическая работа №7. Газоплазменные панели	ОПК-2-В1;ПК-3-У1	Расчет зазора газоплазменной панели
P8	Лабораторная работа №1. Исследование рабочих характеристик осциллографической электронно-лучевой трубки	ОПК-2-В1;ПК-3-31	Проведение измерений и установление рабочих характеристик осциллографической электронно-лучевой трубки
P9	Лабораторная работа №2. Исследование рабочих характеристик приемной телевизионной электронно-лучевой трубки	ОПК-2-В1;ПК-3-У1	Проведение измерений и установление рабочих характеристик приемной телевизионной электронно-лучевой трубки

P10	Лабораторная работа №3. Исследование яркостных характеристик газоразрядной панели постоянного тока	ОПК-2-В1;ПК-3-У1	Лабораторная работа №3. Измерение яркостных характеристик газоразрядной панели постоянного тока
P11	Реферат	ОПК-2-32;ПК-3-31;ОПК-2-31;УК-2-32;УК-2-31	Материалы и технология изготовления плазменных панелей Конструкция плазменных дисплеев Требования к источникам электронов. Их типы Типы абераций Электрические явления в газах Виды эмиссии электронов Осциллографические трубки и кинескопы Миниатюрные вакуумные электронные приборы

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

Экзамен не предусмотрен

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

Обучающийся для получения зачета должен выполнить все работы, указанные в данном разделе. Оценка формируется как среднеарифметическая из оценок за текущие практические и лабораторные работы

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Крапухин В. В., Соколов И. А., Кузнецов Г. Д.	Технология материалов электронной техники: Теория процессов полупроводниковой технологии: Учебник для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1995

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Битнер Л. Р.	Вакуумная и плазменная электроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007
Л2.2	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Курочка Сергей Петрович, Лобачев Иван Владимирович	Вакуумная и плазменная электроника: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2005
Л2.3	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Курочка Сергей Петрович, Кушхов Аскер Русланович, др.	Процессы микро- и нанотехнологии. Ионно-плазменные процессы: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л2.4	Курочка Сергей Петрович, Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Курочка Александр Сергеевич	Вакуумная и плазменная электроника: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2009

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
К-433	Лаборатория	установки для напыления пленок УВН (4 шт.), вакуумный пост ВУП-5, установка для травления Плазма 600, микроинтерферометр МИИ-4, набор демонстрационного оборудования, в том числе: мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест
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
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
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 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. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации. Расчетно-графические работы выполняются с помощью компьютерных программ.