Документ полтисан простой алектронной полтиство НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректо **Редеральное** государственное автономное образовательное учреждение Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17 высшего образования

Уникальный простический университет «МИСИС»

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

### Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций

Закреплена за подразделением Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация Инженер-исследователь

 Форма обучения
 очная

 Общая трудоемкость
 3 ЗЕТ

Часов по учебному плану 108 Формы контроля в семестрах:

в том числе: зачет с оценкой 10

 аудиторные занятия
 34

 самостоятельная работа
 74

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
Недель	1	8		
Вид занятий	УП РП		УП	РΠ
Лекции	ции 17		17	17
Практические	17	17 17		17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34 34		34	34
Сам. работа	74 74		74	74
Итого	108	108	108	108

УП: 11.03.04-БЭН-23 6-ПП.plx cтp. 2

#### Программу составил(и):

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

#### Рабочая программа

#### Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций

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.

УП: 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.plx

#### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1 Цель — подготовить выпускников к научно-исследовательской деятельности, связанной с физическими основами процессов ионно-плазменной обработки материалов электронной техники, вторичными эффектами, сопровождающими ионно-плазменную обработку, традиционными способами контроля процессов ионно-плазменной обработки.

Влю СП:   Б.Н.В.Д.В.17		2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
<ul> <li>2.1.1 Методы математического моделирования</li> <li>2.1.2 Методы зарактеричации полупроводниковых материалов и структур</li> <li>2.1.4 Силовые полупроводниковые приборы</li> <li>2.1.5 Современные методы диагностики и исследования инногетероструктур</li> <li>2.1.6 Силовые полупроводниковые приборы</li> <li>2.1.7 Оргина выпоструктур</li> <li>2.1.8 Ракумная и илязменная энектроника</li> <li>2.1.9 Кантоворазмерные структуры в напозокстронике</li> <li>2.1.10 Матигиные измерения</li> <li>2.1.11 Математические модели технологических процессов получения магиитолектроники и радиокерамики</li> <li>2.1.12 Масцирование стемогогических процессов получения магиитолектроники и радиокерамики</li> <li>2.1.13 Наполектроника полупроводниковых прибессов получения магиитолектроники и радиокерамики</li> <li>2.1.14 Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики</li> <li>2.1.15 Основы радиационной стойкости изделяй электронной техники</li> <li>2.1.16 Основы радиационной стойкости изделяй электронной техники</li> <li>2.1.17 Приборы квантовой и оптической электронных</li> <li>2.1.18 Процессы выхумной и пламенной электронных</li> <li>2.1.19 Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики</li> <li>2.1.20 Физика вазимолействия частиц и излучений с веществом</li> <li>2.1.21 Замеметка и устройства магитоловектронных</li> <li>2.1.22 Ионно-ша конфания магити, и излучений с веществом</li> <li>2.1.23 Компьютерные ферритов и родственных магинтных систем</li> <li>2.1.24 Материаловедение ферритовых магериалов</li> <li>2.1.25 Методы исследования магентралов и структур электронных</li> <li>2.1.26 Основы пресктирования знектронной компоненной базы. Такеты прикладных программ</li> <li>2.1.27 Основы пресктирования знектронной компоненной базы. Технология тонких ценок</li> <li>2.1.28 Полевые полупроводниковые приборы</li> <li>2.1.29 Методы поста предкладования и структуру электронной</li> <li>2.1.30</li></ul>		Блок ОП: Б1.В.ДВ.17
2.1.2         Методы характеризации полупроводниковых материалов и структур           2.1.3         Оформление результатов научной деятельности           2.1.4         Силовые полупроводниковые приборы           2.1.5         Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур           2.1.6         Физика квантоворахмерных полупроводниковых комполиций           2.1.7         Физика панатизоворахмерных полупроводниковых комполиций           2.1.8         Выхуумива и илажения закктроника           2.1.9         Каптоворахмерных полупроводиновых комполителем           2.1.10         Мантизоворахмерных полупроводиновых процессов получения матенитолисктроники и раднокерамики           2.1.11         Массанирование технологитеских процессов получения материалов эсктронной техники           2.1.12         Моделирование технологитеских процессов получения материалов эсктронной техники           2.1.13         Наполектронных полупроводинковых приборов и устройств           2.1.14         Оборудование производства ферритовых материалов и раднокерамики           2.1.15         Основы технологии зактронной компонентной базы           2.1.16         Основы технологии прической эксктронных           2.1.17         Приборых ванговой и отитической эксктронных           2.1.18         Нарыков зактронной практра и надачения и радилокерамики           2.1.20         Физика вациальной практра и нада	2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.3         Оформление результатов научной деятельности           2.1.4         Силовые полупроводинковые приборы           2.1.5         Сороженные метиоды диагностиции и исследования наногетероструктур           2.1.6         Физика казантоворазмерных полупроводниковых композиций           2.1.7         Физика напоструктур           2.1.8         Выхумина и шажасиния электроника           2.1.9         Каантоворазмерные структуры в наполлектронике           2.1.10         Матинтые измерения           2.1.11         Математические модени технологических процессов получения магнитолектроники и раднокерамики           2.1.12         Моделирование технологических процессов получения магнитолектронной техники           2.1.13         Напоэлектроника полупроводниковых приборов и устройств           2.1.14         Оборудование производства ферритовых метериалов и раднокерамики           2.1.15         Основы радиационной стойкости изделий электроники           2.1.16         Основы технологии электронной компонентной база           2.1.17         Приборы выантовной и отической электроники           2.1.18         Процессы вакуумной и плазменной электроники           2.1.19         Технологии производства ферритовых митериалов и раднокерамики           2.1.21         Отичка вазмодействия части и и изтучений свеществом           2.1.21         Отичка вазмодействия ч	2.1.1	Методы математического моделирования
2.1.4         Силовые полупроводниковые приборы           2.1.5         Современные метолы диагностики и исследования нанотегроструктур           2.1.6         Очиная квангогорахорных полупроводниковых компоницій           2.1.7         Физика виноструктур           2.1.8         Вакуумная и плазменная электроника           2.1.9         Квантоворазмерные структуры в наноэлектронике           2.1.10         Магинтивые измерения           2.1.11         Магинтивые измерения           2.1.12         Магинтивые измерения           2.1.13         Нагоэлектроники полупроводниковых приборов и устройств           2.1.14         Оборудование производства ферритовых материалов электронной техники           2.1.15         Основы радиционной стойкости изделий электронной гехники           2.1.16         Основы радиционной стойкости изделий электронной гехники           2.1.17         Приборы квантовой и отической электронной гехники           2.1.18         Процессы вакуумной и паляженей электронной           2.1.19         Пременты и устройства магини излучений с веществом           2.1.21         Динонолизменные обрабства магинеронные           2.1.22         Изменты и устройства магинизактерванов           2.1.23         Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектронники           2.1.24         Метоцы испеценами элект	2.1.2	Методы характеризации полупроводниковых материалов и структур
2.1.5         Сопременные методы диагностики и исследования наногетероструктур           2.1.6         Физика взанитоворазмерных полупроводниковых композиций           2.1.7         Физика взанитоворазмерных полупроводниковых композиций           2.1.8         Вакуумная и плязменная электроника           2.1.10         Кантоворазмерные структуры в наноэлектронике           2.1.11         Математические модели технологических процессов получения магинтоэлектроники и радиокерамики           2.1.12         Моделирование технологических процессов получения магинтоэлектронной техники           2.1.13         Наполектроника полупроводинковых приборов и устройств           2.1.14         Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики           2.1.15         Основы радиационной стойкости изделий электронной техники           2.1.16         Основы технологии электронной компонентной базы           2.1.17         Приоссыз выхуумной и плазменной электроники           2.1.18         Процессыз выхуумной и плазменной электроники           2.1.20         Физика взаимодейства частии и излучений е веществом           2.1.21         Элементы и устройства матинтоэлектроники           2.1.22         Нонно-плазменная обработка материалов и радиокерамики           2.1.23         Компьютерные технология матинтоэлектроники           2.1.24         Магериаловедение ферритов и родственных магинтых сист	2.1.3	Оформление результатов научной деятельности
<ul> <li>2.1.6 Физика квантоворазмерных полутроводниковых композиций</li> <li>2.1.7 Физика наноструктур</li> <li>2.1.8 Выкумная и пытаменная электроника</li> <li>2.1.9 Квантоворазмерные структуры в напоэлектронике</li> <li>2.1.10 Матинтные измерения</li> <li>2.1.11 Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики</li> <li>2.1.12 Моделирование технологических процессов получения магенитоэлектронной техники</li> <li>2.1.13 Наноэлектроника полупроводниковых приборов и устройств</li> <li>2.1.14 Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики</li> <li>2.1.15 Основы радиационной стойкости изделий электронной техники</li> <li>2.1.16 Основы технологии электронной компонентной базы</li> <li>2.1.17 Приборы квантовой и отпической электронной</li> <li>2.1.18 Процессы выкумной и плазменной электроники</li> <li>2.1.19 Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики</li> <li>2.1.20 Физика ванимодействия частиц и излучений с веществом</li> <li>2.1.21 Отника взаимодействия частиц и излучений с веществом</li> <li>2.1.22 Нонно-плазменная обработка материалов</li> <li>2.1.23 Компьютерные технология проектирования процессов наноэлектроннки</li> <li>2.1.24 Материаловедение ферритов и родственных магнитых систем</li> <li>2.1.25 Методы исследования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ</li> <li>2.1.26 Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ</li> <li>2.1.27 Основы поректирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ</li> <li>2.1.28 Колевае полутроводниковые приборы</li> <li>2.1.29 Физико-математические модели процессов наноэлектроннки</li> <li>2.1.31 Капатовая и оттическая электронной</li> <li>2.1.32 Материалов дене полупроводниковые приборы</li> <li>2.1.33 Технология материалов электронной</li> <li>2.1.34 Физика мощенитьская статистика и нанаиз данных</li> <li>2.1.35 Фитика магинтных высений</li> <li>2.1.36 Меторология, стандартизация и технические измерения в магинтоэлектронике<th>2.1.4</th><th>Силовые полупроводниковые приборы</th></li></ul>	2.1.4	Силовые полупроводниковые приборы
2.1.7         Физика наноструктур           2.1.8         Вакуумная и плазменная электроника           2.1.9         Квантоворазмерные структуры в наноэлектронике           2.1.10         Матичные измерения           2.1.11         Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики           2.1.12         Моделирование технологии закторнов и устройств           2.1.13         Наноэлектроника полупроводиковых материалов и радиокерамики           2.1.14         Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики           2.1.15         Основы технологии электронной компонентной базы           2.1.16         Основы технологии электронной компонентной базы           2.1.17         Приберы квантовой и оптической электронноки           2.1.18         Процессы вакуумной и плазменной электроники           2.1.19         Текнология производства ферритовых материалов и радиокерамики           2.1.19         Текнология производства матичитоэлектроники           2.1.20         Элементы и устройства магинтоэлектроники           2.1.21         Элементы и устройства магичитоэлектроники           2.1.22         Нонно-плазменная обработка материалов           2.1.23         Компьотерные технология проектирования процессов наноэлектроники           2.1.24         Мотемотические материалов и структур электроники <th>2.1.5</th> <th>Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур</th>	2.1.5	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур
2.1.8         Вакуумная и пламенная электроника           2.1.9         Кавитоворамерные структуры в наноэлектронике           2.1.10         Магинтиме измерения           2.1.11         Магематические модели технологических процессов получения магериалов электронной техники           2.1.12         Маренирование технологических процессов получения магериалов электронной техники           2.1.13         Наноэлектронная полупроводниковых приборов и устройств           2.1.14         Оборудование производства ферритовых магериалов и радиокерамики           2.1.15         Основы радиационной стойкости изделий электронной техники           2.1.16         Основы технологии электронной компонентной базы           2.1.17         Пробры квантовой и оптической электроники           2.1.18         Процессы вакуумной и плаженной электроники           2.1.19         Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики           2.1.21         Отновы технологии электроники           2.1.22         Ионно-плазменная обработка материалов           2.1.23         Компьютерные технологии проектирования электроники           2.1.24         Материаловеденые ферритов и роственных матинтых систем           2.1.25         Методы исследования материалов и структур электроники           2.1.26         Основы технологии электронной компонентной базы. Паксты прикидных преням           2.	2.1.6	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
<ul> <li>2.1.10 Кавитоворазмерные структуры в наноэлектронике</li> <li>2.1.11 Магинтные измерения</li> <li>2.1.11 Магематические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и раднокерамики</li> <li>2.1.12 Моделирование технологических процессов получения магериалов электронной техники</li> <li>2.1.13 Наноэлектроника полупроводниковых приборов и устройств</li> <li>2.1.14 Оборудование производства ферритовых материалов и раднокерамики</li> <li>2.1.15 Основы радиационной стойкости изделий электронной техники</li> <li>2.1.16 Основы технологии электронной компонентной базы</li> <li>2.1.17 Приборы квантовой и оптической электроники</li> <li>2.1.18 Процессы вакуумной и плаэменной электроники</li> <li>2.1.19 Технология производства ферритовых магериалов и раднокерамики</li> <li>2.1.20 Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом</li> <li>2.1.21 Элементы и устройства магнитоэлектроники</li> <li>2.1.22 Ионно-плаэменная обработка материалов</li> <li>2.1.23 Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники</li> <li>2.1.24 Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем</li> <li>2.1.25 Методы исследования магериалов и структру электроники</li> <li>2.1.26 Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ</li> <li>2.1.27 Основы проектирования электронной компонентной базы. Технология тонких пленок</li> <li>2.1.28 Полевые полупроводниковые приборы</li> <li>2.1.29 Физико-математические модели процессов наноэлектроники</li> <li>2.1.31 Квантовая и оптическая электронной</li> <li>2.1.32 Материаловедение полупроводниковые приборы</li> <li>2.1.33 Технология материалов электронной техники</li> <li>2.1.34 Физика конденсированного состояния</li> <li>2.1.35 Физика магнитных явлений</li> <li>2.1.36 Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике</li> <li>2.1.37 Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике</li> <li>2.1.39 Электроника</li> <li>2.1.40 Математическая физика</li> <li>2.1.41 Методы мек</li></ul>	2.1.7	Физика наноструктур
2.1.10   Магнитные измерения   2.1.11   Магематические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики   2.1.12   Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники   2.1.13   Напоэлектроника полутроводниковых приборов и устройств   2.1.14   Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики   2.1.15   Основы радионной стойкости изделий электронной техники   2.1.16   Основы радионной стойкости изделий электронной техники   2.1.17   Приборы квантовой и оптической электронной техники   2.1.18   Процессы вакуумной и плаэменной электронноки   2.1.19   Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики   2.1.20   Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом   2.1.21   Элекенты и устройства магнитоэлектроники   2.1.22   Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом   2.1.23   Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники   2.1.24   Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем   2.1.25   Методы исследования материалов и структур электроники   2.1.26   Основы проектирования магериалов и структур электроники   2.1.27   Основы технологии электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ   2.1.27   Основы гехнология электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ   2.1.28   Полевые полупроводниковые приборы   2.1.29   Физико-математические модели процессов наноэлектроники   2.1.30   Бинолярные полупроводниковые приборы   2.1.31   Квантовая и оптическая электронной техники   2.1.33   Материаловедение полупроводниковы приборы   2.1.31   Квантовая и оптическая электронной техники   2.1.33   Физика магнитных магений   2.1.34   Физика конденсированного состояния   2.1.35   Физика магнитных магений   2.1.36   Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике   2.1.37   Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике   2.1.39   Электроника   2.1.34   Математическая физика   2.1.34   Математическая физика   2.1.35   Основы кванторой мех	2.1.8	Вакуумная и плазменная электроника
2.1.11         Математические модели технологических процессов получения магитоэлектронной техники           2.1.12         Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники           2.1.13         Наноэлектроника полупроводниковых приборов и устройств           2.1.14         Оборудование производства ферритовых материалов и раднокерамики           2.1.15         Основы радиационной стойкости изделий электронной техники           2.1.16         Основы радиационной стойкости изделий электронной техники           2.1.17         Приборы квантовой и оптической электроники           2.1.18         Процессы вакуумной и глазменной электроники           2.1.19         Технология производства ферритовых материалов и раднокерамики           2.1.20         Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом           2.1.21         Элементы и устройства магнитоэлектроники           2.1.22         Иоино-плазменная обработка материалов           2.1.23         Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники           2.1.24         Материаловедение ферритов и родственных магнитиных систем           2.1.25         Методы исследования материалов и структур электроники           2.1.26         Основы проектирования электронной компонентной базы. Технология магнитиних пленок           2.1.27         Основы технологи электронной компонентной базы. Технология изпания	2.1.9	Квантоворазмерные структуры в наноэлектронике
2.1.12         Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники           2.1.13         Наноэлектроника полупроводниковых приборов и устройств           2.1.14         Оборудование производства ферритовых материалов и раднокерамики           2.1.15         Основы радмационной стойкости изделий электронной техники           2.1.16         Основы технология электронной компонентной базы           2.1.17         Приборы квантовой и оптической электроники           2.1.18         Процессы вакуумной и плазменной электроники           2.1.21         Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики           2.1.22         Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом           2.1.21         Элементы и устройства материалов катеронной           2.1.22         Иоино-плазменная обработка материалов           2.1.23         Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники           2.1.24         Материаловедение ферритов и родственных магиитных систем           2.1.25         Методы исследования материалов и структур электроники           2.1.26         Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ           2.1.27         Основы проктироводниковые приборы           2.1.29         Физико-математические модели процессов наноэлектроники           2.1.30         Биполярные полупроводниковые приборы	2.1.10	Магнитные измерения
2.1.13         Наноэлектроника полупроводниковых приборов и устройств           2.1.14         Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики           2.1.15         Основы радиационной стойкости изделий электронной техники           2.1.16         Основы технологии электроники           2.1.17         Приборы квантовой и оптической электроники           2.1.18         Процессы вакуумной и плазменной электроники           2.1.19         Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики           2.1.20         Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом           2.1.21         Элементы и устройства магитоэлектроники           2.1.22         Ионно-плазменная обработка материалов           2.1.23         Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники           2.1.24         Материаловедение ферритов и родственных магититых систем           2.1.25         Методы неследования материалов и структур электроники           2.1.26         Основы пресктирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ           2.1.27         Основы технология электронной компонентной базы. Технология тонких пленок           2.1.28         Полевые полупроводниковые приборы           2.1.29         Физика магитема уческая электроника           2.1.31         Квантовая и оптическая электроники           2.1.32	2.1.11	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики
2.1.14 Оборудование производства ферритовых материалов и раднокерамики     2.1.15 Основы радиационной стойкости изделий электронной техники     2.1.16 Основы технологии электронной компонентной базы     2.1.17 Приборы квантовой и оптической электроники     2.1.18 Процессы вакуумной и плазменной электроники     2.1.19 Технология производства ферритовых материалов и раднокерамики     2.1.20 Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом     2.1.21 Элементы и устройства магнитоэлектроники     2.1.22 Ионно-плазменная обработка материалов     2.1.23 Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники     2.1.24 Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем     2.1.25 Методы исследования материалов и структур электроники     2.1.26 Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ     2.1.27 Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок     2.1.28 Полевые полупроводниковые приборы     2.1.29 Физико-математические модели процессов наноэлектроники     2.1.30 Биполярные полупроводниковые приборы     2.1.31 Квантовая и оптическая электронной     2.1.33 Технология материалов электронной техники     2.1.34 Физика монденсированного состояния     2.1.35 Физика магнитных явлений     2.1.36 Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике     2.1.37 Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике     2.1.39 Электронныя     2.1.34 Математическая физика     2.1.35 Математическая физика     2.1.36 Математическая физика     2.1.37 Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике     2.1.39 Электронныя     3.1.40 Математической физики     2.1.41 Методы математической физики     2.1.42 Основы квантовой механики	2.1.12	
2.1.15 Основы радиационной стойкости изделий электронной техники     2.1.16 Основы технологии электронной компонентной базы     2.1.17 Приборы квантовой и оптической электроники     2.1.18 Процессы вакуумной и плазменной электроники     2.1.19 Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики     2.1.20 Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом     2.1.21 Элементы и устройства магнитоэлектроники     2.1.22 Ионно-плазменная обработка материалов     2.1.23 Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники     2.1.24 Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем     2.1.25 Методы исследования материалов и структур электроники     2.1.26 Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ     2.1.27 Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок     2.1.28 Полевые полупроводниковые приборы     2.1.29 Физико-математические модели процессов наноэлектроники     2.1.30 Бипоэлярные полупроводниковые приборы     2.1.31 Квантовая и оптическая электроника     2.1.32 Материаловедение полупроводников и диэлектриков     2.1.33 Технология материалов электронной техники     2.1.34 Физика мапититых явлений     2.1.35 Физика мапититых явлений     2.1.36 Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике     2.1.37 Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике     2.1.38 Статистическая физика     2.1.39 Электроника     2.1.39 Основы квантовой механики      3.1.41 Методы математической физики     2.1.41 Методы математической физики     3.1.42 Основы квантовой механики	1	
2.1.16   Основы технологии электронной компонентной базы     2.1.17   Приборы квантовой и оптической электроники     2.1.18   Процессы вакуумной и плазменной электроники     2.1.19   Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики     2.1.20   Оизика взаимодействия частиц и излучений с веществом     2.1.21   Элементы и устройства магнитоэлектроники     2.1.22   Ионно-плазменная обработка материалов     2.1.23   Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники     2.1.24   Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем     2.1.25   Методы исследования материалов и структур электроники     2.1.26   Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ     2.1.27   Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок     2.1.28   Полевые полупроводниковые приборы     2.1.29   Физико-математические модели процессов наноэлектроники     2.1.30   Биполярные полупроводниковые приборы     2.1.31   Квантовая и оптическая электронной компонентной базы. Технология тонких пленок     2.1.32   Материаловедение полупроводниковые приборы     2.1.33   Технология материалов электронной техники     2.1.34   Физика конденсированного состояния     2.1.35   Физика конденсированного состояния     2.1.36   Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике     2.1.37   Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике     2.1.38   Статистическая физика     2.1.39   Электроника     2.1.30   Статистическая физика     2.1.31   Статистическая статистика и анализ данных     2.1.41   Методы математической физики     2.1.42   Основы квантовой механики     2.1.42   Основы квантовой механики     2.1.44   Методы математической физики     2.1.45   Основы квантовой механики		
2.1.17         Приборы квантовой и оптической электроники           2.1.18         Процессы вакуумной и плазменной электроники           2.1.19         Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики           2.1.20         Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом           2.1.21         Элементы и устройства магнитоэлектроники           2.1.22         Ионно-плазменная обработка материалов           2.1.23         Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники           2.1.24         Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем           2.1.25         Методы исследования материалов и структур электроники           2.1.26         Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ           2.1.27         Основы пехнологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок           2.1.29         Физико-математические модели процессов наноэлектроники           2.1.30         Биполярные полупроводниковые приборы           2.1.31         Квантовая и оптическая электроника           2.1.32         Материаловедение полупроводников и диэлектриков           2.1.33         Технология материалов электронной техники           2.1.34         Физика колденсированного состояния           2.1.35         Физика молдентрибарыного состояния           2.1.36         Метрология, стандарт	2.1.15	
2.1.18         Процессы вакуумной и плазменной электроники           2.1.19         Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики           2.1.20         Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом           2.1.21         Элементы и устройства магнитоэлектроники           2.1.22         Ионно-плазменная обработка материалов           2.1.23         Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники           2.1.24         Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем           2.1.25         Методы исследования материалов и структур электроники           2.1.26         Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ           2.1.27         Основы пехнологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок           2.1.28         Полевые полупроводниковые приборы           2.1.29         Физико-математические модели процессов наноэлектроники           2.1.30         Биполярные полупроводниковые приборы           2.1.31         Квантовая и оптическая электроника           2.1.32         Материаловедение полупроводников и диэлектриков           2.1.33         Технология материалов электронной техники           2.1.34         Физика конденсированного состояния           2.1.35         Физика магнитных явлений           2.1.36         Метрология, стандартизация и технически		•
2.1.19       Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики         2.1.20       Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом         2.1.21       Элементы и устройства магнитоэлектроники         2.1.22       Ионно-плазменная обработка материалов         2.1.23       Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники         2.1.24       Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем         2.1.25       Методы исследования материалов и структур электроники         2.1.26       Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ         2.1.27       Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок         2.1.28       Полевые полупроводниковые приборы         2.1.29       Физико-математические модели пропессов наноэлектроники         2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.37       Электроника         2.1.39 <t< th=""><th></th><th></th></t<>		
2.1.20       Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом         2.1.21       Элементы и устройства магнитоэлектроники         2.1.22       Ионно-плазменная обработка материалов         2.1.23       Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники         2.1.24       Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем         2.1.25       Методы исследования материалов и структур электроники         2.1.26       Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ         2.1.27       Основы проектирования электронной компонентной базы. Технология тонких пленок         2.1.29       Физико-математические модели процессов наноэлектроники         2.1.29       Физико-математические модели процессов наноэлектроники         2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.39       Электроника	1	
2.1.21       Элементы и устройства магнитоэлектроники         2.1.22       Ионно-плазменная обработка материалов         2.1.23       Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники         2.1.24       Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем         2.1.25       Методы исследования материалов и структур электроники         2.1.26       Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ         2.1.27       Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок         2.1.28       Полевые полупроводниковые приборы         2.1.29       Физико-математические модели процессов наноэлектроники         2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41 <td< th=""><th></th><th></th></td<>		
2.1.22       Ионно-плазменная обработка материалов         2.1.23       Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники         2.1.24       Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем         2.1.25       Методы исследования материалов и структур электроники         2.1.26       Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ         2.1.27       Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок         2.1.28       Полевые полупроводниковые приборы         2.1.29       Физико-математические модели процессов наноэлектроники         2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		·
2.1.23       Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники         2.1.24       Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем         2.1.25       Методы исследования материалов и структур электроники         2.1.26       Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ         2.1.27       Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок         2.1.28       Полевые полупроводниковые приборы         2.1.29       Физико-математические модели процессов наноэлектроники         2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнититых явлений         2.1.35       Физика магнитих явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		
2.1.24       Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем         2.1.25       Методы исследования материалов и структур электроники         2.1.26       Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ         2.1.27       Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок         2.1.28       Полевые полупроводниковые приборы         2.1.29       Физико-математические модели процессов наноэлектроники         2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики	1	
2.1.25         Методы исследования материалов и структур электроники           2.1.26         Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ           2.1.27         Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок           2.1.28         Полевые полупроводниковые приборы           2.1.29         Физико-математические модели процессов наноэлектроники           2.1.30         Биполярные полупроводниковые приборы           2.1.31         Квантовая и оптическая электроника           2.1.32         Материаловедение полупроводников и диэлектриков           2.1.33         Технология материалов электронной техники           2.1.34         Физика конденсированного состояния           2.1.35         Физика магнитных явлений           2.1.36         Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике           2.1.37         Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике           2.1.38         Статистическая физика           2.1.39         Электроника           2.1.40         Математическая статистика и анализ данных           2.1.41         Методы математической физики           2.1.42         Основы квантовой механики		
2.1.26       Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ         2.1.27       Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок         2.1.28       Полевые полупроводниковые приборы         2.1.29       Физико-математические модели процессов наноэлектроники         2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		
2.1.27       Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок         2.1.28       Полевые полупроводниковые приборы         2.1.29       Физико-математические модели процессов наноэлектроники         2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		
2.1.28       Полевые полупроводниковые приборы         2.1.29       Физико-математические модели процессов наноэлектроники         2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		
2.1.29       Физико-математические модели процессов наноэлектроники         2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики	1	*
2.1.30       Биполярные полупроводниковые приборы         2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		¥ X X
2.1.31       Квантовая и оптическая электроника         2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		* · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
2.1.32       Материаловедение полупроводников и диэлектриков         2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
2.1.33       Технология материалов электронной техники         2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		•
2.1.34       Физика конденсированного состояния         2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		
2.1.35       Физика магнитных явлений         2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		
2.1.36       Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике         2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		*
2.1.37       Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике         2.1.38       Статистическая физика         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		
2.1.38       Статистическая физика         2.1.39       Электроника         2.1.40       Математическая статистика и анализ данных         2.1.41       Методы математической физики         2.1.42       Основы квантовой механики		
2.1.39 Электроника     2.1.40 Математическая статистика и анализ данных     2.1.41 Методы математической физики     2.1.42 Основы квантовой механики		
2.1.40 Математическая статистика и анализ данных     2.1.41 Методы математической физики     2.1.42 Основы квантовой механики		*
2.1.41 Методы математической физики     2.1.42 Основы квантовой механики		
2.1.42 Основы квантовой механики		
		-
2.1.43 Практическая кристаллография		
0144 77 6		* * *
2.1.44 Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	2.1.44	учеоная практика по получению первичных профессиональных умений

УП: 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.plx cтp. 4

2.1.45	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений
2.1.46	Физика
2.1.47	Физическая химия
2.1.48	Органическая химия
2.1.49	Информатика
2.1.50	Химия
2.1.51	Аналитическая геометрия
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как
	предшествующее:
2.2.1	Конструирование светоизлучающих устройств
2.2.2	Магнитные наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии
2.2.3	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.4	Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов
2.2.5	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического
	пространства
2.2.6	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.7	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.8	Технологии материалов для радиопоглащения и электромагнитного экранирования
2.2.9	Физика и техника магнитной записи
2.2.10	Физика СВЧ полупроводниковых приборов
2.2.11	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.12	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений А2В6
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.15	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.16	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
	<del>-</del>

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

## ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники

#### Знать:

ПК-1-32 основы физики наноразмерных пленок

ПК-1-31 технический английский язык

ПК-1-33 базовые технологические процессы и маршругы наноэлектроники

#### ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники

#### Знать:

ПК-4-32 методы исследования структур

ПК-4-31 теория планирования эксперимента и обработки данных

## ОПК-3: Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности

#### Знать:

ОПК-3-31 методики измерений, в том числе понимать физическую сущность процесса измерения, принципы функционирования измерительных приборов, метрологическую составляющую обеспечения достоверности измерения

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 современные методы анализа зависимости свойств полупроводниковых гетерокомпозиций от их фазового и стехиометрического состава, поведения примесей и структурных дефектов

УП: 11.03.04-БЭН-23 6-ПП.plx cтp. 5

## ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники

Уметь:

ПК-1-У4 планировать и проводить технологические эксперименты

ПК-1-УЗ оптимизировать параметры технологических процессов

#### ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники

#### Уметь:

ПК-4-У1 проводить стандартные испытания и технический контроль изделий электронной техники

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 профессионально использовать современное научно-исследовательское оборудование

### ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники

Уметь:

ПК-1-У2 измерять электрофизические параметры формируемых слоев и изделий

## ОПК-3: Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности

Уметь:

ОПК-3-У1 проводить анализ и определять причины отклонения параметров

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-У2 работать на технологическом оборудовании (выполнять все действия, которые делает оператор)

## ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники

Уметь:

ПК-1-У1 разрабатывать технологические маршруты изготовления приборов и устройств электроники и наноэлектроники

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 проектирования технологических процессов электроники и наноэлектроники

ОПК-2-В2 поэтапный контроль технологических и электрофизических параметров контроля пластин

	4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	KM	Выполн яемые работы	
	Раздел 1. Традиционны методы и способы контроля процессов формирования гетерокомпозиций								

УП: 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.plx стр. 6

1.1	Использование оптических эффектов и электрических сигналов для контроля процессов ионноплазменной обработки. Вторичные эффекты ионноплазменной обработки. /Лек/	10	6	ПК-1-32 ПК-1- 33 ОПК-3-31 ОПК-2-31 ПК- 4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1		
1.2	Упругие и неупругие столкновения ионов. Энергетические потери в упругих и неупругих столкновениях. Использование вторичных эффектов для контроля процессов ионноплазменной обработки. /Пр/	10	5	ПК-1-У1 ПК-1 -У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-4 -У1 ОПК-3-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.	KM1	P1
1.3	Традиционны методы и способы контроля процессов формирования гетерокомпозиций. /Ср/	10	24	ПК-1-31 ПК-1- 32 ПК-1-33 ОПК-3-31 ОПК-2-31 ПК- 4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1		
	Раздел 2. Ионно- индуцированный ток в многослойных наноразмерных пленочных гетероструктурах в процессах ионно-лучевого нанесения и травления						
2.1	Методика определения ионно-индуцированного тока. Основные закономерности изменения ионно-индуцированного тока в условиях ионно-плазменной обработки гетерокомпозиций. /Лек/	10	6	ПК-1-32 ПК-1- 33 ОПК-3-31 ОПК-2-31 ПК- 1-31 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.		
2.2	Методика определения энергии падающих ионов. Феноменологическая модель возникновения ионно-индуцированного тока. Расчет величины ионно-индуцированного тока для различных материалов. /Пр/	10	6	ПК-1-У1 ПК-1 -У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-4 -У1 ОПК-3-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1	KM2	P2
2.3	Ионно-индуцированный ток в многослойных наноразмерных пленочных гетероструктурах в процессах ионно-лучевого нанесения и травления. Реферат. /Ср/	10	24	ПК-1-31 ПК-1- 32 ПК-1-33 ОПК-3-31 ОПК-2-31 ПК- 4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1	KM5	
	Раздел 3. Вторичная ионно-электронная эмиссия в процессе ионно-лучеового травления наноразмерных гетерокомпозиций						

УП: 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.plx cтp. 7

3.1	Методика определения вторичной ионно- электронной эмиссии. Основные закономерности изменения тока вторичных электронов в условиях ионно-плазменной обработки гетерокомпозиций. Феноменологическая модель возникновения вторичной ионно- электронной эмиссии. Особенности вторичной ионно-электронной эмиссии в условиях реактивной ионно-плазменной обработки. /Лек/	10	5	ПК-1-32 ПК-1- 33 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-4- 31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1		
3.2	Особенности вторичной ионно-электронной эмиссии. Определение доли вторичных электронов, улавливаемых приемником. Определение коэффициента вторичной ионно-электронной эмиссии в условиях ионно-лучевого травления. Особенности тока вторичных электронов в условиях реактивного ионно-лучевого травления. Тестовые вопросы и задания. /Пр/	10	6	ПК-1-У1 ПК-1 -У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-4 -У1 ОПК-3-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1	KM3,K M4	P3
3.3	Вторичная ионно- электронная эмиссия в процессе ионно-лучеового травления наноразмерных гетерокомпозиций. Реферат. /Ср/	10	26	ПК-1-31 ПК-1- 32 ПК-1-33 ОПК-3-31 ОПК-2-31 ПК- 4-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1	KM5	

	5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ						
5	.1. Контрольные мер		ая работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для эятельной подготовки				
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки				
KM1	Контрольные вопросы для подготовки к Практической работе №1	ОПК-3-31;ОПК-2- 31;ПК-1-31;ПК-1- 32;ПК-1-33;ПК-4- 31;ПК-4-32	Какие соударения играют основную роль в процессах передачи энергии? Каким видом соударений энергетических частиц с материалом подложки определяется химическое взаимодействие? Дайте определение вторичной электронной эмиссии, возникающей при нейтрализации бомбардирующих ионов вблизи поверхности				

УП: 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.plx стр. 8

KM2	Контрольные вопросы для подготовки к Практической работе №2	ОПК-3-31;ОПК-2- 31;ПК-1-31;ПК-1- 32;ПК-1-33;ПК-4- 31;ПК-4-32	Каков механизм возникновения ионно-индуцированного тока? Какие факторы влияют на величину ионно-индуцированного тока? Сформулируйте выводы, вытекающие из феноменологической модели ионно-индуцированной проводимости? Существует ли зависимость величины измеряемого ионно-индуцированного тока от площади обрабатываемых структур? Как изменяется значение ионно-индуцированного тока на границе раздела металл — металл? Можно ли использовать для оперативного контроля толщины диэлектрических пленок зависимость измеряемого ионно-индуцированного тока от времени травления? Зависит ли величина «всплеска» ионно-индуцированного тока от величины работы выхода электрона из материала подложки? Какое явление обусловливает изменение ионно-индуцированного тока на границе раздела пленок металлов?
КМ3	Контрольные вопросы для подготовки к Практической работе №3	ОПК-3-31;ОПК-2- 31;ПК-1-31;ПК-1- 32;ПК-1-33;ПК-4- 31;ПК-4-32	Какими эффектами обусловлено появление кинетической ионно- электронной эмиссии? Какие параметры определяют величину эмиссионного тока вторичных электронов? Зависит ли коэффициент кинетической эмиссии от энергии ионов? Дайте определение коэффициента ионно-электронной эмиссии. Зависит ли величина тока вторичных электронов от плотности ионного тока?
KM4	Тест	ОПК-3-31;ОПК-2- 31;ПК-1-31;ПК-1- 32;ПК-1-33;ПК-4- 31;ПК-4-32	Определите количество атомов кремния в одном кубическом нанометре. Рассчитайте скорость движения иона Ar+ (м/с) с энергией 1 кэВ. Определите тип упругих столкновений при взаимодействии ионов аргона энергией 1 кэВ с кремниевой подложкой: Рассчитайте потери энергии ионами Ar+ (эВ/нм) при упругих взаимодействиях с кремниевой подложкой. Рассчитайте потери энергии ионами Ar+ с энергией 1 кэВ (эВ/нм) при неупругих взаимодействиях с кремниевой подложкой. Оцените дозу ионной обработки (ион/см2) в течение 10 мин при плотности ионного тока 0,5 мА/см2. Каким эффектом характеризуется физическое взаимодействие энергетических частиц с материалом подложки? Каким видом соударений энергетических частиц с материалом подложки определяется химическое взаимодействие? Какой оптический метод управления ионно-плазменными процессами обработки основан на анализе изменения степени поляризации монохроматического пучка света? Степень ионизации газа определяется как отношение: С каким эффектом связано появление ионно-индуцированного тока? Можно ли использовать для оперативного контроля толщины диэлектрических пленок зависимость измеряемого ионно-индуцированного тока от времени травления? Дайте определение коэффициента ионно-электронной эмиссии: Приведите формулу для расчета коэффициента ионно-электронной эмиссии: Зависит ли величина тока вторичных электронов от плотности потока ионов?

УП: 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.plx стр. 9

KM5	Реферат	ОПК-3-31;ОПК-2-	Традиционные методы и способы контроля процессов ионно-
		31;ПК-1-31;ПК-1-	плазменной обработки материалов электронной техники.
		32;ПК-1-33;ПК-4-	Физические основы и характеристика методов ионно-плазменной
		31;ПК-4-32	обработки.
			Вторичные эффекты ионно-плазменной обработки.
			Применение эффектов ионной бомбардировки для контроля
			технологических процессов ионно-плазменной обработки.
			Оптические эффекты для управления процессами ионно-
			плазменной обработки.
			Фотометрический метод определения толщины пленок.
			Эллипсометрический метод контроля процессами ионно-
			плазменной обработки.
			Метод лазерной интерференции для управления процессами ионно
			-плазменной обработки.
			Эмиссионно-спектральные методы управления процессами ионно-
			лучевого травления.
			Метод регистрации изменения импеданса высокочастотного
			разряда в процессах плазмохимического травления.
			Масс-спектрометрия ионно-плазменных процессов.
			Использование электрических сигналов для контроля процессов ионно-плазменной обработки.
			Четырехзондовый метод измерения электрического сопротивления
			металлических пленок.
			Ионно-индуцированный ток в многослойных наноразмерных
			пленочных гетероструктурах в процессах ионно-лучевого
			нанесения и травления.
			Методика определения энергии ионов в пучке.
			Особенности изменения ионно-индуцированного тока при ионной
			очистке поверхности.
			Особенности изменения ионно-индуцированного тока при ионно-
			лучевом травлении гетероструктур.
			Особенности изменения ионно-индуцированного тока при
			нанесении пленок ионным распылением.
			Феноменологическая модель возникновения ионно-
			индуцированного тока.
			Ионно-электронная эмиссия в процессе ионно-лучевого травления
			наноразмерных гетерокомпозиций.
			Методика определения ионно-электронной эмиссии.
			Особенности изменения тока вторичных электронов при ионном
			травлении металлических пленок.
			Особенности изменения тока вторичных электронов при ионном
			травлении полупроводников.
			Особенности изменения тока вторичных электронов при ионном
			травлении диэлектриков. Феноменологическая модель возникновения ионно-электронной
			эмиссии.
52 Попе	NAME DA DE LIBORIO	OMITY HO THOUGH THE CO	<sup>Эмиссии.</sup> (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)
5.2. Hepe	тень раоот, выполня	смых по дисциплине (	(курсовая работа, курсовой проект, гт г, геферат, лг, нг й т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическая работа №1	ОПК-3-У1;ОПК-2- У1;ОПК-2-У2;ОПК -2-В1;ОПК-2- В2;ПК-1-У1;ПК-1- У2;ПК-1-У3;ПК-1- У4;ПК-4-У1	Упругие и неупругие столкновения ионов. Энергетические потери в упругих и неупругих столкновениях. Использование вторичных эффектов для контроля процессов ионно -плазменной обработки.
P2	Практическая работа №2	ОПК-3-У1;ОПК-2- У1;ОПК-2-У2;ОПК -2-В1;ОПК-2- В2;ПК-1-У1;ПК-1- У2;ПК-1-У3;ПК-1- У4;ПК-4-У1	Методика определения энергии падающих ионов. Феноменологическая модель возникновения ионно-индуцированного тока. Расчет величины ионно-индуцированного тока для различных материалов.

УП: 11.03.04-БЭН-23 6-ПП.рlх стр. 10

P3	Практическая	ОПК-3-У1;ОПК-2-	Особенности вторичной ионно-электронной эмиссии. Определение
	работа №3	У1;ОПК-2-У2;ОПК	доли вторичных электронов, улавливаемых приемником.
		-2-В1;ОПК-2-	Определение коэффициента вторичной ионно-электронной
		В2;ПК-1-У1;ПК-1-	эмиссии в условиях ионно-лучевого травления.
		У2;ПК-1-У3;ПК-1-	Особенности тока вторичных электронов в условиях реактивного
		У4;ПК-4-У1	ионно-лучевого травления

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

Зачет с оценкой сдается устно и состоит из задачи двух вопросов. Задача представляет собой типовую задачу.

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

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- б) «хорошо» студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
- г) «неудовлетворительно» студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

умеет п	рименять знания на пра	ктике, дает неполные ответы на	дополнительные и наводящие	вопросы.			
	6. УЧЕ	БНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИН	ІФОРМАЦИОННОЕ ОБЕС	ПЕЧЕНИЕ			
		6.1. Рекомендуе	емая литература				
6.1.1. Основная литература							
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год			
Л1.1	Чаплыгин Ю. А.	Нанотехнологии в электронике	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2013			
Л1.2	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Сергиенко Андрей Алексеевич, Симакин Сергей Борисович, др.	Элионная технология в микро- и наноиндустрии. Неразрушающие методы контроля процессов осаждения и травления наноразмерных пленочных гетерокомпозиций: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012			
Л1.3	Ковалев А. Н., Рабинович О. И., Тимошина М. И.	Физика и технология наноструктурных гетерокомпозиций: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2015			
		6.1.2. Дополните.	льная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год			
Л2.1	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			
		6.1.3. Методиче	ские разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год			
Л3.1	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Курочка Сергей Петрович, Кушхов Аскер Русланович, др.	Процессы микро- и нанотехнологии. Ионно- плазменные процессы: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007			
	1	6.3 Перечень програ	иммного обеспечения				
П.1	Win Pro 10 32-bit/64-b	it					
П.2	Microsoft Office						

УП: 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.рlх стр. 11

П.3	LMS Canvas	
П.4	MS Teams	
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ			
Ауд.	Назначение	Оснащение	
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:		
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:		
Читальный за: 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

При конспектировании лекций в конспект следует заносить всё, что рекомендует преподаватель. Изучение и отработка прослушанных лекций без промедления значительно экономит время и способствует лучшему усвоению материала. Студентам рекомендуется с самого начала освоения данного курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории. При освоении данного курса студент должен пользоваться библиотекой вуза, а также электронными базами учебной литературы, в соответствии с настоящей программой.