

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 14:31:39

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)

Радиационно-технологические процессы в электронике

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Материалы и технологии магнитоэлектроники

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

34

курсовая работа 3

самостоятельная работа

92

часов на контроль

54

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	92	92	92	92
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

дтн, доцент, Лагов Петр Борисович

Рабочая программа

Радиационно-технологические процессы в электронике

Разработана в соответствии с ОС ВО:

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

Составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, 11.04.04-МЭН-23-1.plx Материалы и технологии магнитоэлектроники, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, Материалы и технологии магнитоэлектроники, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра ШЭ и ФШ

Протокол от 21.06.2023 г., №11

Руководитель подразделения Диденко Сергей Иванович, к.ф.-м.н., доц.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – подготовка выпускников к научно-исследовательской и научно-производственной деятельности в части разработки радиационных технологических процессов при создании полупроводниковых изделий микро- и нанoeлектроники
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Компьютерные технологии в научных исследованиях	
2.1.2	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	
2.1.3	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники	
2.1.4	Методы исследования материалов	
2.1.5	Метрология, стандартизация и сертификация наноструктур	
2.1.6	Научно-исследовательская практика	
2.1.7	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 2	
2.1.8	Физико-химия и технология наноструктур	
2.1.9	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.10	Методы математического моделирования	
2.1.11	Основы технологии углеродных наноматериалов	
2.1.12	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.1.13	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 1	
2.1.14	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования	
2.1.15	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их проведение в области физики магнитных явлений, материаловедения и технологии магнитных материалов в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники, микро-нанoeлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники	
Знать:	
ПК-4-31 Особенности поведения основных электрофизических параметров полупроводников, диэлектриков и приборных структур при различных видах радиационного воздействия	
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство	
Знать:	
ПК-1-31 Характеристики, технические возможности и ограничения основных изотопных и генерирующих источников радиационного воздействия, базовые и специальные термины	
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий	
Знать:	
УК-1-31 Основы подхода к проведению критического анализа радиационных процессов в электронике.	
ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их проведение в области физики магнитных явлений, материаловедения и технологии магнитных материалов в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники, микро-нанoeлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники	
Уметь:	
ПК-4-У1 Разрабатывать план экспериментальных радиационно-технологических исследований и оценивать результаты из измерений электрических параметров полупроводниковых устройств	
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство	

Уметь:
ПК-1-У1 Выбирать оптимальный вид и источник радиационного воздействия для решения определенной технологической задачи
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Уметь:
УК-1-У1 Вычислять физические параметры, характеризующие взаимодействие различных видов излучений с полупроводниковыми кристаллами
ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их проведение в области физики магнитных явлений, материаловедения и технологии магнитных материалов в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники, микро-нанoeлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники
Владеть:
ПК-4-В1 Навыками разработки оптимальных режимов и условий радиационного технологического процесса, обеспечивающих достижение требуемых значений электрических параметров полупроводниковых устройств
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство
Владеть:
ПК-1-В1 Навыками экспериментального (расчетно-экспериментального) исследования комплекса основных параметров полупроводниковых приборов на этапах облучения и стабилизирующего отжига
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Владеть:
УК-1-В1 Опытном использовании аналитических и экспериментальных методов проведения радиационно-технологических процессов и анализа их результатов.

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. Виды излучений и радиационно-технологическое оборудование							
1.1	Основные виды проникающих излучений. Единицы, способы измерения. Естественная радиационная обстановка на Земле и в космическом пространстве /Лек/	3	1	УК-1-31	Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.2	Радиационно-технологическое оборудование. Изотопные источники ионизирующего излучения: устройства на основе источников альфа-, бета- и гамма-излучения. Преимущества и ограничения /Лек/	3	1	ПК-1-31	Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.3	Радиационно-технологическое оборудование. Генерирующие источники ионизирующего излучения: ускорители заряженных частиц, генераторы нейтронов. Преимущества и ограничения /Лек/	3	2	ПК-1-31	Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э4			

1.4	Вопросы техники безопасности при реализации радиационно-технологических процессов /Лек/	3	1	ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.5	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности /Лаб/	3	1	УК-1-31 ПК-1-31	Л1.1Л3.1 Э4			
1.6	Устройство ускорителя тяжелых ионов /Лаб/	3	4	УК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.6Л3.1 Э4			Р1
1.7	Подготовка к лабораторной работе 1 и ее защите /Ср/	3	8	УК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1Л3.1 Э4		КМ1	
	Раздел 2. Формирование наноразмерных электрически активных комплексов в полупроводниках, прецизионная модификация электрофизических характеристик материалов и структур							
2.1	Механизмы передачи энергии. Первичные радиационные эффекты в полупроводниковых кристаллах. Смещение атомов кристаллической решетки. Пороговая энергия. Максимальная и средняя энергия передаваемая атому облучаемого вещества. Каскадный процесс смещений /Лек/	3	2	УК-1-31	Л1.4 Э2 Э4			
2.2	Количественная оценка полного числа смещений в объеме полупроводника при облучении. Пробег частиц и формирование профиля распределения смещенных атомов /Лек/	3	1	УК-1-У1	Л2.1 Э2 Э4			
2.3	Механизмы образования и физическая природа радиационных центров в полупроводниках. Области разупорядочения. Методы измерения параметров радиационных центров. Стабильность радиационных центров /Лек/	3	1	УК-1-31 ПК-4-31	Л1.10 Э2 Э4			
2.4	Влияние радиационных центров на электрофизические параметры полупроводников. Время жизни носителей заряда, удельное электросопротивление, подвижность. Полное и частичное восстановление электрофизических характеристик /Лек/	3	1	УК-1-31 ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.9 Э2 Э4			

2.5	Формирование профиля наноразмерных комплексов в полупроводниковых структурах /Лаб/	3	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э2 Э4		КМ2	Р2
2.6	Подготовка к лабораторной работе 2 /Ср/	3	14	УК-1-31	Л1.5 Э2 Э3 Э4			
2.7	Выполнение курсовой работы по теме "Расчет полного числа смещений атомов в полупроводнике при воздействии проникающей радиации" /Ср/	3	30	УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р4
	Раздел 3. Контролируемое регулирование электрических параметров полупроводниковых структур при технологическом облучении и отжиге. Примеры радиационно-технологических процессов в электронике							
3.1	Диодные структуры с различной шириной базовой области. Изменение прямой и обратной вольт-амперной характеристики. Характеристики переключения. Реакция вольт-фарадной характеристики /Лек/	3	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.8 Э2 Э3 Э4			
3.2	Биполярные транзисторы с различной шириной базовой области. Изменение вольт-амперных характеристик. Изменение динамических параметров. Регулирование коэффициента передачи в схеме с общим эмиттером /Лек/	3	1	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.8 Э2 Э3 Э4			
3.3	Радиационные изменения МОП-структурах. Влияние технологического облучения на диоксид кремния. Термостабильность радиационных изменений оксида кремния /Лек/	3	1	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.12 Э2 Э3 Э4			
3.4	Особенности радиационно-технологических процессов приборов силовой электроники /Лек/	3	1	УК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.7 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.5	Повышение радиационной стойкости изделий электронной компонентной базы с помощью радиационно-технологического процесса /Лек/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.11 Э2 Э3 Э4			

3.6	Управление статическими и динамическими параметрами диодов с помощью радиационного технологического процесса /Лаб/	3	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.Л3.1 Э4		КМ3	Р3
3.7	Управление статическими и динамическими параметрами биполярных транзисторов с применением радиационного технологического процесса /Лаб/	3	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.8 Э3 Э4			
3.8	Подготовка к лабораторной работе 3 и ее защите /Ср/	3	8	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31	Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.9	Подготовка к лабораторной работе 3 и ее защите /Ср/	3	8	ПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.10	Выполнение курсовой работы по теме "Расчет полного числа смещений атомов в полупроводнике при воздействии проникающей радиации" /Ср/	3	24	УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.6 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ4	Р4

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	Защита лабораторной работы №1	ПК-1-31;ПК-4-31;УК-1-У1;УК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общая характеристика высокоэнергетического излучения частиц и квантов. 2. Области применения высокоэнергетического излучения в полупроводниковой электронике. 3. Физика взаимодействия высокоэнергетического электронного излучения с твердым телом. 4. Взаимодействие гамма-квантов с твердым телом. 5. Физика процессов взаимодействия протонного излучения с веществом. 6. Взаимодействие быстрых нейтронов с полупроводниками. 7. Взаимодействие медленных нейтронов с полупроводниками. 8. Основы метода трансмутационного легирования в технологии изготовления кремния. 9. Принцип ускорения заряженных частиц в линейном ускорителе. 10. принцип ускорения тяжелых заряженных частиц. 11. Устройство ускорителя протонов. 10. Устройство ускорителя электронов и принцип его работы.

КМ2	Защита лабораторной работы №2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-У1;УК-1-В1	<p>. Механизмы образования и физическая природа радиационных центров.</p> <p>2. Характеристика первичных и вторичных радиационных дефектов в полупроводниках.</p> <p>3. Классификация радиационных центров в кремнии и германии и их свойства.</p> <p>4. Классификация радиационных центров в арсениде галлия и их свойства.</p> <p>5. Термостабильность радиационных центров.</p> <p>6. Влияние низкоэнергетического электронного излучения на время жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках.</p> <p>7. Влияние высокоэнергетического электронного излучения на время жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках.</p> <p>8. Влияние излучения гамма-квантов на время жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках.</p> <p>9. Влияние протонного излучения на время жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках.</p> <p>10. Влияние нейтронного излучения на время жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках.</p> <p>11. Влияние высокоэнергетического электронного излучения на концентрацию основных носителей заряда и их подвижность в полупроводниках.</p> <p>12. Влияние излучения гамма-квантов на концентрацию основных носителей заряда и их подвижность в полупроводниках</p> <p>13. Влияние протонного излучения на концентрацию основных носителей заряда и их подвижность в полупроводниках</p> <p>14. Влияние нейтронного излучения на концентрацию основных носителей заряда и их подвижность в полупроводниках.</p> <p>15. Влияние высокоэнергетического излучения частиц на удельное сопротивление полупроводников.</p> <p>16. Влияние излучения гамма-квантов на удельное сопротивление полупроводников.</p>
КМ3	Защита лабораторной работы №3	ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1;ПК-4-У1;УК-1-У1;УК-1-В1;ПК-1-31;ПК-1-В1	<p>1. Основные статические и динамические параметры диодных структур.</p> <p>2. Изменение статических параметров биполярных диодных структур при облучении</p> <p>3. Изменение параметров облученных диодных структур при отжиге.</p> <p>4. Изменение статических параметров биполярных транзисторных структур при облучении.</p> <p>5. Изменение статических параметров биполярных транзисторных структур при отжиге.</p> <p>6.Изменение динамических параметров биполярных транзисторных структур при облучении.</p> <p>7. Изменение динамических параметров биполярных транзисторов при отжиге.</p> <p>8. Аппаратура и методика измерения статических параметров биполярных транзисторов.</p> <p>9. Физические принципы изменения характеристик полупроводников при воздействии облучения и отжига.ри облучении и отжиге.</p> <p>10. Физика процессов в полупроводниковых биполярных структурах при воздействии излучения и температуры.</p>

КМ4	Защита курсовой работы	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;УК-1-31;УК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<p>1. Методика расчета количества смещений атомов в полупроводниках при воздействии потока высокоэнергетических электронов</p> <p>2. Методика расчета количества смещений атомов в полупроводниках при воздействии потока высокоэнергетических ионов.</p> <p>3. Методика расчета количества смещений атомов в полупроводниках при воздействии потока быстрых нейтронов.</p> <p>4. Методика расчета количества смещений атомов в полупроводниках при воздействии гамма-квантов.</p> <p>5. Сравнительный анализ числа смещений при воздействии разного типа высокоэнергетических частиц на полупроводники.</p> <p>6. Влияние энергии и потока частиц и квантов на число смещений атомов в кристаллической решетке.</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	Выполнение лабораторной работы №1	ПК-1-31;ПК-1-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-У1;УК-1-В1;УК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31	"Устройство ускорителя тяжелых ионов"
P2	Выполнение лабораторной работы №2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1;ПК-4-У1	"Формирования профиля наноразмерных комплексов в полупроводниковых структурах"
P3	Выполнение лабораторной работы №3	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	"Управление статическими и динамическими параметрами биполярных транзисторов с применением РТП"
P4	Выполнение курсовой работы	УК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-В1	"Расчет полного числа смещений атомов в полупроводниках при воздействии проникающей радиации"

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

Билеты из 2-х вопросов

Электронная и бумажная версии билетов хранятся на кафедре ППЭ и ФПП

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

При аттестации (защите курсовой работы, экзамене) 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 хоть и с ошибками, но уверенно, исправляя ошибки 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.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Родненков В. Г.	Основы радиационной безопасности: для студентов инженерно-технических специальностей: учебное пособие	Электронная библиотека	Минск: ТетраСистемс, 2011

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Беспалов В. И.	Лекции по радиационной защите: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012
Л1.3	Бондаренко Г. Г.	Радиационная физика, структура и прочность твердых тел: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2016
Л1.4	Кулаков В. М., Ладыгин Е. А., Шаховцов В. И., др., Ладыгин Е. А.	Действие проникающей радиации на изделия электронной техники	Библиотека МИСиС	М.: Сов.радио, 1980
Л1.5	Горюнов Н. Н., Клейман А. Ю., Комков Н. Н., др., Горюнов Н. Н.	Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам	Библиотека МИСиС	М.: Энергия, 1972
Л1.6	Курносков А. И., Юдин В. В.	Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем: Учеб. пособие для вузов по спец. 'Полупроводники и диэлектрики' и 'Полупроводниковые приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1986
Л1.7	Осипов Ю. В., Горелик С. С.	Радиационное воздействие на полупроводники: лаб. практикум для студ. спец. 20.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л1.8	Горюнов Н. Н., Ладыгин Е. А., Макаров В. А., др. Е. А., Ладыгин	Основы радиационной технологии микроэлектроники: лаб. практикум для студ. спец. 0629	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л1.9	Ладыгин Е. А., Паничкин А. В., Горюнов Н. Н., др. Е. А., Ладыгин	Основы радиационной технологии микроэлектроники: Разд.: Механизмы образования и физическая природа радиационных процессов в полупроводниковых структурах: курс лекций для студ. спец. 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994
Л1.10	Ладыгин Е. А., Паничкин А. В., Горюнов Н. Н., др. Е. А., Ладыгин	Основы радиационной технологии микроэлектроники: Разд.: Первичные процессы образования радиационных центров в полупроводниковых кристаллах: курс лекций для студ. спец. 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994
Л1.11	Ладыгин Е. А., Горюнов Н. Н., Паничкин А. В., Галеев А. П.	Основы радиационной технологии микроэлектроники: Разд.: Радиационные эффекты в интегральных микросхемах: курс лекций для студ. спец. 06.29	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1996

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.12	Ладыгин Е. А., Горюнов Н. Н., Паничкин А. В., Галеев А. П.	Основы радиационной технологии микроэлектроники: Разд.: Радиационные эффекты в МПД и КМД структурах интегральных схем: Лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Ладыгин Е. А., Лагов П. Б., Мурашев В. Н.	Физические процессы в полупроводниках при облучении быстрыми частицами: Теория и расчет: Учеб.-метод. пособие для курс. и диплом. проектирования для студ. спец. 200100	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Ладыгин Е. А., Курносов А. И., Савков Г. Н., Мельников А. Л., Ладыгин Е. А.	Технология полупроводниковых приборов и интегральных схем: Разд.: Методы радиационной технологии, омические контакты и конструкции корпусов в производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем: лаб. практикум для студ. спец. 20.02, 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1			srin.org	
Э2	ЭБС "Лань"		https://e.lanbook.com	
Э3	Электронная библиотека МИСиС		http://elibrary.misis.ru/	
Э4	Курс "Основы радиационно-технологических процессов в электронике" на платформе LMS "Canvas"		https://lms.misis.ru/login/ldap	
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	Microsoft Office			
П.2	LMS Canvas			
П.3	MS Teams			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И.1	Государственная система научно-технической информации (ГСНТИ), http://www.gsnti.ru			
И.2	Рубрикатор научно-технической информации (ГРНТИ) http://www.grnti.ru			
И.3	Универсальная десятичная классификация (УДК) http://www.udk-codes.net			
И.4	Библиотечно-библиографическая классификация (ББК) - http://ofernio.ru/portal/bbk.php			
И.5	eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/			
И.6	Nano a natureresearch solution https://nano.nature.com			
И.7	SpringLink https://link.springer.com/			
И.8	Курс "Фзмка импульсного отжига" на платформе MLS Canvas		https://lms.misis.ru/login/ldap	
И.9	Электронная библиотека МИСиС		http://elibrary.misis.ru/	
И.10	Единое окно доступа к образовательным ресурсам		window.edu.ru	
И.11	ЭБС "Лань"		https://e.lanbook.com	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
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
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 Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-502	Лаборатория	ускоритель тяжелых ионов HVE-350; генератор импульсов Г5-48; осциллограф С1-75 (2шт); дозиметр СОЭКС-01М прайм; тепловизор Flir i5, -20...250 0С (100*100); пирометр инфракрасный бесконтактный термометр ДТ-8858; ПК

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При выполнении курсовой работы используется учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию "Физические процессы в полупроводниках при облучении быстрыми частицами: Теория и расчет".
Ладыгин Е. А., Лагов П. Б., Мурашев В. Н. М.: Учеба 2001 .