

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:16

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)

# Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 7

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.т.н., проф., Поляков Александр Яковлевич*

Рабочая программа

**Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

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

Составлена на основании учебного плана:

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

Утверждена в составе ОПОП ВО:

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

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра ППЭ и ФПП**

Протокол от 21.06.2023 г., №11

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

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цели освоения дисциплины - формирование компетенций в соответствии с учебным планом по направлению 11.03.04 в области электроники и нанoeлектроники, дающие студентам общие представления о современных достижениях в области роста широкозонных полупроводниковых материалов и их применения в различных приборах, технологических проблем и современных подходов их решения.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.07
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Инженерная математика	
2.1.2	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.3	Технология материалов электронной техники	
2.1.4	Физика диэлектриков	
2.1.5	Физика конденсированного состояния	
2.1.6	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.7	Актуальные проблемы современной электроники, нанoeлектроники и магнитоэлектроники	
2.1.8	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.9	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.10	Статистическая физика	
2.1.11	Физические свойства кристаллов	
2.1.12	Электроника	
2.1.13	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.14	Методы математической физики	
2.1.15	Практическая кристаллография	
2.1.16	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.17	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.18	Физика	
2.1.19	Физическая химия	
2.1.20	Электротехника	
2.1.21	Безопасность жизнедеятельности	
2.1.22	Математика	
2.1.23	Органическая химия	
2.1.24	Информатика	
2.1.25	Химия	
2.1.26	Аналитическая геометрия	
2.1.27	Инженерная и компьютерная графика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Вакуумная и плазменная электроника	
2.2.2	Квантоворазмерные структуры в нанoeлектронике	
2.2.3	Магнитные измерения	
2.2.4	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики	
2.2.5	Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники	
2.2.6	Нанoeлектроника полупроводниковых приборов и устройств	
2.2.7	Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.8	Основы радиационной стойкости изделий электронной техники	
2.2.9	Основы технологии электронной компонентной базы	
2.2.10	Приборы квантовой и оптической электроники	
2.2.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.13	Процессы вакуумной и плазменной электроники	
2.2.14	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.15	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом	

2.2.16	Элементы и устройства магнитоэлектроники
2.2.17	Методы математического моделирования
2.2.18	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур
2.2.19	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники
2.2.20	Силовые полупроводниковые приборы
2.2.21	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
2.2.22	Физика наноструктур
2.2.23	Физико-химия и технология наноструктур
2.2.24	Высоковакуумное оборудование в нанoeлектронике
2.2.25	Компьютерные технологии в исследованиях материалов электроники и нанoeлектроники
2.2.26	Компьютерные технологии в научных исследованиях
2.2.27	Мессбаэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.28	Микросхемотехника
2.2.29	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.30	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.31	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.32	Приборы и устройства магнитоэлектроники
2.2.33	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.34	Программирование микроконтроллеров
2.2.35	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.36	Технология наногетероструктур
2.2.37	Конструирование светоизлучающих устройств
2.2.38	Магнитные наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии
2.2.39	Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов
2.2.40	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.41	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования
2.2.42	Физика СВЧ полупроводниковых приборов
2.2.43	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.44	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений А2В6
2.2.45	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.46	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

**ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения**

**Знать:**

ОПК-4-31 Актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности

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

**Знать:**

ПК-5-31 Особенности оборудования, предназначенного для проведения экспериментальных исследований широкозонных полупроводников

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

**Знать:**

УК-2-32 Осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из различных источников

УК-2-31 Методы исследования спектров дефектов в гетероструктурах и в структурах с квантовыми ямами, методы исследования электрических свойств широкозонных полупроводниковых структур

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

<b>Уметь:</b>
ПК-5-У1 Определять основные рабочие характеристики полупроводникового прибора
<b>ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-4-У1 Применять методики поиска, сбора и обработки информации
<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Уметь:</b>
УК-2-У1 Определять цель, установить задачи исследования в полупроводниковой отрасли
<b>ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В1 Методами исследования спектров дефектов в широкозонных полупроводниках
<b>ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-4-В1 Навыками сбора и анализа исходных данных для предложения новых подходов решения профессиональных задач
<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Владеть:</b>
УК-2-В1 Пониманием основных технологических процессов роста полупроводниковых структур

#### 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
	<b>Раздел 1. Роль точечных и протяжённых дефектов в широкозонных полупроводниках</b>							
1.1	1.1. Широкозонные полупроводники и их использование в оптоэлектронике: светодиоды, лазеры, фотоприёмники. Роль дефектов и особенности широкозонных полупроводников: управляемое легирование, компенсация проводимости дефектами, участие в излучательной и безызлучательной рекомбинации носителей тока, деградация в процессе эксплуатации и при облучении. /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			

1.2	1.2. Материалы, о которых пойдёт речь: нитриды третьей группы, оксиды второй группы. /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
1.3	1.3. Типы точечных и протяжённых дефектов в полупроводниках: вакансии, междоузлия, примеси замещения и внедрения, комплексы, дислокации, дефекты упаковки, двойники, включения второй фазы. /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
1.4	1.4. Особенности широкозонных полупроводников в плане образования дефектов: выраженный полиморфизм широкозонных полупроводников, тенденция к образованию фаз с симметрией, пониженной по сравнению с «классическими» полупроводниками, вызванная этим анизотропия свойств, трудности получения собственных совершенных монокристаллов и необходимость роста на инородных подложках, высокая плотность дислокаций и других дефектов, сильное электрон-фононное взаимодействие, склонность к образованию комплексов дефектов. /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
1.5	1.5. Электронная структура дефектов и примесей в широкозонных полупроводниках, теоретическое рассмотрение. /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
1.6	1.6. Дефекты и примеси в соединениях III-N. /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
1.7	1.7. Дислокации, дефекты упаковки, антиструктурные домены, нанотрубки в соединениях III-N. /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
1.8	1.8. Методы снижения плотности дислокаций: получение структур на собственных подложках, методы селективного заравнивания. /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
1.9	1.9. Соединения II-O, стабильные и метастабильные фазы, методы получения /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			

1.10	1.10. Электронная структура дефектов в термодинамически стабильном оксиде галлия и твёрдых растворах на его основе /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
1.11	1.11. Электронная структура метастабильных полиморфов оксида галлия и твёрдых растворов на его основе /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
1.12	1.12. Методы получения плёнок метастабильных полиморфов Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> с пониженной концентрацией дефектов /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
1.13	Точечные и протяжённые дефекты в широкозонных полупроводниках. Практическое занятие 1. /Пр/	7	4	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-4-У1 ПК-5-У1 ПК-5-В1				
1.14	Точечные и протяжённые дефекты в широкозонных полупроводниках. Практическое занятие 2. /Пр/	7	4	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-4-У1 ПК-5-У1 ПК-5-В1				
1.15	Точечные и протяжённые дефекты в широкозонных полупроводниках. Практическое занятие 3. /Пр/	7	4	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-4-У1 ПК-5-У1 ПК-5-В1				
1.16	Подготовка к практическим занятиям 1. /Ср/	7	17	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-4-У1 ПК-5-У1 ПК-5-В1				
1.17	Подготовка к практическим занятиям 2. /Ср/	7	17	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-4-У1 ПК-5-У1 ПК-5-В1				
1.18	Подготовка к практическим занятиям 3. /Ср/	7	17	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-4-У1 ПК-5-У1 ПК-5-В1				
	<b>Раздел 2. Влияние дефектов на характеристики светодиодных и лазерных структур на основе соединений III-N и фотоприёмников на основе III-N, II-O</b>							
2.1	2.1. Синие и белые светодиоды, зелёные и красные светодиоды на основе III-N /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.2	2.2. УФ светодиоды на ближнюю, среднюю дальнюю УФ область на основе III-N /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.3	2.3. Синие и зелёные инжекционные лазеры /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.4	2.4. Солнечно-слепые фотоприёмники на основе III-N, II-O /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			

2.5	Дефекты в светодиодных и лазерных структурах. Практическое занятие 1. /Пр/	7	2	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1				
2.6	Дефекты в светодиодных и лазерных структурах. Практическое занятие 2. /Пр/	7	3	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1			КМ1	
2.7	Подготовка к практическим занятиям 1. /Ср/	7	17	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1				
2.8	Подготовка к практическим занятиям 2. /Ср/	7	17	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1				
<b>Раздел 3. Влияние дефектов на солнечно-слепые фотоприёмники на основе Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и твёрдых растворов на его основе</b>								
3.1	3.1. Влияние дефектов на солнечно-слепые фотоприёмники на основе Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и твёрдых растворов на его основе /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			Р1
3.2	Подготовка к зачёту с оценкой /Ср/	7	8	УК-2-31 УК-2-32 ОПК-4-31 ПК-5-31				

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

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



KM1	Тест	ОПК-4-31;УК-2-31;УК-2-32;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-2-У1;УК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какое направление является полярным в структуре вюрцита?</li> <li>2. В каком направлении поляризационное поле в структуре вюрцита равно нулю?</li> <li>3. Что увеличивает эффективность поляризационного легирования в полевых транзисторах AlGaIn/GaN?</li> <li>4. В какую сторону направлено поляризационное электрическое поле в гетероструктуре n-GaN/n-InGaIn/n-GaN с никелевым диодом Шоттки?</li> <li>5. В каком гетеропереходе самое слабое пьезоэлектрическое поле?</li> <li>6. Какие примеси используются для получения высокого удельного сопротивления в нитриде галлия?</li> <li>7. Почему растрескиваются плёнки нитрида галлия при выращивании на кремнии?</li> <li>8. В каких светодиодах квантовая эффективность на нитридах третьей группы максимальна?</li> <li>9. Какие параметры глубоких центров измеряются в адмиттанс-спектроскопии?</li> <li>10. В какую сторону смещается пик в проводимости (ступенька в ёмкости) при увеличении частоты измерений?</li> <li>11. К каким параметрам чувствительна адмиттанс-спектроскопия?</li> <li>12. Какие параметры ловушек в диоде Шоттки можно измерить с помощью ёмкостной релаксационной спектроскопии с электрической инжекцией?</li> <li>13. Какие параметры глубоких уровней можно определить из спектров РСГУ?</li> <li>14. Что определяют из Аррениусовских зависимостей коэффициента эмиссии в методе РСГУ?</li> <li>15. Что нужно сделать для прямого измерения сечения захвата ловушки в методе РСГУ?</li> <li>16. С помощью какого метода можно измерить спектр ловушек в высокоомном полупроводнике?</li> <li>17. С помощью какого метода можно измерить диффузионную длину неосновных носителей тока в нитридах?</li> <li>18. Какие ловушки сильнее изменяют ток в канале полевого транзистора?</li> <li>19. Где в полевом транзисторе сильнее всего происходит захват на поверхностные ловушки?</li> <li>20. Почему нельзя получить оксид галлия р-типа проводимости?</li> </ol>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Реферат	ОПК-4-31;УК-2-31;УК-2-32;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-2-У1;УК-2-В1	<p>Тема 1. Основные характеристики светодиодов видимого и УФ диапазонов спектра</p> <p>Тема 2.Основные характеристики фотоприёмников на УФ диапазон спектра.</p> <p>Тема 3. Светодиоды синего диапазона спектра на основе III-N, устройство, достигнутые характеристики, проблемы, области применения</p> <p>Тема 4.Светодиоды зелёного и красного диапазонов спектра, устройство, достигнутые характеристики, проблемы, области применения</p> <p>Тема 5. Светодиоды ближнего и дальнего УФ диапазонов спектра, устройство, достигнутые характеристики, проблемы, области применения</p> <p>Тема 6. Дegradация характеристик светодиодов на основе III-N при облучении высокоэнергетическими частицами: процессы, приводящие к деградации, методы изучения, методы борьбы</p> <p>Тема 7. Дegradация характеристик светодиодов на основе III-N в процессе длительной работы в жёстких условиях: проявления, причины деградации, методы борьбы</p> <p>Тема 8. Солнечно-слепые фотоприёмники на основе III-N: области применения, требования к характеристикам, состояние дел, основные проблемы</p> <p>Тема 9. Солнечно- слепые фотоприёмники на основе Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: области применения, требования к характеристикам, состояние дел, основные проблемы</p> <p>Тема 10. Особенности механизмов, определяющих фоточувствительность фотоприёмников на основе Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub></p> <p>Тема 11. Микросветодиоды на основе III-N: преимущества, требования.</p> <p>Тема 12. Наносветодиоды на основе III-N: методы получения, преимущества, проблемы.</p> <p>Тема 13. Новые области применения микро- и наносветодиодов на основе III-N</p> <p>Тема 14. Проблема создания гибких светодиодов на основе III-N.</p> <p>Тема 15. Перспективы применения светодиодов на основе III-N в системах, предназначенных для использования в открытом космосе.</p>
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Экзамен по дисциплине не предусмотрен			

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

По курсу предусмотрен зачет с оценкой и курсовая работа.

Оценка за зачет проставляется на основе устного ответа.

Оценка "отлично" - обучающийся отвечает на 2 вопроса, если студент показывает глубокие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний, грамотно и логично излагает мысли при ответе, умеет формулировать выводы из полученного материала.

Оценка "хорошо" - обучающийся отвечает на 2 вопроса, показывает знания в объеме пройденного материала, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, путается при изложении материала.

Оценка "удовлетворительно" - обучающийся отвечает на 1 вопроса, ответы излагает с ошибками, но уверенно исправляется после дополнительных и наводящих вопросов.

Оценка "неудовлетворительно" - обучающийся не может ответить на вопросы, допускает грубые ошибки в ответах, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка "не явка" - обучающийся на экзамен не явился.

Оценка за курсовую проставляется на основе выполненной работы и защищенной устно публичным выступлением перед группой.

Оценка "отлично" - обучающийся выполнил задание в полном объеме, разобрался в теме курсовой работы, отвечает на вопросы.

Оценка "хорошо" - обучающийся выполнил задание в полном объеме и не может ответить на вопросы, либо не все пункты выполнил, но хорошо отвечает на вопросы, может делать логические выводы.

Оценка "удовлетворительно" - обучающийся выполнил задание не в полном объеме и не может ответить на вопросы.

Оценка "неудовлетворительно" - обучающийся не выполнил задание.

Оценка "не явка" - обучающийся не получал задания для курсовой работы.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Курляндская Г. В., Левит В. И., Васьковский В. О.	Материаловедение: монокристаллы: учебное пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2011
Л1.2	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
Л1.3	Шалимова К. В.	Физика полупроводников: учебник для вузов по спец. 'Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Энергия, 1976

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Ковалев А. Н.	Транзисторы на основе полупроводниковых гетероструктур: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr			
-----	---	--	--	--

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	- Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	- Аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.4	- Аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
И.5	- Научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

К-501	Учебная аудитория	экран, проектор, доска, ПК, комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
-------	-------------------	--

### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Освоение дисциплины возможно только при систематической посещении лекций и практических занятий.

Слайд-конспект курса лекций предназначен для более глубокого усвоения материала при изучении разделов, связанных с технической частью курса. Презентация позволяет преподавателю иллюстрировать лекцию не только схемами и рисунками, которые есть в учебном пособии, но и полноцветными фотографиями, рисунками и т.д. Для дополнительной проработки пройденного материала и закрепления знаний студентам будет выдаваться копия презентаций лекций и практических занятий.

Студент может выбрать тему из представленного списка, может получить дополнительную консультацию по уточнению задания и алгоритма выполнения в аудитории К-508. Также к каждой теме будет выдан список литературы, которая поможет в подготовке и написании курсовой работы.