

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 28.04.2023 13:07:53

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 1

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
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):

кфмн, доцент, Осипов Юрий Васильевич; ктн, доцент, Орлова Марина Николаевна

Рабочая программа

Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники

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 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ, 11.04.04-МЭН-22-2.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.04.04 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра ШЭ и ФШ

Протокол от 21.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения Диденко Сергей Иванович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у студентов компенсаций в соответствии с учебным планом в области электроники и нанoeлектроники, применительно к изучению передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной электроники и нанoeлектроники, а так же формирование навыков оценки новизны исследований и разработок, освоения новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Иностранный язык	
2.2.2	Планирование научной деятельности	
2.2.3	Приборные структуры на некристаллических материалах	
2.2.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.5	Технология наногетероструктур	
2.2.6	Физика наноструктур	
2.2.7	Перспективная фотовольтаика	
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Педагогическая практика	
2.2.10	Микросхемотехника	
2.2.11	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках	
2.2.12	Силовые полупроводниковые приборы	
2.2.13	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A2B6	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-3: Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
Знать:
ОПК-3-31 подходы к решению инженерных задач
ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-1-31 новые квантовые физические явления, определяющие работу современных приборов, позволяют прогнозировать физические параметры разрабатываемых приборов и ИС
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, выработать стратегию действий
Знать:
УК-1-31 актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных
ОПК-3: Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
Уметь:
ОПК-3-У1 использовать новую информацию в своей предметной области
ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У1 применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук

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 осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов
ОПК-3: Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
Владеть:
ОПК-3-В1 методами решения инженерных задач
ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 знаниями в междисциплинарных областях
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 вырабатывать стратегию действий

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. История развития вакуумной и полупроводниковой электроники. Транзистор как основной элемент интегральной электроники							
1.1	История развития полупроводниковой электроники. Вакуумная электроника /Лек/	1	4	УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.8 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.6Л3.1			
1.2	Транзистор как основной элемент интегральной электроники /Пр/	1	6	ОПК-1-У1 ОПК-3-В1	Л1.5 Л1.6 Л1.7Л1.8 Л2.6Л3.1			
1.3	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	1	12	УК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.8 Л1.5 Л1.6		КМ1	
1.4	Подготовка к докладу и написанию реферата /Ср/	1	5	УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-У1	Л1.8 Л1.5 Л1.6 Э1			Р1
	Раздел 2. Предельные возможности интегральной микроэлектроники. Физические и технологические ограничения на уменьшение размеров и рост степени интеграции							
2.1	Предельные возможности интегральной микроэлектроники /Лек/	1	3	УК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.5 Л1.6Л2.2 Л2.4 Л2.5			

2.2	Физические и технологические ограничения на уменьшение размеров и рост степени интеграции /Пр/	1	8	ОПК-1-У1 ОПК-3-В1	Л2.2 Л2.5 Л1.5 Л1.6Л2.4Л3. 1			
2.3	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	1	16	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-В1	Л1.8 Л1.5 Л1.6		КМ1	
2.4	Подготовка к докладу и написанию реферата /Ср/	1	5	УК-1-У1 ОПК -1-У1 ОПК-1- В1 ОПК-3-У1	Л1.8 Л1.5 Л1.6Л2.6 Э1			Р1
Раздел 3. Функциональная микроэлектроника								
3.1	Функциональная микроэлектроника /Лек/	1	3	УК-1-У1 ОПК -1-У1 ОПК-3- В1 ОПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л1.8 Л2.6			
3.2	Элементная база функциональной микроэлектроника /Пр/	1	6	УК-1-У1 ОПК -1-У1 ОПК-3- 31 ОПК-3-В1	Л1.4 Л1.5 Л1.6Л1.8 Л2.6			
3.3	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	1	12	УК-1-У1 ОПК -1-У1 ОПК-1- В1	Л1.8 Л1.5 Л1.6Л2.6		КМ1	
3.4	Подготовка к докладу и написанию реферата /Ср/	1	5	УК-1-У1 ОПК -1-У1 ОПК-1- В1 ОПК-3-У1	Л1.8 Л1.5 Л1.6Л2.6 Э1			Р1
Раздел 4. Технологические особенности формирования наноструктур								
4.1	Технологические особенности формирования наноструктур /Лек/	1	3	УК-1-31 ОПК- 1-У1 ОПК-3- 31 ОПК-3-В1 УК-1-В1	Л1.5 Л1.6Л2.7 Л2.8 Л2.9			
4.2	Технология тонких пленок и многослойных структур /Пр/	1	8	ОПК-1-У1 УК -1-В1 ОПК-3- 31	Л1.5 Л1.6Л2.7 Л2.8 Л2.9			
4.3	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	1	16	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-В1	Л1.8 Л1.5 Л1.6Л2.5Л3. 1		КМ1	
4.4	Подготовка к докладу и написанию реферата /Ср/	1	5	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.8 Л1.5 Л1.6 Э1			Р1
Раздел 5. Квантоворазмерные структуры и приборы на их основе								
5.1	Квантовая инженерия /Лек/	1	4	УК-1-31 ОПК- 1-31 ОПК-1- У1 ОПК-3-В1 УК-1-В1 ОПК- 3-31	Л1.5 Л1.6Л2.7 Л2.8 Л2.9			
5.2	Квантоворазмерные структуры и приборы на их основе /Пр/	1	6	ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.8 Л1.5 Л1.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9Л2.3			

5.3	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	1	12	УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-В1	Л1.1 Л1.8 Л1.5 Л1.6Л2.4 Л2.6		КМ1	
5.4	Подготовка к докладу и написанию реферата /Ср/	1	5	УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.8 Л1.5 Л1.6Л2.6 Э1			Р1

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	Тест	ОПК-1-31;ОПК-1-В1;УК-1-31;УК-1-У1;ОПК-3-31;ОПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Почему широкое развитие нанотехнологий связывают с появлением сканирующего микроскопа? 2. Что представляет собой эффект размерного квантования? 3. Какая гетероструктура является типичным примером эффекта размерного квантования? 4. Почему тонкие плёнки являются примером структуры с двумерным электронным газом? 5. В чём состоит важный для атомной теории принцип соответствия? 6. В чём состоит эксперимент по наблюдению магнитного эффекта Ааронова – Бома? 7. Каковы практические применения процесса туннелирования электрона? 8. Что представляет собой холодная эмиссия электронов из металлов? 9. Что понимают под нанотехнологиями? 10. Каково применение эффекта резонансного туннелирования в двух барьерной квантовой структуре? 11. Почему кремний является основным материалом современной микроэлектроники? 12. Какие причины сдерживают использование монокристаллического кремния в оптоэлектронике? 13. Сравните электрические сопротивления монокристаллического и пористого кремния. 14. Сравните теплопроводности монокристаллического и пористого кремния. 15. Какие составы электролитов используются при формировании низкоразмерного кремния? 16. Присутствие носителей заряда какого знака необходимо для получения низкоразмерного кремния при анодировании? 17. Как классифицируется пористый кремний по размеру пор? 18. Что понимают под пористостью низкоразмерного кремния? 19. При каких значениях пористости низкоразмерный кремний генерирует видимый свет? 20. Каковы перспективы применения пористого кремния в наноэлектронике?

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	Реферат	ОПК-1-В1;УК-1-У1;ОПК-1-У1;УК-1-31;ОПК-3-У1;УК-1-В1	Рекомендованные темы рефератов по дисциплине "Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники" 1. Актуальность использования низкоразмерного кремния в производстве изделий микро- и наноэлектроники 2. Технология тонких пленок и многослойных структур наноэлектроники 3. Квантовая инженерия 4. Специфические свойства наночастиц, определяющие их использование в наноэлектронике 5. Элементная база микроволновых систем 6. Элементная база приборов наноэлектроники 7. Полупроводниковые материалы в технологиях электроники 8. Оптоэлектронные системы 9. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники 10. Электронные приборы на наноструктурах
----	---------	--	---

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

Экзамен по дисциплине не предусмотрен.

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

По каждому разделу дисциплины предусмотрена как текущая, так и рубежная аттестация. Текущая аттестация оценивается по докладу с обязательной презентацией (актуальность, полнота раскрытия темы, качество оформления), и активности студента на семинаре. Рубежная аттестация проводится в виде сдачи реферата.

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 за-данных 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.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Шапгина Л. И.	Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012
Л1.2	Битнер Л. Р.	Вакуумная и плазменная электроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007
Л1.3	Дробот П. Н.	Наноэлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: ТУСУ, 2016
Л1.4	Борисенко В. Е.	Наноэлектроника: теория и практика: учебник	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л1.5	Шишкин Г. Г., Агеев И. М.	Наноэлектроника: элементы, приборы, устройства: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л1.6	Щука А. А., Сигов А. А.	Наноэлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л1.7	Ковалев А. Н.	Гетероструктурная наноэлектроника: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2009

6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Драгунов В. П., Остертак Д. И.	Микро- и наноэлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012
Л2.2	Неволин В. К.	Зондовые нанотехнологии в электронике: монография	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2014
Л2.3	Алакоз Г. М., Котов А. В., Курак М. В., Попов А. А., Сериков А. П.	Программно-аппаратные платформы и вычислительные наноструктуры	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л2.4	Чаплыгин Ю. А.	Нанотехнологии в электронике	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2013
Л2.5	Чаплыгин Ю. А.	Нанотехнологии в электронике-3.1: монография	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2016
Л2.6		Успехи наноинженерии: электроника, материалы, структуры: монография	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2011
Л2.7	Хачоян А. В., Бусев С. А., Мосолова Т. П., Гонсалвес К. Е., Хальберштадт К. Р., Лоренсин К. Т., Наир Л. С.	Наноструктуры в биомедицине: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л2.8	Деффейс К., Деффейс С.	Удивительные наноструктуры: научно- популярное издание	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л2.9	Мурашова Н. М.	Биология. Биологические наноструктуры: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2010
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Анисимова Н. И., Грабов В. М., Зайцев А. А., Ляпцев А. В., Ханин С. Д.	Учебно-методический комплекс по сетевой образовательной программе «Физика наноструктур и наноэлектроника»	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: РГПУ им. А. И. Герцена, 2013
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	ГОСТ 7.32-2017 СИБД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Поправками)		http://docs.cntd.ru/document/1200157208	
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr			
П.2	ESET NOD32 Antivirus			
П.3	Creative Cloud for teams All Apps Multiple Platforms Multi European Language			
П.4	Microsoft Office			
П.5	MS Teams			
П.6	MATCAD			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И.1	Научные журналы и статьи			
И.2	http://elibrary.ru/			
И.3	https://link.springer.com/			
И.4	Web of Science https://apps.webofknowledge.com			
И.5	Scopus https://www.scopus.com/			
И.6	Elsevier https://www.sciencedirect.com/			

И.7	Электронная библиотека МИСиС
И.8	http://elibrary.misis.ru/
И.9	Электронная библиотека издательство "Лань"
И.10	https://e.lanbook.co
И.11	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
И.12	https://window.edu.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации. Выполнение работы проводится с широким использованием компьютерных программ, как для выполнения, так и для оформления работы. Расчетно-графические работы выполняются с помощью компьютерных программ имитационного моделирования электронных устройств.