

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магomedович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 13.09.2023 12:58:47

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа НИР

Тип НИР

Научно-исследовательская работа

Закреплена за кафедрой Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки 28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники

Вид НИР Свой

Способ проведения НИР

Форма проведения НИР дискретно

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 252 Формы контроля в семестрах:
в том числе: зачет с оценкой 1, 2, 3

аудиторные занятия 0

самостоятельная работа 252

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		2 (1.2)		3 (2.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП	УП	РП		
Неделя	18		18		19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Сам. работа	72	72	108	108	72	72	252	252
Итого	72	72	108	108	72	72	252	252

Программу составил(и):
к.тн, доцент, Подгорная С.В.

Рабочая программа

Научно-исследовательская работа

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 28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.04.01-МНТМ-23-1.plx Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра технологии материалов электроники

Протокол от 29.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения дфмн, профессор Костишин В.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Формирование компетенций в соответствии с учебным планом по программе магистратуры по направлению 11.04.04 "Электроника и нанoeлектроника" а также приобретение навыков научно-исследовательской деятельности и подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы магистра.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б2.В
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	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций**Знать:**

ПК-2-31 Направления совершенствования технологических процессов для улучшения характеристик объектов исследования.

ПК-2-32 Закономерности влияния технологических факторов на характеристики полупроводниковых материалов и параметры приборных структур.

ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство**Знать:**

ПК-1-31 Основы технологии производства исследуемых материалов и приборных структур, правила работы с конструкторско-технологической информацией.

ОПК-5: Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования, разработки и проектирования объектов, систем и процессов**Знать:**

ОПК-5-31 Общие подходы к решению поставленных задач по теме исследования

ОПК-7: Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники**Знать:**

ОПК-7-31 Современные мировые достижения по теме исследования на основе использования поисковых систем

ПК-3: Способен проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы**Знать:**

ПК-3-31 Методы измерения опытных образцов изделий электронной техники

ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники**Знать:**

ПК-4-32 Способы визуального и графического представления экспериментальных результатов измерений опытных образцов изделий электронной техники

ПК-4-33 Стандартные программы статистической обработки экспериментальных результатов

ПК-4-31 Статистические методы обработки экспериментальных результатов измерений опытных образцов изделий электронной техники

ПК-3: Способен проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы**Знать:**

ПК-3-32 Оборудование для проведения измерений свойств и характеристик изделий электронной техники

ПК-3-33 Способы получения опытных образцов электронной техники

ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области

Знать:
ОПК-4-31 Основы разработки компьютерных программ для расчета характеристик полупроводниковых структур, режимов проведения технологических операций
ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-1-31 Современные мировые достижения по теме исследования на основе использования поисковых систем.
УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, участвовать в обучении на протяжении всей жизни
Знать:
УК-6-31 Основные пути совершенствования собственной деятельности в рамках выбранного направления.
УК-5: Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
Знать:
УК-5-31 Существующие проблемы по тематике исследований и основные пути их решения
УК-5-32 Возможные подходы к решению задач исследования на основе понимания поставленных научных и экономических вопросов.
УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, участвовать в обучении на протяжении всей жизни
Уметь:
УК-6-У1 Расставлять приоритеты в работе для оптимального и эффективного достижения поставленных целей
УК-5: Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
Уметь:
УК-5-У2 Вырабатывать технологические и технические приемы, направленные на решение поставленных задач.
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Уметь:
ПК-2-У1 Рассчитывать и анализировать степень возможного изменения технологических операций с целью оптимизации комплекса параметров исследуемых объектов.
ПК-3: Способен проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы
Уметь:
ПК-3-У1 Выбирать методы измерения свойств и характеристик изделий электронной техники для получения наиболее полной информации об объекте
ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники
Уметь:
ПК-4-У1 Систематизировать экспериментальные результаты для их дальнейшей обработки
ПК-4-У2 Проводить расчеты с целью определения свойств и характеристик изделий электронной техники
УК-5: Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
Уметь:
УК-5-У1 Планировать мероприятия в рамках проведения комплексных исследований, направленных на решение выявленных нерешенных задач по тематике исследований.
ПК-3: Способен проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы
Уметь:
ПК-3-У2 Использовать измерительное оборудование для исследования изделий электронной техники
ПК-3-У3 Изготавливать опытные образцы изделий электронной техники

ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У1 Разрабатывать компьютерные программы для расчета и моделирования характеристик и параметров исследуемых структур, режимов проведения технологических операций
ОПК-7: Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники
Уметь:
ОПК-7-У1 Анализировать имеющуюся научную информацию, разрабатывать направления исследований с целью возможного решению интересующих вопросов и проблем, планировать проведение НИР
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство
Уметь:
ПК-1-У1 Рассчитывать базовые режимы проведения технологических процессов производства объектов исследования.
ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У1 Анализировать имеющуюся научную информацию, разрабатывать направления исследований с целью возможного решению интересующих вопросов и проблем, планировать проведение НИР.
ОПК-5: Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования, разработки и проектирования объектов, систем и процессов
Уметь:
ОПК-5-У1 Находить алгоритмы решения теоретических и практических вопросов по теме исследования с учетом экономических и организационных требований
Владеть:
ОПК-5-В1 Проводить практическую работу в области организации экспериментальных исследований по выбранной тематике НИР
ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 Методами оценки научной и экономической эффективности выбранного направления исследований.
ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники
Владеть:
ПК-4-В2 Методами визуального и графического представления экспериментальных результатов измерений опытных образцов изделий электронной техники
ПК-4-В1 Программным обеспечением для обработки результатов измерений опытных образцов изделий электронной техники
ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-4-В1 Навыками расчета характеристик, параметров структур и режимов проведения технологических операций с использованием разработанного программного обеспечения
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство
Владеть:
ПК-1-В1 Методиками моделирования проведения технологических процессов производства исследуемых объектов.
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций

Владеть:
ПК-2-В1 Техническими приемами проведения технологических операций в режимах, обеспечивающих оптимизацию характеристик и параметров объектов исследования.
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство
Владеть:
ПК-1-В2 Способами модернизации производственного процесса с целью внедрения полученных результатов исследований.
УК-5: Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
Владеть:
УК-5-В1 Практическими приемами организации проведения исследований, внедрения полученных результатов в технологический процесс путем решения управленческих вопросов, связанных с созданием и ведением исследовательских проектов.
ПК-3: Способен проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы
Владеть:
ПК-3-В1 Применять методы измерения опытных образцов электронной техники
УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, участвовать в обучении на протяжении всей жизни
Владеть:
УК-6-В1 Обладать способностью проведения самооценки и находить пути ее повышения за счет постоянного самообучения.
ОПК-7: Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники
Владеть:
ОПК-7-В1 Методами оценки научной и экономической эффективности выбранного направления исследований

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. НИР 1							
1.1	Получение задания от руководителя. Подбор литературы для обзора. Составление плана (содержания) НИР. Формулировка цели и задач научного исследования. /Ср/	1	20	УК-5-31 УК-5-32 УК-5-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.24 Л2.30 Л2.32 Л2.37 Л2.38 Л2.41 Л2.49 Э1 Э2 Э3	Составление плана НИР 1.		Р1
1.2	Написание литературного обзора по теме НИР. Анализ материала, формулировка основных выводов по работе. /Ср/	1	24	УК-5-31 УК-5-32 УК-5-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.16 Л2.17 Л2.18 Л2.25 Л2.26 Л2.27 Л2.28 Л2.31 Л2.34 Л2.36 Л2.42Л3.1 Э1 Э2 Э3	Литературный обзор. Обсуждение с научным руководителем. Формулировка основных выводов по работе.		Р2

1.3	Написание отчета по НИР 1, подготовка презентации, доклада. /Ср/	1	26	УК-5-31 УК-5-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л1.1 Л1.2 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л2.38 Л2.41 Л1.1Л2.7 Л2.10 Л2.11 Л2.14 Л2.19 Л2.24 Л2.29 Л2.33 Л2.35 Л2.46 Л2.49Л3.1 Э1 Э2 Э3	Отчет, презентация, доклад.		Р3
1.4	Защита результатов НИР 1 /Ср/	1	2	УК-5-31 УК-5-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Э1 Э3		КМ1	
	Раздел 2. НИР 2							
2.1	Получение задания от руководителя. Подбор литературы для обзора. Составление плана (содержания) НИР. Формулировка цели и задач научного исследования. /Ср/	2	20	УК-5-31 УК-5-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-31	Л1.1Л2.10 Л2.14 Л2.19 Л1.1 Л2.23 Л2.29 Л2.33 Л2.38 Л2.41 Л2.43 Л2.49 Э1 Э2 Э3	Составление плана НИР 2.		Р4
2.2	Изучение конструкции и технологии изготовления электронных структур, выбранных для проведения исследований, анализ их основных характеристик и параметров, технологии изготовления. /Ср/	2	30	УК-5-31 УК-5-У1 УК-5-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-3-33 ПК-3-У3	Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л1.1Л2.10 Л2.14 Л2.19 Л2.24 Л2.29 Л2.35 Л2.41 Л2.49 Э1 Э3	Литературный обзор.		Р5
2.3	Изучение методов и методик проведения исследований. Обоснование выбора экспериментальных методов исследования. /Ср/	2	20	УК-5-31 УК-5-У1 УК-5-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л2.2 Л1.1 Л2.23 Л2.42Л2.1 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Л2.17 Л2.18 Л2.25 Л2.27 Л2.28 Л2.34 Л2.36 Л2.43 Л2.48 Э1 Э3	Обсуждение и согласование методов и методик НИР с научным руководителем		Р6

2.4	Анализ материала, формулировка основных выводов по работе. /Ср/	2	16	УК-5-31 УК-5-У1 УК-5-У2 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.38Л2.14 Л2.19 Л1.1 Л2.24 Л2.29 Л2.33 Л2.35 Л2.41 Л2.49 Э1 Э2 Э3	Обсуждение с научным руководителем . Формулировка основных выводов по работе.		Р7
2.5	Написание отчета по НИР 2, подготовка презентации, доклада. /Ср/	2	20	УК-5-У1 УК-5-В1 УК-6-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1Л2.11 Л2.19 Л1.1 Л2.24 Л2.32 Л2.33 Л2.38 Л2.41 Л1.1 Л2.49Л3.1 Э1 Э2 Э3	Отчет, презентация, доклад.		Р8
2.6	Защита результатов НИР 2 /Ср/	2	2	УК-5-31 УК-6-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Э1 Э3		КМ2	
Раздел 3. НИР 3								
3.1	Получение задания от руководителя. Составление плана (содержания) НИР. Формулировка цели и задач научного исследования. /Ср/	3	10	УК-5-31 УК-5-У1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л1.1 Э1 Э2 Э3	Составления содержания НИР 3.		Р9
3.2	Выполнение самостоятельных экспериментальных исследований, компьютерного моделирования по теме НИР 3. /Ср/	3	29	УК-5-31 УК-5-У1 УК-5-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-В2 ПК-2-В1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-В1	Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.38Л2.2 Л2.16 Л2.25 Л2.26 Л2.28 Л2.34 Л2.36 Л1.1 Э1	Экспериментальные результаты измерений параметров и характеристик структур, режимов проведения технологических операций.		Р10
3.3	Статистическая обработка экспериментальных результатов, проведение необходимых теоретических расчетов, компьютерного моделирования. Анализ полученных экспериментальных результатов, формулировка выводов по работе. /Ср/	3	5	УК-5-В1 УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.30 Л2.38Л2.13 Л2.15 Л2.39 Л2.44 Л2.45 Э1 Э3	Обсуждение полученных результатов с научным руководителем . Формулировка основных выводов по работе.		Р11

3.4	Написание отчета по НИР 3, подготовка презентации, доклада. /Ср/	3	26	УК-6-31 УК-6-У1 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.1Л2.1 Л2.8 Л2.9 Л2.13 Л2.15 Л2.16 Л2.26 Л2.27 Л2.28 Л2.36 Л2.39 Л2.43 Л2.44 Л2.45Л3.1 Э1 Э2 Э3	Отчет, презентация, доклад.		Р12
3.5	Защита результатов НИР 3. /Ср/	3	2	УК-5-31 УК-6-31 УК-6-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 ПК-4-В2	Э1 Э3		КМ3	

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 результатов НИР1	УК-5-31;УК-6-31;ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-2-32;УК-5-У1;УК-6-У1;УК-6-В1	<p>Вопросы к защите результатов НИР зависят от конкретной тематики исследований и формулируются руководителем .</p> <p>Поиск информации и составление плана исследований :</p> <ul style="list-style-type: none"> - какова цель Вашей научно-исследовательской работы? - какие задачи были сформулированы в процессе работы над НИР? - какие электронные базы данных и ресурсы были использованы в процессе работы над НИР? - какие литературные источники были использованы в процессе выполнения НИР? - в чем состоит новизна научно-исследовательской работы? - какие основные научные результаты были получены в области вашего исследования за последние несколько лет? - как связаны Ваши исследования с мировыми тенденциями в этой области? - какова доля личного участия в проведенной работе? - какими нормативными документами Вы пользовались при оформлении отчета? - была ли организована командная работа в процессе подготовки НИР? В чем она заключалась? - проводились ли в ходе выполнения работы комплексные исследования, в том числе с изменением технологического процесса производства объектов исследования?

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	НИР 1. Этап №1	УК-5-31;УК-5-У1;УК-6-31;УК-6-У1;УК-6-В1	Получение задания от руководителя. Подбор литературы для обзора. Составление плана (содержания) НИР. Формулировка цели и задач научного исследования. Работы проводятся в соответствии с выбранной темой исследований и планом НИР, согласованным с научным руководителем. В рамках выполнения НИР студент проводит следующие работы: - поиск информации по теме исследования с использованием доступных ресурсов, на основе которого формируется план проведения НИР, составляется литературный обзор
----	-------------------	---	---

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

Экзамен не предусмотрен

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

Оценку за НИР в 1 семестре выставляет руководитель. Оценку за НИР во 2 семестре выставляет комиссия по результатам доклада студента на семинаре. Оценка за 3 семестр выставляется на основе доклада студента или на студенческой научно-технической конференции или на семинаре.

Перед комиссией студент демонстрирует презентацию работы и делает краткий доклад, в котором отражает задачи работы, использованные методики, основные результаты и выводы (заключение); затем члены комиссии производят опрос студента по содержанию НИР и выставляют зачет с дифференцированной оценкой.

Методика оценки защиты результатов выполненной НИР.

1. Отлично:

- содержание отчета полностью соответствует тематике НИР;
- отчет оформлен в соответствии с требованиями ГОСТа;
- отчет сдан в установленные сроки;
- при защите студент полно и четко ответил на поставленные вопросы

2. Хорошо:

- содержание отчета полностью соответствует тематике НИР;
- отчет оформлен в соответствии с требованиями ГОСТа;
- отчет сдан в установленные сроки;
- при защите студент полно и четко ответил на большинство поставленных вопросов.

3. Удовлетворительно:

- содержание отчета в основном соответствует тематике НИР;
- отчет оформлен не в полном соответствии с требованиями ГОСТа,;
- нарушены сроки сдачи отчет;
- при защите студент допускает ошибки при ответе на поставленные вопросы;

4. Неудовлетворительно:

- содержание отчета не раскрывает тему НИР;
- оформление отчета не соответствует требованиям ГОСТа,;
- нарушены сроки сдачи отчет;
- при защите студент допускает грубые ошибки, не понимает сути и путается при ответе на поставленные вопросы;

Если студент выполнил НИР в полном объеме, но неудовлетворительно оформил отчет по НИР или неудовлетворительно отвечал на вопросы комиссии, то ему предоставляется возможность повторной защиты НИР на соответствующем семинаре в срок, устанавливаемый заведующим кафедрой.

Студент, не выполнивший НИР в установленном объеме (в соответствии с заданием), не допускается к защите НИР. По разрешению дирекции института такому студенту предоставляется возможность выполнять НИР в каникулярное время, с защитой НИР перед началом нового учебного года. Студент, не получивший зачет по НИР до начала нового учебного года, отчисляется из университета.

Лучшие НИР выдвигаются кафедрой на университетский смотр - конкурс исследовательских работ студентов, который проводится на межкафедральной основе. Авторы отчетов по НИР, занявшие первые места на этом конкурсе, награждаются премиями, а также могут представляться к получению повышенных стипендий.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Легостаев Н. С., Четвергов К. В.	Твердотельная электроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Эль Контент, 2011

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Драгунов В. П., Остертак Д. И.	Микро- и наноэлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Туркельтауб Р. М.	Методы исследования точности и надёжности схем аппаратуры: монография	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Энергия, 1966
Л2.2	Кларк Э. Р., Эберхардт К. Н., Баженов С. Л.	Микроскопические методы исследования материалов: монография	Электронная библиотека	Москва: РИЦ Техносфера, 2007
Л2.3	Троян П. Е.	Микроэлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007
Л2.4	Троян П. Е., Сахаров Ю. В.	Наноэлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010
Л2.5	Троян П. Е.	Твердотельная электроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2006
Л2.6	Филимонова Н. И., Кольцов Б. Б.	Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013
Л2.7	Корнилович А. А., Ознобихин В. И., Суханов И. И., Холявко В. Н.	Физика твердого тела: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012
Л2.8	Газенаур Е. Г., Кузьмина Л. В., Крашенинин В. И.	Методы исследования материалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013
Л2.9	Созинов С. А., Колесников Л. В.	Структурные методы исследования кристаллов: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012
Л2.10	Садова А. Н., Кузнецова О. Н., Серова В. Н., Заикин А. Е., Стоянов О. В.	Технология получения полимерных пленок из расплавов и методы исследования их свойств: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно- исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013
Л2.11	Садова А. Н., Бударина Л. А., Серова В. Н., Заикин А. Е., Стоянов О. В.	Технология получения полимерных пленок специального назначения и методы исследования их свойств: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно- исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014
Л2.12	Шагрова Г. В., Топчиев И. Н.	Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий: учебное пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: Северо- Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.13	Тяпкин А. А.	Статистические методы в экспериментальной физике	Электронная библиотека	Москва: Атомиздат, 1976
Л2.14	Перерва О. В., Ендовин Ю. П., Шкодич В. Ф.	Технология получения кремнийорганических мономеров: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017
Л2.15	Агалаков С. А.	Статистические методы анализа данных: учебное пособие	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2017
Л2.16	Панова Т. В.	Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия: учебное пособие	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016
Л2.17	Новотельнова А. В., Асач А. В., Тукмакова А. С., Самусевич К. Л.	Методы исследования теплопроводности, электропроводности и коэффициента Зеебека: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019
Л2.18	Виноградов В. В., Виноградов А. В., Морозов М. И., Румянцева В. И., Румянцева В. И.	Физико-химические методы исследования материалов: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019
Л2.19	Блохин А. Н., Бураков А. Е., Буракова И. В., Кучерова А. Е., Таров В. П., Пасько Т. В.	От композитов к нанокompозитам (классификация, особенности, технология получения, применение и свойства): учебное электронное издание: учебное пособие	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018
Л2.20	Шишкин Г. Г., Агеев И. М.	Нанoeлектроника: элементы, приборы, устройства: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л2.21	Щука А. А., Сигов А. А.	Нанoeлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л2.22	Раннев Г. Г., Сурогина В. А., Калашников В. И., др., Раннев Г. Г.	Информационно-измерительная техника и электроника: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. "Электрoэнергетика"	Библиотека МИСиС	М.: АСАСЕМIA, 2009
Л2.23	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982
Л2.24	Полисан А. А.	Материалы и элементы электронной техники. Тонкопленочные многослойные структуры и солнечные элементы на основе гидrogenизированного аморфного и нанокристаллического кремния: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.25	Бублик В. Т., Мильвидский А. М.	Методы исследования материалов и структур электроники. Рентгеновская дифракционная микроскопия: курс лекций	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л2.26	Бублик В. Т., Дубровина А. Н.	Методы исследования структуры полупроводников и металлов: учеб. пособие для вузов по спец.-Технология спец. материалов электрон. техники	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1978
Л2.27	Брандон Д., Каплан У., Баженов С. Л., Егорова С. В.	Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студ. напр. 'Прикладные математика и физика': пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2004
Л2.28	Викарчук А. А., др., Мерсон Д. Л.	Перспективные материалы. Структура и методы исследования: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и 'Metallurgia'	Библиотека МИСиС	М.: Тольятт. гос. ун-т, 2006
Л2.29	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
Л2.30	Шалимова К. В.	Физика полупроводников: Учебник для вузов по спец. 'Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Энергоатомиздат, 1985
Л2.31	Горбачев В. В., Спицына Л. Г.	Физика полупроводников и металлов: учебник для вузов по спец. 'Технология спец. материалов электрон. техники'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1982
Л2.32	Зи С. М., Трутко А. Ф.	Физика полупроводниковых приборов: пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Энергия, 1973
Л2.33	Наумкина Л. Г.	Полупроводниковые приборы и физические основы их работы	Библиотека МИСиС	, 2005
Л2.34	Ягодкин Ю. Д., Иванов А. Н.	Методы исследования поверхностного слоя: Учеб. пособие для студ. спец. 0708, 0709, 510.403, 510.411	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
Л2.35	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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.36	Бублик В. Т., Дубровина А. Н.	Методы исследования материалов и компонентов электронной техники: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 20.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1991
Л2.37	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
Л2.38	Мартынов В. Н., Кольцов Г. И.	Полупроводниковая оптоэлектроника: Учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направл. 'Электроника и микроэлектроника' и спец. 'Микроэлектроника и полупроводниковые приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 1999
Л2.39	Юрчук С. Ю., Мурашев В. Н.	Моделирование полупроводниковых приборов: Курс лекций для студ. спец. 200100- Микроэлектроника и твердотельная электроника	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.40	Авдеев А. М., Кудря А. В., Соколовская Э. А., Кудря А. В.	Научно-исследовательская работа студентов: учеб. пособие для студ.вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' и 'Физическое материаловедение'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л2.41	Ковалев А. Н.	Гетероструктурная нанoeлектроника: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л2.42	Валянский С. И., Наими Е. К., Капуткин Д. Е.	Современные методы исследования наноструктур. Метод оптической поверхностно-плазмонной микроскопии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.43	Введенский В. Ю., Лилеев А. С., Перминов А. С.	Экспериментальные методы физического материаловедения: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.44	Юрчук С. Ю.	Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Моделирование наносистем методами молекулярной динамики: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.45	Юрчук С. Ю.	Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Математическое моделирование фотолитографических процессов и процессов электронной литографии при создании субмикронных структур с нанометровыми размерами: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.46	Таперо К. И., Диденко С. И.	Основы радиационной стойкости изделий электронной техники. Радиационные эффекты в изделиях электронной техники: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подг. 210100 - Электроника и нанoeлектроника	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.47	Орлова М. Н., Борзых И. В.	Нанoeлектроника: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.48	Полушин Н. И., Кучина И. Ю., Маслов А. Л.	Сверхтвердые материалы. Рентгенографические, электронно-микроскопические и дериватографические методы исследования сверхтвердых материалов: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подг. бакалавров и магистров 150100 'Материаловедение и технологии материалов' и спец. 150701 'Физико-химия процессов и материалов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014
Л2.49	Пархоменко Ю. Н., Полисан А. А.	Физика и технология приборов фотоники. Солнечная энергетика и нанотехнологии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Каретникова Н. В., Гудилин А. А.	Итоговая государственная аттестация: метод. указания к оформлению выпускных квалификационных работ	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Плахотникова Е.В., Протасьев В.Б., Ямников А.С. Организация и методология научных исследований в машиностроении: учебник Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 317 с. Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн - http://biblioclub.ru . Свободный доступ с IP-адресов НИТУ «МИСиС»	https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=564325&sr=1
Э2	ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. — М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2003. - 27 с.	
Э3	ГОСТ 7.32-2017 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления отчета. — М.: Стандартинформ: уч.изд, 2017.	

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	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.4	Microsoft Office
П.5	LMS Canvas

П.6	MS Teams
П.7	MATCAD
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.3	— полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.4	- иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.7	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.8	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
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-427	Учебная аудитория	стационарные компьютеры 6 шт., 4 ноутбука, пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели 25 посадочных мест
К-428	Учебная аудитория	4 лабораторные установки, установка для роста углеродных нанотрубок методом PECVD, печь ИК нагрева MIRA-5000, в том числе: доска учебная, монитор, системный блок, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест
К-431	Лаборатория «Материалов оптоэлектроники»:	спектрофотометр, компьютеры со специальным программным обеспечением для проведения занятий по моделированию, комплект лабораторного оборудования, комплект учебной мебели на 6 посадочных мест
К-433	Лаборатория	установки для напыления пленок УВН (4 шт.), вакуумный пост ВУП-5, установка для травления Плазма 600, микроинтерферометр МИИ-4, набор демонстрационного оборудования, в том числе: мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест
К-435	Лаборатория	спектральный эллипсометрический комплекс, векторный анализатор электрических цепей, петлемер индукционный, смеситель, магнитометр АТЕ-8702, комплект учебной мебели на 8 посадочных мест
К-436	Лаборатория	измеритель магнитной индукции, генератор, петлемер индукционный, установка МК-39, универсальная магнитооптическая установка на базе микроскопа NU-2E, комплект учебной мебели на 6 посадочных мест

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ, ТРЕБОВАНИЯ К ВНЕШНИМ БАЗАМ НИР

НИР проходит как на базе лабораторий НИТУ МИСиС, так и на базе сторонних организаций, соответствующих теме НИР, например:

АО "НПП "Исток" им. Шокина" г. Фрязино

АО "Оптрон", г. Москва

АО "Пьезо", г. Москва
АО "ЦНИИ "Циклон", г. Москва
ИОНХ РАН им. Н.С. Курнакова
ИНХС РАН им. А.В. Топичева

Предприятия, на базе которых студенты выполняют научно-исследовательскую работу, занимаются разработкой, производством и исследованием приборов и устройств наноэлектроники. Технологическое и научно-исследовательское оборудование предприятий обеспечивает выполнение поставленных задач в области наноэлектроники в соответствии с профилем кафедры ТМЭ на современном уровне.

Форма отчетности - зачет с дифференцированной оценкой.

По итогам проведенной НИР составляется отчет, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТа, презентация и доклад для защиты результатов НИР.

Отчет должен содержать:

- титульный лист,
- задание,
- реферат,
- содержание,
- введение, в котором кратко освещается состояние вопроса и формулируются задачи работы,
- литературный обзор,
- экспериментальную часть (с описанием методики исследования) и обсуждение результатов,
- выводы или заключение,
- список использованных источников.

Образец титульного листа и задания приведен в разделе "Приложения".

В экспериментальной части особое внимание следует уделять оценке погрешности используемого метода проведения исследований и обработке экспериментальных данных методами математической статистики.