

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Исаев Игорь Магомедович  
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам  
Дата подписания: 12.09.2023 17:35:15  
Уникальный программный ключ:  
d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

**Программа выпускной квалификационной работы**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
«МИСИС»**

**Итоговая (государственная итоговая) аттестация**

**Выпускная квалификационная работа**

**ПРОГРАММА**

Направление подготовки

22.04.01 – Материаловедение и технологии материалов

Трек

Материаловедение функциональных материалов наноэлектроники

Трек

Лазерная техника. Материалы и устройства

Москва 2022

Программа выпускной квалификационной работы (далее – ВКР) составлена кафедрой материаловедения полупроводников и диэлектриков на основании требований образовательного стандарта высшего образования НИТУ «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утвержденного решением Ученого совета НИТУ МИСиС от 20 февраля 2020 протокол № 6 и введенного в действие приказом ректора № 95о.в. от 05 марта 2020 г., а также на основании Положения о проведении государственной итоговой аттестации обучающихся НИТУ «МИСиС» (п 239.16-20 выпуск 5), иных нормативных документов, установленных законодательством РФ, и локальных актов Университета.

Разработчики:

доц., к.ф.-м.н.

*(уч.степень, уч.звание)*

*(подпись)*

Д.А. Подгорный

*(И.О. Фамилия)*

доц., к.ф.-м.н.

*(уч.степень, уч.звание)*

*(подпись)*

И.С. Диденко

*(И.О. Фамилия)*

Рассмотрено на заседании кафедры МПид от «14» июня 2022 г., протокол № 13-22/23

Заведующий кафедрой МПид

д.ф.-м.н., проф.

*(уч.степень, уч.звание)*

*(подпись)*

А.Р. Оганов

*(И.О. Фамилия)*

Руководитель ОПОП ВО

проф., д.ф.-м.н., проф.

*(должность, уч.степень, уч.звание)*

*(подпись)*

А.Р. Оганов

*(И.О. Фамилия)*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Государственная итоговая аттестация (далее – ГИА) проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (далее – ВКР).

ВКР представляет собой выполненную обучающимся работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

ВКР выполняется по основной профессиональной образовательной программе высшего образования (далее – ОПОП ВО) магистратуры «Материаловедение функциональных материалов наноэлектроники» по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов. Настоящая программа определяет требования к ВКР, порядок ее выполнения и критерии ее оценки.

Область профессиональной деятельности и сфера (сферы) профессиональной деятельности выпускника:

40 Сквозные виды профессиональной деятельности (в сфере материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанометаллов и нанокерамик, сплавов и соединений, композитов на их основе и изделий из них, технологического обеспечения полного цикла их производства и изделий из них, а также производства изделий с наноструктурированными керамическими покрытиями; в сфере измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; в сфере термического производства – по наладке и испытаниям технологического оборудования, автоматизации и механизации технологических процессов, анализу и диагностике технологических комплексов, внедрению новой техники и технологий, инструментальному обеспечению и контролю качества; в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок; в сфере разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов).

Основные виды профессиональной деятельности, в которых могут работать выпускники ОПОП ВО по данной направленности (профилю) направления подготовки: 40.136 Создание интегрированных технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов и управление ими.

## **1 ЦЕЛИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Целью государственной итоговой аттестации (далее – ГИА) в форме выпускной квалификационной работы (далее – ВКР) является итоговая оценка и подтверждение соответствия компетентности обучающегося требованиям соответствующего Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и(или) образовательного стандарта высшего образования НИТУ «МИСиС», в рамках обозначенных ниже компетенций.

## **2 Место ГИА в структуре ОПОП ВО**

Продолжительность преддипломной практики - 14 недель;

Продолжительность подготовки ВКР – 6 недель.

Срок проведения ГИА в соответствии с графиком учебного процесса.

Сроки преддипломной практики, подготовки ВКР, сроки проведения ГИА регламентируются учебным планом.

### 3 ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, ПРОВЕРЯЕМЫХ ПРИ ИА (ГИА)

#### 3.1 Компетенции, оцениваемые ВКР

ВКР направлена на оценку следующих компетенций выпускника:

Универсальные (УК) компетенции

Шифр	Название компетенции
УК-1	Способен демонстрировать глубокое знание и понимание фундаментальных наук, а также знания в междисциплинарных областях профессиональной деятельности
УК-2	Способен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать продукцию, процессы и системы в рамках широких междисциплинарных областей;</li> <li>- ставить и решать нестандартные задачи в условиях неопределенности и альтернативных решений с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, а также новых инновационных методов;</li> <li>- осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</li> </ul>
УК-3	Способен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей;</li> <li>- выбрать и применять передовые методы и технологии проектирования или использовать творческий подход для разработки новых и оригинальных методов проектирования и разработки</li> </ul>
УК-4	Способен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- находить и получать необходимые данные об объекте исследования;</li> <li>- осуществлять поиск литературы, критически использовать базы данных и другие источники информации;</li> <li>- осуществлять моделирование объектов и процессов, а также исследовать применение новейших технологий</li> </ul>
УК-5	Способен демонстрировать: <ul style="list-style-type: none"> <li>- практические навыки для решения проблем и проведения комплексных исследований;</li> <li>- системное понимание применяемых технических решений, технологий и процессов в области, соответствующей образовательной программе;</li> <li>- глубокое понимание экономических, организационных и управленческих вопросов (управление проектами, управление рисками и управление изменениями)</li> </ul>
УК-6	Способен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;</li> <li>- управлять комплексными проектами, которые требуют новых стратегических подходов, брать на себя ответственность за принятие решений</li> </ul>
УК-7	Способен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать различные методы эффективного общения, формулировать выводы, используя знания и обоснования, в профессиональной сфере;</li> <li>- работать в национальной и международной команде в качестве члена или руководителя команды;</li> <li>- организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</li> </ul>
УК-8	Способен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрировать владение русским и иностранным языками для коммуникации в обществе в целом и профессиональной среде;</li> <li>- применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</li> </ul>
УК-9	Способен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и профессиональный уровень в течение всей жизни;</li> </ul>

	- определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни
УК-10	Способен: - анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции; - соблюдать права и обязанности гражданина; соблюдать социальные нормы и ценности, участвовать в решении социальных задач, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия; - анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

### Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Шифр	Название компетенции
ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов
ОПК-2	Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии
ОПК-3	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества
ОПК-4	Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности
ОПК-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях

### Профессиональные компетенции (ПК):

Шифр	Название компетенции
ПК-1	Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них
ПК-2	Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям
ПК-3	Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов, устройств и технологических процессов для создания функциональных материалов, структур и устройств микро- и нанoeлектроники, квантовой фотоники с заданными свойствами и характеристиками
ПК-4	Способен к реализации программ высшего образования уровня бакалавриат в области материаловедения и технологии материалов

## 3.2 Критерии оценки компетентности выпускника:

### Универсальные (УК) компетенции

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
УК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
УК-2	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Задание на ВКР», «1 Аналитический обзор литературы» и «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
УК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «2 Методическая часть» и «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
УК-4	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «1 Аналитический обзор литературы» и «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
УК-5	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
УК-6	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «1. Аналитический обзор литературы», «2 Методическая часть» и «3 Результаты и их обсуждение» и «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
УК-7	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «3 Результаты и их обсуждение» и «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
УК-8	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Методическая часть», «3 Результаты и их обсуждение» и «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
УК-9	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Методическая часть», «3 Результаты и их обсуждение» и «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
УК-10	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение» и «1 Аналитический обзор литературы»; - оценивается при защите ВКР.

#### Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
ОПК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «3 Результаты и их обсуждение» и «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-2	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Методическая часть» «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе «2 Методическая часть», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-4	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение», «1. Аналитический обзор литературы», «2 Методическая часть», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-5	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «1 Аналитический обзор литературы», «3 Результаты и их обсуждение» и «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.

#### Профессиональные компетенции (ПК):

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
ПК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе «3 Результаты и их обсуждение» и «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
ПК-2	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «1. Аналитический обзор литературы», «3 Результаты и их обсуждение» и «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
ПК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Аннотация», «2 Методическая часть» и «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.

ПК-4	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе «3 Результаты и их обсуждение» и «Выводы»; - оценивается при защите ВКР
ПК-5	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «1 Аналитический обзор литературы», «2 Методическая часть» и «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.

#### 4 ОБЪЕМ ИА (ГИА)

Общая трудоемкость ИА (ГИА) устанавливается Учебным планом.

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	часов	ЗЕТ
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>324</b>	<b>9</b>
<b>Самостоятельная работа обучающегося</b>	<b>288</b>	<b>8</b>
Сбор материала, изучение литературы по теме ВКР	72	2
Выполнение ВКР	180	5
Подготовка к защите ВКР	36	1
<b>Контактная работа обучающегося</b>	<b>36</b>	<b>1</b>
Работа с руководителем ВКР	26	0,722
Работа с консультантами	2	0,056
Предзащита ВКР	4	0,111
Защита ВКР	4	0,111
<b>Итого</b>	<b>324</b>	<b>9</b>

#### 5 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ВКР

ВКР должна содержать разделы, позволяющие оценить все компетенции, указанные в таблицах п.3.

№ и название разделов ВКР	Краткая характеристика раздела	Шифр компетенции
Титульный лист	Стандартная форма, в которую вводятся сведения о теме ВКР, студенте, руководителе(-ях) и консультантах, а так же содержит поля подписи студентом, руководителем (-ями), консультантами, контролерами, зав.кафедрой и директором института.	ОПК-2
Задание на ВКР	Стандартная форма, выдаваемая на кафедре и заполняемая совместно студентом, руководителем и консультантами. Утверждается зав.кафедрой.	УК-2, ОПК-2
Аннотация	Краткая характеристика выполненной ВКР (до 2000 знаков). Текст аннотации заканчивается стандартным информационным абзацем об объеме ВКР и её характеристиках.	ОПК-2, ПК-3
Содержание	Перечень наименований всех разделов и подразделов ВКР, кроме титульного листа, задания на ВКР и аннотации.	ОПК-2
Введение	Краткая характеристика научно-технической проблемы, решению которой посвящена ВКР.	УК-8, УК-9, УК-10, ОПК-2, ОПК-4

<b>№ и название разделов ВКР</b>	<b>Краткая характеристика раздела</b>	<b>Шифр компетенции</b>
1 Аналитический обзор литературы	Обзор сведений и критический анализ опубликованных работ по тематике ВКР. Завершается постановкой цели и задач ВКР.	УК-2, УК-4, УК-6, УК-8, УК-9, УК-10, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-5
2 Методическая часть*	Излагаются сведения о используемых материалах, экспериментальных методах и методиках, технологических процессах, оборудовании и сведения о параметрах оборудования, описываются модели и методы обработки результатов	УК-3, УК-6, УК-8, УК-9, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-3, ПК-5
3 Результаты и их обсуждение	Приводятся полученные в ВКР данные, результаты исследования, их анализ. Сопоставление результатов с аналогичными литературными и ранее полученными экспериментальными и их обсуждение.	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, УК-7, УК-8, УК-9, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5
Выводы	Кратко и четко формулируются основные результаты работы	УК-6, УК-7, УК-8, УК-9, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5
Список использованных источников	Библиографическое описание всех литературных источников, на которые есть ссылки в тексте ВКР	ОПК-2
Приложения**	Включаются дополнительный иллюстративный материал, программы ЭВМ, чертежи технологической оснастки и т.д.	ОПК-2
<p><b>Примечания:</b>  * Допускается изменение формулировки (например, «Методика исследования», «Описание эксперимента», «Методика моделирования» и т.п.); данный раздел может быть включен в раздел «Результаты и их обсуждение» в случае, если методическая часть является результатом ВКР.  ** Необязательный раздел ВКР. Необходимость и количество приложений определяется по согласованию с руководителем ВКР</p>		

Объем текстовой части ВКР, оформленной в соответствии с требованиями ЕСКД, должен составлять:  
не менее 40 страниц формата А4.

Рекомендуемый объем графического материала должен составлять:  
- в форме презентации, используемой для представления работы в ГЭК – не менее 10 слайдов.

Допускаются использование любых иллюстративных материалов, натуральных образцов и моделей.

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВКР**

### **6.1 Рекомендуемая литература**

#### **а) Основная**

- 1 Горелик С. С., Дашевский М. Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. - М.: Изд-во МИСиС, 2003
- 2 Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. – М.: Металлургия, 1990. – 240 с.



- 3 Белов Н. А. Диаграммы состояния тройных и четверных систем: учеб. пособие для студ. вузов спец. - М.: Изд-во МИСиС, 2007
- 4 Шаскольская М. П. Кристаллография: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений. – Москва: Высшая школа, 1984
- 5 Блистанов А. А. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики. - М.: Изд-во МИСиС, 2007
- 6 Киреев П. С. Физика полупроводников. - М.: Высшая школа, 1975
- 7 Шалимова К. В. Физика полупроводников. - М.: Энергия, 1976
- 8 Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. – М.: Metallurgia, 1982. – 632 с.
- 9 Щука А. А., Сигов А. А. Нанозлектроника. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
- 10 Борисенко В. Е. Нанозлектроника: теория и практика. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
- 11 Дубровский В. Г. Теоретические основы технологии полупроводниковых наноструктур: учебное пособие Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019
- 12 Поплавко Ю. М., Переверзева Л. П., Раевский И. П., Сахненко В. П. Физика активных диэлектриков: учебное пособие Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2009
- 13 Малюков С. П., Саенко А. В., Клунникова Ю. В., Палий А. В. Лазеры в микро- и нанозлектронике: учебное пособие Ростов-на-Дону|Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018
- 14 Портнов О. Г. Технология объемных монокристаллов полупроводников и диэлектриков. Выращивание технологичных монокристаллов иодата лития для устройств нелинейной оптики: учеб. пособие М.: МИСиС, 2015
- 15 Столяров В. Л., Малютина Е. С., Введенский В. Ю. Фазовые превращения и структурообразование: учебник М.: Изд-во МИСиС, 2018
- 16 Басалаев Ю. М. Кристаллофизика и кристаллохимия: учебное пособие Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014
- 17 Малышев И. В., Паршина Н. В. Кинетические эффекты в объемных полупроводниковых структурах при воздействии сильных электрических и магнитных полей: учебное пособие Ростов-на-Дону|Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018
- 18 Валянский С. И., Наими Е. К. Наноматериалы. Ленгмюровские пленки: учеб. Пособие М.: Изд-во МИСиС, 2014
- 19 Барыбин А. А., Бахтина В. А., Томилин В. И., Томилина Н. П. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011.

### ***б) Дополнительная***

- 20 Пархоменко Ю. Н., Полисан А. А. Физика и технология приборов фотоники. Солнечная энергетика и нанотехнологии. М.: Изд-во МИСиС, 2014
- 21 Полисан А. А. Материалы и элементы электронной техники. Тонкопленочные многослойные структуры и солнечные элементы на основе гидрогенизированного аморфного и нанокристаллического кремния. – М.: Учеба, 2007
- 22 Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. – М.: Metallurgia. 1990. – 336 с.
- 23 Ионное легирование полупроводников: (Кремний и германий) Мейер Дж., Эрикссон Л., Дэвис Дж., Гусев В. М. - М.: Мир, 1973

- 24 Розин К. М., Закутайлов К. В. Моделирование физических и технологических процессов. - М.: МИСиС, 2009
- 25 Нашельский А. Я. Производство полупроводниковых материалов. - М.: Металлургия, 1989
- 26 Нашельский А. Я. Технология спецматериалов электронной техники.- М.: Металлургия, 1993
- 27 Горелик С.С., Скаков Ю.А. Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. – М.: МИСиС, 2002.
- 28 Павлов Л. П. Методы определения основных параметров полупроводниковых материалов. - М.: Высш. шк., 1975
- 29 Бублик В. Т., Дубровина А. Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов М.: Металлургия, 1978
- Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А. Физическая химия.- М.: Металлургия, 1987
- 30 Бокштейн Б. С., Ярославцев А. Б. Диффузия атомов и ионов в твердых телах. - М.: Изд-во МИСиС, 2005
- 31 Новые материалы /Сб. под редакцией Ю.С. Карабасова. - М.: МИСиС, 2002.
- 32 Горелик С. С., Добаткин С. В., Капуткина Л. М., Горелик С. С. Рекристаллизация металлов и сплавов М.: Изд-во МИСиС, 2005
- 33 Кашапов Н. Ф., Лучкин Г. С., Самигуллин М. Ф., Кашапов Н. Ф. Лазеры и их применение в медицине: учебное пособие Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет, 2011
- 34 Трахтенберг Л. И., Мельников М. Я. Металл/полупроводник содержащие нанокompозиты: учебное пособие Москва: Техносфера, 2016
- 35 Авдеев С. П. Краткий обзор теории полупроводниковых структур: учебное пособие Ростов-на-Дону|Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018
- 36 Филяк М. М. Основные физические процессы в проводниках, полупроводниках и диэлектриках: учебное пособие Оренбург: ОГУ, 2015
- 37 Тимохин В. М. Физика диэлектриков. Термоактивационная и диэлектрическая спектроскопия кристаллических материалов. Протонный транспорт: учеб. Пособие М.: Изд-во МИСиС, 2013
- 38 Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие Москва: Техносфера, 2015
- 39 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 Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет, 2013
- 40 Лебедев В. Ф. Лазерная фотоника: учебно- методическое пособие Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019

#### **в) Методические указания**

- 41 ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- 42 Правила оформления выпускных квалификационных работ. Н.В. Каретникова; под. ред. Т.М. Полховской. – М.: МИСиС, 2015.
- 43 Выполнение и оформление выпускных квалификационных работ, научно-исследовательских работ и отчетов по практика. Быкова М. Б., Гореева Ж. А., Козлова Н. С., Подгорный Д. А. - М.: Изд-во МИСиС, 2015. – 67 с.

## **6.2 Методические рекомендации**

Цель ВКР любого уровня образования – доказательство приобретенных компетенций, в том числе и умения самостоятельно решать конкретные научно-технические задачи, соответствующие уровню подготовки выпускника, и обосновывать свои решения и выводы.

При изложении текста ВКР должны быть соблюдены основные требования:

- четкость и логическая последовательность изложения;
- убедительная аргументация;
- краткость и точность формулировок, исключающая возможность неоднозначного толкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- использование общепринятой терминологии, установленной в межгосударственных или национальных стандартах РФ;
- текст излагается в безличной форме.

ВКР оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и «Правилами оформления выпускных квалификационных работ».

## **6.3 Информационные средства обеспечения ГИА**

Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:

- Научная электронная библиотека eLIBRARY <https://elibrary.ru/>;
- Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <https://polpred.com/news>;

Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):

- аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>;
- аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <https://www.scopus.com/>;
- наукометрическая система InCites <https://apps.webofknowledge.com>;
- научные журналы издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВКР**

Для выполнения ВКР необходима литература, имеющаяся в библиотеке Университета в бумажном или электронном виде, в количестве, установленном данной Программой, аудитория, позволяющая вести выпускнику работу по проектированию (оборудованная компьютерами и соответствующим программным обеспечением) не менее 6 (шести) часов в неделю.

Для защиты ВКР необходима аудитория, обеспеченная мультимедийным оборудованием (мультимедийный проектор, компьютер, экран). Число посадочных мест и площадь аудитории должна позволять разместить в ней ГЭК и не менее 15 слушателей.

## **8 ФОРМЫ КОНТРОЛЯ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ ВКР**

### **8.1 Текущий контроль выполнения ВКР**

Текущий контроль выполнения ВКР обучающимся осуществляется руководителями ВКР и организуется заведующим выпускающей кафедры под контролем директора института. В качестве средства текущего контроля

используется график выполнения ВКР, заполняемый руководителем ВКР еженедельно.

Примерная форма Графика выполнения ВКР:

Недели ВКР	Проценты										Примечания об успеваемости (удовлетворительно, неудовлетворительно)	
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
1	+	+										
2	+	+	+	+								
3	+	+	+	+	+	+						
4	+	+	+	+	+	+	+	+				
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

В случае выполнения графика ВКР менее чем на 20 % по истечению 80 % времени, отведенного на ВКР, студент может быть отчислен за невыполнение графика ВКР по решению директора института на основании служебной записки заведующего кафедрой или руководителя ВКР.

## 8.2 Предзащита и допуск к защите ВКР

Не позднее чем за 1 неделю до защиты ВКР должна быть представлена на выпускающую кафедру для проверки и предзащиты. Целью предзащиты является определение степени готовности ВКР к защите (полнота объема выполненного задания, качество выполнения графического материала), подготовка выпускника к защите.

К предзащите допускаются ВКР, прошедшие нормоконтроль, и имеющие отзыв руководителя ВКР с рекомендуемой оценкой, а также рецензию. Кроме того, ВКР должна пройти проверку на объем заимствования, который не должен превышать 25 %. По результатам проверки формируется справка из системы обнаружения текстовых заимствований «Антиплагиат».

Предзащита ВКР проводится комиссией, назначаемой устным или письменным распоряжением заведующего кафедрой. В ее состав входят заведующий кафедрой и 2-3 преподавателя кафедры, одним из которых должен быть руководитель ВКР. Время проведения предзащиты назначается заведующим кафедрой.

На предзащите заслушивается доклад, могут быть заданы вопросы, направленные на проверку знаний и приобретение навыков публичной защиты выпускником. По результатам предзащиты заведующий кафедрой ставит свою подпись на ВКР, которая является допуском к защите.

Допуск к защите ВКР выполняется на основании результатов предзащиты заведующим кафедрой, что подтверждается его подписью в ВКР, при наличии виз лица, отвечающего за нормоконтроль и лиц, отвечающих за руководство соответствующими разделами ВКР, положительного заключения по результатам проверки на объем заимствования.

## 8.3 Защита ВКР

Перед защитой председатель и члены ГЭК должны ознакомиться с порядком проведения ГИА в форме защиты ВКР, критериями и показателями оценки ВКР, указанными в настоящей Программе.

Заседание ЭК (ГЭК) может состояться при участии не менее 2/3 её членов.

Структура защиты приведена в таблице:

Наименование этапа защиты ВКР	Время, мин
1 Представление ВКР секретарем ГЭК: ФИО обучающегося, тема ВКР, руководитель ВКР, выпускающая кафедра, место и статус прохождения преддипломной практики	1-5
2 Доклад	10
3 Вопросы членов ГЭК и ответы обучающегося	7-15
4 Выступления (при наличии желающих)	0-5
5 Оглашение секретарем ГЭК среднего балла за период обучения, рецензии, отзыва руководителя и рекомендуемой оценки	2-10
<b>Итого</b>	<b>20-40</b>

Доклад должен отражать основные цели и актуальность темы ВКР, краткое содержание разделов и достигнутые результаты, выводы по ВКР в целом и относительно поставленных целей.

Каждый член ГЭК имеет право задать обучающемуся не более 3 (трех) вопросов, имеющих отношение к выполненной ВКР, позволяющих пояснить или раскрыть ее содержание, уточнить доклад или порядок выполнения ВКР. После получения ответа на каждый вопрос секретарь ГЭК фиксирует сам вопрос и удовлетворенность ответом на поставленный вопрос членов ГЭК (удовлетворены / не удовлетворены).

Оценка результатов защиты ВКР.

Результаты защиты ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Каждый член ГЭК должен оценить защиту по следующим критериям по пятибалльной шкале (1-5):

Критерий	Оценка
1 Актуальность (современность, важность, значимость) и возможность практического применения работы	
2 Соответствие работы критериям оценки компетенций выпускника	
3 Доклад	
4 Качество ответов на поставленные вопросы	
<b>Итоговая оценка члена ЭК (ГЭК) (среднее арифметическое)</b>	

Оценка проводится каждым членом ГЭК, присутствующим на защите ВКР, по каждому обучающемуся (Приложение А - Форма индивидуальной ведомости члена ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР).

Итоговая оценка ГЭК выпускника определяется арифметически по следующей формуле

$$A = \frac{\sum C + C_1 + C_2}{K + 2},$$

где  $C$  - оценка, выставленная членом ГЭК;

$C_1$  - оценка, рекомендуемая руководителем ВКР;

$C_2$  - оценка рецензента ВКР;

*K* - количество членов ГЭК.

В зависимости от полученных результатов итоговая оценка определяется в соответствии с таблицей, представленной ниже

<b>Итоговая оценка</b>	<b>Результаты расчетов</b>
Отлично	$\geq 4,5$
Хорошо	$\geq 3,5 - < 4,5$
Удовлетворительно	$\geq 2,5 - < 3,5$
Неудовлетворительно	$< 2,5$

Результат ГИА (полученная оценка) утверждается простым голосованием членов ГЭК по каждому студенту. При равном количестве голосов решающее право голоса отдается председателю ГЭК (Приложение В - Форма общей ведомости членов ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР).

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» подтверждают соответствие компетентности выпускника установленным требованиям и означают успешное прохождение аттестационного (государственного аттестационного) испытания.

**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**Форма индивидуальной ведомости члена ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР**

**ВЕДОМОСТЬ**  
**заседания ГЭК по ГИА по ОПОП ВО**

Направление подготовки – 22.04.01 – Материаловедение и технологии материалов

Профиль – *Материаловедение функциональных материалов нанозлектроники*

от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(полностью Ф.И.О. члена ГЭК)

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Академическая группа	Форма обучения очная	О Ц Е Н К И								Примечания, рекомендации
				сред. балл	рецензент	отзыв руководителя	оценка члена ГЭК					
							письменная запись	демонстрационный материал	доклад	дискуссия	ОБЩАЯ	
1				—, —								
2				—, —								
3				—, —								
4				—, —								
5				—, —								
6				—, —								
7				—, —								
8				—, —								
9				—, —								
10				—, —								

\_\_\_\_\_  
(подпись члена ГЭК)

**Приложение В**  
(рекомендуемое)

**Форма общей ведомости членов ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР**

**ВЕДОМОСТЬ**  
**заседания ГЭК по ГИА по ОПОП ВО**

Направление подготовки – 22.04.01 – Материаловедение и технологии материалов

Профиль – *Материаловедение функциональных материалов наноэлектроники*

от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Академическая группа	Форма обучения очная	ОЦЕНКИ											Примечания, рекомендации	
				средний балл	рецензент	отзыв руководителя	Фамилия И.О. членов ГЭК							ОБЩАЯ ОЦЕНКА		
							председатель	:	:	:	:	:	:			:
1				—, —												
2				—, —												
3				—, —												
4				—, —												
5				—, —												
6				—, —												
7				—, —												
8				—, —												
9				—, —												
10				—, —												
подписи членов ГЭК																

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Председатель ГЭК