

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Исаев Игорь Магомедович  
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам  
Дата подписания: 27.10.2023 12:16:46  
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

22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов

Москва 2023



## **ВВЕДЕНИЕ**

Образовательная программа по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» реализуется в многотрековой форме.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших образовательную программу, включает:

01 Образование и наука (в сфере научных исследований);

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: разработки и обеспечения комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов; производства волокнистых наноструктурированных композиционных материалов);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: 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; измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; 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; научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок; разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Основные виды профессиональной деятельности, в которых могут работать выпускники ОПОП ВО по данному направлению подготовки: 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам и 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов.

## **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 - 10 недель;

Продолжительность подготовки ВКР – 10 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 осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-2	Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения
УК-3	Способен эффективно обмениваться информацией, идеями, проблемами и решениями с инженерным сообществом и обществом в целом, осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах), эффективно функционировать в национальном и международном коллективах индивидуально и как член команды
УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК-6	Способен управлять своим временем, осознавать необходимость, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК-9	Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах
УК-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности на основе знаний по экономическим, организационным и управленческим вопросам в производственном и деловом контекстах
УК-11	Способен анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества; проявлять нетерпимое отношение к экстремизму, терроризму, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности

#### Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Шифр	Название компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
ОПК-2	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, участвовать в проектировании и разработке технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений
ОПК-3	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента

Шифр	Название компетенции
ОПК-4	Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК-5	Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
ОПК-6	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ОПК-7	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли

### Цифровые профессиональные компетенции

Шифр	Название компетенции
ЦПК-1	Применяет языки программирования
ЦПК-2	Применяет системы управления базами данных
ЦПК-3	Применяет программные алгоритмы обработки данных для инженерно-научных расчетов

### Профессиональные компетенции (ПК):

Шифр	Название компетенции
ПК-1	Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям
ПК-2	Способен к поиску и выбору сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
ПК-3	Способен участвовать в разработке инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов
ПК-4	Способен выполнять исследования на стадии разработки технологических процессов и обеспечивать проведение инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов,
ПК-5	Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов при разработке технологии производства материалов различного назначения

## 3.2 Критерии оценки компетентности выпускника:

### Универсальные (УК) компетенции

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
УК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
УК-2	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
УК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Критерии для оценки компетентности</b>
	исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР.
УК-4	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР.
УК-5	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение» и «1 Аналитический обзор литературы»; - оценивается при защите ВКР.
УК-6	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
УК-7	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования»; - оценивается при защите ВКР.
УК-8	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
УК-9	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования»; - оценивается при защите ВКР.
УК-10	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
УК-11	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «Введение» и «1 Аналитический обзор литературы»; - оценивается при защите ВКР.

#### Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Критерии для оценки компетентности</b>
ОПК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-2	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе ВКР «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе ВКР «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-4	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-5	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-6	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
ОПК-7	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
	использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР.

#### Цифровые профессиональные компетенции (ЦПК):

Код	Критерии для оценки компетентности
ЦПК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение» - оценивается при защите ВКР.
ЦПК-2	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
ЦПК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение» - оценивается при защите ВКР.

#### Профессиональные компетенции (ПК):

Код	Критерии для оценки компетентности
ПК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; «Выводы» - оценивается при защите ВКР.
ПК-2	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; «Выводы» - оценивается при защите ВКР.
ПК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; «Выводы» - оценивается при защите ВКР.
ПК-4	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
ПК-5	

## 4 ОБЪЕМ ИА (ГИА)

Общая трудоемкость ИА (ГИА) устанавливается Учебным планом.

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	часов	ЗЕТ
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>540</b>	<b>15</b>
<b>Самостоятельная работа обучающегося</b>	<b>504</b>	<b>14</b>
Сбор материала, изучение литературы по теме ВКР	72	2
Выполнение ВКР	396	11
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>540</b>	<b>15</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.	УК-3; УК-4; ОПК-1, ОПК-7
Задание на ВКР	Стандартная форма, выдаваемая на кафедре и заполняемая совместно студентом, руководителем и консультантами. Утверждается зав.кафедрой.	УК-3; УК-4, ОПК-1, ОПК-7
Аннотация	Краткая характеристика выполненной ВКР (до 2000 знаков). Текст аннотации заканчивается стандартным информационным абзацем об объеме ВКР и её характеристиках.	УК-3; УК-4, ОПК-1, ОПК-7
Содержание	Перечень наименований всех разделов и подразделов ВКР, кроме титульного листа, задания на ВКР и аннотации.	УК-3; УК-4, ОПК-1, ОПК-7
Введение	Краткая характеристика научно-технической проблемы, решению которой посвящена ВКР.	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-11, ОПК-1, ОПК-7, ПК-1; ПК-2; ПК-5
1 Аналитический обзор литературы	Обзор сведений и критический анализ опубликованных работ по тематике ВКР. Завершается подразделом «Постановка цели и задач ВКР».	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-11, ОПК-1, ОПК-7, ПК-1; ПК-2; ПК-5
2 Материалы, методы и методики исследования*	Излагаются сведения о используемых материалах, экспериментальных методах и методиках, технологических процессах, оборудовании и сведения о параметрах оборудования.	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-7; УК-8, УК-9, ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-1; ПК-2, ПК-3, ПК-4; ПК-5; ЦПК-1, ЦПК-2, ЦПК-3
3 Результаты и их обсуждение**	Приводятся полученные в ВКР данные, результаты исследования, их анализ. Сопоставление результатов с аналогичными литературными данными.	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-6; УК-8, УК-10, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-1; ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5; ЦПК-1, ЦПК-2, ЦПК-3
Выводы	Кратко и четко формулируются основные результаты работы	УК-2; УК-3; УК-4; УК-10; ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-7, ПК-1, ПК-2, ПК-3; ПК-5;
Список использованных источников	Библиографическое описание всех литературных источников, на которые есть ссылки в тексте ВКР	УК-3; УК-4; ОПК-1, ОПК-7
Приложения***	Включаются дополнительный иллюстративный материал,	УК-3; УК-4; ОПК-1, ОПК-7



№ и название разделов ВКР	Краткая характеристика раздела	Шифр компетенции
	<i>программы ЭВМ, чертежи технологической оснастки и т.д.</i>	
<p><i>Примечания:</i>  * Допускается изменение формулировки (например, «Материалы и методы исследования», «Исходные материалы и методы исследования» и т.д.), а также разделение на отдельные разделы (например, 2 «Исходные материалы», 3 «Методы исследования» и т.д.);  ** Допускается изменение формулировки (например, «Результаты исследований и их обсуждение» и т.д.), а также разделение на отдельные разделы (например, «3 Результаты», «4 Обсуждение результатов» и т.д.);  *** 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.

## 2 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВКР

### 6.1 Рекомендуемая литература

#### а) Основная

- 1) Металловедение. Учебник. В 2-х томах. // Коллектив авторов под общей ред. В.С. Золоторевского. - М.: Издательский Дом МИСиС, 2009.
- 2) Лившиц Б.Г. Металлография: учебник для студ. металлург. спец. вузов / Б.Г.Лившиц; М-во образования и науки. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1990. – 334 с.
- 3) Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. – М.: Металлургия, 1990. – 240 с.
- 4) Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. / Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. – М.: Металлургия, 1982. – 632 с.
- 5) Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1980. – 320 с.
- 6) Кекало И.Б. Самарин Б.А. Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами. – М.: Металлургия, 1989. – 496 с.
- 7) Горелик С.С., Скаков Ю.А. Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. – М.: МИСиС, 2002.
- 8) Гуртов В.И. Твердотельная электроника. М.: Техносфера, 2008. - 512 с.
- 9) Шишкин Г. Г., Агеев И. М. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства: учебное пособие. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011.– 410 с.
- 10) Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. М.: Лань, 2011. – 539 с.
- 11) Казённов Г.Г. Основы проектирования интегральных схем и систем. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 295 с.
- 12) Лебедев А.В. Физика полупроводниковых приборов. М.: Физматлит, 2008. – 488 с.

- 13) Епифанов Г.И. Физика твердого тела. СПб.: Издательство «Лань», 2011. — 288 с.
- 14) Шалимова К.В. Физика полупроводников. – М., Энергия, 1976
- 15) Киреев П. С. Физика полупроводников. - М.: Высшая школа, 1975
- 16) Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М., Радио и связь, 1980
- 17) Алексенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника. – М., Радио и связь, 1982
- 18) Горелик С. С., Дашевский М. Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. - М.: Изд-во МИСиС, 2003. - 482 с.
- 19) Бублик В. Т., Дубровина А. Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов М.: Металлургия, 1978. – 272 с.
- 20) Шаскольская М. П. Кристаллография: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений. – Москва: Высшая школа, 1984. – 375 с.
- 21) Добаткин С.В. Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикроструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2007.
- 22) Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С. Экспериментальные методы физического материаловедения. – М.: Изд. Дом «МИСиС», 2011.
- 23) Белов Н. А. Диаграммы состояния тройных и четверных систем: учеб. пособие для студ. вузов спец. - М.: Изд-во МИСиС, 2007. – 356 с.
- 24) Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. – М.: Металлургия, 1976. – 350 с.
- 25) Сигов А.С. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур: лабораторный практикум по нанотехнологии. – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 187 с.
- 26) Технология материалов микро- и нанoeлектроники. Кожитов Л.В., Косушкин В.Г., Крапухин В.В., Пархоменко Ю.Н. – М.: Изд. МИСиС, 2007. – 543 с.
- 27) Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие. Барыбин А. А., Бахтина В. А., Томилин В. И., Томилина Н. П. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. – 236 с.
- 28) Валянский С. И., Наими Е. К. Наноматериалы. Ленгмюровские пленки: учеб. пособие - М.: Изд-во МИСиС, 2014. – 187 с.
- 29) Столяров В. Л., Малютина Е. С., Введенский В. Ю. Фазовые превращения и структурообразование. - М.: Изд-во МИСиС, 2018. – 266 с.
- 30) Борисенко В. Е. Нанoeлектроника: теория и практика. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.- 369 с.
- 31) Щука А. А., Сигов А. А. Нанoeлектроника. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 345 с.
- 32) Методы исследования характеристик и свойств металлов. Исследование металлов на рентгеновском дифрактометре "Дифрей": лаб. практикум / Э.Л. Дзидзигури, Е.Н. Сидорова; МИСиС, Каф. функциональных наносистем и высокотемпературных материалов. – М.: Изд-во МИСиС, 2013. – 137 с.
- 33) Микроскопические методы исследования материалов: пер. с англ. / Э.Р. Кларк, К.Н. Эберхардт; РАН, Ин-т синтез. полимерных материалов им. Н. С. Ениколопова. – М.: Техносфера, 2007. – 371 с.
- 34) Физико-химические расчеты: пер. с англ. / Э. Гуггенгейм, Дж. Пру. – М.: Изд-во иностр. лит., 1958. – 488 с.
- 35) Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа: учебное пособие / И. Н. Мовчан, Т. С. Горбунова, И. И. Евгеньева, Р. Г. Романова – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет, 2013. – 236 с.

- 36) Огнева Э.Н. Математические методы исследования: учебно-методический комплекс. – Кемерово: Кемеровский государственный университет культуры и искусств (КемГУКИ), 2014. – 98 с.
- 37) Физико-химические методы исследования материалов: учебно-методическое пособие / В.В. Виноградов, А.В. Виноградов, М.И. Морозов, В.И. Румянцева, В.И. Румянцева. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019. – 74 с.
- 38) Смирнов М.А., Счастливец В.М., Журавлев Л.Г. Основы термической обработки стали: Учеб. пособие. - М.: Наука и технологии, 2005.
- 39) Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МИСИС, 1998, 400 с.
- 40) Штремель М.А., «Инженер в лаборатории», - М., - 1983.
- 41) Прочность сплавов. Часть II. Деформация: Учебник для вузов / Штремель М.А.- М.: МИСиС. 1997. – 527 с.
- 42) Разрушение. В 2 кн. Разрушение материала: моногр. / Штремель М.А. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2014-2015.
- 43) А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др. Марочник сталей и сплавов – М.: Машиностроение, 2003, 784 с.
- 44) Мельниченко А.С. Статистический анализ в металлургии и материаловедении. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2009.
- 45) Кудря А.В. В кн. Перспективные материалы. Структура и методы исследования. Уч. пособие. 2006. – Изд-во ТГУ, МИСиС.
- 46) Эфрон Л.И. Металловедение в «большой металлургии». Трубные стали. М.: Металлургиздат. 2012. -696 с.
- 47) Сталь на рубеже столетий / Под ред. Ю.С. Карабасова. - М.: МИСиС. - 2001. – 664 с.
- 48) Прэтт У. Цифровая обработка изображений. – Кн. 1,2. – М.: Наука, 2000. – 1024 с.

#### **б) Дополнительная**

- 1) Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. – М.: Металлургия. 1990. – 336 с.
- 2) Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. – М.: Металлургия, 1986. – 480 с.
- 3) Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов. – М.: Атомиздат, 1978. – 352 с.
- 4) Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. - М., Машиностроение, 1980.
- 5) Мишин Д.Д. Магнитные материалы. - М.: Высшая школа, 1991.
- 6) Новые материалы /Сб. под редакцией Ю.С. Карабасова. - М.: МИСиС, 2002.
- 7) Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Войткун Ф. Материаловедение: Учебник. - М.: Изд-во МИСиС, 1999.
- 8) Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С. Экспериментальные методы физического материаловедения: монография - М.: Изд-во МИСиС, 2011.
- 9) Иванов А.Н., Поляков А.М. Анализ несовершенств кристаллического строения по профилю и интенсивности рентгеновских отражений: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2002. – 78 с.
- 10) Кекало И.Б. Атомная структура аморфных сплавов и её эволюция. – М.: Изд-во Учеба-МИСиС, 2006.
- 11) Чистяков Ю.Д., Райнова Ю.П., Коркишко Ю.Н. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий. Учебное пособие для ВУЗов. Том 1 Физико-химические основы технологии микроэлектроники. М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2010. – 392 с.

- 12) Мартинес-Дуарт Дж.М., Мартин-Палма Р.Дж., Агулло-Руеда Ф. Нанотехнологии для микро - и оптоэлектроники. М.: Техносфера, 2009. – 368 с.
- 13) Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Уткина Е.А. Нанoeлектроника: теория и практика. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 369 с.
- 14) Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. – М., Наука, 1977
- 15) Бернштейн М.Л., Займовский В.А. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1979. – 496 с.
- 16) Кривоглаз М.А. Теория рассеяния рентгеновских лучей и тепловых нейтронов реальными кристаллами. – М: Наука, 1967. – 336 с.
- 17) Панова Т.В. Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия: учебное пособие. – Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016. – 80 с.
- 18) Беломятцев М.Ю. Механические свойства металлов. Ч.1. Твердость. Прочность. Пластичность: Лаб. практикум. - М.: МИСиС, 2007.
- 19) Беломятцев М.Ю., Кудря А.В. Механические свойства металлов: Ч. 3: Вязкость. Разрушение: Лаб. практикум. - М.: Изд. Дом МИСиС, 2008.

### **в) Методические указания**

- 1 ГОСТ 7.32-2017 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления отчета. — М.: Стандартинформ: уч.изд, 2017.
- 2 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.
- 3 Правилами оформления выпускных квалификационных работ. /Н.В. Каретникова; под. ред. Т.М. Полховской. – М.: МИСиС, 2015.
- 4 Итоговая государственная аттестация: метод. указания к оформлению выпускных квалификационных работ / Каретникова Н. В., Гудилин А. А. – М.: Изд-во МИСиС, 2012. – 47 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 отчета» и методическими указаниями к оформлению выпускных квалификационных работ.

### **6.3 Информационные средства обеспечения ГИА**



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 6 дней 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 не позднее чем за 3 дня до предполагаемой защиты.

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 дипломной работы 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	7-10
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, перспективность, научная и/или практическая значимость 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

Итоговая оценка	Результаты расчетов
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 – 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов

Образовательный трек – Наименование трека

от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Академическая группа	Форма обучения	ОЦЕНКИ								Примечания, рекомендации
				сред. балл	рецензент	отзыв руководителя	оценка члена ГЭК					
							Актуальность, перспективность, научная и/или практическая значимость работы	Соответствие работы критериям оценки компетенций выпускника	Доклад	Качество ответов на поставленные вопросы	ОБЩАЯ	
1				—, —								
2				—, —								
3				—, —								
4				—, —								
5				—, —								

\_\_\_\_\_ (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 – 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов

Образовательный трек – Наименование трека

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Академическая группа	Форма обучения	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