

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Исаев Игорь Магомедович  
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам  
Дата подписания: 03.10.2023 10:11:34  
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

11.04.04 – Электроника и наноэлектроника

Москва 2022

Программа Выпускной квалификационной работы (далее – ВКР) составлена методической комиссией ИНМиН на основании требований образовательного стандарта НИТУ «МИСиС» по направлению подготовки 11.04.04 - «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного решением Ученого совета НИТУ МИСиС» от «18» марта 2021 г. протокол № 2-21 и введенного в действие приказом ректора № 119 о. от «2» апреля 2021 г., а также иных нормативных документов, установленных законодательством РФ, и локальных актов Университета.

Разработчики:

Доц., к.ф.-м.н., зав. кафедрой  
*(уч. степень, уч. звание)*

*(подпись)*

С.И. Диденко  
*(И.О. Фамилия)*

Доц., к.т.н., доц. по кафедре  
*(уч. степень, уч. звание)*

*(подпись)*

М.Н. Орлова  
*(И.О. Фамилия)*

Рассмотрено на заседании Ученого Совета ИНМиН от «\_\_\_» июня 2022 г., протокол № \_\_\_\_\_

Директор ИНМиН  
д.ф.-м.н.

*(уч. степень, уч. звание)*

*(подпись)*

С.Д. Калошкин  
*(И.О. Фамилия)*

Председатель методической  
комиссии ИНМиН, доц., к.ф.-м.н.  
*(должность, уч. степень, уч. звание)*

*(подпись)*

Д.А. Подгорный  
*(И.О. Фамилия)*

## ВВЕДЕНИЕ

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах:

производства электронных устройств, разработки и исследования дискретных полупроводниковых приборов специального назначения, научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок; разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области электроники и нанoeлектроники; разработки и сопровождения технологических процессов производства материалов микро- и нанoeлектроники; разработки новых материалов и технологий их получения; проектирования и технологии полупроводниковых приборов и устройств на их основе).

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: 40.006 Специалист по научно-исследовательским и производственно-технологическим разработкам.

### 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 осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий

<b>Шифр</b>	<b>Название компетенции</b>
УК-2	Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-3	Способен использовать различные методы ясного и недвусмысленного формулирования своих выводов, знаний и обоснований для специализированной и неспециализированной аудиторий в национальном и международном контекстах, организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК-4	Способен эффективно функционировать в национальном и международном коллективах в качестве члена или лидера команды, применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, участвовать в обучении на протяжении всей жизни

#### Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

<b>Шифр</b>	<b>Название компетенции</b>
ОПК-1	Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
ОПК-3	Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
ОПК-4	Способен проектировать, разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей
ОПК-5	Способен демонстрировать практические навыки для решения сложных задач, выполнения сложного проектирования, а также проведения комплексных исследований, знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями

#### Профессиональные компетенции (ПК):

<b>Шифр</b>	<b>Название компетенции</b>
ПК-1	Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство
ПК-2	Способность оптимизировать параметры технологических операций
ПК-3	Способность проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы
ПК-4	Способность анализировать и выбирать перспективные материалы, технологические процессы и оборудование производства изделий микроэлектроники
ПК-5	Способен к реализации программ высшего образования уровня бакалавриат

Шифр	Название компетенции
	в области электроники и наноэлектроники

### 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 или Теоретические и/или экспериментальные разработки», «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 или Теоретические и/или экспериментальные разработки», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»; - оценивается при защите ВКР.
УК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования или Теоретические и/или экспериментальные разработки», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР.
УК-4	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах: «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «Список использованных источников» - оценивается при защите ВКР.
УК-5	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение» и «1 Аналитический обзор литературы», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
УК-6	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.

#### Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

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

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
	- оценивается при защите ВКР.

Профессиональные компетенции (ПК):

Код	Критерии для оценки компетентности
ПК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах: «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования или Теоретические и/или экспериментальные разработки», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы» - оценивается при защите ВКР.
ПК-2	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах: «2 Материалы, методы и методики исследования или Теоретические и/или экспериментальные разработки», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы» - оценивается при защите ВКР.
ПК-3	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах: «2 Материалы, методы и методики исследования или Теоретические и/или экспериментальные разработки», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР.
ПК-4	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах: «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.
ПК-5	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы» - 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	УК-3, УК-4, ОПК-1, ПК-4, ПК-5

№ и название разделов ВКР	Краткая характеристика раздела	Шифр компетенции
	консультантах, а так же содержит поля подписи студентом, руководителем (ями), консультантами, контролерами, зав.кафедрой и директором института.	
Задание на ВКР	Стандартная форма, выдаваемая на кафедре и заполняемая совместно студентом, руководителем и консультантами. Утверждается зав.кафедрой.	УК-3, ОПК-1, ПК-4, ПК-5
Аннотация	Краткая характеристика выполненной ВКР (до 2000 знаков). Текст аннотации заканчивается стандартным информационным абзацем об объеме ВКР и её характеристиках.	УК-3, УК-5, ОПК-1, ПК-4, ПК-5
Содержание	Перечень наименований всех разделов и подразделов ВКР, кроме титульного листа, задания на ВКР и аннотации.	УК-3, ОПК-1, ПК-4, ПК-5
Введение	Краткая характеристика научно-технической проблемы, решению которой посвящена ВКР.	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-4, 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, ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-5
2 Материалы, методы и методики исследования или Теоретические и/или экспериментальные разработки *	Излагаются сведения о используемых материалах, экспериментальных методах и методиках, технологических процессах, оборудовании и сведения о параметрах оборудования.	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4
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, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4
Выводы	Кратко и четко формулируются основные результаты работы	УК-2; УК-3, ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4
Список использованных источников	Библиографическое описание всех литературных источников, на которые есть ссылки в тексте ВКР	УК-3; УК-4; ОПК-1, ПК-1, ПК-4
Приложения***	Включаются дополнительный иллюстративный материал, программы ЭВМ, чертежи технологической оснастки и т.д.	УК-3, ОПК-1, ПК-3, ПК-4
<p>Примечания:</p> <p>* Допускается изменение формулировки (например, «Материалы и методы исследования»);</p> <p>** Допускается разделение раздела на два: «3 Результаты» и «4 Обсуждение результатов»;</p> <p>*** 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 60 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) Таперо К. И., Диденко С. И. Основы радиационной стойкости изделий электронной техники. Радиационные эффекты в изделиях электронной техники: учеб. пособие для студ. вузов М.: Изд-во МИСиС, 2013 – 349 с.
- 2) Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. – М.: Metallurgy, 1990. – 240 с.
- 3) Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. / Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. – М.: Metallurgy, 1982. – 632 с.
- 4) Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. – М.: Metallurgy, 1980. – 320 с.
- 5) Кекало И.Б. Самарин Б.А. Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами. – М.: Metallurgy, 1989. – 496 с.
- 6) Горелик С.С., Скаков Ю.А. Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. – М.: МИСиС, 2002.
- 7) Гуртов В.И. Твердотельная электроника. М.: Техносфера, 2008. - 512 с.
- 8) Шишкин Г. Г., Агеев И. М. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства: учебное пособие. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011.– 410 с.
- 9) Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. М.: Лань, 2011. – 539 с.
- 10) Казённов Г.Г. Основы проектирования интегральных схем и систем. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 295 с.
- 11) Лебедев А.В. Физика полупроводниковых приборов. М.: Физматлит, 2008. – 488 с.
- 12) Епифанов Г.И. Физика твердого тела. СПб.: Издательство «Лань», 2011. — 288 с.
- 13) Шалимова К.В. Физика полупроводников. – М., Энергия, 1976
- 14) Киреев П. С. Физика полупроводников. - М.: Высшая школа, 1975
- 15) Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М., Радио и связь, 1980
- 16) Алексенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника. – М., Радио и связь, 1982
- 17) Горелик С. С., Дашевский М. Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. - М.: Изд-во МИСиС, 2003. - 482 с.
- 18) Бублик В. Т., Дубровина А. Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов М.: Metallurgy, 1978. – 272 с.
- 19) Шаскольская М. П. Кристаллография: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений. – Москва: Высшая школа, 1984. – 375 с.
- 20) Добаткин С.В. Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикроструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2007.



- 21) Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С. Экспериментальные методы физического материаловедения. – М.: Изд. Дом «МИСиС», 2011.
- 22) Лившиц Б.Г. Металлография. – М.: Metallurgy, 1990. – 336 с.
- 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.: Metallurgy, 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) 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 Казань: Казанский научно- исследовательский технологический университет, 2014
- 33) Шагрова Г. В., Топчиев И. Н. Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий: учебное пособие Ставрополь: СКФУ, 2016
- 34) Филимонова Н. И., Кольцов Б. Б. Методы исследования микроэлектронных и нанoeлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия: учебное пособие Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013 – 139 с
- 35) Кларк Э. Р., Эберхардт К. Н., Баженов С. Л. Микроскопические методы исследования материалов: монография Москва: РИЦ Техносфера, 2007 – 376 с

#### ***б) Дополнительная***

- 1) Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. – М.: Metallurgy. 1990. – 336 с.
- 2) Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. – М.: Metallurgy, 1976. – 350 с.
- 3) Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. – М.: Metallurgy, 1986. – 480 с.
- 4) Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов. – М.: Атомиздат, 1978. – 352 с.
- 5) Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.: МИСиС. 1998, 400 с.
- 6) Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. - М., Машиностроение, 1980.
- 7) Мишин Д.Д. Магнитные материалы. - М.: Высшая школа, 1991.
- 8) Новые материалы /Сб. под редакцией Ю.С. Карабасова. - М.: МИСиС, 2002.

- 9) Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Войткун Ф. Материаловедение: Учебник. - М.: Изд-во МИСиС, 1999.
- 10) Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С. Экспериментальные методы физического материаловедения: монография - М.: Изд-во МИСиС, 2011.
- 11) Иванов А.Н., Поляков А.М. Анализ несовершенств кристаллического строения по профилю и интенсивности рентгеновских отражений: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2002. – 78 с.
- 12) Кекало И.Б. Атомная структура аморфных сплавов и её эволюция. – М.: Изд-во Учеба-МИСиС, 2006. Чистяков Ю.Д., Райнова Ю.П., Коркишко Ю.Н. Введение в процессы инте-гральных микро- и нанотехнологий. Учебное пособие для ВУЗов. Том 1 Физико-химические основы технологии микроэлектроники. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 392 с.
- 13) Мартинес-Дуарт Дж.М., Мартин-Палма Р.Дж., Агулло-Руеда Ф. Нанотехнологии для микро - и оптоэлектроники. М.: Техносфера, 2009. – 368 с.
- 14) Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Уткина Е.А. Нанoeлектроника: теория и практика. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 369 с.
- 15) Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. – М., Наука, 1977
- 16) Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.: МИСиС. 1998. - 400 с.
- 17) Бернштейн М.Л., Займовский В.А. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1979. – 496 с.
- 18) Кривоглаз М.А. Теория рассеяния рентгеновских лучей и тепловых нейтронов реальными кристаллами. – М: Наука, 1967. – 336 с.
- 19) Иванов А.Н., Поляков А.М. Анализ несовершенств кристаллического строения по профилю и интенсивности рентгеновских отражений: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2002. – 76 с.
- 20) Газенаур Е. Г., Кузьмина Л. В., Крашенинин В. И. Методы исследования материалов: учебное пособие Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013 – 335 с.

### **в) Методические указания**

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.32–2017 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления». Дата введения 2018-07-01
2. Правилами оформления выпускных квалификационных работ. /Н.В. Каретникова; под. ред. Т.М. Полховской. – М.: МИСиС, 2015.
3. ГОСТ 7.82–2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов.

### **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 Оформление ВКР должно соответствовать: Межгосударственному стандарту ГОСТ 7.32–2017 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и ГОСТ Р 2.105–2019 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

### **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/>;
- <https://www.coursera.org> учебные он-лайн курсы.

## **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 10 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 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. 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,	1-5

Наименование этапа защиты ВКР	Время, мин
руководитель ВКР, выпускающая кафедра, место и статус прохождения преддипломной практики	
<b>2</b> Доклад	7-10
<b>3</b> Вопросы членов ГЭК и ответы обучающегося	7-15
<b>4</b> Выступления (при наличии желающих)	0-5
<b>5</b> 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
<b>1</b> Актуальность, перспективность, научная и/или практическая значимость работы	
<b>2</b> Соответствие работы критериям оценки компетенций выпускника	
<b>3</b> Доклад	
<b>4</b> 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

$$A = \frac{\sum C + C1}{K + 1},$$

где  $C$  - оценка, выставленная членом ГЭК;

$C1$  - оценка, рекомендуемая руководителем ВКР;

$K$  - количество членов ГЭК.

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

Итоговая оценка	Результаты расчетов
Отлично	$\geq 4,5$

<b>Итоговая оценка</b>	<b>Результаты расчетов</b>
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 – *11.04.04* – Электроника и нанoeлектроника

Образовательный трек – Наименование трека

от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Академическая группа	Форма обучения очная	ОЦЕНКИ							Примечания, рекомендации	
				сред. балл	отзыв руководителя	оценка члена ГЭК						ОБЩАЯ
						Актуальность, перспективность, научная и/или практическая значимость работы	Соответствие работы критериям оценки компетенций выпускника	Доклад	Качество ответов на поставленные вопросы			
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 – 11.04.04 – Электроника и наноэлектроника

Образовательный трек – Наименование трека

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Академическая группа	Форма обучения очная	ОЦЕНКИ										Примечания, рекомендации	
				средний балл	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