

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Исаев Игорь Магомедович  
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам  
Дата подписания: 16.10.2023 14:23:42  
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  
11.03.04 – 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 11.03.04 - «Электроника и наноэлектроника», 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 «23» июня 2022 г., протокол № 5-22

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**

Образовательная программа по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» реализуется в многотрековой форме.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших образовательную программу, включает:

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 наноэлектроники; разработки и сопровождения технологических процессов производства материалов микро- и наноэлектроники; 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: 40.058 Инженер технолог по производству изделий микроэлектроники.

## **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 - 2 недели;

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

<b>Шифр</b>	<b>Название компетенции</b>
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 для формирования гражданской позиции и нетерпимого отношения к коррупционному поведению

#### Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

<b>Шифр</b>	<b>Название компетенции</b>
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
ОПК-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
ОПК-3	Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
ОПК-5	Способен демонстрировать практические навыки для решения задач и реализации проектов, в области, соответствующей профилю подготовки, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями

#### Профессиональные компетенции (ПК):

Шифр	Название компетенции
ПК-1	Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники
ПК-2	Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники
ПК-3	Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники
ПК-4	Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники
ПК-5	Способность разрабатывать технические описания на отдельные блоки изделий электронной техники

### 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 Изделия электронной техники, 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 Изделия электронной техники, 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 Изделия электронной техники, методы и методики 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 Изделия электронной техники, 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 Изделия электронной техники, методы и методики исследования»; - оценивается при защите ВКР.
УК-8	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Изделия электронной техники, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
УК-9	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе ВКР: «2 Изделия электронной техники, 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):

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
ОПК-1	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Изделия электронной техники, 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 Изделия электронной техники, 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 Изделия электронной техники, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»; - 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 Изделия электронной техники, 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 Изделия электронной техники, 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 Изделия электронной техники, 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 Изделия электронной техники, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР.
ПК-5	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Изделия электронной техники, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР.

## 4 ОБЪЕМ ИА (ГИА)

Общая трудоемкость ИА (ГИА) устанавливается Учебным планом.

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	часов	ЗЕТ
<i>Общая трудоемкость</i>	<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.	УК-3; УК-4; ОПК-1
Задание на ВКР	Стандартная форма, выдаваемая на кафедре и заполняемая совместно студентом, руководителем и консультантами. Утверждается зав.кафедрой.	УК-3; УК-4, ОПК-1
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
Содержание	Перечень наименований всех разделов и подразделов ВКР, кроме титульного листа, задания на ВКР и аннотации.	УК-3; УК-4, ОПК-1
Введение	Краткая характеристика научно-технической проблемы, решению которой посвящена ВКР.	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-11, ОПК-1, ПК-1; ПК-2
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, ПК-1; ПК-2
2 Изделия электронной техники, методы и методики исследования*	Излагаются сведения о используемых изделиях электронной техники, 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, ПК-1; ПК-2, ПК-3, ПК-4
3 Результаты и их обсуждение**	Приводятся полученные в ВКР данные, результаты	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-6; УК-8, УК-10, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3,

№ и название разделов ВКР	Краткая характеристика раздела	Шифр компетенции
	<i>исследования, их анализ. Сопоставление результатов с аналогичными литературными данными.</i>	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1; ПК-2, ПК-3, ПК-4
<i>Выводы</i>	<i>Кратко и четко формулируются основные результаты работы</i>	УК-2; УК-3; УК-4; УК-10; ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3
<i>Список использованных источников</i>	<i>Библиографическое описание всех литературных источников, на которые есть ссылки в тексте ВКР</i>	УК-3; УК-4; ОПК-1,
<i>Приложения***</i>	<i>Включаются дополнительный иллюстративный материал, программы ЭВМ, чертежи технологической оснастки и т.д.</i>	УК-3; УК-4; ОПК-1
<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.

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВКР

### 6.1 Рекомендуемая литература

#### а) Основная

- 1) Гуртов В.И. Твердотельная электроника. М.: Техносфера, 2008. - 512 с.
- 2) Шишкин Г. Г., Агеев И. М. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства: учебное пособие. М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2011.– 410 с.
- 3) Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. М.: Лань, 2011. – 539 с.
- 4) Казённов Г.Г. Основы проектирования интегральных схем и систем. М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2011. – 295 с.
- 5) Лебедев А.В. Физика полупроводниковых приборов. М.: Физматлит, 2008. – 488 с.
- 6) Епифанов Г.И. Физика твердого тела. СПб.: Издательство «Лань», 2011. — 288 с.
- 7) Шалимова К.В. Физика полупроводников. – М., Энергия, 1976
- 8) Киреев П. С. Физика полупроводников. - М.: Высшая школа, 1975
- 9) Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М., Радио и связь, 1980
- 10)Алексенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника. – М., Радио и связь, 1982



- 11) Горелик С. С., Дашевский М. Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. - М.: Изд-во МИСиС, 2003. - 482 с.
- 12) Бублик В. Т., Дубровина А. Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов М.: Metallurgia, 1978. – 272 с.
- 13) Шаскольская М. П. Кристаллография: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений. – Москва: Высшая школа, 1984. – 375 с.
- 14) Добаткин С.В. Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикроструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2007.
- 15) Введенский В.Ю., Лилеев А.С., Перминов А.С. Экспериментальные методы физического материаловедения. – М.: Изд. Дом «МИСиС», 2011.
- 16) Белов Н. А. Диаграммы состояния тройных и четверных систем: учеб. пособие для студ. вузов спец. - М.: Изд-во МИСиС, 2007. – 356 с.
- 17) Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. – М.: Metallurgia, 1976. – 350 с.
- 18) Сигов А.С. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур: лабораторный практикум по нанотехнологии. – М.: Лаборатория знаний, 2017 – 187 с.
- 19) Технология материалов микро- и наноэлектроники. Кожитов Л.В., Косушкин В.Г., Крапухин В.В., Пархоменко Ю.Н. – М.: Изд. МИСиС, 2007. – 543 с.
- 20) 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.
- 21) Валянский С. И., Наими Е. К. Наноматериалы. Ленгмюровские пленки: учеб. пособие - М.: Изд-во МИСиС, 2014. – 187 с.
- 22) Борисенко В. Е. Наноэлектроника: теория и практика. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.- 369 с.
- 23) Щука А. А., Сигов А. А. Наноэлектроника. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 345 с.
- 24) Кудря А.В. В кн. Перспективные материалы. Структура и методы исследования. Уч. пособие. 2006. – Изд-во ТГУ, МИСиС.
- 25) Зи С. М., Трутко А. Ф. Физика полупроводниковых приборов: пер. с англ. БМ.: Энергия, 1973

### **б) Дополнительная**

- 1) Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. – М.: Metallurgia. 1990. – 336 с.
- 2) Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. – М.: Metallurgia, 1986. – 480 с.
- 3) Юрчук, С. Ю. Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур: математическое моделирование фотолитографических процессов и процессов электронной литографии при создании субмикронных структур и структур с нанометровыми размерами : учебное пособие / С. Ю. Юрчук. — Москва : МИСИС, 2013. — 45 с.
- 4) Ковалев, А. Н. Гетероструктурная наноэлектроника : учебно-методическое пособие / А. Н. Ковалев. — Москва : МИСИС, 2009. — 155 с.
- 5) 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.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 392 с.

- 6) Мартинес-Дуарт Дж.М., Мартин-Палма Р.Дж., Агулло-Руеда Ф. Нанотехнологии для микро - и оптоэлектроники. М.:Техносфера, 2009. – 368 с.
- 7) Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Уткина Е.А. Нанoeлектроника: теория и практика. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 369 с.
- 8) Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. – М., Наука, 1977
- 9) Щука А. А., Сигов А. А. Нанoeлектроника: учебное пособие Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
- 10) Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники : учебное пособие : в 2 ч. Ч. 1 / А. А. Раскин, В. К. Прокофьева. — 3-е изд. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
- 11) Пархоменко, Ю. Н. Физика и технология приборов фотоники. Солнечная энергетика и нанотехнологии : учебное пособие / Ю. Н. Пархоменко, А. А. Полисан. — Москва : МИСИС, 2013. — 142 с.
- 12) Воротынцев, В. М. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники : учебное пособие / В. М. Воротынцев, В. Д. Скупов. — Москва : Проспект, 2017. — 519 с.
- 13) Ковалев, А. Н. Физика и технология наноструктурных гетерокомпозиций : учебник / А. Н. Ковалев, О. И. Рабинович, М. И. Тимошина. — Москва : МИСИС, 2015. — 460 с.
- 14) Сушков, А. Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие / А. Д. Сушков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 464 с.
- 15) Горелик С. С., Дашевский М. Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учебник для студ. вузов по напр. 'Материаловедение и технология новых материалов', 'Материаловедение, технологии материалов и покрытий' М.: Изд-во МИСиС, 2003

#### **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, исключая 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**

Электронные базы данных реферативных и полнотекстовых российских научных журналов и статей:

- 1) ЭБС университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru/>;
  - 2) Научный архив: <https://научныйархив.пф/>
  - 3) Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>
  - 4) Электронная база Реферативных журналов ВИНТИ: <http://www.viniti.ru/>
  - 5) Российский информационный портал в области науки, технологии и образования eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
  - 6) Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <https://polpred.com/news>
- Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
- 7) Научные журналы издательства Elsevier: <https://www.sciencedirect.com/>
  - 8) Аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science [https://apps.webofknowledge.com](https://apps.webofknowledge.com;);
  - 9) Аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <https://www.scopus.com/>
  - 10) Научомеретическая система InCites <https://apps.webofknowledge.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 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, 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

$$A = \frac{\sum C + C_1}{K + 1},$$

где  $C$  - оценка, выставленная членом ГЭК;

$C_1$  - оценка, рекомендуемая руководителем 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 – *11.03.04* – Электроника и наноэлектроника

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 – 11.03.04 – Электроника и наноэлектроника

Образовательный трек – Наименование трека

от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Академическая группа	Форма обучения очная	О Ц Е Н К И										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