

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Исаев Игорь Магомедович
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам
Дата подписания: 12.10.2023 12:51:46
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
11.03.04 – Электроника и наноэлектроника

Москва 2023

Программа Выпускной квалификационной работы (далее – ВКР) составлена методической комиссией ИНМиН на основании требований образовательного стандарта НИТУ «МИСИС» по группе направлений подготовки 11.00.00 - «Электроника, радиотехника и системы связи», утвержденного решением Ученого совета НИТУ МИСИС» от «28» июня 2023 г. протокол № 5-23 и введенного в действие приказом ректора № 292 о.в. от «28» июня 2023 г., а также иных нормативных документов, установленных законодательством РФ, и локальных актов Университета.

Разработчики:

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

(подпись)

М.Н. Орлова
(И.О. Фамилия)

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

(подпись)

А.В. Паничкин
(И.О. Фамилия)

Рассмотрено на заседании Ученого Совета ИНМиН от «22» июня 2023 г., протокол № 5-23

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 - 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

Шифр	Название компетенции
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 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

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	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 проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники

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.

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
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.

Цифровые профессиональные компетенции (ЦПК):

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

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»

Код	Критерии для оценки компетентности
	- 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, 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
Общая трудоемкость	540	15
Самостоятельная работа обучающегося	504	14
Сбор материала, изучение литературы по теме ВКР	72	2
Выполнение ВКР	396	11
Подготовка к защите ВКР	36	1
Контактная работа обучающегося	36	1
Работа с руководителем ВКР	26	0,722
Работа с консультантами	2	0,056
Предзащита ВКР	4	0,111
Защита ВКР	4	0,111
Итого	540	15

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; ПК-5
Задание на ВКР	Стандартная форма, выдаваемая на кафедре и заполняемая совместно студентом,	УК-3; УК-4, ОПК-1; ПК-5

№ и название разделов ВКР	Краткая характеристика раздела	Шифр компетенции
	<i>руководителем и консультантами. Утверждается зав.кафедрой.</i>	
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; ПК-5
Содержание	Перечень наименований всех разделов и подразделов ВКР, кроме титульного листа, задания на ВКР и аннотации.	УК-3; УК-4, ОПК-1; ПК-5
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; 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, ПК-1; ПК-2; ПК-5
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; 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, 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, 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; ПК-5
Приложения***	Включаются дополнительный иллюстративный материал, программы ЭВМ, чертежи технологической оснастки и т.д.	УК-3; УК-4; ОПК-1; ПК-5
<p>Примечания: * 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.: Бинoм. 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.: Бинoм. 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.: Металлургия, 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 субмикрoкристаллические 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.: Металлургия, 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. Нанoeлектроника: теория и практика. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.- 369 с.
- 23) Щука А. А., Сигов А. А. Нанoeлектроника. - 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.: Металлургия. 1990. – 336 с.
- 2) Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. – М.: Металлургия, 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 нанoeлектроника : 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, 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

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

- 1) ЭБС университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru/>;
 - 2) Научный архив: <https://научныйархив.рф/>
 - 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
Итого	20-40

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	
Итоговая оценка члена ЭК (ГЭК) (среднее арифметическое)		

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	$\geq 4,5$
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	О Ц Е Н К И							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 – Материаловедение и технологии материалов

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