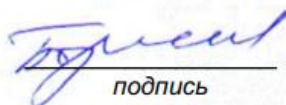


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
физики полупроводников и микроэлектроники


подпись

(Бормонтон Е.Н.)
расшифровка подписи

31.08.2024

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Б3.О.01(Д) Выполнение и защита
выпускной квалификационной работы

Код и наименование направления подготовки/специальности: 11.03.04

Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) подготовки/специализация: _____

Интегральная электроника и наноэлектроника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Кафедры, отвечающая за реализацию дисциплины: _____

физики полупроводников и микроэлектроники,

физики твердого тела и наноструктур

Составители фонда оценочных средств:

1. Бормонтон Е.Н., д.ф.-м.н., профессор
2. Быкадорова Галина Владимировна, к.т.н., доцент

Учебный год: 2027-2028

Семестр(ы): 8

1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы высшего образования

Код	Наименование компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1	Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов	<i>Знать:</i> фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы <i>Уметь</i> выявлять естественнонаучную сущность проблем в профессиональной сфере.
		ОПК-1.2	Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	<i>Уметь:</i> применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в профессиональной сфере деятельности
		ОПК-1.3	Использует положения, законы и методы естественных наук для решения	<i>Уметь</i> решать инженерные задачи в сфере профессиональной деятельности с использованием положений, законов и методов естественных наук; <i>Владеть:</i> - передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности; - навыками обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач
ОПК-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1	Находит и критически анализирует научно-техническую информацию, необходимую для решения поставленной задачи	<i>Уметь:</i> - находить и критически анализировать научно-техническую информацию, необходимую для решения поставленной задачи; - проводить критический анализ новых идей и возможность их реализации при реше-

				нии инженерных задач в профессиональной сфере деятельности. <i>Владеть</i> навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.
		ОПК-2.2	Определяет в рамках поставленной инженерной задачи совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих её достижение	<i>Знать</i> методы математического моделирования объектов микро- и нанoeлектроники.
		ОПК-2.3	Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач	<i>Уметь</i> аргументированно защищать результаты научно-практических исследований.
		ОПК-2.4	Выбирает способы и средства измерений для проведения экспериментальных исследований	<i>Уметь</i> обосновать выбор способов и средств для проведения экспериментальных исследований
		ОПК-2.5	Применяет способы и методы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	<i>Владеть:</i> - способами и методами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений
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-3.1	Использует информационно-коммуникационные технологии для поиска необходимой информации в своей предметной области	<i>Знать</i> современные информационные технологии. <i>Уметь</i> использовать современные информационные технологии для повышения эффективности выполняемых исследований в профессиональной сфере деятельности. <i>Владеть</i> современными информационными технологиями.
		ОПК-3.2	Применяет современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации	<i>Уметь:</i> - применять информацию для решения инженерных задач; - использовать современные методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом фор-

				<p>мате информации; <i>Владеть</i> современными информационными технологиями.</p>
		ОПК-3.3	Соблюдает требования информационной безопасности	<i>Знать</i> современные требования к обеспечению информационной безопасности
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1	Применяет современные интерактивные программные комплексы для создания и редактирования текстов, изображений и чертежей	<i>Уметь</i> осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для создания и редактирования текстов, изображений и чертежей
		ОПК-4.2	Использует современные компьютерные технологии для подготовки текстовой, графической, проектно-конструкторской и производственно-технологической документации в своей предметной области	<i>Владеть:</i> - современными компьютерными технологиями для подготовки текстовой, графической, проектно-конструкторской и производственно-технологической документации в своей предметной области - современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.
		ОПК-4.3	Выбирает и использует необходимые программные средства для решения задач профессиональной деятельности	<i>Знать</i> математический аппарат для проведения научных исследований. <i>Уметь:</i> - применять математический аппарат для решения инженерных задач в области микро- и нанoeлектроники; - разрабатывать программно-математическое обеспечение для проведения научных исследований .
ОПК-5	Способен разрабатывать алгоритмы и	ОПК-5.1	Владеет навыками построения алгоритмов	<i>Владеть:</i> - навыками построения алгоритмов

	компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.2	Разрабатывает компьютерные программы с учетом поставленных целей и задач, а также особенностей предметной области	<i>Уметь:</i> разрабатывать компьютерные программы с учетом поставленных целей и задач, а также особенностей предметной области
		ОПК-5.3	Применяет на практике операционные системы и оболочки, современные среды разработки прикладного программного обеспечения	<i>Уметь</i> Применять операционные системы и оболочки, современные среды разработки прикладного программного обеспечения при решении практических задач
ПК-1	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-1.1	Проводит сравнительный анализ существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков и на его основе разрабатывает общую архитектуру проектируемых СФ-блоков	<i>Знать:</i> - существующие способы реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков <i>Уметь</i> проводить сравнительный анализ существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков; <i>Владеть:</i> - навыками реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков - навыками разработки архитектуры изделий микро- и наноэлектроники.
ПК-2	Способен выполнять моделирование схем отдельных аналоговых блоков и принимать решения об уточнении первичного схемотехнического описания на основе результатов анализа и верификации результатов моделирования	ПК-2.2	Анализирует результаты схемотехнического моделирования и формирует отчеты о временных, частотных и мощностных характеристиках цифровых и аналоговых СФ-блоков	<i>Знать</i> параметры и свойства материалов для изделий «система в корпусе». <i>Уметь</i> обоснованно выбирать материалы для изделий «система в корпусе».
		ПК-2.3	Разрабатывает на основании результатов схемотехнического моделирования предложения о смене электрической схемы СФ-блока и коррекции первичного технического задания	<i>Знать</i> технологические, технические условия и ограничения на процесс производства изделий «система в корпусе». <i>Уметь</i> - методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы

				с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств. формулировать технологические, технические условия и ограничения на процесс производства проектируемого изделия «система в корпусе».
ПК-3	Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ПК-3.1	Выбирает конструкционные материалы и определяет типоразмеры заготовок для изделий микроэлектроники	<i>Знать</i> основы функционирования разрабатываемых аналоговых и аналого-цифровых узлов СнК. <i>Уметь</i> формулировать технические требования к созданию аналоговых и аналого-цифровых узлов СнК.
ПК-4	Готов организовать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.3	Готовит предложения по повышению точности технологических операций, предупреждению и устранению брака при изготовлении изделий микроэлектроники	<i>Уметь</i> анализировать литературные и патентные источники при разработке изделий микро- и наноэлектроники. <i>Владеть</i> навыками оформления результатов испытаний поведенческой модели СнК.
ПК-7	Способен проводить технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники	ПК-7.3	Решает технологические проблемы, возникающие в процессе производства изделий микроэлектроники	<i>Знать</i> структуру аналоговой части СнК <i>Уметь</i> структурировать аналоговую часть СнК с целью разделения на функциональные блоки <i>Владеть</i> методикой построения списка соединений в СнК для технического задания на выполнение проектных работ

2. Методические рекомендации по выполнению выпускной квалификационной работы

Примерная тематика выпускных квалификационных работ

по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Интегральная электроника и наноэлектроника»

Тематика выпускных квалификационных работ направлена на решение профессиональных задач:

- экспериментальное исследование объектов электроники и нанoeлектроники с целью создания новых материалов, технологий, компонентов и приборов;
- математическое моделирование структур, приборов и технологий с целью оптимизации их параметров;
- приборно-технологическое проектирование в специализированных пакетах, разработка специального программного обеспечения для решения научных и проектных задач в области нанoeлектроники.

Процедура защиты ВКР и методические рекомендации для студента

Процедура защиты ВКР регулируется положением «П ВГУ 2.1.28 – 2018 Положение о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Воронежского государственного университета». Промежуточная аттестация по выполнению и защите ВКР осуществляется с помощью текущих отчетов обучающегося перед руководителем ВКР по разделам выполнения ВКР.

Тематика ВКР разрабатывается кафедрой (в случае выездного выполнения ВКР - совместно с отделами, лабораториями предприятия, являющегося базой выполнения ВКР) и утверждается на заседании Ученого совета физического факультета по представлению заведующего кафедрой. Для подготовки ВКР за обучающимся распоряжением декана закрепляется руководитель ВКР из числа научно-педагогических работников Университета и, при необходимости, консультант. Руководитель перед началом выполнения ВКР выдает задание обучающемуся (Приложение 1), разрабатывает совместно с обучающимся календарный график выполнения ВКР, рекомендует необходимые справочные материалы и литературу.

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

Требования к оформлению ВКР определяются факультетом в соответствии с действующими стандартами. Титульный лист ВКР оформляется в соответствии с Приложением 2. Готовность ВКР к защите определяется решением заседания кафедры не позднее, чем за 2 недели до установленной даты защиты.

Подготовленная ВКР обязательно должна быть проверена на объем заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований. Минимальный процент оригинальности ВКР устанавливается решением Ученого совета факультета. ВКР подлежат размещению на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» (www.moodle.vsu.ru), за исключением текстов ВКР, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, до ее защиты. Обучающийся самостоятельно размещает файлы с текстом ВКР в формате PDF. Ответственность за проверку наличия ВКР на образовательном портале «Электронный университет» несет заведующий кафедрой.

После завершения подготовки обучающимся выпускной квалификационной работы руководитель ВКР оформляет письменный отзыв о работе обучающегося в период под-

готовки выпускной квалификационной работы (Приложение 3). ВКР бакалавра не рецензируется. Обучающийся должен быть ознакомлен с отзывом не позднее, чем за 5 календарных дней до дня защиты ВКР.

Структура ВКР

Выпускная квалификационная работа включает:

- задание на выполнение выпускной квалификационной работы (приложение 1);
- титульный лист (приложение 2);
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

Объем текстовых материалов и количество приложений ВКР регламентируется в зависимости от тематики выполненной работы. Рекомендуемый объем до 60 машинописных страниц; приложения до 10 машинописных страниц, библиография 20-30 наименований, включая работы на иностранном языке.

Во введении к ВКР необходимо:

- определить актуальность выбранной темы (т.е. оценить значение проблемы с точки зрения современной науки и отметить значимость ее исследования);
- сформулировать цель и задачи исследования;
- привести анализ литературы по проблеме исследования;
- указать объект и предмет исследования.

В основной части формируется понятийный аппарат, используемый в работе; приводятся постановка задачи, ее проектное решение и реализация.

В заключении формулируются выводы; даются практические рекомендации; намечаются перспективы исследования.

Список литературы содержит перечень изученной и упоминаемой в тексте ВКР литературы по проблеме.

В приложениях приводится полный перечень примеров, образцов, таблиц, графиков, гистограмм, отражающих результаты исследования; исходные тексты разработанных программных продуктов.

После выполнения ВКР на заседании выпускающей кафедры проводится предзащита ВКРБ по результатам которой разрешается допуск в предоставлении ВКР на государственную итоговую аттестацию.

ВКР оценивается по следующим критериям:

- актуальность темы исследования и ее соответствие современным представлениям;
- теоретическая и практическая ценность работы;
- содержание работы – соответствие содержания работы заявленной теме, четкость в формулировке объекта и предмета, целей и задач исследования, обоснованность выбранных методов решения задачи; полнота и обстоятельность раскрытия темы;

- использование источников – качество подбора источников, наличие внутритекстовых ссылок на использованную литературу, корректность цитирования, правильность оформления библиографического списка;
- качество оформления текста – общая культура представления материала, соответствие текста научному стилю речи, соответствие государственным стандартам оформления научного текста;
- качество предоставления материалов ВКР, т.е. способность кратко и точно излагать свои мысли и аргументировать свою точку зрения.

Шкала оценивания ВКР

Актуальность темы:

“5” – Разрабатывается первоочередная, малоизученная тематика

“4” – Разрабатывается актуальная тематика

“3” – Затрагиваются актуальные вопросы нанoeлектроники

“2” – Разрабатываемая тематика неактуальна

Теоретическая и практическая ценность:

“5” - Работа обладает новизной, имеет определенную теоретическую или практическую ценность

“4” - Отдельные положения работы могут быть новыми и значимыми в теоретическом или практическом плане

“3” - Работа представляет собой изложение известных фактов, не содержит рекомендаций по их практическому использованию

“2” - Полученные результаты или решение задачи не являются новыми

Содержание работы

“5” - Содержание полностью соответствует заявленной теме; цели и задачи работы сформулированы четко. Тема раскрыта полностью. Работа отличается логичностью и композиционной стройностью. Выводы обоснованы и полностью самостоятельны.

“4” - Содержание работы соответствует заявленной теме, однако она не раскрыта достаточно обстоятельно. Работа выстроена логично. Выводы обоснованы, но не вполне самостоятельны

“3” - Содержание работы не полностью соответствует заявленной теме, либо тема раскрыта недостаточно полно. Выводы не ясны.

“2” - Содержание работы не раскрывает заявленную тему. Выбранные методики не обоснованы. Значимые выводы отсутствуют.

Использование источников:

“5” – Общее количество используемых источников 25 и более, включая литературу на иностранных языках. Используется литература последних лет издания. Внутритекстовые ссылки и библиография оформлены в соответствии с ГОСТом.

“4” - Общее количество используемых источников не соответствует норме. Имеются погрешности в оформлении библиографического аппарата.

“3” - Количество используемых источников недостаточно или отсутствуют источники по теме работы. Используется литература давних лет издания. Имеются серьезные ошибки в оформлении библиографии.

“2” - Изучено малое количество литературы. Нет источников на иностранных языках. Нарушены правила внутритекстового цитирования, список литературы оформлен не по ГОСТ.

Качество оформления:

“5” – Текст работы соответствует научному стилю речи. Работа выполнена с соблюдением полиграфических стандартов.

“4” – Текст работы в основном соответствует научному стилю речи. Имеются схемы, таблицы и иной визуальный материал, облегчающий восприятие текста. Имеются погрешности в соблюдении полиграфических стандартов.

“3” - Отсутствуют средства систематизации и визуализации результатов. Имеются значительные стилистические погрешности.

“2” - Текст работы не принадлежит к научному стилю речи. Работа не соответствует полиграфическим стандартам.

Качество устной защиты:

“5” – Студент показывает хорошее знание вопроса, кратко и точно излагает свои мысли, умело ведет дискуссию с преподавателями. Во время защиты используется иллюстративный материал

“4” – Студент владеет теорией вопроса, доходчиво излагает свои мысли, однако ему не всегда удается аргументировать свою точку зрения при ответе на вопросы преподавателей

“3” - Затрудняется в кратком и четком изложении результатов своей работы. Не умеет аргументировать свою точку зрения.

“2” – Плохо разбирается в теории вопроса. Не может кратко изложить результаты своей работы. Не отвечает на вопросы преподавателей.

Форма задания на выполнение
 выпускной квалификационной работы
 ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕСИТЕТ»

Физический факультет

Кафедра физики полупроводников и микроэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
 Заведующий кафедрой

 подпись, расшифровка подписи
 _____.____.20__

ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы

студенту _____

Фамилия, имя, отчество полностью

Тема работы _____

утверждена решением ученого совета физического факультета от _____.____.20__ Срок сдачи студентом законченной работы: _____.____.20__ Календарный план:

Задание	Срок выполнения

Задание принял к исполнению студент _____ _____.____.20__

Подпись, расшифровка подписи

Руководитель _____

Подпись, расшифровка подписи

 Выпускная квалификационная работа представлена на кафедру _____.____.20__
 Выпускная квалификационная работа на тему _____

Допущена к защите в ГАК _____.____.20__

Заведующий кафедрой _____ _____.____.20__

Подпись, расшифровка подписи

Форма титульного листа выпускной квалификационной работы

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

Физический факультет

Кафедра _____

<Тема выпускной квалификационной работы >

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
Направление 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Программа Интегральная электроника и наноэлектроника

Зав.кафедрой _____ .____.20____
Подпись, ученая степень, звание, расшифровка подписи

Студент _____
Подпись, расшифровка подписи

Руководитель _____
Подпись, ученая степень, звание, расшифровка подписи

Научный консультант _____
Подпись, ученая степень, звание, расшифровка подписи

Воронеж 20__

Форма отзыва на выпускную квалификационную работу

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

Физический факультет

ОТЗЫВ

руководителя на выпускную квалификационную работу студента _____ курса, обучающегося по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» на тему

В отзыве должны быть отражены:

1. Общая характеристика работы.
2. Актуальность темы.
3. Соответствие темы работы ее содержанию, полнота раскрытия темы.
4. Степень изучения студентом источников и передового опыта в соответствующей сфере.
5. Теоретический уровень исследования, новизна и практическое значение выводов.
6. Недостатки работы.
7. Рекомендации по дальнейшему использованию результатов работы: их опубликование, внедрение в образовательный процесс и т.д. Общий вывод.
8. Оценка по шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Руководитель _____
(должность, ученая степень, ученое звание)

_____.____.20____
подпись, расшифровка подписи