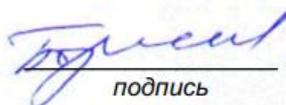


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
физики полупроводников и микроэлектроники



(Бормонтов Е.Н.)  
расшифровка подписи

31.08.2024

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
для государственной аттестации

Код и наименование направления подготовки/специальности: 11.03.04

Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) подготовки/специализация: \_\_\_\_\_

Интегральная электроника и нанoeлектроника

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

Учебный год: 2027-2028

Семестр(ы): 8

Фонд оценочных средств для государственной итоговой аттестации согласован со следующими представителями работодателей или их объединений, направление деятельности которых соответствует области профессиональной деятельности, к которой готовятся обучающиеся:

**СОГЛАСОВАНО:**

Представитель работодателя:  
Первый заместитель Генерального директора  
АО «ВЗПП-С», к.ф.-м.н.

  
\_\_\_\_\_  Ровинский А.П.  
М.П.

Представитель работодателя:  
Главный конструктор –  
заместитель Генерального директора  
АО «КТЦ «Электроника»», к.т.н.

  
\_\_\_\_\_  Быстрицкий А.В.  
М.П.

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

1.1. В результате освоения программы бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Интегральная электроника и наноэлектроника» у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

1.2. Выпускник, освоивший программу бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Интегральная электроника и наноэлектроника» должен обладать следующими универсальными компетенциями:

Категория универсальных компетенций	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними УК-1.2. Используя логико-методологический инструментарий, критически оценивает надежность источников информации, современных концепций философского и социального характера в своей предметной области
Разработка и реализация проектов	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели круг задач, соответствующих требованиям правовых норм УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи с учетом возможных ограничений действующих правовых норм УК-2.3 Решает конкретную задачу с учетом требований правовых норм УК-2.4 Формулирует конкретную, специфичную, измеримую во времени и пространстве цель, а также определяет дорожную карту движения к цели, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений УК-2.5 Составляет иерархическую структуру работ, распределяет по задачам финансовые и трудовые ресурсы УК-2.6 Оценивает эффективность результатов проекта
Командная работа и лидерство	УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Определяет свою роль в команде, опираясь на знания индивидуально-психологических особенностей своих и членов команды, а также психологических основ социального взаимодействия в группе УК-3.2 Выбирает эффективные способы организации социального взаимодействия и распределения ролей в команде УК-3.3 Эффективно взаимодействует с участниками образовательного процесса, соблюдая психологически обоснованные правила и нормы общения, устанавливает и поддерживает продуктивные взаимоотношения в группе в целях

			<p>организации конструктивного общения УК-3.4 Эффективно взаимодействует с другими членами команды, в том числе осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды, оценивает идеи других членов команды для достижения поставленной цели и представления результатов работы команды</p> <p>УК-3.5 Соблюдает установленные нормы и правила командной работы, несет личную ответственность за общий результат</p> <p>УК-3.6 Регулирует и преодолевает возникающие в команде разногласия, конфликты на основе учета интересов всех сторон</p>
Коммуникация	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном и иностранном(ых) языке(ах)	<p>УК-4.1 Выбирает на иностранном языке коммуникативно приемлемые стратегии делового общения</p> <p>УК-4.2 Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации в процессе решения стандартных коммуникативных задач на государственном языке</p> <p>УК-4.3 Ведет деловую переписку, учитывая особенности стилистики официальных и неофициальных писем, социокультурные различия в формате корреспонденции на государственном языке</p> <p>УК-4.4 Демонстрирует интегративные умения использовать диалогическое общение для сотрудничества в академической и деловой коммуникации на государственном языке</p> <p>УК-4.5 Владеет интегративными коммуникативными умениями в устной и письменной иноязычной речи</p> <p>УК-4.6 Выбирает на государственном языке коммуникативно приемлемые стратегии делового общения</p>
Межкультурное взаимодействие	УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	<p>УК-5.1 Определяет специфические черты исторического наследия и социокультурные традиции различных социальных групп, опираясь на знание этапов исторического развития России (включая основные события, основных исторических деятелей) в контексте мировой истории и ряда культурных традиций мира (в зависимости от среды и задач образования)</p> <p>УК-5.2 Учитывает при социальном и профессиональном взаимодействии философские и этические аспекты мировоззрения различных социальных групп</p> <p>УК-5.3 Умеет конструктивно взаимодействовать с людьми с учетом их социокультурных особенностей в целях успешного выполнения профессиональных задач и усиления социальной интеграции</p> <p>УК-5.4 Ориентируется в основных этапах развития истории и культуры России и ее достижениях, учитывает особенности российской цивили-</p>

			зации при взаимодействии с представителями различных культур, оценивая потенциальные вызовы и риски
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	<p>УК-6.1 Оценивает свои личностные и временные ресурсы на основе самодиагностики</p> <p>УК-6.2 Планирует траекторию саморазвития, опираясь на навыки управления своим временем и принципы образования в течение всей жизни</p> <p>УК-6.3 Определяет задачи саморазвития и профессионального роста, распределяет их на долго-, средне- и краткосрочные с обоснованием актуальности и определением необходимых ресурсов для их выполнения</p> <p>УК- 6.4 Реализует намеченные цели и задачи деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда</p> <p>УК-6.5 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей</p> <p>УК-6.6 Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов относительно решения поставленных задач и полученного результата</p>
	УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	<p>УК-7.1 Выбирает здоровьесберегающие технологии для поддержания здорового образа жизни с учетом физиологических особенностей организма</p> <p>УК-7.2 Планирует свое рабочее и свободное время для оптимального сочетания физической и умственной нагрузки и обеспечения работоспособности</p> <p>УК-7.3 Соблюдает и пропагандирует нормы здорового образа жизни в различных жизненных ситуациях и в профессиональной деятельности</p> <p>УК-7.4 Осуществляет выбор вида спорта или системы физических упражнений для физического самосовершенствования, развития профессионально важных психофизических качеств и способностей в соответствии со своими индивидуальными способностями и будущей профессиональной деятельностью</p> <p>УК-7.5 Использует методику самоконтроля для определения уровня здоровья и физической подготовленности в соответствии с нормативными требованиями и условиями будущей профессиональной деятельности</p> <p>УК-7.6 Поддерживает должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной дея-</p>

			тельности, регулярно занимаясь физическими упражнениями
Безопасность жизнедеятельности	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	<p>УК-8.1 Идентифицирует и анализирует опасные и вредные факторы элементов среды обитания и в рамках осуществляемой деятельности; знает основные вопросы безопасности жизнедеятельности</p> <p>УК-8.2 Способен осуществлять действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, социального (биолого-социального) происхождения; грамотно действовать в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени, создавать безопасные условия реализации профессиональной деятельности</p> <p>УК-8.3 Готов принимать участие в оказании первой и экстренной помощи при травмах и неотложных состояниях, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время</p> <p>УК-8.4 Способен обеспечить безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в том числе с помощью средств защиты выявить и устранить проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте</p> <p>УК-8.5 Применяет положения общевоинских уставов в повседневной деятельности подразделения, управляет строями, применяет штатное стрелковое оружие; ведет общевойсковой бой в составе подразделения; выполняет поставленные задачи в условиях РХБ заражения; пользуется топографическими картами; оказывает первую медицинскую помощь при ранениях и травмах; имеет высокое чувство патриотизма, считает защиту Родины своим долгом и обязанностью</p>
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	<p>УК-9.1 Понимает базовые принципы функционирования экономики</p> <p>УК-9.2 Понимает основные виды государственной социально-экономической политики и их влияние на индивида</p> <p>УК-9.3 Использует финансовые инструменты для управления личными финансами (личным бюджетом)</p> <p>УК-9.4 Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения поставленных целей</p> <p>УК-9.5 Контролирует собственные экономические и финансовые риски</p>

Гражданская позиция	УК-10	Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	УК-10.1 Соблюдает антикоррупционные стандарты поведения, выявляет коррупционные риски, противодействует коррупционному поведению в профессиональной деятельности УК-10.2 Поддерживает высокий уровень личной и правовой культуры, идентифицирует проявления экстремистской идеологии и противодействует им в профессиональной деятельности УК-10.3 Идентифицирует правонарушения террористической направленности, противодействует проявлениям терроризма в профессиональной деятельности
---------------------	-------	---	---

1.3. Выпускник, освоивший программу бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Интегральная электроника и наноэлектроника», должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

Категория компетенций	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
Научное мышление	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 ОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.3 Использует положения, законы и методы естественных наук для решения инженерных задач в сфере профессиональной деятельности
Исследовательская деятельность	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 ОПК-2.2 Определяет в рамках поставленной инженерной задачи совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих её достижение ОПК-2.3 Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач ОПК-2.4 Выбирает способы и средства измерений для проведения экспериментальных исследований ОПК-2.5 Применяет способы и методы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений
Информационные технологии	ОПК-3	Владеет методами поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные	ОПК-3.1 Использует информационно-коммуникационные технологии для поиска необходимой информации в своей предметной области ОПК-3.2 Применяет современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации ОПК-3.3 Соблюдает требования информационной безопасности

		требования информационной безопасности	
Компьютерная грамотность	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 ОПК-4.2 Использует современные компьютерные технологии для подготовки текстовой, графической, проектно-конструкторской и производственно-технологической документации в своей предметной области ОПК-4.3 Выбирает и использует необходимые программные средства для решения задач профессиональной деятельности
	ОПК-5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.1 Владеет навыками построения алгоритмов ОПК-5.2 Разрабатывает 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

1.4. Выпускник, освоивший программу бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Интегральная электроника и наноэлектроника» должен обладать профессиональными компетенциями:

Тип задач профессиональной деятельности	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
Проектно-конструкторский	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 ПК-1.2 Определяет численные значения основных технических характеристик цифровых и аналоговых СФ-блоков ПК-1.3 Создает схмотехнические и символьные представления СФ-блоков в системах автоматизированного проектирования, а также списки соединений на основе графических представлений электрических схем
Проектно-конструкторский	ПК-2	Способен выполнять моделирование элементов интегральных схем и принимать решения об уточнении первичного схмотехнического описания на основе результатов анализа и верифи-	ПК-2.1 Применяет средства САПР для реализации основных методов схмотехнического моделирования ПК-2.2 Анализирует результаты схмотехнического моделирования и формирует отчеты о временных, частотных и мощностных характеристиках цифровых и аналоговых СФ-блоков ПК-2.3 Разрабатывает на основании результатов схмотехнического моделирования предложения о смене электрической схемы СФ-блока и коррекции

		кации результатов моделирования	первичного технического задания
Производственно-технологический	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 ПК-3.2 Определяет состав средств технологического оснащения для разрабатываемых процессов производства изделий микроэлектроники ПК-3.3 Составляет технологический маршрут, разрабатывает порядок пооперационного выполнения работ и оформляет маршрутные карты изготовления изделий микроэлектроники
Производственно-технологический	ПК-4	Готов организовать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-4.1 Осуществляет контроль правильности эксплуатации технологического оборудования и оснастки на производстве изделий микроэлектроники ПК-4.2 Выявляет причины брака и приближения параметров к предельно допустимым при изготовлении изделий микроэлектроники ПК-4.3 Готовит предложения по повышению точности технологических операций, предупреждению и устранению брака при изготовлении изделий микроэлектроники
Проектно-конструкторский	ПК-5	Способен разрабатывать эскизные топологические представления элементов интегральных схем	ПК-5.1 Разрабатывает и применяет набор ограниченный на конфигурации топологических представлений цифровых и аналоговых блоков для заданного технологического процесса ПК-5.2 Разрабатывает топологические представления цифровых и аналоговых блоков средствами САПР с применением методов согласования параметров элементов аналоговых блоков ПК-5.3 Осуществляет физическую и электрическую верификацию топологического представления СФ-блоков средствами САПР
Проектно-конструкторский	ПК-6	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-6.1 Читает и интерпретирует проектно-конструкторскую документацию ПК-6.2 Представляет результаты проектирования СФ-блоков в соответствии со стандартами оформления проектно-конструкторской документации ПК-6.3 Осуществляет проверку результатов схемотехнического и топологического проектирования на соответствие техническому заданию
Производственно-технологический	ПК-7	Способен проводить технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники	ПК-7.1 Выбирает необходимые параметры технологических процессов производства изделий микроэлектроники ПК-7.2 Осуществляет эксплуатацию технологического оборудования и технологической оснастки на производстве изделий микроэлектроники ПК-7.3 Решает технологические проблемы, возникающие в процессе производства изделий микроэлектроники

## 2. Показатели оценивания компетенций

Форма ГИА	Код и наименование компетенции	Индикаторы освоения компетенции	Результаты обучения
ВКР	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы, явления и процессы в структурах, использующихся при разработке элементов и приборов микро- и наноэлектроники;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;</li> <li>- использовать положения, законы и методы естественных наук для решения инженерных задач в сфере профессиональной деятельности</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности;</li> <li>- навыками обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</li> </ul>
	ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-2.5	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы математического моделирования объектов микро- и наноэлектроники</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аргументированно защищать результаты научно-практических исследований;</li> <li>- находить и критически анализировать научно-техническую информацию, необходимую для решения поставленной задачи</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способами и методами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</li> </ul>
	ОПК-3 Владеет методами 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; ОПК-3.2; ОПК-3.3	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные информационные технологии;</li> <li>- явления и процессы в наноструктурах, использующихся при разработке элементов и приборов наноэлектроники;</li> <li>- передовой отечественный и зарубежный опыт решения научно-технических задач в области наноэлектроники;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современные информационные технологии для повышения эффективности выполняемых исследований в профессиональной сфере деятельности;</li> <li>- применять информацию для решения инженерных задач;</li> <li>- применять современные методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации;</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными информационными технологиями</li> </ul>

<p>ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3</p>	<p><b>Знать:</b> - современные интерактивные программные комплексы для создания и редактирования текстов, изображений и чертежей; <b>Уметь:</b> - применять современные интерактивные программные комплексы для создания и редактирования текстов, изображений и чертежей <b>Владеть:</b> - современными компьютерными технологиями для подготовки текстовой, графической, проектно-конструкторской и производственно-технологической документации в своей предметной области</p>
<p>ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</p>	<p>ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3</p>	<p><b>Уметь:</b> - осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения задач проектирования цифровых и аналоговых элементов; - применять математический аппарат для решения инженерных задач в области микро- и нанoeлектроники; - разрабатывать программно-математическое обеспечение, пригодное для практического применения. <b>Владеть:</b> - современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.</p>
<p>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</p>	<p>ПК-1.1</p>	<p><b>Знать:</b> - методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств; - физические основы работы электронной компонентной базы; технологию создания приборов микроэлектроники; конструкцию и топологию электронной компонентной базы <b>Уметь:</b> - использовать алгоритмы решения практических задач с применением современных языков программирования; - осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы; <b>Владеть:</b> - современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения; - навыками разработки архитектуры изделий микро- и нанoeлектроники;</p>
<p>ПК-2 Способен выполнять моделирование элементов ин-</p>	<p>ПК-2.2; ПК-2.3</p>	<p><b>Знать:</b> - основы схемотехнического моделирования <b>Уметь:</b> - обоснованно выбирать материалы для изделий</p>

	<p>тегральных схем и принимать решения об уточнении первичного схемотехнического описания на основе результатов анализа и верификации результатов моделирования</p>		<p>твердотельной электроники</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать технологические и технические условия производства изделий электроники в условиях конкретного производственно-технологического цикла;</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками схемотехнического моделирования элементов интегральных схем</li> </ul>
	<p>ПК-3 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>ПК-3.1</p>	<p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять технологический маршрут, разрабатывать порядок пооперационного выполнения работ и оформлять маршрутные карты изготовления изделий микроэлектроники</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками выбора конструкционных материалов для изделий микроэлектроники</li> </ul>
	<p>ПК-4 Готов организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>ПК-4.3</p>	<p><i>Знать</i> основные технологические операции.  <i>Уметь</i> готовить предложения по повышению точности технологических операций, предупреждению и устранению брака при изготовлении изделий микроэлектроники.  <i>Владеть</i> метрологическим обеспечением производства материалов и изделий электронной техники.</p>
	<p>ПК-7 Способен проводить технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>ПК-7.3</p>	<p><i>Уметь</i> выявлять технологические проблемы, возникающие в процессе производства изделий микроэлектроники  <i>Владеть</i> навыками решения технологических проблем, возникающих в процессе производства изделий микроэлектроники</p>

### 3. 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](http://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 подготовки 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.

Процедура защиты каждого обучающегося предусматривает:

- представление председателем государственной аттестационной комиссией (ГАК) обучающегося, оглашение темы его работы, руководителя ВКР;
- доклад по результатам работы (с акцентом на собственные исследования, расчеты и результаты);
- вопросы защищаемому;
- выступление руководителя или оглашение секретарем ГАК его отзыва на ВКР;
- дискуссия по ВКР;
- заключительное слово выпускника.

По окончании запланированных защит ВКР ГАК проводит закрытое совещание, на котором определяются оценки по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

### **Примерный перечень вопросов на защите ВКР**

1. Какие физические явления/процессы рассмотрены в проводимых исследованиях (ОПК-1)?
2. Какие методы математического моделирования использованы в Вашей работе (ОПК-1, ПК-1, ПК-2)?
3. Объясните полученные зависимости параметров исследуемых объектов (ПК-1).
4. Какие информационные технологии использованы при выполнении ВКР (ОПК-3, ОПК-4)?
5. Какими критериями выбора прикладного программного обеспечения Вы руководствовались при проведении исследований (ОПК-3, ОПК-4)?
6. В чем преимущества/недостатки использованного/разработанного Вами программного обеспечения (ОПК-5)?
7. Оцените полноценность и эффективность проведенных Вами исследований (ПК-2).
8. Какие физические явления (процессы) влияют на исследуемые параметры (ОПК-1, ПК-1)?
9. Сравните полученные результаты с данными, полученными Вами на основе анализа литературных и патентных источников (ОПК-3).
10. Какие методы статистического анализа полученных результатов Вы использовали в работе (ОПК-2)?
11. Какие критерии оптимизации параметров объекта Вашего проектирования выбраны с учетом заданных требований (ПК-2)?
12. В чем преимущества и недостатки разработанных в Вашей работе устройств (программного обеспечения, технологий, приборов, систем) электронной техники (ОПК-5, ПК-1 – ПК-4, ПК-7)?
13. В чем практическая значимость выполненных исследований (ПК-3 – ПК-7)?
14. Какие возможные направления будущих исследований по данной тематике (ОПК-3, ПК-7.3, ПК-1.1)?
15. Что выполнено в представленной работе Вами (ОПК-2)?
16. Какова эффективность выбранного метода решения поставленной задачи (ПК-2)?
17. Как использован передовой отечественный и зарубежный опыт в решении Вашей научно-технической задачи (ОПК-4)?

## Критерии и шкала оценивания результатов ВКР

Соотношение шкалы оценивания результатов защиты ВКР и уровня подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач:

Критерии оценивания	Шкала оценивания, баллы
Актуальность и обоснование выбора темы, её теоретическая и/или практическая значимость	<p>2 – в ВКР полно и аргументировано представлена актуальность исследования, раскрыта степень изученности темы, сформулированы цель, задачи, объект, предмет, методы исследования, обоснованы практическая и теоретическая значимость работы;</p> <p>1– в ВКР отражена актуальность исследования, отчасти раскрыта степень изученности темы, недостаточно полно обоснованы практическая и теоретическая значимость работы, имеются некоторые неточности при формулировке цели и задач, объекта и предмета, методов исследования;</p> <p>0 – в ВКР слабо отражена актуальность исследования и степень изученности темы, отсутствует обоснование теоретической и практической значимости темы исследования, неверно цель, задачи, объект, предмет, методы исследования</p>
Структурированность работы	<p>2 – ВКР хорошо структурирована, изложение логично, доказательно, соответствует научному стилю;</p> <p>1– ВКР имеет некоторые структурные недостатки, есть отклонения в логике изложения и стиле;</p> <p>0 – ВКР плохо структурирована, изложение материала не соответствует научному стилю, нелогично</p>
Стиль и логичность изложения	<p>2– изложение ВКР логично, доказательно, соответствует научному стилю;</p> <p>1 – в ВКР есть отклонения в логике изложения и стиле;</p> <p>0 – в ВКР материал изложен нелогично, не научным языком</p>
Глубина анализа полученных в ходе проведенных исследований результатов	<p>2– ВКР отличается глубиной анализа, широким обзором научных источников, в т.ч. зарубежных, умением критически оценивать материал;</p> <p>1 – анализ материала, проведенный в рамках ВКР, является недостаточно глубоким и критическим;</p> <p>0 – анализ материала, проведенный в рамках ВКР, является неглубоким и не критическим</p>
Соответствие между целями, содержанием и результатами ВКР	<p>2 – цель ВКР полностью достигнута, содержание и результаты работы отражают пути и методы ее достижения;</p> <p>1 – цель ВКР в основном достигнута, но содержание и результаты работы отражают пути и методы ее достижения лишь отчасти;</p> <p>0 – цель ВКР достигнута не полностью, содержание и результаты работы не отражают пути и методы ее достижения</p>
Достоверность выводов	<p>2 - выводы достоверны.</p> <p>1 - Выводы достоверны, имеются погрешности по отдельным показателям.</p> <p>0 - Выводы не в полной мере достоверны, имеются погрешности по ряду показателей, или выводы не достоверны</p>
Оформление ВКР	<p>2 - Графический материал полностью раскрывает содержание темы работы.</p> <p>1 - Графический материал полностью раскрывает содержание темы работы. Но имеются неточности в оформлении.</p> <p>0 - Графический материал не полностью раскрывает содержание темы работы, имеются неточности в оформлении.</p>
Качество представления доклада и уро-	<p>2 – во время защиты студент продемонстрировал глубокие знания по теме выпускной работы, наглядно и полно представил ВКР, ис-</p>

вень ответов на вопросы	черпывающе ответил на вопросы членов комиссии; 1 – во время защиты студент продемонстрировал недостаточно глубокие знания по теме выпускной работы 0 - при представлении работы был частично привязан к конспекту
Библиография использованных источников	2 - Количество источников более 10, все они использованы в работе, студент легко может перечислить и кратко изложить содержание использованных источников. 1 - Количество источников более 10, не все они использованы в работе. 0 - Использовано менее 3 источников, студент затрудняется в изложении содержания использованных источников.
Рекомендации к опубликованию и/или внедрению	2 - Рекомендуются к опубликованию, и/или использованию в учебном процессе, и/или внедрению. 1 - Рекомендуются к опубликованию, и/или использованию в учебном процессе, и/или внедрению. 0 - Нет

По всем критериям каждый член ГЭК выставляет баллы, которые в дальнейшем суммируются.

Подведение итогов: для перевода баллов в традиционную шкалу оценивания можно использовать следующие критерии:

менее 7 баллов – *«неудовлетворительно»*,

10-7 баллов – *«удовлетворительно»*,

15-11 баллов – *«хорошо»*,

20-16 баллов – *«отлично»*.

Итоговая оценка определяется как средняя арифметическая всех индивидуальных оценок членов ГЭК.

В спорном случае решающий голос имеет председатель комиссии.

Оценки *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»* означают успешную защиту выпускной квалификационной работы.

Оценка *«отлично»* соответствует высокому уровню сформированности компетенций и выставляется за выпускную квалификационную работу, которая имеет научно-практическую или научно-теоретическую направленность, содержит грамотно изложенные разделы, в ней представлены аналитические материалы, глубокое освещение выбранной темы в тесной взаимосвязи с практикой, а ее автор показал умение работать с литературой и нормативными документами, проводить исследования, делать теоретические и практические выводы. Работа имеет положительный отзыв руководителя. При защите ВКР выпускник показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, во время доклада использует ссылки на графический материал, легко отвечает на поставленные вопросы.

Оценка *«хорошо»* соответствует продвинутому уровню сформированности компетенций и выставляется за выпускную квалификационную работу, которая имеет научно-практическую или научно-теоретическую направленность, содержит грамотно изложенные разделы, в ней представлены аналитические материалы, соблюдается последовательность изложения с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными предложениями. Она имеет положительный отзыв руководителя. При защите ВКР выпускник показывает хорошее знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, во время доклада использует ссылки на графический материал, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы, но не на все из них дает исчерпывающие и аргументированные ответы.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенций и выставляется за выпускную квалификационную работу, которая имеет научно-практическую или научно-теоретическую направленность, содержит предусмотренные заданием разделы, базируется на практическом материале, но имеет недостаточно глубокие и обоснованные аналитические материалы, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные предложения. В отзыве руководителя имеются замечания по содержанию работы и методике исследования. При защите ВКР выпускник проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, допускает существенные недочеты, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» соответствует недостаточному уровню сформированности компетенций и выставляется за выпускную квалификационную работу, которая не имеет научно-практическую или научно-теоретическую направленность, не содержит аналитических материалов, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях по подготовке и защите ВКР. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. В отзывах руководителя имеются серьезные критические замечания. При защите работы выпускник затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теоретических материалов, при ответе допускает существенные ошибки. К защите не подготовлен предусмотренный заданием графический материал.

При определении оценки принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки выпускников, самостоятельность суждения о полученных результатах, качество оформления работы и ход ее защиты.

Результаты защиты ВКР объявляются обучающимся в тот же день после оформления протоколов заседания ГАК в установленном порядке и вносятся в зачетные книжки и ведомости. Оценка «*неудовлетворительно*» вносится только в ведомость. Непосредственно после защиты ВКР в печатном и электронном видах передаются на хранение в течение 5 лет на кафедре.