

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»  
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт  
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники



**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

По направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника  
Профиль «Электронные приборы и устройства»  
Квалификация бакалавр

Формы обучения: очная, заочная

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа « \_\_\_\_\_ » по направлению подготовки:  
11.03.04 « \_\_\_\_\_ » ( \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ »)– 53 с.

Рабочая программа « \_\_\_\_\_ » разработана в соответствии  
Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению  
подготовки 11.03.04 « \_\_\_\_\_ а» , утвержденным приказом Министерства  
науки и высшего образования Российской Федерации 19 \_\_\_\_\_ 2017 г. 927 (

1456 26.11.2020 ., №83 08.02.2021 г., 662 19.07.2022 г. и №208  
27.02.2023г.)

СОСТАВИТЕЛЬ:

.. . . . .

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии  
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»

 Ю.В. Бородач

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
1.1. Цели и задачи государственной итоговой аттестации.....	4
1.2. Перечень компетенций, которые должны быть сформированы у обучающихся в процессе подготовки к государственной итоговой аттестации.....	4
2. ВИДЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	7
3. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН.....	7
3.1. Форма проведения государственного экзамена.....	7
3.2. Примерный перечень вопросов и заданий для проведения государственного экзамена.....	8
3.3. Критерии оценивания.....	12
3.4. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену.....	12
4. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА.....	15
4.1. Методические рекомендации по выполнению и защите выпускной квалификационной работы.....	15
4.1.1. Требования к содержанию структурных элементов.....	15
4.1.2. Требования к оформлению.....	16
4.1.3. Подготовка ВКР к защите.....	18
4.2. Тематика выпускных квалификационных работ для обучающихся....	20
4.3. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки выпускной квалификационной работы.....	20
4.4. Критерии оценивания по результатам защиты выпускной квалификационной работы.....	23
5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПО ГИА.....	26

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1. Цели и задачи государственной итоговой аттестации

Целью итоговой государственной аттестации является установление уровня освоения выпускником профессиональных компетенций по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профилю Электронные приборы и устройства и качества его подготовки в области совокупности средств, способов и методов человеческой деятельности, направленной на теоретическое и экспериментальное исследование, математическое и компьютерное моделирование, проектирование, конструирование, технологию производства материалов, компонентов, электронных приборов, устройств, установок вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой, оптической, микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения.

К задачам государственной итоговой аттестации относятся:

оценка способности и умения выпускников, опираясь на полученные знания, умения и сформированные навыки, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения;

решение вопроса о присвоении квалификации «бакалавр», по результатам государственной итоговой аттестации и выдаче выпускнику соответствующего диплома о высшем образовании;

разработка рекомендаций по совершенствованию подготовки выпускников на основании результатов работы государственной экзаменационной комиссии.

### 1.2. Перечень компетенций, которые должны быть сформированы у обучающихся в процессе подготовки к государственной итоговой аттестации

В процессе подготовки к государственной итоговой аттестации у обучающихся по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профилю Электронные приборы и устройства должны быть сформированы следующие компетенции.

#### Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный	УК-1.1. Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи. УК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач.

	подход для решения поставленных задач	
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 проекта совокупность задач, обеспечивающих её достижение. УК-2.2. Выбирает наиболее эффективный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения.
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Определяет стратегию сотрудничества для достижения поставленной цели. УК-3.2. Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи.
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке. УК-4.2. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах не менее чем на одном иностранном языке. УК-4.3. Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации.
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5.1. Анализирует современное состояние общества на основе знания истории. УК-5.2. Интерпретирует проблемы современности с позиций истории, этики и философских знаний. УК-5.3. Демонстрирует понимание общего и особенного в развитии цивилизаций, религиозно-культурных отличий и ценностей локальных цивилизаций.
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	УК-6.1. Формулирует цели личного и профессионального развития, условия их достижения. УК-6.2. Планирует траекторию своего профессионального развития и предпринимает шаги по её реализации.
	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для	УК-7.1. Понимает влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья,

	обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	профилактику профессиональных заболеваний. УК-7.2. Выполняет индивидуально подобранные комплексы оздоровительной или адаптивной физической культуры.
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	УК-8.1. Воспроизводит общую характеристику обеспечения безопасности и устойчивого развития в различных сферах жизнедеятельности; классификацию чрезвычайных ситуаций военного характера, принципы и способы организации защиты населения от опасностей, возникающих в мирное время и при ведении военных действий. УК-8.2. Оценивает вероятность возникновения потенциальной опасности в повседневной жизни и профессиональной деятельности и принимает меры по ее предупреждению. УК-8.3. Применяет основные методы защиты при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов в повседневной жизни и профессиональной деятельности.
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.1. Знает основные документы, регламентирующие экономическую деятельность; источники финансирования профессиональной деятельности; принципы планирования экономической деятельности. УК-9.2. Обосновывает принятие экономических решений, использует методы экономического планирования для достижения поставленных целей. УК-9.3. Применяет экономические инструменты.

Гражданская позиция	УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	УК-10.1. Знает действующие правовые нормы, обеспечивающие борьбу с коррупцией в различных областях жизнедеятельности; способы профилактики коррупции и формирования нетерпимого отношения к ней профессиональную деятельность в случаях склонения к коррупционным правонарушениям. УК-10.2. Взаимодействует в обществе на основе нетерпимого отношения к коррупции.
---------------------	--	--

### Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы. ОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. ОПК-1.3. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. ОПК-2.2. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. ОПК-2.3. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. ОПК-2.4. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ОПК-2.5. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. ОПК-2.6. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. ОПК-2.7. Владеет способами 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	ОПК-3.1. Знает как использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации. ОПК-3.2. Знает современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации. ОПК-3.3. Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации.

информационной безопасности	ОПК-3.4. Владеет навыками обеспечения информационной безопасности.
ОПК-4. Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации	ОПК-4.1. Знает как использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации. ОПК-4.2. Умеет проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ОПК-4.3. Знает современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей. ОПК-4.4. Умеет использовать современные средства автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации. ОПК-4.5. Владеет современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации.

### Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Тип задач профессиональной деятельности
ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Знает математическое описание физических процессов, протекающих в материалах, компонентах и приборах электроники. ПК-1.2. Умеет строить физические и математические модели приборов, узлов, блоков. ПК-1.3. Владеет навыками компьютерного моделирования.	научно-исследовательский
ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков. ПК-2.2. Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов.	научно-исследовательский
ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных блоков электронных приборов, систем сбора, обработки данных и управления. ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты	проектно-конструкторский

<p>средств автоматизации проектирования</p>	<p>характеристик электронных приборов.          ПК-3.3. Умеет разрабатывать топологию интегральных микросхем.          ПК-3.4. Умеет программировать микропроцессоры и микроконтроллеры.          ПК-3.5. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.</p>	
<p>ПК-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>	<p>ПК-4.1. Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков.          ПК-4.2. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.          ПК-4.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.</p>	<p>проектно-конструкторский</p>
<p>ПК-5. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>ПК-5.1. Знает принципы учета видов и объемов производственных работ.          ПК-5.2. Умеет осуществлять регламентное обслуживание оборудования.          ПК-5.3. Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации.          ПК-5.4. Владеет навыками выбора материалов и компонентов электроники.</p>	<p>производственно-технологический</p>
<p>ПК-6. Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>ПК-6.1. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства.          ПК-6.2. Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры.          ПК-6.3. Владеет навыками метрологического</p>	<p>производственно-технологический</p>

	сопровождения технологических процессов.	
ПК-7. Способен осуществлять технологическое сопровождение производства изделий электроники и наноэлектроники	ПК-7.1. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования изделий электроники и наноэлектроники. ПК-7.2. Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку изделий электроники и наноэлектроники. ПК-7.3. Владеет навыками метрологического сопровождения производства изделий электроники и наноэлектроники.	производственно-технологический
ПК-8. Способен к эксплуатации измерительного, диагностического, технологического оборудования	ПК-8.1. Знает функциональные возможности электронного оборудования. ПК-8.2. Умеет осуществлять метрологическое обеспечение технологических и измерительных процессов при производстве приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий. ПК-8.3. Владеет навыками мониторинга диагностического, технологического оборудования.	сервисно-эксплуатационный
ПК-9. Способен осуществлять настройку, поверку и контроль электронного оборудования	ПК-9.1. Знает принципы поверки, настройки и калибровки измерительной и тестовой аппаратуры. ПК-9.2. Умеет осуществлять пуско-наладочные работы электронного оборудования. ПК-9.3. Владеет навыками поверки, настройки и калибровки измерительной и тестовой аппаратуры.	производственно-технологический
ПК-10. Способен осуществлять эксплуатацию и обслуживание приборов электроники и наноэлектроники	ПК-10.1. Знает принципы эксплуатации и обслуживания приборов электроники и наноэлектроники. ПК-10.2. Умеет осуществлять эксплуатацию приборов электроники и наноэлектроники.	сервисно-эксплуатационный

	ПК-10.3. Владеет навыками обслуживания приборов электроники и нанoeлектроники.	
--	--	--

## 2. ВИДЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Государственная итоговая аттестация выпускника ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профилю Электронные приборы и устройства осуществляется в виде государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы бакалавра.

Государственный экзамен проводится до защиты выпускной квалификационной работы бакалавра. Защита выпускной квалификационной работы бакалавра является заключительным этапом государственной итоговой аттестации выпускника ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

Программа государственного экзамена разрабатывается выпускающей кафедрой, обеспечивающей преподавание соответствующих дисциплин, выносимых на государственный экзамен.

Руководитель и тема выпускной квалификационной работы бакалавра утверждаются приказом ректора ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

## 3. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

### 3.1. Форма проведения государственного экзамена

Государственный экзамен выпускника ЛГУ им. В. Даля по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профилю Электронные приборы и устройства проводится в устной форме на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии.

При проведении устного экзамена экзаменуемому предоставляется 1 час для подготовки ответа. На вопросы билета студент отвечает публично. Члены государственной экзаменационной комиссии вправе задавать дополнительные вопросы с целью выявления глубины знаний студентов по рассматриваемым темам. Продолжительность устного ответа на вопросы билета не должна превышать 30 минут. В процессе подготовки к ответу экзаменуемому разрешается пользоваться данной Программой и рекомендуемой литературой, перечень которой указывается в п. 3.4 данной Программы.

### 3.2. Примерный перечень вопросов и заданий для проведения государственного экзамена

Теоретический материал, выносимый на государственный экзамен, состоит из следующих четырех блоков:

#### 1) Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники

Электронно-дырочный (p-n) переход. Инжекция и экстракция неосновных носителей заряда. Вольтамперная характеристика p-n-перехода.

Ток носителей заряда в р-п-переходе. Коэффициент инжекции. Генерация и рекомбинация носителей в р-п-переходе. Барьерная и диффузионная емкость. Пробой р-п-перехода: тепловой, лавинный, туннельный. Гетеропереходы. Контакт металл-полупроводник. Барьер Шоттки. Омический контакт.

Полупроводниковые диоды. Основные характеристики диодов, их зависимость от температуры и режимов. Эквивалентные схемы. Импульсные и частотные свойства диодов.

Выпрямительные и импульсные диоды. Варикапы. Стабилитроны. Туннельные и обратные диоды. Лавинно-пролетные диоды. Диоды Шоттки. Диоды СВЧ. Диоды Ганна.

Биполярные транзисторы. Структура и принцип действия. Распределение носителей по структуре транзистора. Схемы включения транзисторов. Эффект Эрли. Основные параметры и характеристики транзисторов, их зависимость от температуры и режима. Импульсные и частотные свойства транзисторов. Пробой транзисторов и смыкание переходов. Шумы в транзисторах. Мощные транзисторы. СВЧ-транзисторы. Гетероструктурные биполярные транзисторы.

Диодные и триодные тиристоры. Структура и принцип действия. Эквивалентная схема динистора. Параметры тиристоров. Тиристор с шунтированным эмиттерным переходом. Тиристор с обратной проводимостью. Запорный тиристор. Симисторы.

Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом. Полевые транзисторы МДП. Принцип действия. Модуляция глубины канала. Основные параметры и характеристики полевых транзисторов. Частотные и импульсные свойства. Шумы полевых транзисторов на низких и высоких частотах. МДП-транзисторы с индуцированным и встроенным каналами.

Интегральные микросхемы. Элементы ИС: транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы в составе ИС. Классификация ИС по конструктивно-технологическому и функциональному признакам. Цифровые и аналоговые ИС. Полупроводниковые запоминающие устройства и микропроцессоры. Биполярные ТТЛ-, ЭСЛ-схемы. МДП-ИС: с р- и n-каналами, КМОП.

Приборы с зарядовой связью. Принцип действия, основные параметры, области применения.

Оптоэлектронные приборы. Назначение и области применения. Фотоприемники: фотодиоды, фототранзисторы, фоторезисторы, лавинные фотодиоды. Принцип действия, основные параметры и характеристики: фоточувствительность, инерционность, минимальный уровень регистрации. Солнечные батареи. Полупроводниковые излучатели: светодиоды и лазеры. Приборы для систем отображения информации. Оптроны и оптоэлектронные интегральные схемы.

Термоэлектрические и гальваномагнитные полупроводниковые приборы.

Твердотельные датчики и микроэлектронные преобразователи информации.

## **2) Приборы и устройства СВЧ**

Понятие гибридной интегральной схемы СВЧ. Основные линии передач ГИС СВЧ. Расчет параметров линий.

Устройства распределения (суммирования) мощности СВЧ. Применение делителей (сумматоров) мощности. Элементы многоканальных делителей. Параллельное разветвление линий передач. Двухканальный синфазный направленный делитель мощности. Кольцевой мост. Многоканальные делители. Алгоритмы расчета многоканальных делителей. Определение мощностей в исходных каналах делителя по заданному закону. Расчет частотных характеристик многоканальных делителей. Четырехканальные делители мощности. Делители мощности на 64 канала. Характеристики делителей, выполненных из мостовых устройств.

Избирательные устройства. Классификация избирательных устройств, формирующих один или несколько частотных каналов. Основные параметры микроэлектронных фильтров. Аппроксимация функций рабочего затухания. Расчет топологии фильтров нижних частот. Расчет топологии ФНЧ с чебышевской характеристикой на МПЛ. Расчет топологических схем ППФ на связанных одинаковых МПЛ.

Смесители. Параметры смесителей. Основные требования к смесителям. Выбор активных элементов. Схемы смесителей. Математические модели смесителей. Смесители на комбинациях линий передач.

Усилительные устройства. Требования к малошумящим усилителям СВЧ. Параметры малошумящих усилителей СВЧ. Усилительные элементы. Математическая модель транзистора. Расчет усилителя. Использование ЭВМ при проектировании усилителей. Топологические схемы микроэлектронных СВЧ усилителей. Многокаскадные усилители. Влияние внешних факторов на работу усилителей с ПТ.

Устройства управления мощностью. Требования к устройствам управления мощностью. Классификация устройств управления мощностью. Управляющие элементы. Математический аппарат для расчета устройств на сосредоточенных элементах. Устройства на сосредоточенных управляющих элементах. Устройства на элементах с распределенными параметрами.

Фазовращатели. Параметры полупроводниковых фазовращателей. Схемы фазовращателей. Анализ характеристик фазовращателей с направленным ответвителем.

Ограничители мощности. Параметры ограничителей мощности. Ограничительные диоды. Схемы ограничителей мощности и их расчет.

## **3) Технологические процессы в производстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Нанотехнологии**

Вакуум и вакуумные насосы для технологических процессов электроники. Приборы для измерения вакуума.

Выращивание монокристаллов полупроводников методами Бриджмена и зонной плавки. Особенности выращивания методами Чохральского и Степанова. Методы роста Вернейля и Киропулоса.

Определение кристаллографической ориентации полупроводника. Ориентированная резка, шлифовка и полировка пластин.

Химическое травление и химическая полировка германия, кремния и арсенида галлия. Химико-механическая полировка. Финишная очистка пластин.

Эпитаксия. Практические методы эпитаксиального наращивания. Распределение примесей в эпитаксиальных слоях. Дефекты эпитаксиальных пленок. Получение эпитаксиальных гетеропереходов. Выращивание эпитаксиальных пленок АЗВ5. Сравнение газотранспортной, жидкофазной и молекулярной эпитаксий.

Планарная технология. Физические основы процесса диффузии. Основные уравнения. Практические методы проведения процессов диффузии.

Методы получения электронных и ионных потоков. Ионное легирование. Плазмохимические и ионно-плазменные методы обработки полупроводниковых и металлических слоев.

Термическое окисление кремния в водяном паре, в сухом и влажном кислороде. Распыление и конденсация оксидов кремния в вакууме. Анодное окисление. Химическое осаждение оксида из газовой фазы. Маскирующее свойство пленок оксида кремния. Пленки нитрида кремния.

Получение тонких пленок. Термическое испарение в вакууме. Ионно-плазменное распыление. Химическое и плазмохимическое осаждение из газовой фазы. Материалы тонкопленочной технологии.

Литография. Типы литографических процессов. Фоторезисты. Проекционная фотолитография, электронно-лучевая литография и рентгеновская литография. Фотошаблоны и их изготовление. Дефекты микросхем, связанные с фотолитографическими процессами.

Основы конструирования полупроводниковых ИС. Методы изоляции элементов. Изопланарная технология, эпик-процесс, технология «кремний на изоляторе» и «кремний в диэлектрике».

Особенности нанотехнологий и нанoeлектроники. Определение размеров частиц. Определение структуры поверхности. Просвечивающая электронная микроскопия. Ионно-полевая микроскопия. Сканирующая микроскопия. Методы синтеза наноструктур.

#### **4) Функциональная электроника**

Функции соединителей и коммутационных устройств. Контактные соединения. Кабельные соединители. Особенности коммутационных устройств и соединителей.

Принцип действия оптоэлектронных коммутационных устройств. Диодная оптопара. Транзисторная оптопара. Достоинства и недостатки оптоэлектронных коммутаторов.

Разновидности полупроводниковых коммутаторов. Принцип действия коммутаторов на МДП-транзисторах. Свойства коммутаторов на МДП-транзисторах.

Контактные коммутационные устройства и соединители. Принцип действия. Особенности конструкций контактных коммутационных устройств и соединителей.

Физико-химические процессы в электрических контактах. Особенности конструирования контактных устройств.

Конденсаторы. Классификация, схема замещения. Физические процессы, происходящие при длительном функционировании конденсаторов. Конденсаторы постоянной емкости. Конденсаторы переменной емкости.

Катушки индуктивности. Схема замещения, основные и паразитные параметры. Стабильность катушек без сердечника.

Резисторы. Классификация. Специальные резисторы. Применение резисторов в РЭА и перспективы их развития.

Сигналы и помехи. Классификация устройств фильтрации. Фильтрация при обнаружении и распознавании радиосигналов. Оптимальная нелинейная фильтрация. Особенности LC-фильтров. Характеристики LC-фильтров. Особенности многоконтурных фильтров.

Физические основы работы электромеханических, пьезоэлектрических и акустоэлектронных фильтров. Электромеханические магнитострикционные фильтры. Пьезокварцевые и пьезокерамические фильтры. Принцип действия фильтров RC.

Применение ОУ в активных RC-фильтрах. Конструирование активных RC-фильтров.

Принцип действия дискретных и цифровых фильтров. Принцип действия аналогового фильтра. Принцип действия дискретного фильтра.

Динамические неоднородности, создаваемые в веществе в процессе функционирования. Функционирование МДП-конденсаторов. Перенос зарядов в расположенных рядом МДП-конденсаторах.

Принцип действия фильтров на поверхностных акустических волнах (ПАВ). Область частот фильтров на ПАВ. Расчет частотных характеристик. Согласование преобразователей. Конструирование преобразователей фильтров на ПАВ. Фильтры для линейно-частотно-модулированных сигналов (ЛЧМ), используемых в радиолокации.

Элементы запоминающих устройств. Основные понятия и классификация. Сердечники с прямоугольной (ППГ) и непрямоугольной (НПГ) петлями гистерезиса. Принцип действия ОЗУ на ферритовых сердечниках. Принцип действия ЗУ на ПЗС. Полупроводниковые элементы ПЗУ. Элементы полупроводниковых ОЗУ на МДП-транзисторах.

Классификация элементов индикации. Активные элементы индикации. Пассивные элементы индикации.

### 3.3. Критерии оценивания

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему, в свете которого тесно увязывается теория с практикой. При этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с вопросами и другими видами контроля знаний, проявляет знакомство с монографической литературой, правильно обосновывает принятые решения, делает собственные выводы по итогам написания выпускной квалификационной работы.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающего его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает трудности в выполнении практических заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не усвоил значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

#### **3.4. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену**

1. Щука А.А. Наноэлектроника [Электронный ресурс] / Щука А.А.; под ред. А.С. Сигова. - М. : БИНОМ, 2012. - 342 с. - ISBN 978-5-9963-1055-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996310555.html>
2. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов [Электронный ресурс] / Лебедев А. И. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 488 с. - ISBN 978-5-9221-0995-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109956.html>
3. Ковалев А.Н. Физика и технология наноструктурных гетерокомпозиций [Электронный ресурс] / Ковалев А.Н. - М. : МИСиС, 2015. - 460 с. - ISBN 978-5-87623-941-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239419.html>
4. Королёв М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: в 2 ч. Ч. 1: Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование [Электронный ресурс] / М.А. Королёв [и др.]; под общей ред. чл.-корр. РАН проф. Ю.А. Чаплыгина. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-9963-2904-5 - Текст : электронный

- // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329045.html>
5. Барыбин А.А. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники [Электронный ресурс] / Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 784 с. - ISBN 978-5-9221-1321-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113212.html>
  6. Левицкий А.А. Проектирование микросистем. Программные средства обеспечения САПР [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Левицкий, П.С. Маринушкин - Красноярск : СФУ, 2010. - 156 с. - ISBN 978-5-7638-2111-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763821116.html>
  7. Белоус А.И., СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. В 2-х книгах. Книга 1 : Техническая энциклопедия [Электронный ресурс] / Белоус А.И., Мерданов М. К., Шведов С.В. - М. : Техносфера, 2018. - 818 с. - ISBN 978-5-94836-531-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365312.html>
  8. Белоус А.И., СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. В 2-х книгах. Книга 2 : Техническая энциклопедия [Электронный ресурс] / Белоус А.И., Мерданов М. К., Шведов С.В. - М. : Техносфера, 2018. - 702 с. - ISBN 978-5-94836-532-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365329.html>
  9. Берлин Е.В. Индуктивные источники высокоплотной плазмы и их технологические применения [Электронный ресурс] / Берлин Е.В., Григорьев В.Ю., Сейдман Л.А. - М. : Техносфера, 2018. - 464 с. - ISBN 978-5-94836-519-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365190.html>
  10. Адаменко М.В. Ламповые усилители низкой частоты [Электронный ресурс] / Адаменко М. В. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2017. - 352 с. - ISBN 978-5-91359-228-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913592286.html>
  11. Джиган В.И., Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы [Электронный ресурс] / Джиган В.И. - М. : Техносфера, 2013. - 528 с. - ISBN 978-5-94836-342-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363424.html>

12. Кехтарнаваз Н. Цифровая обработка сигналов на системном уровне с использованием LabVIEW [Электронный ресурс] / Кехтарнаваз Н., Ким Н. - М. : ДМК Пресс, 2007. - 300 с. - ISBN 978-5-94120-108-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941201082.html>
13. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / Оппенгейм А., Шафер Р. - Издание 3-е, исправленное. - М. : Техносфера, 2012. - 1048 с. - ISBN 978-5-94836-329-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363295.html>
14. Драгунов В.П. Микро- и нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Драгунов В.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2012. - 38 с. - ISBN 978-5-7782-2095-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778220959.html>
15. Драгунов В.П. Микро- и нанoeлектроника: Сборник задач и примеры их решения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Драгунов В.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 50 с. - ISBN 978-5-7782-2615-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226159.html>
16. Акчурин Р.Х. МОС-гидридная эпитаксия в технологии материалов фотоники и электроники [Электронный ресурс] / Акчурин Р.Х., Мармалюк А.А. - М. : Техносфера, 2018. - 488 с. - ISBN 978-5-94836-521-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365213.html>
17. Сигов А.С., Электроника [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / А.С. Сигов, В.И. Нефедов, А.А. Щука; Под ред. А.С. Сигова. - М. : Абрис, 2012. - 348 с. - ISBN 978-5-4372-0072-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200728.html>
18. Соколов С.В., Электроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Соколов С.В., Титов Е.В. - М. : Горячая линия - Телеком, 2013. - 204 с. - ISBN 978-5-9912-0344-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203449.html>
19. Фудзисава Ю. 32-битные микропроцессоры и микроконтроллеры SuperH [Электронный ресурс] / Юкихо Фудзисава; пер. с яп. Клионского А.Б. - М. : ДМК Пресс, 2016. - 359 с. (Серия "Мировая электроника") - ISBN 978-5-94120-206-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941202065.html>

20. Дьяконов В.П. Сверхскоростная твердотельная электроника. Т. 2: Приборы специального назначения [Электронный ресурс] / Дьяконов В.П. - М. : ДМК Пресс, 2013. - 576 с. - ISBN 978-5-94074-926-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940749264.html>

## **4. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

### **4.1. Методические рекомендации по выполнению и защите выпускной квалификационной работы**

#### **4.1.1. Требования к содержанию структурных элементов**

Выпускная квалификационная работа бакалавра по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профилю Электронные приборы и устройства должна представлять собой выполненную студентом работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности по направлению подготовки, а также умение применять полученные знания при выполнении конкретной задачи прикладного характера.

Материалы выпускной квалификационной работы бакалавра должны состоять из структурных элементов, расположенных в следующем порядке:

- 1) титульный лист;
- 2) задание;
- 3) аннотация (на русском и иностранном языке);
- 4) содержание (с указанием номеров страниц);
- 5) введение;
- 6) основная часть (разделы, подразделы, пункты, подпункты);
- 7) заключение (выводы)
- 8) библиографический список
- 9) приложения (при необходимости)
- 10) вспомогательные указатели (при необходимости).

Аннотация как краткое изложение содержания ВКР включает в себя: наименование и тему; сведения об объеме текстового материала ВКР (количество страниц); количество иллюстраций (рисунков), таблиц, приложений, использованных источников;

перечень ключевых слов (7-15 слов).

Перечень ключевых слов характеризует основное содержание ВКР и включает слова в именительном падеже, написанные через запятую в строку прописными буквами.

Аннотация как краткая характеристика работы должна составлять 1500–2000 печатных знаков (примерно одна страница). Аннотация должна отражать тему, предмет, характер и цель ВКР, методы исследования, полученные

результаты и их новизну, область применения, возможность практической реализации.

Введение содержит четкое и краткое обоснование выбора темы, цели и задачи, определение ее актуальности. Объем введения 2-4 страницы.

Основная часть содержит описание физических принципов действия разрабатываемого устройства или технологического процесса, расчетно-аналитическую и проектную часть. Основная часть состоит из 3-4 разделов.

Заключение (выводы) это – последовательное логически построенное изложение итогов по разделам и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении, с указанием практического приложения результатов работы. Объем заключения 1-2 страницы.

Библиографический список. В список вносят все литературные источники, правовые и нормативные документы. Библиографический список помещают в конце текстового документа перед приложениями. Документы в списке располагают в порядке появления ссылок на них в тексте, нумеруют арабскими цифрами и печатают с абзацного отступа. В тексте документа номер источника согласно списка заключают в квадратные скобки. Каждый включенный в список использованной литературы источник должен иметь отражение в тексте диссертации.

Приложения. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием сверху листа справа слова «Приложение» и иметь тематический заголовок.

Вспомогательные указатели. ВКР может снабжаться вспомогательными указателями. Наиболее распространенные – алфавитно-предметные указатели, представляющие собой перечень основных понятий, встречающихся в тексте, с указанием страниц, принятые сокращения, и т.д.

#### **4.1.2. Требования к оформлению**

1. Выпускная квалификационная работа бакалавра выполняется на одном из государственных языков ЛНР и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 (Библиографическая ссылка); ГОСТ 7.32-2001 в ред. Изменения № 1 от 01.12.2005, ИУС № 12, 2005 (Отчет о научно-исследовательской работе); ГОСТ 7.1-2003 (Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления).

2. К защите принимается только сброшюрованная типографским способом ВКР в жесткой или мягкой обложке. ВКР должна быть выполнена с использованием компьютера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, шрифт – TimesNewRoman, размер 14, полужирный шрифт не применяется. Текст магистерской диссертации следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 15 мм, верхнее и нижнее – не менее 20 мм, левое – 30 мм. Текст должен быть отформатирован по ширине страницы без применения автоматического переноса слов, первая строка с абзацным отступом 1,25 мм.

3. «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ НОРМАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ», «ПРИЛОЖЕНИЕ» служат заголовками структурных элементов ВКР. Заголовки структурных элементов следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая.

4. Разделы должны быть пронумерованы арабскими цифрами в пределах всей ВКР и записываться с абзацного отступа. После номера раздела ставится точка и пишется название раздела. «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ НОРМАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ», «ПРИЛОЖЕНИЯ» не нумеруются как разделы.

5. Математические формулы набираются в редакторе формул. Таблицы, рисунки, фотографии, чертежи, схемы и графики как в тексте работы, так и в приложении должны быть четко оформлены, пронумерованы и иметь название.

6. Оформление титульного листа должно соответствовать утвержденному образцу.

7. Все страницы текста, включая его иллюстрации и приложения, должны иметь сквозную нумерацию. Титульный лист входит в общую нумерацию страниц, но номер на нем не проставляется. Номера страниц проставляются арабскими цифрами в правом нижнем углу или посередине страницы внизу. Номер приложения размещают в правом верхнем углу над заголовком приложения после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ». На все приложения в основной части работы должны быть ссылки.

8. Каждый раздел ВКР начинается с новой страницы. Название раздела и параграфа печатается полужирным шрифтом по центру, прописными буквами, точка в конце названия не ставится.

9. Заголовки разделов нумеруются арабскими цифрами с точкой (РАЗДЕЛ 1.; РАЗДЕЛ 2. и т.д.), параграфов – двумя арабскими цифрами (1.1.; 1.2.; 1.3. и т.д.), где первая цифра соответствует номеру раздела, а вторая – номеру параграфа. Заголовки не подчеркиваются, в них не используются переносы.

10. Расстояние между названием раздела и последующим текстом должно равняться двум межстрочным интервалам. Такое же расстояние выдерживается между заголовками раздела и параграфа. Это же правило относится к другим основным структурным частям работы: введению, заключению, списку использованных нормативных источников и литературы, приложениям.

11. Все иллюстрации (фотографии, рисунки, чертежи, графики, диаграммы и т.п.) обозначаются сокращенно словом «Рис.», которое пишется под иллюстрацией и нумеруется в рамках раздела арабскими цифрами: например «Рис. 2.1.», т.е. первый рисунок второго раздела. Под рисунком по центру обязательно размещаются его наименование и поясняющие надписи.

12. Таблицы нумеруются так же, как рисунки, при этом слово «Таблица» пишется с правой стороны над таблицей с соответствующим номером:

например «Таблица 2.1.». Ниже слова «Таблица» помещают наименование или ее заголовок. Таблицы и иллюстрации располагают, как правило, сразу же после ссылки на них в тексте. Текст таблицы может оформляться шрифтом TimesNewRoman, кегль 12, межстрочный интервал 1.

13. При использовании в работе опубликованных или неопубликованных (рукописей) источников обязательна ссылка на авторов. Нарушение этой этической и правовой формы является плагиатом. Оформление ссылки должно соответствовать требованиям стандарта ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Система стандартов по информатизации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

14. Приложения должны начинаться с новой страницы в порядке появления ссылок на них в тексте и иметь заголовки с указанием слова «Приложение», их порядкового номера и названия. Порядковые номера приложений должны соответствовать последовательности их упоминания в тексте.

15. Приложения не входят в установленный объем ВКР, хотя нумерация страниц их охватывает.

#### **4.1.3. Подготовка ВКР к защите**

Прошедшие программу теоретического обучения и успешно сдавшие экзамены бакалавранты допускаются к выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра (дипломной работы или дипломного проекта). На написание и оформление ВКР отводится количество недель в соответствии с учебным планом и графиком учебного процесса, в течение которых бакалаврант работает с руководителем ВКР, контролирующим уровень и качество выполнения работы.

Написание ВКР производится в соответствии с заданием на ВКР и графиком выполнения работы, утвержденными заведующим выпускающей кафедрой. При несоблюдении план-графика написания ВКР (в том числе даты предзащиты и защиты) к бакалаврантам могут быть применены меры дисциплинарного воздействия, вплоть до отчисления.

Подготовленная к защите ВКР представляется на выпускающую кафедру за две недели до защиты. Руководитель ВКР подготавливает отзыв. Отзыв пишется в произвольной форме с учетом следующих положений:

соответствие выполненной ВКР направлению, по которому ГЭК предоставлено право проведения защиты ВКР;

актуальность темы, теоретический уровень и практическая значимость; глубина и оригинальность решения поставленных вопросов;

оценка готовности такой работы к защите;

заканчивается отзыв указанием на степень соответствия ее требованиям к выпускным квалификационным работам бакалавриата.

По ходу выполнения ВКР бакалаврант обязан проходить контрольные рубежи, согласно утвержденному план-графику работы над ВКР.

На контрольные рубежи бакалаврант, после согласования с руководителем, должен предоставлять рабочие варианты разделов ВКР.

По решению выпускающей кафедры бакалаврант с готовой и полностью оформленной ВКР проходит предзащиту на кафедре за 10 дней до срока защиты. Порядок и форму предзащиты определяет выпускающая кафедра.

На основании результатов предзащиты и письменного отзыва научного руководителя на выпускающей кафедре принимается решение о допуске бакалавранта к защите.

ВКР подлежит обязательному внешнему рецензированию. В отзыве рецензента фиксируется оценка.

Подготовка к выступлению на заседании ГЭК включает:

работу над текстом доклада перед ГЭК;

подготовку демонстрационной мультимедийной презентации и (или) выполненной на листах ватмана графики (схем, чертежей, таблиц, диаграмм и т.п.), раздаточного материала.

В докладе должны найти отражение следующие основные моменты:

цель и задачи работы (актуальность, состояние проблемы);

применяемые методики;

краткая характеристика фактического материала, лежащего в основе работы;

изложение основных результатов;

практическое значение полученных результатов и рекомендации по их использованию;

перспективы дальнейшего развития темы.

Защита работы должна сопровождаться демонстрацией специально подготовленной для этого мультимедийной презентацией и (или) графиками, раздаточного материала.

Общие требования к демонстрационной мультимедийной презентации и (или) графике:

отражение ситуации (в соответствии с темой работы) и основных результатов работы;

наглядность и читаемость буквенного текста и цифрового материала с расстояния 4-5 метров;

разумная достаточность, хоть и важного, но все же вспомогательного средства представления информации (доклад не должен превращаться в разъяснение многочисленных слайдов и листов графики).

Дополнительно указанные материалы могут быть оформлены на стандартных листах А4 и предложены каждому члену комиссии в виде «раздаточного материала».

#### **4.2. Тематика выпускных квалификационных работ для обучающихся**

Перечень примерных тем ВКР выпускников по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профилю Электронные приборы и устройства:

1. Разработка универсального компьютеризированного стенда для исследования вольтамперных характеристик полупроводниковых и электронно-вакуумных приборов.
2. Разработка фильтра нижних частот первого порядка и снятие его амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.
3. Разработка фильтра нижних частот второго порядка и снятие его амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.
4. Разработка фильтра верхних частот первого порядка и снятие его амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.
5. Разработка фильтра верхних частот второго порядка и снятие его амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.
6. Фазовый детектор для вихретокового дефектоскопа.
7. Система сбора, передачи и обработки данных параметров сети.

#### **4.3. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки выпускной квалификационной работы**

1. Архипов А.М., Датчики Freescale Semiconductor [Электронный ресурс] / Архипов А.М., Иванов В.С., Панфилов Д.И. - М. : ДМК Пресс, 2016. - 184 с. - ISBN 978-5-97060-358-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603581.html>
2. Юзова В.А. Материалы и компоненты электронных средств [Электронный ресурс] / В.А. Юзова, О.В. Семенова, П.А. Харлашин - Красноярск : СФУ, 2012. - 140 с. - ISBN 978-5-7638-2496-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763824964.html>
3. Бялик А.Д. Материалы электронной техники. Диэлектрики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бялик А.Д. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 42 с. - ISBN 978-5-7782-3153-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778231535.html>
4. Крайний В.И. Основы электроники. Аналоговая электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Крайний, А.Н. Семёнов - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 178 с. - ISBN 978-5-7038-4806-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703848067.html>
5. Шарапов В.М., Датчики [Электронный ресурс]: Справочное пособие / Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. - М. : Техносфера, 2012. - 624 с. - ISBN 978-5-94836-316-5 - Текст : электронный // ЭБС

- "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363165.html>
6. Юзова В.А. Основы проектирования электронных средств. Конструирование электронных модулей первого структурного уровня [Электронный ресурс] / Юзова В.А. - Красноярск : СФУ, 2012. - 208 с. - ISBN 78-5-7638-2421-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN785763824216.html>
  7. Мальцев П.П. Системы на кристалле со встроенными антеннами на наногетероструктурах АЗВ5 [Электронный ресурс] / Под редакцией д.т.н., профессора П.П. Мальцева - М. : Техносфера, 2019. - 528 с. - ISBN 978-5-94836-526-8 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365268.html>
  8. Топильский В.Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей : Учебное издание [Электронный ресурс] / Топильский В.Б. - М. : Техносфера, 2014. - 288 с. - ISBN 978-5-94836-383-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363837.html>
  9. Яковлев А.Н. Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Яковлев - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. - 190 с. - ISBN 978-5-7782-1374-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778213746.html>
  10. Юзова В.А. Проектирование печатных плат [Электронный ресурс] / В.А. Юзова, О.В. Семенова, П.А. Харлашин - Красноярск : СФУ, 2012. - 140 с. - ISBN 978-5-7638-2496-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763824964.html>
  11. Бялик А.Д. Проектирование и технология печатных плат [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бялик А.Д. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 42 с. - ISBN 978-5-7782-3153-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778231535.html>
  12. Симаков Г.М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе : учеб. пособие [Электронный ресурс] / Симаков Г.М. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. - 211 с. - ISBN 978-5-7782-2210-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778222106.html>
  13. Бабёр А.И. Электрические измерения : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А.И. Бабёр, Е.Т. Харевская. - Минск : РИПО, 2019. - 106 с. -

- ISBN 978-985-503-857-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855038574.html>
14. Афонский А.А. Измерительные приборы и массовые электронные измерения [Электронный ресурс] / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 544 с. - ISBN 5-98003-290-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032908.html>
  15. Марченко А. Л. Основы электроники [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / А. Л. Марченко. - Москва : ДМК Пресс, 2010. - 296 с., ил. - ISBN 978-5-94074-432-0. - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/406553>
  16. Наумкина Л. Г. Электроника [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Наумкина Л.Г. - М.: Горная книга, 2007. - 331 с.: . - (Горная электромеханика) ISBN 978-5-98672-053-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/996056>
  17. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум по курсу / Белопольский В.М., Немчинов В.М. - М.: НИЯУ "МИФИ", 2010. - 76 с. ISBN 978-5-7262-1244-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/560016>
  18. Грабовски Б. Справочник по электронике [Электронный ресурс] / Богдан Грабовски; Пер. с фр. А. В. Хаванов. - 2-е изд., испр. - Москва : ДМК Пресс, 2009. - 416 с. : ил. - ISBN 978-5-94074-472-6. - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/406521>
  19. Рег Дж. Промышленная электроника [Электронный ресурс] / Джеймс Рег. - Москва : ДМК Пресс, 2011. - 1136 с.: ил. - ISBN 978-5-94074-478-8. - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/406571>
  20. Разинкин В.П. Широкополостные управляемые СВЧ устройства высокого уровня мощности [Электронный ресурс] / Разинкин В.П., Хрусталева В.А., Матвеев С.Ю. - Новосибир.: НГТУ, 2014. - 316 с.: ISBN 978-5-7782-2326-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548085&spec=1>

#### **4.4. Критерии оценивания по результатам защиты выпускной квалификационной работы**

Результатом подготовки ВКР является оценка уровня освоения обучающимся знаний, умений и овладения необходимыми компетенциями, позволяющими ему решать поставленные задачи и достигать требуемых результатов.

Критерии оценки качества выполненной ВКР:

- актуальность темы ВКР, её связь с современными проблемами, процессами и явлениями в области электроники и наноэлектроники;
- четкая и обоснованная постановка цели и задач ВКР;

методологическая и теоретическая проработка ВКР на основе изучения литературных источников;

уровень проблемного анализа ситуации; качество характеристики используемых данных, их достоверность, адекватность применяемому инструментарию;

элементы поиска индивидуального решения теоретических и практических проблем, отражающих личный вклад обучающегося;

использование современной компьютерной базы, программного обеспечения и компьютерного оформления;

четкое и правильное обобщение выводов и предложений в заключении ВКР;

отражение компетенций выпускника в соответствии с запросами работодателей, требованиями со стороны академического сообщества и широкого общественного обсуждения;

уровень овладения необходимыми компетенциями.

Оценка ВКР зависит от степени глубины проработки обучающимся её содержательной части с учетом утвержденной темы и задания, качества выполнения и оформления работы, логики и содержательности сделанного доклада, полноты и глубины ответов на вопросы членов комиссии.

Качество и степень овладения обучающимся требуемыми компетенциями определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», которые соотносятся с уровнями сформированности компетенций:

оценка «отлично» выставляется при полном соответствии выпускной квалификационной работы всем вышеуказанным показателям: достаточно полно обоснована актуальность и выполнен анализ решаемой проблемы с четкой постановкой целей и задач; на очень высоком теоретическом и экспериментальном уровне выполнены работы, на профессиональном уровне использовано стандартное и специальное программное обеспечение для проведения проектно-конструкторских работ по тематике ВКР; в заключении дано четкое и полное обобщение полученных результатов с отражением личного вклада обучающегося в решение поставленных задач; оформление ВКР выполнено в соответствии с требованиями и с очень высоким качеством; продемонстрировано высокое качество защиты ВКР с ясным изложением содержания и логически четким обоснованием выводов, а также показаны глубокое понимание работы и умение отвечать на вопросы; критические замечания руководителя ВКР и рецензента выпускником проанализированы, и в процессе защиты приведены аргументированные доказательства правильности принятых в ВКР решений. Данный уровень соответствует высокому (углубленному) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме;

оценка «хорошо» выставляется в случае, если выпускная квалификационная работа не в полной мере соответствует

вышеперечисленным показателям: полно обоснована актуальность, но анализ решаемой проблемы недостаточно полный; на хорошем теоретическом и экспериментальном уровне выполнены работы, в достаточной степени соответствующие целям и задачам ВКР; квалифицированно использовано стандартное и специальное программное обеспечение для проведения проектно-конструкторских работ по тематике ВКР; в заключении дано достаточно четкое и полное обобщение полученных результатов с отражением личного вклада обучающегося в решение поставленных задач; ВКР оформлена с хорошим качеством в соответствии с требованиями к оформлению ВКР; продемонстрированы высокий уровень защиты ВКР с полным обсуждением содержания, но излишне кратким изложением выводов, понимание работы и умение отвечать на вопросы; критические замечания руководителя ВКР и рецензента выпускником проанализированы, и в процессе защиты приведены аргументированные доказательства правильности принятых в ВКР решений. Данный уровень соответствует повышенному (продвинутому) уровню сформированности компетенций: компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме;

оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если выпускная квалификационная работа недостаточно соответствует основным вышеперечисленным показателям: обоснована актуальность, но анализ решаемой проблемы недостаточно полный; на среднем теоретическом и экспериментальном уровне выполнены работы, в целом соответствующие целям и задачам ВКР; квалифицированно использовано стандартное и специальное программное обеспечение для проведения проектно-конструкторских работ по тематике ВКР; в заключении дано недостаточно четкое и полное обобщение полученных результатов и не отражен личный вклад обучающегося в решение поставленных задач; при оформлении ВКР имеются не более двух нарушений требований к оформлению ВКР; продемонстрирован хороший уровень защиты ВКР с обсуждением её содержания, но с недостаточным обоснованием ответов на ряд вопросов; критические замечания руководителя ВКР и рецензента выпускником проанализированы, но в процессе защиты приведены недостаточно аргументированные доказательства правильности принятых в ВКР решений. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу и соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично;

оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае несоответствия выпускной квалификационной работы всем показателям, неорганизованности, безответственности выпускника. Факт невыполнения требований, предъявляемых к обучающемуся при выполнении выпускной квалификационной работы и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой «неудовлетворительно».

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПО ГИА

Паспорт  
фонда оценочных средств по Государственной итоговой аттестации (ГИА)  
Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в  
результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. УК-1.2.	8
2.	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. УК-2.2.	8
3.	УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. УК-3.2.	8
4.	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1. УК-4.2. УК-4.3	8
5.	УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5.1. УК-5.2. УК-5.3	8
6.	УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. УК-6.2.	8
7.	УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической	УК-7.1. УК-7.2.	8

		подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности		
8.	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-8.1. УК-8.2. УК-8.3.	8
9.	УК-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.1. УК-9.2. УК-9.3.	8
10.	УК-10	Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	УК-10.1. УК-10.2.	8
11.	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.	8
12.	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. ОПК-2.6. ОПК-2.7.	8
13.	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. ОПК-3.2. ОПК-3.3. ОПК-3.4.	8

14.	ОПК-4	Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации	ОПК-4.1. ОПК-4.2. ОПК-4.3. ОПК-4.4. ОПК-4.5.	8
15.	ПК-1	Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.	8
16.	ПК-2	Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1. ПК-2.2.	8
17.	ПК-3	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. ПК-3.2. ПК-3.3. ПК-3.4. ПК-3.5.	8
18.	ПК-4	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-4.1. ПК-4.2. ПК-4.3.	8
19.	ПК-5	Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ПК-5.1. ПК-5.2. ПК-5.3. ПК-5.4.	8
20.	ПК-6	Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	ПК-6.1. ПК-6.2. ПК-6.3.	8

21.	ПК-7	Способен осуществлять технологическое сопровождение производства изделий электроники и наноэлектроники	ПК-7.1. ПК-7.2. ПК-7.3.	8
22.	ПК-8	Способен к эксплуатации измерительного, диагностического, технологического оборудования	ПК-8.1. ПК-8.2. ПК-8.3.	8
23.	ПК-9	Способен осуществлять настройку, поверку и контроль электронного оборудования	ПК-9.1. ПК-9.2. ПК-9.3.	8
24.	ПК-10	Способен осуществлять эксплуатацию и обслуживание приборов электроники и наноэлектроники	ПК-10.1. ПК-10.2. ПК-10.3.	8

### Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Наименование оценочного средства
1.	УК-1	УК-1.1. УК-1.2.	Знать: методы поиска и анализа информации. Уметь: уметь применять критический анализ и обобщать результаты анализа. Владеть: системным подходом для решения поставленных задач.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
2.	УК-2	УК-2.1. УК-2.2.	Знать: основы проектирования в отрасли. Уметь: формулировать задачи проекта. Владеть: навыками проектирования в отрасли.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам

				подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
3.	УК-3	УК-3.1. УК-3.2.	Знать: основы взаимодействия при решении профессиональных задач. Уметь: определять стратегию сотрудничества в профессиональной области. Владеть: навыками определения эффективных способов решения профессиональных задач.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
4.	УК-4	УК-4.1. УК-4.2. УК-4.3	Знать: государственный и иностранный языки в профессиональной сфере. Уметь: использовать современные информационно-коммуникативные средства. Владеть: навыками обмена деловой информацией в устной и письменной формах.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
5.	УК-5	УК-5.1. УК-5.2. УК-5.3	Знать: историю государства и мировую историю, этику и философию. Уметь: анализировать современное состояние общества. Владеть: навыками определения общего и особенного в развитии цивилизаций, религиозно-культурных отличий и ценностей.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК

6.	УК-6	УК-6.1. УК-6.2.	Знать: основы личностного и профессионального развития. Уметь: формулировать цели и условия их достижения. Владеть: навыками планирования траектории и реализации своего профессионального развития.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
7.	УК-7	УК-7.1. УК-7.2.	Знать: оздоровительные системы физического воспитания. Уметь: понимать влияние оздоровительных систем на профилактику профессиональных заболеваний. Владеть: навыками выполнения оздоровительных комплексов физической культуры.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
8.	УК-8	УК-8.1. УК-8.2. УК-8.3.	Знать: основы безопасности жизнедеятельности и классификацию чрезвычайных ситуаций. Уметь: оценивать и предотвращать потенциальную опасность в повседневной жизни и профессиональной деятельности. Владеть: навыками защиты при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК

	УК-9	УК-9.1. УК-9.2. УК-9.3.	Знать: основные документы, регламентирующие экономическую деятельность и принципы ее планирования. Уметь: использовать методы экономического планирования. Владеть: навыками применения экономических инструментов.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
	УК-10	УК-10.1. УК-10.2.	Знать: действующие правовые нормы, обеспечивающие борьбу с коррупцией. Уметь: использовать способы профилактики коррупции. Владеть: навыками взаимодействия в обществе на основе нетерпимого отношения к коррупции.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
	ОПК-1	ОПК-1.1. ОПК-1.2. ОПК-1.3.	Знать: фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы. Уметь: применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. Владеть: навыками использования знаний физики	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и

			и математики при решении практических задач.	ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
13.	ОПК-2	ОПК-2.1. ОПК-2.2. ОПК-2.3. ОПК-2.4. ОПК-2.5. ОПК-2.6. ОПК-2.7.	<p>Знать: как находить и критически анализировать методики проведения экспериментальных исследований электронных приборов и устройств; основные методы и средства проведения экспериментальных исследований в области СВЧ, системы стандартизации и сертификации приборов и устройств СВЧ.</p> <p>Уметь: проводить измерения электрических величин при помощи электроизмерительных приборов; осуществлять поиск информации об аналогах проектируемых устройств с использованием информационных технологий; исследовать работу электронных устройств, анализировать и систематизировать результаты исследований;</p> <p>Владеть: навыками применения физико-математического аппарата для расчета электронных устройств; навыками снятия характеристик приборов и устройств СВЧ и предоставления полученных данных; навыками работы с электронными библиотеками и базами данных для систематизации результатов измерений; навыками представления результатов исследований в виде отчетов, презентаций</p>	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК;</p> <p>представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК</p>
14.	ОПК-3	ОПК-3.1. ОПК-3.2. ОПК-3.3. ОПК-3.4.	Знать: информационно-коммуникационные технологии и компьютерные среды для изучения и	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на</p>

			<p>моделирования электронных приборов и устройств, современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации об электронных цепях и результатах их численного моделирования;</p> <p>Уметь: выполнять моделирование электронных цепей в компьютерных средах и обрабатывать данные моделирования с помощью современных средств автоматизации научных исследований;</p> <p>Владеть: навыками обеспечения информационной безопасности при работе на ЭВМ и в интернет; при использовании компьютерной техники в инженерной практике в области электроники</p>	<p>дополнительные вопросы членов ГЭК;</p> <p>представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК</p>
15.	ОПК-4	<p>ОПК-4.1. ОПК-4.2. ОПК-4.3. ОПК-4.4. ОПК-4.5.</p>	<p>Знать: современные программные пакеты и продукты, предназначенные для подготовки конструкторской документации, электрических принципиальных схем, топологий печатных плат;</p> <p>Уметь: использовать нормативные документы и ГОСТ на подготовку текстовой и конструкторской документации по разработке изделий электроники;</p> <p>Владеть: программными продуктами и программными пакетами для подготовки текстовой и конструкторской документации.</p>	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК;</p> <p>представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК</p>
16.	ПК-1	<p>ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.</p>	<p>Знать: математическое описание основных элементов электрических цепей постоянного и переменного тока, линейных и нелинейных электрических цепей и их основных элементов;</p>	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК;</p>

			<p>основные законы и методы расчета электронных цепей; физические процессы в электронных приборах и устройствах.</p> <p>Уметь: применять методы расчета электронных цепей в установившихся режимах при построении математических моделей и проведении численных экспериментов.</p> <p>Владеть: навыками компьютерного моделирования электронных цепей; электронных приборов и устройств различного функционального назначения.</p>	<p>представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК</p>
17.	ПК-2	ПК-2.1. ПК-2.2.	<p>Знать: методики проведения исследований параметров и характеристик твердотельных, вакуумных и плазменных электронных приборов и устройств;</p> <p>Уметь: проводить исследования характеристик электронных приборов и устройств, проводить сравнительный анализ их конструкций;</p> <p>Владеть: навыками анализа вольтамперных, вольтфарадных и других характеристик электронных приборов; навыками расчета выходных параметров преобразователей неэлектрических величин согласно функции преобразования; навыками составления отчета о проведенных экспериментах</p>	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК;</p> <p>представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК</p>
18.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2. ПК-3.3. ПК-3.4. ПК-3.5.	<p>Знать: принципы работы аналоговых и цифровых схем различного назначения; виды линейных и нелинейных преобразователей сигналов, генераторов гармонических колебаний на основе биполярных и полевых транзисторов, электронновакуумных</p>	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК;</p> <p>представление презентации по результатам</p>

			<p>приборов, интегральных микросхем; цифровые сигналы, элементы цифровой схемотехники, методы тестирования и моделирования цифровых схем; выпрямители переменного тока, инверторы на основе современных полупроводниковых приборов, системы управления регулируемые выпрямителями;</p> <p>Уметь: проводить расчет временных, частотных и других характеристик и параметров различных аналоговых и цифровых устройств; рассчитывать приборы и схемы электроники; разрабатывать топологию печатных плат различной сложности и области применения; программировать микропроцессоры и микроконтроллеры входящие в состав электронных схем устройств электроники.</p> <p>Владеть: навыками проектирования принципиальных и монтажных схем аналоговых и цифровых устройств; навыками разработки блок-схем установок для исследования аналоговых устройств; навыками проектирования электрических схем цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах.</p>	подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
19.	ПК-4	ПК-4.1. ПК-4.2. ПК-4.3.	<p>Знать: принципы построения технического задания при разработке элементов полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах, тонкопленочных ГИС, аналоговых ИМС толстопленочных ГИС;</p> <p>Уметь: использовать нормативные и справочные данные при разработке</p>	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК;</p> <p>представление презентации по результатам подготовки ВКР и</p>

			<p>проектно-конструкторской документации тонкопленочной ГИС; на основе конструкторской документации определять методы, позволяющие реализовать обработку информации путем использования полупроводниковых приборов и ИМС с учетом особенностей их электрических характеристик;</p> <p>Владеть: навыками разработки документации на комплект фотошаблонов для производства ИМС; навыками разработки комплекта документации для производства тонкопленочной ГИС;</p>	<p>ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК</p>
20.	ПК-5	<p>ПК-5.1. ПК-5.2. ПК-5.3. ПК-5.4.</p>	<p>Знать: принципы учета видов и объемов производственных работ при выполнении фотолитографического процесса, ионных процессов, ионно-плазменного травления материалов, технологии изоляции компонентов интегральных наноструктур, формировании наноструктур токо- и светопроводящих систем, многотигельного и однитигельного испарения сплавов, технологии катодного распыления материалов, технологии получения ионно-легированных слоев.</p> <p>Уметь: осуществлять регламентное обслуживание технологического оборудования применяемого при производстве приборов и устройств электроники и нанoeлектроники;</p> <p>Владеть: навыками расчета режимов диффузии, ионного легирования, травления; навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с</p>	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК;</p> <p>представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК</p>

			правилами настройки и эксплуатации; навыками работы с базами данных и электронными библиотеками при выборе материалов и компонентов электроники.	
21.	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2. ПК-6.3.	Знать: методики проведения измерений и методики расчета погрешностей измерений параметров технологического оборудования и изделий электроники. Уметь: осуществлять поверку, настройку и калибровку средств измерений. Владеть: навыками выбора контрольно-измерительных комплексов и методик измерений параметров электронных приборов и технологических процессов.	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК
22.	ПК-7	ПК-7.1.. ПК-7.2. ПК-7.3.	Знать: методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования изделий электроники и наноэлектроники при изготовлении интегральных микросхем, контроле диффузионных слоев; методы контроля режимов ионной имплантации; методы контроля параметров термического испарения; методы контроля в технологии производства светодиодов; методы контроля структуры наноматериалов и нанокристаллических порошков; методы проверки, контроля и поверки технологического оборудования для реализации методов получения материалов и приборов электроники; методическую базу и технологическое оборудование для производства интегральных микросхем;	Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК; представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК

			<p>Уметь: осуществлять поверку, настройку и калибровку изделий электроники и наноэлектроники. задавать режимы работы установки для термического испарения в вакууме; проводить контроль параметров структур; проводить контроль диффузии примесей в подложку в вакуумной системе;</p> <p>Владеть: навыками метрологического сопровождения производства изделий электроники и наноэлектроники при использовании установки для термического испарения в вакууме, нанесении защитных слоев, анализе структуры поверхностного слоя полученного материала при помощи микроскопа.</p>	
23.	ПК-8	ПК-8.1. ПК-8.2. ПК-8.3.	<p>Знать: функциональные возможности, принципиальные схемы и принципы действия генераторов и усилителей на электронных лампах, плазменных приборах; основные группы вакуумных и плазменных приборов и их функциональные возможности; устройство и принципы действия вакуумных и плазменных приборов, использование заряженных частиц в вакуумных приборах, аксиально-симметричные электронные и магнитные линзы, возможности по детектированию плазмы;</p> <p>Уметь: осуществлять метрологическое обеспечение технологических и измерительных процессов при производстве вакуумных приборов; проводить исследования входных характеристик электронных</p>	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК;</p> <p>представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК</p>

			<p>ламп и выбор рабочей точки; проводить исследования пусковых сетевых характеристик плазменных приборов;</p> <p>Владеть: навыками мониторинга диагностического, технологического оборудования при производстве электронно-вакуумных и ионно-плазменных приборов; навыками проведения мониторинга режимов работы вакуумных и плазменных приборов; навыками снятия характеристик вакуумных и плазменных приборов.</p>	
24.	ПК-9	ПК-9.1. ПК-9.2. ПК-9.3.	<p>Знать: принципы поверки, настройки и калибровки измерительной и тестовой аппаратуры при производстве электронно-вакуумных и ионно-плазменных приборов; основные метрологические характеристики электронных вакуумных и плазменных приборов и устройств.</p> <p>Уметь: осуществлять пуско-наладочные работы электронно-вакуумного оборудования, выполнять измерения при помощи электроизмерительных приборов; выполнять выбор режимов работы вакуумных и плазменных приборов; выполнять измерения при помощи электроизмерительных приборов.</p> <p>Владеть: навыками поверки, настройки и калибровки измерительной и тестовой аппаратуры производства и контроля вакуумных и плазменных приборов и устройств; навыками снятия характеристик вакуумных и</p>	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК;</p> <p>представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК</p>

			плазменных приборов и устройств.	
25.	ПК-10	ПК-10.1. ПК-10.2. ПК-10.3.	<p>Знать: принципы эксплуатации и обслуживания приборов СВЧ; современную элементную базу электроники СВЧ; основные направления развития эксплуатации и обслуживания электроники сверхвысоких частот, элементной базы электроники СВЧ; основы обслуживания приборов и устройств СВЧ различного назначения;</p> <p>Уметь: осуществлять эксплуатацию приборов электроники СВЧ; использовать электроизмерительные приборы для обслуживания электроники СВЧ;</p> <p>Владеть: навыками обслуживания приборов электроники СВЧ; навыками осуществления контроля схем микронэлектронных устройств СВЧ; навыками снятия характеристик узкополосных и широкополосных усилителей на воздушных и микрополосковых линиях в процессе их планового технического обслуживания.</p>	<p>Ответы на вопросы билета государственного экзамена и на дополнительные вопросы членов ГЭК;</p> <p>представление презентации по результатам подготовки ВКР и ответы на дополнительные вопросы членов ГЭК</p>

### **Примерный перечень вопросов и заданий для проведения государственного экзамена**

#### **Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники**

1. Электронно-дырочный (р-п) переход. Инжекция и экстракция неосновных носителей заряда.
2. Вольтамперная характеристика р-п-перехода.
3. Ток носителей заряда в р-п-переходе. Коэффициент инжекции.
4. Генерация и рекомбинация носителей в р-п-переходе.
5. Барьерная и диффузионная емкость.
6. Пробой р-п-перехода: тепловой, лавинный, туннельный.
7. Гетеропереходы.
8. Контакт металл-полупроводник.

9. Барьер Шоттки. Омический контакт.
  10. Полупроводниковые диоды.
  11. Основные характеристики диодов, их зависимость от температуры и режимов. Эквивалентные схемы.
  12. Импульсные и частотные свойства диодов. Выпрямительные и импульсные диоды.
  13. Варикапы.
  14. Стабилитроны.
  15. Туннельные и обратные диоды.
  16. Лавинно-пролетные диоды.
  17. Диоды Шоттки.
  18. Диоды СВЧ.
  19. Диоды Ганна.
  20. Биполярные транзисторы. Структура и принцип действия.
  21. Распределение носителей по структуре транзистора.
  22. Схемы включения транзисторов.
  23. Эффект Эрли.
  24. Основные параметры и характеристики транзисторов, их зависимость от температуры и режима.
  25. Импульсные и частотные свойства транзисторов.
  26. Пробой транзисторов и смыкание переходов.
  27. Шумы в транзисторах. Мощные транзисторы.
  28. СВЧ-транзисторы.
  29. Гетероструктурные биполярные транзисторы.
  30. Диодные и триодные тиристоры. Структура и принцип действия.
  31. Эквивалентная схема динистора.
  32. Параметры тиристоров.
  33. Тиристор с шунтированным эмиттерным переходом.
  34. Тиристор с обратной проводимостью. Запорный тиристор.
  35. Симисторы.
  36. Полевые транзисторы с управляющим р-n-переходом.
  37. Полевые транзисторы МДП. Принцип действия.
  38. Модуляция глубины канала.
  39. Основные параметры и характеристики полевых транзисторов.
- Частотные и импульсные свойства.
40. Шумы полевых транзисторов на низких и высоких частотах.
  41. МДП-транзисторы с индуцированным и встроенным каналами.
  42. Интегральные микросхемы. Элементы ИС: транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы в составе ИС.
  43. Классификация ИС по конструктивно-технологическому и функциональному признакам.
  44. Цифровые и аналоговые ИС.
  45. Полупроводниковые запоминающие устройства и микропроцессоры.

46. Биполярные ТТЛ-, ЭСЛ-схемы.
47. МДП-ИС: с р- и n-каналами, КМОП.
48. Приборы с зарядовой связью. Принцип действия, основные параметры, области применения.
49. Оптоэлектронные приборы. Назначение и области применения.
50. Фотоприемники. Принцип действия, основные параметры и характеристики.
51. Солнечные батареи.
52. Полупроводниковые излучатели: светодиоды и лазеры.
53. Приборы для систем отображения информации.
54. Оптроны и оптоэлектронные интегральные схемы.
55. Термоэлектрические и гальваномагнитные полупроводниковые приборы.
56. Твердотельные датчики и микроэлектронные преобразователи информации.

### **Приборы и устройства СВЧ**

1. Понятие гибридной интегральной схемы СВЧ.
2. Основные линии передач ГИС СВЧ. Расчет параметров линий.
3. Устройства распределения (суммирования) мощности СВЧ. Применение делителей (сумматоров) мощности.
4. Элементы многоканальных делителей.
5. Параллельное разветвление линий передач.
6. Двухканальный синфазный направленный делитель мощности. Кольцевой мост.
7. Многоканальные делители. Алгоритмы расчета многоканальных делителей.
8. Определение мощностей в исходных каналах делителя по заданному закону.
9. Расчет частотных характеристик многоканальных делителей.
10. Четырехканальные делители мощности. Делители мощности на 64 канала.
11. Характеристики делителей, выполненных из мостовых устройств.
12. Избирательные устройства. Классификация избирательных устройств, формирующих один или несколько частотных каналов.
13. Основные параметры микроэлектронных фильтров. Аппроксимация функций рабочего затухания.
14. Расчет топологии фильтров нижних частот.
15. Расчет топологии ФНЧ с чебышевской характеристикой на МПЛ.
16. Расчет топологических схем ППФ на связанных одинаковых МПЛ.
17. Смесители. Параметры смесителей.

18. Основные требования к смесителям. Выбор активных элементов. Схемы смесителей.
19. Математические модели смесителей. Смесители на комбинациях линий передач.
20. Усилительные устройства. Требования к малошумящим усилителям СВЧ.
21. Параметры малошумящих усилителей СВЧ. Усилительные элементы.
22. Математическая модель транзистора. Расчет усилителя.
23. Использование ЭВМ при проектировании усилителей.
24. Топологические схемы микронных СВЧ усилителей.
25. Многокаскадные усилители. Влияние внешних факторов на работу усилителей с ПТ.
26. Устройства управления мощностью. Требования к устройствам управления мощностью.
27. Классификация устройств управления мощностью. Управляющие элементы.
28. Математический аппарат для расчета устройств на сосредоточенных элементах.
29. Устройства на сосредоточенных управляющих элементах.
30. Устройства на элементах с распределенными параметрами.
31. Фазовращатели. Параметры полупроводниковых фазовращателей.
32. Схемы фазовращателей. Анализ характеристик фазовращателей с направленным ответвителем.
33. Ограничители мощности. Параметры ограничителей мощности.
34. Ограничительные диоды.
35. Схемы ограничителей мощности и их расчет.

### **Технологические процессы в производстве полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Нанотехнологии**

1. Вакуум и вакуумные насосы для технологических процессов электроники.
2. Приборы для измерения вакуума.
3. Выращивание монокристаллов полупроводников методами Бриджмена и зонной плавки.
4. Особенности выращивания методами Чохральского и Степанова.
5. Методы роста Вернейля и Киропулоса.
6. Определение кристаллографической ориентации полупроводника.
7. Ориентированная резка, шлифовка и полировка пластин.
8. Химическое травление и химическая полировка германия, кремния и арсенида галлия.
9. Химико-механическая полировка. Финишная очистка пластин.
10. Эпитаксия. Практические методы эпитаксиального наращивания.

11. Распределение примесей в эпитаксиальных слоях. Дефекты эпитаксиальных пленок.
12. Получение эпитаксиальных гетеропереходов. Выращивание эпитаксиальных пленок АЗВ5.
13. Сравнение газотранспортной, жидкофазной и молекулярной эпитаксий.
14. Планарная технология. Физические основы процесса диффузии. Основные уравнения.
15. Практические методы проведения процессов диффузии.
16. Методы получения электронных и ионных потоков. Ионное легирование.
17. Плазмохимические и ионно-плазменные методы обработки полупроводниковых и металлических слоев.
18. Термическое окисление кремния в водяном паре, в сухом и влажном кислороде.
19. Распыление и конденсация оксидов кремния в вакууме.
20. Анодное окисление.
21. Химическое осаждение оксида из газовой фазы.
22. Маскирующее свойство пленок оксида кремния. Пленки нитрида кремния.
23. Получение тонких пленок. Термическое испарение в вакууме.
24. Ионно-плазменное распыление.
25. Химическое и плазмохимическое осаждение из газовой фазы.
26. Материалы тонкопленочной технологии.
27. Литография. Типы литографических процессов.
28. Фоторезисты.
29. Проекционная фотолитография, электронно-лучевая литография и рентгеновская литография.
30. Фотошаблоны и их изготовление.
31. Дефекты микросхем, связанные с фотолитографическими процессами.
32. Основы конструирования полупроводниковых ИС. Методы изоляции элементов.
33. Изопланарная технология, эпоксид-процесс, технология «кремний на изоляторе» и «кремний в диэлектрике».
34. Особенности нанотехнологий и нанoeлектроники.
35. Определение размеров частиц. Определение структуры поверхности.
36. Просвечивающая электронная микроскопия.
37. Ионно-полевая микроскопия. Сканирующая микроскопия.
38. Методы синтеза наноструктур.

## **Функциональная электроника**

1. Функции соединителей и коммутационных устройств.
2. Контактные соединения. Кабельные соединители.
3. Особенности коммутационных устройств и соединителей.
4. Принцип действия оптоэлектронных коммутационных устройств.
5. Диодная оптопара. Транзисторная оптопара.
6. Достоинства и недостатки оптоэлектронных коммутаторов.
7. Разновидности полупроводниковых коммутаторов. Принцип действия коммутаторов на МДП-транзисторах.
8. Свойства коммутаторов на МДП-транзисторах.
9. Контактные коммутационные устройства и соединители. Принцип действия.
10. Особенности конструкций контактных коммутационных устройств и соединителей.
11. Физико-химические процессы в электрических контактах. Особенности конструирования контактных устройств.
12. Конденсаторы. Классификация, схема замещения.
13. Физические процессы, происходящие при длительном функционировании конденсаторов.
14. Конденсаторы постоянной емкости. Конденсаторы переменной емкости.
15. Катушки индуктивности. Схема замещения, основные и паразитные параметры.
16. Стабильность катушек без сердечника.
17. Резисторы. Классификация.
18. Специальные резисторы.
19. Применение резисторов в РЭА и перспективы их развития.
20. Сигналы и помехи. Классификация устройств фильтрации.
21. Фильтрация при обнаружении и распознавании радиосигналов.
22. Оптимальная нелинейная фильтрация.
23. Особенности LC-фильтров. Характеристики LC-фильтров.
24. Особенности многоконтурных фильтров.
25. Физические основы работы электромеханических, пьезоэлектрических и акустоэлектронных фильтров.
26. Электромеханические магнитострикционные фильтры.
27. Пьезокварцевые и пьезокерамические фильтры.
28. Принцип действия фильтров RC.
29. Применение ОУ в активных RC-фильтрах.
30. Конструирование активных RC-фильтров.
31. Принцип действия дискретных и цифровых фильтров.
32. Принцип действия аналогового фильтра. Принцип действия дискретного фильтра.
33. Динамические неоднородности, создаваемые в веществе в процессе функционирования.

34. Функционирование МДП-конденсаторов. Перенос зарядов в расположенных рядом МДП-конденсаторах.
35. Принцип действия фильтров на поверхностных акустических волнах (ПАВ).
36. Область частот фильтров на ПАВ. Расчет частотных характеристик.
37. Согласование преобразователей. Конструирование преобразователей фильтров на ПАВ.
38. Фильтры для линейно-частотно-модулированных сигналов (ЛЧМ), используемых в радиолокации.
39. Элементы запоминающих устройств. Основные понятия и классификация.
40. Сердечники с прямоугольной (ППГ) и непрямоугольной (НПГ) петлями гистерезиса.
41. Принцип действия ОЗУ на ферритовых сердечниках. Принцип действия ЗУ на ПЗС.
42. Полупроводниковые элементы ПЗУ.
43. Элементы полупроводниковых ОЗУ на МДП-транзисторах.
44. Классификация элементов индикации.
45. Активные элементы индикации. Пассивные элементы индикации.

### **Критерии оценивания по результатам ответов на вопросы государственного экзамена**

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему, в свете которого тесно увязывается теория с практикой. При этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с вопросами и другими видами контроля знаний, проявляет знакомство с монографической литературой, правильно обосновывает принятые решения, делает собственные выводы по итогам написания выпускной квалификационной работы.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающего его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает трудности в выполнении практических заданий.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не усвоил значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

### **Тематика выпускных квалификационных работ**

1. Разработка универсального компьютеризированного стенда для исследования вольтамперных характеристик полупроводниковых и электронно-вакуумных приборов.
2. Разработка фильтра нижних частот первого порядка и снятие его амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.
3. Разработка фильтра нижних частот второго порядка и снятие его амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.
4. Разработка фильтра верхних частот первого порядка и снятие его амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.
5. Разработка фильтра верхних частот второго порядка и снятие его амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.
6. Фазовый детектор для вихретокового дефектоскопа.
7. Система сбора, передачи и обработки данных параметров сети.

### **Критерии оценивания по результатам защиты выпускной квалификационной работы**

Оценка **«отлично»** выставляется при полном соответствии выпускной квалификационной работы всем вышеуказанным показателям: достаточно полно обоснована актуальность и выполнен анализ решаемой проблемы с четкой постановкой целей и задач; на очень высоком теоретическом и экспериментальном уровне выполнены работы, на профессиональном уровне использовано стандартное и специальное программное обеспечение для проведения проектно-конструкторских работ по тематике ВКР; в заключении дано четкое и полное обобщение полученных результатов с отражением личного вклада обучающегося в решение поставленных задач; оформление ВКР выполнено в соответствии с требованиями и с очень высоким качеством; продемонстрировано высокое качество защиты ВКР с ясным изложением содержания и логически четким обоснованием выводов, а также показаны глубокое понимание работы и умение отвечать на вопросы; критические замечания руководителя ВКР и рецензента выпускником проанализированы, и в процессе защиты приведены аргументированные доказательства правильности принятых в ВКР решений. Данный уровень соответствует высокому (углубленному) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме.

Оценка **«хорошо»** выставляется в случае, если выпускная квалификационная работа не в полной мере соответствует вышеперечисленным показателям: полно обоснована актуальность, но анализ решаемой проблемы недостаточно полный; на хорошем теоретическом и экспериментальном уровне выполнены работы, в достаточной степени

соответствующие целям и задачам ВКР; квалифицированно использовано стандартное и специальное программное обеспечение для проведения проектно-конструкторских работ по тематике ВКР; в заключении дано достаточно четкое и полное обобщение полученных результатов с отражением личного вклада обучающегося в решение поставленных задач; ВКР оформлена с хорошим качеством в соответствии с требованиями к оформлению ВКР; продемонстрированы высокий уровень защиты ВКР с полным обсуждением содержания, но излишне кратким изложением выводов, понимание работы и умение отвечать на вопросы; критические замечания руководителя ВКР и рецензента выпускником проанализированы, и в процессе защиты приведены аргументированные доказательства правильности принятых в ВКР решений. Данный уровень соответствует повышенному (продвинутому) уровню сформированности компетенций: компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется в случае, если выпускная квалификационная работа недостаточно соответствует основным вышеперечисленным показателям: обоснована актуальность, но анализ решаемой проблемы недостаточно полный; на среднем теоретическом и экспериментальном уровне выполнены работы, в целом соответствующие целям и задачам ВКР; квалифицированно использовано стандартное и специальное программное обеспечение для проведения проектно-конструкторских работ по тематике ВКР; в заключении дано недостаточно четкое и полное обобщение полученных результатов и не отражен личный вклад обучающегося в решение поставленных задач; при оформлении ВКР имеются не более двух нарушений требований к оформлению ВКР; продемонстрирован хороший уровень защиты ВКР с обсуждением её содержания, но с недостаточным обоснованием ответов на ряд вопросов; критические замечания руководителя ВКР и рецензента выпускником проанализированы, но в процессе защиты приведены недостаточно аргументированные доказательства правильности принятых в ВКР решений. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу и соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в случае несоответствия выпускной квалификационной работы всем показателям, неорганизованности, безответственности выпускника. Факт невыполнения требований, предъявляемых к обучающемуся при выполнении выпускной квалификационной работы и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой «неудовлетворительно».

## Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобренны изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)