



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и экспериментальной физики



УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

/ Н.М. Буднев

2022 г.

**ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) подготовки: Электроника и нанoeлектроника

Квалификация выпускника— Бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:

физического факультета

Протокол № 33 от «31» марта 2022 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор

Н.М. Буднев

Иркутск 2022г.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

1.1. Назначение и область применения программы ГИА

Программа государственной итоговой аттестации является компонентом Блоком 3 «Государственная итоговая аттестация» структуры основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль подготовки: Электроника и нанoeлектроника, составлена в соответствии с ФГОС ВО, и учебным планом, устанавливает процедуру организации и проведения государственной итоговой аттестации обучающихся.

• Государственная итоговая аттестация обучающихся выпускника образовательной организации осуществляется по окончании освоения основной профессиональной образовательной программы бакалавриата в соответствии с утвержденным Положением о государственной итоговой аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский государственный университет» (принято на заседании ученого совета ИГУ 25.08.2017г. Протокол №10).

1.2. Документы, на основании которых разработана Программа ГИА

Программа государственной итоговой аттестации выпускников разработана в соответствии с нормативными документами:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927 (ред. от 08.02.2021 г.) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника» (Зарегистрировано в Минюсте России 10.10.2017 г. № 48494) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2021 г.)
- Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Профессиональный стандарт «Электроника и нанoeлектроника», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 г. № 593н «№ 40.104
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29.06.2015 г. № 636 (с изм. 27.03.2020 г. № 490);
- Другие нормативно-методические акты Минобрнауки России;
- Устав ФГБОУ ВО «ИГУ», утвержденный Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.11.2018 №1071;
- Положение о государственной итоговой аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский государственный университет» (принято на заседании ученого совета ИГУ 25.08.2017г. Протокол №10) http://old.isu.ru/ru/about/umo/norm_docs/pologeniya.html;

- Положение о подготовке и защите выпускных квалификационных работ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский государственный университет» (принято на заседании ученого совета ИГУ 25.08.2017г. Протокол №10) http://old.isu.ru/ru/about/umo/norm_docs/pologeniya.html;

- Основная профессиональная образовательная программа высшего образования составленная в соответствии с требованиями ФГОС ВО 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, с учетом требований профессионального стандарта 40.104 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 593н, и утвержденная на заседании ученого совета «ИГУ» 26.10.2021 № 10.

2. ЦЕЛИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ

Целью государственной итоговой аттестации (ГИА) является установление соответствия уровня и качества подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» с учетом профиля «Электроника и нанoeлектроника».

В соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 19 декабря 2013 г. N 1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», «Положением об итоговой государственной аттестации», утвержденного Минобрнауки России и федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО) государственная итоговая аттестация выпускника высшего учебного заведения является обязательной и осуществляется после освоения выпускником основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) бакалавриата в полном объеме.

Проведение государственной итоговой аттестации регламентируется нормативными документами, разработанными и утвержденными в ФГБОУ ВО «ИГУ» в соответствии с «Положением об итоговой государственной аттестации», утвержденного Минобрнауки России федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО) и Письмом Минобрнауки РФ «О методических рекомендациях по определению структуры и содержания государственных аттестационных испытаний»:

- - Положение о государственной итоговой аттестации в ФГБОУ ВО «ИГУ» от 25.08.2017 года;
- - Положение о подготовке и защите выпускных квалификационных работ в ФГБОУ ВО «ИГУ» от 25.08.2017г.;

3. ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ

Задачей государственной итоговой аттестации выпускников направления 11.03.04. “Электроника и нанoeлектроника” является выявление уровня подготовки выпускников к видам деятельности:

Научно-исследовательской деятельности:

- проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок;
- метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний нанотехнологической продукции

Производственно-технологической деятельности:

Использование материалов, компонентов, электронных приборов, и устройств, установки, методов для исследования,

проектирования и конструирования, технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники.

А также, государственная итоговая аттестация направлена на выявление уровня подготовки выпускников к видам деятельности и решению следующих профессиональных задач

- оценить уровень теоретических знаний и практических навыков, полученных в результате освоения основной образовательной программы;
- закрепить умения работы с источниками, поиска и обработки научной информации;
- оценить способность и готовность к личностному и профессиональному самосовершенствованию;
- оценить умение использовать методы и средства познания, различные формы и методы обучения и контроля;
- закрепить навыки принятия решений по вопросам профессиональной деятельности;
- закрепить умения проведения научных исследований;
- закрепить навыки публичной дискуссии и защиты научных идей, предложений и рекомендаций.

В результате подготовки и защиты выпускной квалификационной работы выпускник должен продемонстрировать способность и умение самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, аргументировать и защищать свою точку зрения.

4. ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ

Государственная итоговая аттестация обучающихся организаций проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы.

В соответствии с п.2.5. ФГОС ВОв Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» программы бакалавриата по направлению 11.03.04. «Электроника и нанoeлектроника» входят:

- - подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ГЭ),
- - выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ВКР).

Форма и условия проведения защиты выпускной квалификационной работы определяются ученым советом факультета и доводятся до сведения студентов не позднее, чем за 6 месяцев до ее начала.

Государственная итоговая аттестация проводится в сроки, предусмотренные соответствующими учебным планом и учебным графиком.

Продолжительность защиты одной выпускной квалификационной работы, как правило, не должна превышать 20 минут. Для сообщения содержания выпускной квалификационной работы студенту предоставляется не более 10 минут. В процессе защиты выпускной квалификационной работы члены государственной аттестационной комиссии должны быть ознакомлены с отзывом руководителя выпускной квалификационной работы.

Результаты государственной итоговой аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний государственной

аттестационной комиссии.

Все заседания государственной аттестационной комиссий оформляются протоколами, которые сшиваются в отдельные книги. В протокол заседания вносятся мнения членов комиссии о представленной работе. В протоколе фиксируется перечень заданных вопросов и характеристика ответов на них, также ведется запись особых мнений, указывается квалификация, присвоенная выпускнику. Протоколы подписываются председателем и членами государственной аттестационной комиссии, участвующими в заседании.

Лица, не проходившие государственные аттестационные испытания по уважительной причине (по медицинским показаниям или в других исключительных случаях, документально подтвержденных), имеют право пройти государственные аттестационные испытания в течение шести месяцев после завершения государственной итоговой аттестации.

К государственной итоговой аттестации по направлению 11.03.04. “Электроника и наноэлектроника” допускаются обучающиеся, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующей образовательной программе высшего образования.

При условии успешного прохождения государственной итоговой аттестации (сдача ГЭ и защита ВКР), выпускнику университета присваивается соответствующая квалификация и выдается документ государственного образца о высшем образовании (диплом бакалавра).

На государственную итоговую аттестацию отводится 9 зачетных единиц (324 часа) – 6 недель в 8 семестре обучения.

5. СОВОКУПНОСТЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, УСТАНОВЛЕННЫХ ПРОГРАММОЙ БАКАЛАВРИАТА,

Государственная итоговая аттестация выпускников, направлена на выявление сформированности всех универсальных и общепрофессиональных компетенций, а также профессиональных компетенции, отнесенных научно-исследовательской деятельности, а именно:

- | | |
|------|---|
| УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; |
| 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-3 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде; |
| УК-4 | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах); |
| УК-5 | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах; |
| УК-6 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни; |
| УК-7 | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности; |
| УК-8 | Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и |

	возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;
УК-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности;
УК-10	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению;
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;
ОПК-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных;
ОПК-3	Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности;
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;
ОПК-5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;
ПК-1	Способен анализировать современное состояние методов и технологий модификации свойств наноматериалов и наноструктур;
ПК-2	Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и наноструктур;
ПК-3	Способен внедрять и контролировать качество новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур;
ПК-4	Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;
ПК-5	Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

Ниже показаны распределение компетенций между ГЭ и ВКР.

	Компетенции
Государственный экзамен	УК-1; ОПК-1
Выпускная квалификационная работа	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-1; ПК-2 ; ПК-3; ПК-4; ПК-5

Компетенции УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-1; ПК-2 ; ПК-3; ПК-4; ПК-5 считаются сформированными при условии положительных результатов промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, для которых предусмотрено формирование этих компетенций.

Компетенции, сформированные в результате обучения по дисциплинам (модулям) и практикам, установлены ОПОП по 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Они подробно описаны в тексте указанного ОПОП (раздел 4), а в приложении к ОПОП показана сформированная матрица соответствия компетенций и составных частей ОПОП по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», направленность (профиль) «Электроника и наноэлектроника»

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Дисциплины (модули), практики, обеспечивающие формирование и оценку сформированности компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИДК_{ук1.1} Осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации, необходимой для решения поставленных задач	Основы научно-исследовательской деятельности Адаптивные информационные технологии Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
		ИДК_{ук1.2} Применяет системный подход для решения поставленных задач	
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИДК_{ук2.1} Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	Управление проектами Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
		ИДК_{ук2.2} Выбирает оптимальный 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	ИДК_{ук3.1} Определяет свою роль в команде, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели	Психология социального взаимодействия, саморазвития и самоорганизации Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
		ИДК_{ук3.2} Учитывает опыт, идеи и особенности поведения членов команды для достижения	

		поставленной цели	
		ИДКу_{к3.3} Соблюдает установленные нормы и правила командной работы, несет личную ответственность за общий результат	
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	ИДКу_{к4.1} Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем и социокультурных различий.	Русский язык и культура речи Иностранный язык Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
		ИДКу_{к4.2} Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах не менее чем на одном иностранном языке;	
		ИДКу_{к4.3} Выбирает стиль общения в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия и	
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	ИДКу_{к5.1} Воспринимает межкультурное разнообразие общества в историческом контексте и интерпретирует историю России в контексте мирового исторического развития	История (История России. Всеобщая история) Философия Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
		ИДКу_{к5.2} Воспринимает культурное, этно-национальное, конфессиональное, нормативно-ценностное, социально-историческое разнообразие общества в философском контексте	

		ИДК_{ук5.3} Учитывает при социальном и профессиональном общении историческое наследие и социокультурные традиции различных социальных групп, этносов и конфессий, включая мировые религии, философские и этические учения	
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	ИДК -ук6.1 Отбирает и использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач	Психология социального взаимодействия, саморазвития и самоорганизации Психология личности и профессиональное самоопределение Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
		ИДК-ук6.2 Определяет задачи саморазвития и профессионального роста, выстраивает временную траекторию их достижения с обоснованием актуальности и определением необходимых ресурсов для их выполнения	
		ИДК-ук6.3 Осуществляет планирование и выстраивает траекторию личностного и профессионального развития на основе принципов образования в течение всей жизни, используя инструменты непрерывного образования	
	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	ИДК ук7.1 Определяет личностный уровень физического развития и физической подготовленности ИДК ук7.2 Поддерживает собственный уровень физической подготовленности на должном уровне для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Физическая культура и спорт Выполнение и защита выпускной квалификационной работы Элективные дисциплины (модули) по физической культуре и спорту

Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и 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	ИДК ук8.1 Создает и поддерживает в повседневной жизни и профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества	Безопасность жизнедеятельности Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
		ИДК ук8.2 Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	ИДК ук9.1 Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике	Экономическая культура и основы финансовой грамотности Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
		ИДК ук9.2 Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей, использует финансовые инструменты для управления личными финансами (личным бюджетом), контролирует собственные экономические и финансовые риски	

Гражданская позиция	УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	ИДК_{УК 10.1} Понимает действующие правовые нормы, обеспечивающие борьбу с коррупцией в различных областях жизнедеятельности; способы профилактики коррупции и формирования нетерпимого отношения к ней ИДК_{УК 10.2} Взаимодействует в обществе на основе нетерпимого отношения к коррупции. ИДК_{УК 10.3} Планирует, организывает и проводит мероприятия, обеспечивающие формирование гражданской позиции и предотвращение коррупции в профессиональной деятельности, в социуме	Безопасность жизнедеятельности Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора* достижения общепрофессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, обеспечивающие формирование и оценку сформированности компетенции
Знание законов физики	ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИДК_{Опк1.1} Понимает положения, законы и методы естественных наук и математики ИДК_{Опк1.2} Использует положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач в инженерной деятельности	Химия Теория Измерений Математика Математический анализ Аналитическая геометрия и линейная алгебра Дифференциальные и интегральные уравнения Теория функций комплексного переменного Физика Механика и молекулярная физика Дополнительные главы физики Электричество, магнетизм и волновая оптика

			Квантовая оптика и атомная физика Электродинамика Термодинамика и статистическая физика Физика полупроводников Квантовая механика Физические основы электроники Специальный физический практикум Эмиссионный спектральный анализ Методы обработки поверхности твердого тела Теория вероятностей и математическая статистика Методы математической физики Учебная практика. Ознакомительная практика Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение и защита выпускной квалификационной работы Дополнительные разделы оптики Аналоговая схемотехника
Способность проводить экспериментальные исследования	ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИДК опк2.1 Самостоятельно или в совместно с коллективом проводит экспериментальные исследования	Дополнительные главы физики Твердотельная электроника Микро- и нанoeлектроника Процессы микро- и нанотехнологий Теоретические основы электротехники Специальный физический практикум Эмиссионный спектральный анализ

		ИДК_{ОПК2.2} Использует основные приемы обработки и представления полученных данных	Методы исследования материалов электроники Теория вероятностей и математическая статистика Технологическая (проектно-технологическая) практика 1 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Методы поиска, хранения и обработки информации	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	ИДК_{ОПК3.1} Применяет современные методы поиска и обработки информации. ИДК_{ОПК3.2} Анализирует и представляет в требуемом формате информацию из различных источников и баз данных соблюдая основные правила информационной безопасности.	Численные методы и математическое моделирование Введение в специальность Метрология и стандартизация Организация и планирование производства Технологическая (проектно-технологическая) практика 1 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Владение компьютерными технологиями	ОПК-4. Применяет современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации.	ИДК_{ОПК4.1} Знает и владеет современными компьютерными технологиями ИДК_{ОПК4.2} Владеет технологиями получения информации для подготовки текстовой и конструкторско – технологической документации.	Информатика Алгоритмы и основы программирования Программирование Вычислительная физика (практикум на ЭВМ) Инженерная и компьютерная графика Информационные технологии Учебная практика. Ознакомительная практика Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Разработка компьютерных программ	ОПК-5. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	ИДК опк5.1 Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы. ИДК опк 5.2. Умеет их применять в процессе научной и производственной деятельности	Информатика Программирование Вычислительная физика (практикум на ЭВМ) Технологическая (проектно-технологическая) практика 1 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Наименование категории (группы) профессиональных компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора* достижения профессиональной компетенции	Дисциплины (модули), практики, обеспечивающие формирование и оценку сформированности компетенции
Анализ современного состояния методов и технологий модификации свойств наноматериалов и наноструктур	ПК-1 Способен анализировать современное состояние методов и технологий модификации свойств наноматериалов и наноструктур	ИДК пк1.1 Анализирует современное состояние методов измерений материалов электроники и нанoeлектроники. ИДК пк1.2 Разрабатывает технологии модификации свойств наноматериалов и наноструктур	Основы проектирования электронной компонентной базы Физическая химия материалов Технологии материалов электронной техники Современное физическое материаловедение Высокорезистивные материалы Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Выбор и реализация на практике эффективной методики экспериментального исследования современных материалов, используемых для создания устройств современной электроники и нанoeлектроники	ПК-2 Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и	ИДК пк2.1 Выбирает и реализует на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров материалов электроники и нанoeлектроники. ИДК пк2.2 Анализирует полученные экспериментальные результаты и делает обоснованные выводы.	Магнитные материалы электроники Физика конденсированного состояния Физика магнитных явлений Методы исследования материалов и структур электроники Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

	наноструктур		
Внедрение и контроль качества новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур	ПК-3. Способен внедрять и контролировать качество новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.	ИДК пк3.1 Внедряет и контролирует качество нового оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур. ИДК пк3.2 Контролирует качество технологических процессов получения материалов для наноэлектроники	Локальные вычислительные сети и информационная безопасность Квантовая и оптическая электроника Цифровая электроника Технологическая (проектно-технологическая) практика 2 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
Проведение научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	ПК-4 Способен проводить научные исследования как самостоятельно, так и в коллективе. Владеет современными технологиями проведения экспериментальных и теоретических научных исследований с использованием, в том числе, сложного физического оборудования. Умеет пользоваться при проведении научных исследований современными информационными технологиями. Обобщает отечественный и зарубежный опыт	ИДК пк4.1 Проводит научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований ИДК пк4.2 Владеет современной приборной базой (в том числе сложным физическим оборудованием) и информационными технологиями.	Физическая химия материалов Современное физическое материаловедение Методы исследования материалов и структур электроники Высокорезистивные материалы Преддипломная практика Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

	проведения научных исследований в своей области исследований.		
Выбор и реализация на практике эффективных методик экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	ПК-5 Модернизирует существующие и внедряет новые методы и оборудование для измерений и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники	ИДК ПК5.1 Модернизирует существующие методы и оборудование для измерений и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники ИДК ПК 5.2 Внедряет новые методы и оборудование для измерений и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники	Локальные вычислительные сети и информационная безопасность Технологии материалов электронной техники Квантовая и оптическая электроника Цифровая электроника Методы исследования материалов и структур электроники Технологическая (проектно-технологическая) практика 2 Преддипломная практика Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

6. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

6.1. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Итоговый государственный экзамен по направлению проводится в устной форме в соответствии с программой, составленной на основе программосновных учебных дисциплин предметной подготовки данного направления кафедры. Перечень конкретных дисциплины вопросов, входящих в программу государственного экзамена по направлению, а также форма и условия его проведения, устанавливаются выпускающей кафедрой и утверждаются ученым советом факультета. Каждый билет состоит из трех вопросов (1- вопрос по физике конденсированного состояния, 2 – вопрос по основам электроники, микроэлектроники и нанoeлектроники, 3 – вопрос по технологии материалов электроники и нанoeлектроники).

6.2. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА И ВКР

№ задания	Компетенция	Признаки проявления	Показатели	Критерии оценки (каждого задания)	Результат освоения
Б3.О.01(Г) Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
Вопросы 1,2,3	УК-1	Знает	Методы поиска, критического анализа и синтеза информации	Неудовлетворительно - Не владеет навыками и приемами поиска, критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач Удовлетворительно - Имеются пробелы в навыках поиска, критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач Хорошо - Способен в пределах программы осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, необходимой для решения поставленных задач Отлично - Всесторонне и глубоко владеет способами поиска, критического анализа и синтеза информации, применяет системный подход для решения поставленных задач	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход при ответах на заданные вопросы и для решения поставленных задач
		Умеет	Осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, необходимой для решения поставленных задач		
		Владеет	Системным подходом для решения поставленных задач		
Вопросы 1,2,3	ОПК-1	Знает	Положения, законы и методы естественных наук и математики	Неудовлетворительно – не знает и (или) не умеет использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач Удовлетворительно – отмечены пробелы в знаниях основных положений, законов и методов естественных наук и математики Хорошо - способен в пределах программы использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач Отлично - Всесторонне и глубоко способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики при ответах на поставленные вопросы и для решения задач инженерной деятельности	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики при ответах на поставленные вопросы и для решения задач инженерной деятельности
		Умеет	Использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач в инженерной деятельности		
		Владеет	Методами естественных наук и математики для решения задач в инженерной деятельности		

Б3.О.02(Д)Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					
Текст ВКР устный доклад	УК-5	Знает	Основы философских знаний	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Обоснование актуальности темы в ВКР (в структурном элементе Введение) в контексте постнеклассического этапа научно-технического развития. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу..
		Умеет	Формировать мировоззренческую позицию на основе полученных философских знаний; применять полученные знания в профессиональной и социальной деятельности		
		Владеет	Методами философского познания окружающего мира; культурой научного мышления		
Текст ВКР устный доклад	УК-1 УК-5	Знает	Основные этапы и закономерности исторического развития общества, роли научно-технического прогресса.	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Наличие общей информации о состоянии разработок и обзора литературы по выбранной теме ВКР (в структурном элементе Введение). Обоснование новизны выбранной темы ВКР (в структурном элементе Введение). Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Анализировать и оценивать исторические события и процессы; использовать в профессиональной деятельности базовые знания истории.		
		Владеет	Способностью оценивать закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции.		
Текст ВКР устный доклад	УК-9	Знает	Основы экономических знаний в различных сферах деятельности	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Актуализация объекта исследования в ВКР. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Анализировать и оценивать научно-прикладную и экономическую перспективность научно-технических направлений.		
		Владеет	Методиками оценки научно-прикладной значимости и эффективности научных исследований.		
Текст ВКР устный доклад	УК-2 УК-10	Знает	Знать: основы правоведения.	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам	Корректность использования, подтверждаемая цитированием, использованных источников в ВКР. Соблюдает требования,
		Умеет	Уметь: применять на практике основы правовых знаний в различных сферах		

			жизнедеятельности.	учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	предъявленные к оформлению выпускной квалификационной работы. Соблюдает авторские права в как в тексте работы, так и процессе защиты ВКР Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Владеет	Владеть: терминологией и понятийным аппаратом правоведения.		
Текст ВКР устный доклад	УК-4	Знает	Принципы построения грамотной устной и письменной речи на иностранном языке (по крайней мере, на одном).	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Обзорный раздел ВКР. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Вступать в коммуникацию в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействий.		
		Владеет	Техникой перевода иностранной научно-технической литературы на русский язык и способностью к коммуникации в профессиональной сфере (перевод основного содержания работы) на иностранный язык) и межличностном общении.		
Доклад	УК-3 УК-5	Знает	Базовые принципы развития и жизни общества.	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Отзыв научного руководителя. Для экспериментальных работ – выполнение эксперимента в научной группе. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия; подчиняться.		
		Владеет	Навыками совместной работы в различных научных коллективах.		
Доклад	УК-7	Знает	Методы и средства физической культуры для обеспечения профессиональной деятельности	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее	Наличие зачёта по физической культуре(отметка об успешной сдаче в зачетной книжке студента).
		Умеет	Применить полученные знания		

			на практике.	формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	
		Владеет	Навыками здорового образа жизни		
Доклад	УК-8	Знает	Приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Вопросы по технике безопасности и охране труда при использовании технических средств при выполнении ВКР, лабораторных практикумов.
		Умеет	Оказывать первую помощь в экстренных случаях.		
		Владеет	Навыками самостоятельной защиты при чрезвычайных ситуациях, знаниями по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.		
Текст ВКР, устный доклад	УК-1 УК-6	Умеет	Выявлять проблемы своего Самообразования. Ставить цели и задачи для выполнения конкретных работ; проявлять настойчивость в достижении поставленных цели и задач; использовать современные информационные и образовательные технологии для получения новых знаний.	Низкий уровень: большая часть результатов и выводов получена не самостоятельно, что также отмечено в отзыве руководителя. Высокий уровень: все результаты работы получены самостоятельно, в теоретическом обзоре демонстрируются способность подбирать адекватные и современные материалы для выполнения ВКР. По мнению научного руководителя, продемонстрировал самостоятельность при решении возникающих в процессе выполнения ВКР проблем и вопросов.	Написан текст ВКР. Сформулированы задачи ВКР, поставленных научным руководителем для достижения цели ВКР (в структурном элементе Введение). Имеется отзыв научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу. Успешная защита ВКР, возможна рекомендация к поступлению в магистратуру.
		Навыки и (или) опыт деятельности (владеет)	Навыками развития индивидуальных способностей. Навыками реферирования научной литературы, навыками использования современных информационных технологий. Приобретения новых знаний, средствами самостоятельного достижения должного уровня подготовленности по дисциплинам физического направления.	Высокий уровень При ответах на вопросы демонстрирует способность использовать образовательные и информационные технологии, способность анализировать научную литературу. В работе проведен анализ литературных источников по проблемной области. Может четко сформулировать задачи для дальнейших исследований по тематике ВКР. Готов и умеет формировать приоритетные цели деятельности, давая полную аргументацию принимаемым решениям при выборе способов выполнения деятельности.	

Текст ВКР устный доклад	ОПК-1	Знает	Базовые естественнонаучные знания, возможные методы исследования и современные концепции их реализации.	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	В тексте ВКР даются определения. Формулируются предмет и объект изучения, описан метода исследования, современные концепций, достижения и ограничения по выбранной теме ВКР (теоретическая и/или экспериментальная часть). Наличие отзыва на ВКР. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Применять модельные алгоритмы для решения поставленных в ходе исследования задач и для решения задач инженерной деятельности..		
		Владеет	Методами исследования, математических расчетов и обоснования полученных результатов.		
Текст ВКР устный доклад	ОПК-1	Умеет	Решать различного рода математические задачи, разрабатывать алгоритмы и реализовывать их для решения поставленных задач. Задавать граничные условия применимости математической модели, применяемой в исследовании.	Низкий уровень: обладает только знаниями методов физических исследований и измерений, не может давать простейшие математические оценки, путается в графиках и цифрах при докладе. Высокий уровень: всесторонне и глубоко знает методы математической обработки экспериментальных данных	Написан текст ВКР. Сформулированы задачи ВКР, поставленных научным руководителем для достижения цели ВКР (в структурном элементе Введение). Имеется отзыв научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу. Успешная защита ВКР, возможна рекомендация к поступлению в магистратуру.
Текст ВКР устный доклад	ОПК-1	Знает	Основные законы и теории фундаментальных разделов общей и теоретической физики.	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Наличие теоретической и/или экспериментальной части в тексте ВКР. Наличие отзыва научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Применять известные теории и гипотезы к исследуемой задаче.		
		Владеет	Навыками работы с основными законами общей и теоретической физики.		
Текст ВКР	ОПК-3	Знает	Основы информационной безопасности, актуальность и новизну тематики своего исследования.	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее	Во введении ВКР есть обоснование новизны и актуальности выбранной темы ВКР; связь данной работы с другими научно-
		Умеет	Находить информацию из		

			различных источников.	формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	исследовательскими работами.
		Владеет	Техникой обработки и сохранения информации, навыками защиты информации. Основы информационной безопасности, актуальность и новизну тематики своего исследования.		
Текст ВКР устный доклад	ОПК-3	Знает	Основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации.	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Использование при докладе собственной презентации. Наличие в тексте ВКР рисунков, схем, таблиц и графиков. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Работать с компьютером, преобразовывать информацию в звуковую или зрительную.		
		Владеет	Навыками обработки полученной информации.		
Текст ВКР устный доклад	ОПК-3	Знает	Систему стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Использование в тексте ВКР обозначений и сокращений (не является обязательным). Наличие и правильное оформление списка использованных источников. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Работать с электронными и бумажными носителями, библиографическими ссылками с применением информационно-коммуникационных технологий.		
		Владеет	Техникой оформления библиографических ссылок в соответствии со стандартами.		
Текст ВКР устный доклад	ОПК-2	Знает	Предысторию тематики исследования.	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Наличие описаний и пояснений по каждому полученному в ходе ВКР результату (в теоретической и/или экспериментальной части). Наличие заключения со сформулированными выводами. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Использовать предыдущий опыт и спрогнозировать возможные результаты.		
		Владеет	Навыками переосмысления в случае получения отрицательного результата.		
Задание на ВКР,	ОПК-2	Знает	Основные принципы самостоятельной работы, в	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка	Написан текст ВКР. Сформулированы задачи ВКР,

устный доклад			научных группах и малых коллективах.	промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	поставленных научным руководителем для достижения цели ВКР (в структурном элементе Введение). Наличие экспериментальной части в работе и грамотного заключения. Имеется отзыв научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу. Успешная защита ВКР, возможна рекомендация к поступлению в магистратуру.
		Умеет	Самостоятельно или в совместно с коллективом проводить экспериментальные исследования. Брать ответственность за принятые решения и направленность исследования.		
		Владеет	Основными приемами обработки и представления полученных данных		
Текст ВКР устный доклад	ОПК-3	Знает	Методы поиска, хранения, обработки, анализа и информации	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Наличие теоретической и/или экспериментальной части в тексте ВКР. Наличие отзыва научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Анализировать и представлять в требуемом формате информацию из различных источников и баз данных соблюдая основные правила информационной безопасности.		
		Владеет	Современными методами поиска и обработки информации.		
Текст ВКР устный доклад	ОПК-4	Знает	Знает современные компьютерные технологии	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Написан текст ВКР. Сформулированы задачи ВКР, поставленных научным руководителем для достижения цели ВКР (в структурном элементе Введение). Имеется отзыв научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу. Успешная защита ВКР, возможна рекомендация к поступлению в магистратуру.
		Умеет	Применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации.		
		Владеет	Владеет технологиями получения информации для подготовки текстовой и конструкторско –		

			технологической документации.		
Текст ВКР устный доклад	ОПК-5	Знает	Основы и языки программирования	Компетенция сформирована на: пороговом уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование меньше 4 баллов; высоком уровне , если средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплинам учебного плана, направленным на ее формирование не меньше 4 баллов.	Наличие экспериментальной части в тексте ВКР. Наличие отзыва научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Применять алгоритмы и компьютерные программы в процессе научной и производственной деятельности		
		Владеет	Методами разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы		
Текст ВКР устный доклад	ПК-1	Знает	Основные законы физики, применительно к направленности исследования.	Низкий уровень: не может интерпретировать результаты исследований Средний уровень: может четко интерпретировать результаты проведенных исследований, неуверенно отвечает на вопросы Высокий уровень: При ответах на вопросы комиссии грамотно поясняет суть проблемы с физической точки зрения. В докладе и в тесте работы использует соответствующую специальную терминологию, отражает современное состояние научной задачи и предлагает пути ее решения.	Написан текст ВКР. Сформулированы задачи ВКР, поставленных научным руководителем для достижения цели ВКР (в структурном элементе Введение). Имеется отзыв научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу. Успешная защита ВКР, возможна рекомендация к поступлению в магистратуру.
		Умеет	Анализировать современное состояние методов измерений материалов электроники и нанoeлектроники.		
		Навыки и (или) опыт деятельности (владеет)	Демонстрирующими физическую грамотность и компетентность; Владеет навыками разработки технологии модификации свойств наноматериалов и наноструктур		
Текст ВКР устный доклад	ПК-2	Знает	Методику экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и наноструктур. Методы физических исследований и измерений, соответствующие цели и задачам работы	Низкий уровень: не может объяснить выбор использованной им методики исследования. Но работа доведена до логического конца, получены некоторые результаты и выводы. Высокий уровень: в работе продемонстрировано понимание специфики выбранной предметной области. При ответе на вопросы членов комиссии четко объясняет выбор метода измерения, знает погрешность полученных результатов.	Написан текст ВКР. Сформулированы задачи ВКР, поставленных научным руководителем для достижения цели ВКР (в структурном элементе Введение). Имеется отзыв научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу. Успешная защита ВКР, возможна рекомендация к
		Умеет	Выбирать и реализовывать на практике эффективную		

			методику экспериментального исследования параметров материалов электроники и нанoeлектроники. Анализировать полученные экспериментальные результаты и делать обоснованные выводы.	характерные закономерности при наблюдении и экспериментальных исследованиях физических явлений и процессов, умеет проводить оценку погрешностей измерений в эксперименте	поступлению в магистратуру.
		Владеет	Техникой проведения эксперимента, навыками использования методик расчета, навыками обработки и представления экспериментальных и теоретических результатов.		
Текст ВКР устный доклад	ПК-3	Знает	Методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур	Низкий уровень: не может объяснить выбор использованной им методики исследования. Но работа доведена до логического конца, получены некоторые результаты и выводы, которые не всегда удается грамотно интерпретировать. Средний уровень: не достаточно самостоятельно способен выполнить физический эксперимент или интерпретировать его результаты, неуверенно отвечает на дополнительные вопросы членов ГЭК. Высокий уровень: знает предмет и объекты изучения, умеет выполнять численные расчеты физических величин при решении физических задач и обработке экспериментальных результатов, умеет внедрять и контроль качества новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур	Написан текст ВКР. Сформулированы задачи ВКР, поставленных научным руководителем для достижения цели ВКР (в структурном элементе Введение). Освоена методика исследования, предложен новый метод или создана новая установка для исследования свойств материалов, наноматериалов и наноструктур. Имеется отзыв научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу. Успешная защита ВКР, возможна рекомендация к поступлению в магистратуру.
		Умеет	Внедрять и контролировать качество нового оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.		
		Владеет	Методами контроля качества технологических процессов получения материалов для нанoeлектроники		
Текст ВКР устный доклад	ПК-4	Знает	Теоретические и практические основы современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования).	Низкий уровень: не очень хорошо ориентируется и плохо представляет физические принципы работы современных приборов и оборудования. Но работа доведена до логического конца, получены некоторые	Написан текст ВКР. Освоена методика исследования, проведен эксперимент и грамотно интерпретированы его результаты. Имеется отзыв научного руководителя. Отвечает

		Умеет	Проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований. Пользоваться при проведении научных исследований современными информационными технологиями.	результаты и выводы, но не отвечает на большую часть вопросов членов ГЭК по докладу либо отвечает неправильно. Средний уровень: в целом работа и ее результаты выполнена на хорошем уровне, но возникают вопросы с интерпретацией полученных результатов, нечетких ответов на вопросы членов ГЭК. Высокий уровень: знает принципы работы современных приборов и оборудования, умеет проводить физический эксперимент и грамотно интерпретировать полученные результаты с использованием в том числе современных информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Отвечает на большинство вопросов членов ГЭК по докладу.	на вопросы членов ГЭК по докладу. Успешная защита ВКР, возможна рекомендация к поступлению в магистратуру.
		Владеет	Современной приборной базой (в том числе сложным физическим оборудованием) и информационными технологиями.		
Текст ВКР устный доклад	ПК-5	Знает	Эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	Низкий уровень: не очень хорошо ориентируется и плохо представляет методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения. Но в работе получены некоторые результаты и выводы, но демонстрирует не четкое их понимание и не отвечает на большинство вопросов членов ГЭК по докладу либо отвечает неправильно. Средний уровень: в целом работа и ее результаты выполнена на хорошем уровне, но даны нечеткие ответы на вопросы членов ГЭК. Высокий уровень: умеет делать выбор и реализовывать на практике методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, самостоятельно проводить исследования. Отвечает на большинство вопросов членов ГЭК по докладу.	Сформулированы задачи ВКР, поставленных научным руководителем для достижения цели ВКР (в структурном элементе Введение). Модернизируются существующие или внедрены новые методы и оборудование для измерений и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники. Имеется отзыв научного руководителя. Отвечает на вопросы членов ГЭК по докладу.
		Умеет	Модернизировать существующие методы и оборудование для измерений и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники		
		Владеет	Навыками внедрения новых методов и оборудования для измерений и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники		Успешная защита ВКР, возможна рекомендация к поступлению в магистратуру.

В результате защиты ВКР (с учетом освоения всей программы бакалавриата) выпускник будет:

- **знать** об использовании материалов, компонентов, электронных приборов и устройств, установках, методах для исследования, проектирования и конструирования, технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники;
- **уметь** проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки;
- **владеть** методами метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний нанотехнологической продукции (согласно объектам профессиональной деятельности, указанных в ОПОП ВО по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, и согласно ФГОС ВО).

6.3. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА И ЕГО СООТНЕСЕНИЕ С СОВОКУПНЫМ ОЖИДАЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТОМ ОБРАЗОВАНИЯ В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ ПО ОПОП ВО В ЦЕЛОМ

Итоговый государственный экзамен по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» проводится в соответствии с профессиональным стандартом «Электроника и наноэлектроника», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 г. № 593н «№ 40.104. и порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29.06.2015 г. № 636 (с изм. 27.03.2020 г. № 490);

Итоговый государственный экзамен по направлению является видом итоговой государственной аттестации выпускников, которым завершается обучение по образовательной программе бакалавров высшего профессионального образования.

Целью итогового государственного экзамена (далее ГЭ) по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» является установление соответствия уровня и качества подготовки выпускника высшего учебного заведения требованиям Федерального государственного образовательного стандарта, а также требованиям регионального компонента и компонента образовательного учреждения по данному направлению. К ГЭ допускаются лица, успешно завершившие в полном объеме освоение основной образовательной программы по соответствующему направлению.

Форма итогового государственного экзамена

ГЭ по направлению проводится в устной форме в соответствии с программой, составленной на основе программ учебных дисциплин предметной подготовки по данному направлению. Перечень конкретных дисциплин и вопросов, входящих в программу ГЭ по направлению, а также форма и условия его проведения, устанавливается Советом факультета.

Решения государственной экзаменационной комиссии принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссии и оформляются протоколами.

Лица, не сдавшие ГЭ по направлению по уважительной причине, подтвержденной документально, допускаются к сдаче ГЭ в установленном порядке. В случае изменения условий проведения ГЭ, выпускники сдают ГЭ в соответствии с условиями, действующими в год окончания ими курса обучения.

Содержание ГЭ определяется перечнем учебных дисциплин (программ учебных дисциплин) изучаемых в вузе по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

В экзаменационные билеты включается наиболее значимый учебный материал по направлению. Программа ГЭ по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» приведена ниже.

Экзаменационный билет состоит из трех вопросов. Первый вопрос – контроль знаний по физике конденсированного состояния, второй - по электронике, микроэлектронике и наноэлектронике, третий – по технологии материалов электроники и наноэлектроники.

Все задания билета имеют междисциплинарный характер, направленный на выявление сформированности аналитических, диагностических, прогностических умений выпускника. Билеты равноценны по сложности и трудоемкости и обеспечивают проверку подготовленности выпускника к профессиональной деятельности.

Процедура проведения государственного экзамена по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Деканат факультета, совместно с выпускающей кафедрой, формирует государственную экзаменационную комиссию и утверждает форму сдачи экзамена. До сведения обучающихся доводится программа экзамена, учебно – программная документация,

наглядные пособия, справочная литература. Распоряжением по факультету объявляется расписание сдачи экзамена и проведение консультаций.

Консультации проводят ведущие преподаватели факультета и выпускающей кафедры

Экзамен проводится в группах (не более 10 -12 человек) в соответствии с расписанием. Распределение студентов по группам осуществляет деканат. Все студенты группы сформированной деканатом должны явиться к началу экзамена в аудиторию, указанную в расписании.

На подготовку ответа на вопросы билета сдающему экзамен отводится 1,5 часа.

На ответы, включая проведение демонстрационного эксперимента и дополнительные вопросы, отводится 30 минут.

Форма ответа на вопросы билета – устный доклад у доски.

Порядок ответов на вопросы билета определяется самим студентом.

Экзаменационная комиссия имеет право задавать дополнительные вопросы по всем заданиям билета, как углубленного, так и дополнительного характера, но не выходящие за рамки программы ГЭ.

Экзаменационная комиссия, после завершения экзамена всеми, принимает решение и оглашает результаты ГЭ.

Методические указания по подготовке к итоговому государственному экзамену

Ответ на вопрос экзаменационного билета должен быть научным и опираться на соответствующие законы и теорию; должен быть логически стройным; в ответе должны присутствовать теоретические доказательства, подтвержденные экспериментальными фактами.

Ответ должен быть интегрированным, с использованием межпредметных связей.

Ответ следует строить в контексте единства теории и практики с подтверждением теоретических положений конкретными фактами.

Экзаменационная комиссия определяет следующие критерии выставления итоговой оценки, определяющее качество подготовки студента:

- уровень подготовки к осуществлению основных видов деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой;
- уровень освоения материала, предусмотренного учебной программой по дисциплине;
- обоснованность, четкость и культура изложения ответа.

За ответ на каждый вопрос экзамена выставляется оценка, которая заносится в бланк оценочного листа каждым членом экзаменационной комиссии.

Итоговая оценка формируется с учетом оценок выставленных всеми экзаменаторами и ответов на дополнительные вопросы. В спорных случаях, при формировании итоговой оценки, председатель комиссии имеет право дополнительного голоса.

Программа государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Классификация твердых тел. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Аморфные и кристаллическиетвердые тела. Основные факторы, определяющие макросвойстватвердых тел. Кристаллическаярешетка. Классификация кристаллическихструктур. Точечные группысимметрии. Предельные группысимметрии. Понятие обратнойрешетки. Объем элементарной ячейки обратнойрешетки. Зоны Бриллюэна.
2. Колебания решетки. Энергетическийспектр колебаний в твердом теле. Акустические и оптические фононы. Закон дисперсии. Температура Дебая. Теплоемкость твердых тел. Модели. Решеточный и электронный вклады. Температурная зависимость теплоемкости. Анагармонизм колебаний атомов в твердом теле. Тепловое расширение. Теплопроводностьтвердых тел.
3. Электронные состояния в твердых телах. Подходы к расчету зонной структуры. Энергия

Ферми. Закон дисперсии электронов. Метод эффективной массы. Плотность одноэлектронных состояний. Статистика носителей заряда. Металлы и полупроводники. Три приближения интеграла Ферми.

4. Кинетические явления. Метод уравнения Больцмана. Понятие времени релаксации. Термоэлектрические и гальваномагнитные явления. Электропроводность металлов. Модели. Аддитивная природа проводимости.

5. Основные свойства полупроводников. Биполярная проводимость. Зависимость положения уровня Ферми от концентрации носителей и температуры. Электропроводность полупроводников. Проводимость по распространенным и локализованным состояниям. Неравновесные носители заряда в полупроводниках. Генерация и рекомбинация. Время жизни носителей заряда.

6. Диэлектрики, поляризация, диэлектрическая проницаемость. Частотная зависимость. Пьезоэлектрики, пирозэлектрики, сегнетоэлектрики.

7. Диамагнетизм и парамагнетизм в твердых телах. Природа ферромагнетизма. Обменное взаимодействие. Ферри- и антиферромагнетизм. Доменная структура ферромагнетиков. Типы доменных границ. Механизмы перемагничивания ферромагнетика

8. Сверхпроводимость. Основные положения теории Бардина – Куппера – Шриффера. Высокотемпературная сверхпроводимость. Сверхпроводящее туннелирование. Эффект Мейснера. Эффект Джозефсона.

9. Виды фазовых диаграмм твердых растворов. Полная и ограниченная растворимость в твердой фазе. Особенности эвтектической диаграммы состояний. Методы нормальной направленной кристаллизации. Метод Чохральского для получения монокристаллов кремния. Зонная перекристаллизация. Рафинирование. Бестигельная зонная плавка.

10. Основные этапы развития электроники. Роль материалов в развитии элементной базы электроники. Повышение эффективности и надежности работы электронной аппаратуры, основные направления ее миниатюризации. Классификация интегральных микросхем по технологическому признаку, полупроводниковые и гибридные микросхемы. Микросхемы на биполярных и МДП элементах. Цифровые и аналоговые микросхемы. Нанoeлектроника как принципиально новый этап развития электроники.

11. Активные элементы интегральных микросхем. Биполярные полупроводниковые структуры интегральных микросхем. Электронно – дырочный переход. Распределение пространственного заряда, потенциала, поля и концентрации носителей заряда в p-n переходе. Энергетическая диаграмма. Высота потенциального барьера. Прямое и обратное включение p-n перехода. Инжекция и экстракция неосновных носителей заряда. Методы формирования и классификация p-n переходов.

12. Классификация полупроводниковых диодов. Выпрямительные, высокочастотные, импульсные диоды: конструктивно – технологические особенности, электрические свойства. Диоды различного назначения – туннельные диоды, стабилитроны, диоды Шоттки, варикапы. Принцип действия, конструкция, свойства, применение. Структура и основные элементы полупроводникового диода. Вольтамперная характеристика. Генерация и рекомбинация носителей заряда в p-n переходе. Лавинный, туннельный и тепловой пробой.

13. МДП – структура. Принцип действия и схемы включения МДП – транзистора. Транзисторы с индуцированным и со встроенным каналами. Статические выходные характеристики. Перекрытие канала. Напряжение насыщения. Уровни ВАХ для крутой и пологой частей ВАХ. Характеристики передачи. Влияние температуры на статические характеристики. Пробой МДП – транзистора. Энергетические диаграммы МДП – структуры в режимах обогащения, обеднения и инверсии. Пороговое напряжение. Особенности реальных МДП структур.

14. Конструктивно-технологические разновидности МДП – транзисторов. Эффект короткого канала в МДП- транзисторе. Зависимость порогового напряжения от длины канала и напряжения на стоке. Особенности статических характеристик короткоканальных

транзисторов. Транзисторы с самосовмещенным затвором. МДП – транзисторы, как элементы интегральных микросхем. Приборы с зарядовой связью.

15. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом. Структура и принцип действия. Статические выходные характеристики и характеристики передачи. Малосигнальные параметры и эквивалентные схемы. Разновидности полевых транзисторов. Структуры полевых транзисторов для интегральных микросхем.

16. Биполярные транзисторы. Структура, принцип действия, схема включения транзистора. Коэффициенты передачи токов эмиттера и базы. Пробой биполярного транзистора. Комплементарный p-n – переходы. Составные транзисторы. Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы.

17. Гетеропереходы. Понятие идеального гетероперехода. Требования к материалам гетеропары. Изотипные и анизотипные гетеропереходы. Эффекты односторонней инжекции и сверхинжекции в гетеропереходах.

18. Фотоприемники. Явление фотопроводимости. Фоторезисторы, фотодиоды, полупроводниковые элементы, фототранзисторы, фототиристоры: принцип действия, конструкция основные характеристики и параметры. Оптопары. Полупроводниковые излучатели. Инжекционная электролюминесценция. Явление вынужденного излучения в полупроводниках. Светоизлучательные диоды, электролюминесцентные порошковые и пленочные излучатели, инжекционные лазеры: принцип действия и основные свойства.

19. Многокомпонентные полупроводниковые системы. Изопериодные гетероструктуры и их применение в приборах оптоэлектроники. Изовалентные твердые растворы. Критерии неограниченной растворимости. Закономерности изменения свойств от состава. Полупроводниковые соединения A_2B_6 , A_4B_6 , карбид кремния. Явления самокомпенсации и политипизма. Полупроводниковые соединения типа A_3B_5 : особенности химической связи и внутреннего строения. Основные физико-химические, электрические и оптические свойства, закономерности их изменения. Поведение примесей и дефектов структуры. Перспективные применения в электронике.

20. Поликристаллический кремний, управление свойствами, применение в интегральных микросхемах. Гидрогенизированный аморфный кремний. Особенности энергетического спектра, электрические и оптические свойства. Методы получения и применение в фотоэлектрических преобразователях. Методы очистки, выращивания и легирования монокристаллов. Примеры реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники.

21. Микрокластеры и их энергетическое состояние. Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Межфазные границы и их свойства. Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки. Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение.

22. Эффект размерного квантования. Квантовое ограничение. Интерференционные эффекты. Туннелирование. Устройства на основе квантовых эффектов.

23. Актуальность использования низкоразмерного кремния в производстве изделий микро- и нанoeлектроники. Формирование низкоразмерного кремния. Структурные модификации пористого кремния. Применения низкоразмерного кремния.

24. Размерное квантование. Квантовые точки. Изготовление гетероструктур с квантовыми точками. Методы определения СКТ. Лазеры на самоорганизованных квантовых точках. Сверхрешетки

25. Многослойное осаждение посредством магнетронного распыления. Электролитическое осаждение. Поверхностные наноструктуры. Получение поверхностных структур методом МЛЭ. Получение поверхностных структур методом газофазной эпитаксии. Химическая сборка поверхностных наноструктур.

Образцы экзаменационных билетов



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Классификация твердых тел. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Аморфные и кристаллические твердые тела. Основные факторы, определяющие макросвойства твердых тел.

2. Активные элементы интегральных микросхем. Биполярные полупроводниковые структуры интегральных микросхем.

3. Общая классификация материалов по электрическим и магнитным свойствам. Виды химической связи. Влияние агрегатного состояния на электрические свойства веществ.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Кристаллическая решетка. Классификация кристаллических структур. Точечные группы симметрии. Предельные группы симметрии.

2. Структуры полевых транзисторов для интегральных микросхем: транзисторы с управляющим р-п - переходом и МДП-транзисторы.

3. Основные этапы развития электроники. Роль материалов в развитии элементной базы электронной техники. Повышение эффективности и надежности работы электронной аппаратуры, основные направления ее миниатюризации.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Понятие обратной решетки. Объем элементарной ячейки обратной решетки. Зоны Бриллюэна.

2. Классификация интегральных микросхем по технологическому признаку: полупроводниковые и гибридные микросхемы. Микросхемы на биполярных и МДП элементах. Цифровые и аналоговые микросхемы. Интегральные микросхемы малой, средней и большой степени интеграции, сверхбольшие интегральные микросхемы.

3. Монокристаллы, элементы структурной кристаллографии. Дефекты кристаллической структуры. Стеклообразные и аморфные материалы.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Колебания решетки. Энергетический спектр колебаний в твердом теле. Акустические и оптические фононы. Закон дисперсии. Температура Дебая.

2. Комплементарные n-p-n и p-n-p транзисторы. Составные транзисторы. Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторные структуры.

3. Металлы высокой проводимости и контактные материалы. Сплавы высокого сопротивления. Резистивные металлические пленки. Припои. Тугоплавкие металлы. Электровакуумные сплавы.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Буднев Н.М.

« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Теплоемкость твердых тел. Модели. Решеточный и электронный вклады. Температурная зависимость теплоемкости.

2. Методы изоляции элементов в полупроводниковых интегральных микросхемах: изоляция электронно-дырочным переходом и диэлектрическая изоляция.

3. Неметаллические проводящие материалы. Аморфные металлы. Сверхпроводящие металлы и сплавы. Применение сверхпроводников и элементы криoeлектроники. Оксидные высокотемпературные сверхпроводники.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Буднев Н.М.

« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Кристаллические решетки. Симметрия кристаллов, точечные пространственные группы симметрии. Решетки Бравэ. Кристаллографические индексы, атомные плоскости.

2. Эффект электрического поля в полупроводниках. Идеальная структура металл-диэлектрик-полупроводник (МДП-структура). Энергетические диаграммы МДП-структуры в режимах обогащения, обеднения и инверсии. Пороговое напряжение. Особенности реальных МДП-структур.

3. Основные эксплуатационные характеристики резистивных элементов. Классификация резисторов. Классы точности. Методы подгонки сопротивления под номинал. Разновидности резисторов поверхностного и объемного типов. Проволочные резисторы. Резисторы общего и специального назначения. Основные типы и конструкции переменных резисторов.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Обратная решетка. Структурный анализ как преобразование Фурье. Фурье-трансформанта элементарной ячейки и решеток Бравэ.

2. Структура, принцип действия и схемы включения МДП-транзистора. Транзисторы с индуцированным и со встроенным каналом. Статические выходные характеристики. Перекрытие канала. Напряжение насыщения. Уравнения ВАХ для крутой и пологих частей характеристик. Характеристики передачи. Влияние температуры на статические характеристики. Пробой транзистора.

3. Собственный полупроводник и собственная электропроводность. Влияние примесей на электрические свойства полупроводников. Механизмы рассеяния носителей заряда. Температурная зависимость проводимости.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Обратная решетка. Структурный анализ как преобразование Фурье. Фурье-трансформанта элементарной ячейки и решеток Бравэ.

2. Структура, принцип действия и схемы включения МДП-транзистора. Транзисторы с индуцированным и со встроенным каналом. Статические выходные характеристики. Перекрытие канала. Напряжение насыщения. Уравнения ВАХ для крутой и пологих частей характеристик. Характеристики передачи. Влияние температуры на статические характеристики. Пробой транзистора.

3. Собственный полупроводник и собственная электропроводность. Влияние примесей на электрические свойства полупроводников. Механизмы рассеяния носителей заряда. Температурная зависимость проводимости.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Диффузия атомов в твердых телах. Механизмы диффузии. Энергия активации диффузии. Закон Фика.

2. Структура и основные элементы полупроводникового диода. Вольтамперная характеристика с учетом падения напряжения на сопротивлении базы. Генерация и рекомбинация носителей заряда в р-п-переходе. Влияние поверхностных состояний на вольт амперную характеристику. Лавинный, туннельный и тепловой пробой.

3. Эффект Холла, магнетосопротивление и термоэлектрические явления. Электропроводность в сильном электрическом поле.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Классическая теория гармонического кристалла. Адиабатическое приближение. Удельная теплоемкость. Нормальные моды одномерной и трехмерной решеток Бравэ.

2. Электронно-дырочный (р-п) переход. Распределение пространственного заряда, потенциала, поля и концентрации носителей заряда в р-п-переходе. Энергетическая диаграмма. Высота потенциального барьера и контактная разность потенциалов. Прямое и обратное включение р-п-перехода. Инжекция и экстракция неосновных носителей заряда. Формула Шокли. Методы формирования и классификация р-п-переходов.

3. Классификация полупроводниковых материалов по составу, внутреннему строению и свойствам.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Представление о зонной структуре твердых тел. Модель Кронига – Пенни. Свойства квазиимпульса, зоны Бриллюэна.

2. Конструктивно-технологические разновидности МДП-транзисторов. Эффекты короткого канала в МДП-транзисторах. Зависимость порогового напряжения от длины канала и напряжения на стоке. Особенности статических характеристик короткоканальных транзисторов. Транзисторы с самосовмещенным затвором. МДП-транзисторы как элементы интегральных микросхем. Приборы с зарядовой связью (ПЗС).

3. Кремний и германий: химические связи; кристаллическое строение; особенности зонной структуры; основные физико-химические, электрические и оптические свойства, поведение примесей.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Динамика электрона в кристаллической решетке. Эффективная масса. Брэгговское отражение электрона от границы зоны Бриллюэна. Заполнение электронами зон Бриллюэна. Поверхность Ферми у одновалентных металлов.

2. Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом. Структура и принцип действия. Статические выходные характеристики и характеристики передачи. Малосигнальные параметры и эквивалентные схемы. Разновидности полевых транзисторов.

3. Методы очистки, выращивания и легирования монокристаллов. Примеры реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Анггармонические эффекты в кристаллах. Тепловое расширение, параметр Грюнайзена.
2. Полупроводниковые излучатели. Инжекционная электролюминесценция. Явление вынужденного излучения в полупроводниках. Светоизлучающие диоды, электролюминесцентные порошковые и пленочные излучатели, инжекционные лазеры: принцип действия и основные свойства.
3. Поликристаллический кремний, управление свойствами, применение в интегральных микросхемах. Гидрогенизированный аморфный кремний. Особенности энергетического спектра, электрические и оптические свойства. Методы получения и применение в фотоэлектрических преобразователях.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Магнитное упорядочение. Типы магнитных структур. Обменная энергия. Природа ферромагнетизма.
2. Фотоприемники. Явление фотопроводимости и фотовольтаический эффект. Фоторезисторы, фотодиоды, полупроводниковые фотоэлементы, фототранзисторы, фототиристоры: принцип действия, конструкция, основные характеристики и параметры. Оптопары.
3. Полупроводниковые соединения типа A3B5: особенности химической связи и внутреннего строения. Основные физико-химические, электрические и оптические свойства, закономерности их изменения. Поведение примесей и дефектов структуры. Перспективные применения в электронике.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Магнитная анизотропия. Доменная структура. Кривые намагничивания. Магнитный гистерезис. Зависимость свойств ферромагнетика от температуры. Магнитострикция.

2. Полупроводниковые резисторы (термисторы, позисторы, варисторы): принцип действия и основные свойства.

3. Полупроводниковые соединения A2B6, A4B6, карбид кремния. Явления самокомпенсации и политинизма.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Фазовые переходы в твердых телах. Теория фазовых переходов Ландау-Гинзбурга.

2. Гальваномагнитные приборы (преобразователи Холла, магнитодиоды, магнитотранзисторы), тензoeлектрические приборы (тензорезисторы, тензодиоды): принцип действия и основные свойства.

3. Изовалентные твердые растворы. Критерии неограниченной растворимости. Закономерности изменения свойств от состава.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера. Теория Бардина – Куппера – Шриффера. Высокотемпературная сверхпроводимость.

2. Основные положения и понятия теории надежности. Интенсивность отказов, вероятность безопасной работы. Показатели надежности. Постепенные и катастрофические отказы. Причины отказов. Испытания на надежность. Пути повышения качества и надежности.

3. Многокомпонентные полупроводниковые системы. Изопериодные гетероструктуры и их применение в приборах оптоэлектроники.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Современные проблемы физики твердого тела. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Сверхрешетки. Эффект гигантского магнитоимпеданса и эффект гигантского магнетосопротивления.

2. Классификация полупроводниковых диодов. Выпрямительные плоскостные, высокочастотные, импульсные диоды: конструктивно-технологические особенности, электрические свойства. Диоды различного назначения - туннельные диоды, стабилитроны и стабисторы, диоды Шоттки, варикапы: принцип действия, конструкция, свойства, применение.

3. Поляризация диэлектриков, их классификация по видам поляризации. Влияние внешних факторов на диэлектрическую проницаемость материалов. Линейные и нелинейные диэлектрики.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Теория Зоммерфельда. Основное состояние электронного газа. Распределение электронов в К-пространстве. Энергия, импульс и Температура Ферми.

2. Гетеропереходы. Понятие идеального гетероперехода. Требования к материалам гетеропары. Изотипные и анизотипные гетеропереходы, их энергетические диаграммы. Эффекты односторонней инжекции и сверхинжекции в гетеропереходах

3 Электропроводность диэлектриков. Сопротивление изоляции. Влияние примесей, температуры и влажности окружающей среды на объемную и поверхностную проводимость твердых диэлектриков. Виды диэлектрических потерь. Основные характеристики потерь и их зависимость от условий эксплуатации материалов.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Буднев Н.М.
« 31 » марта 2022 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

государственного экзамена по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Теория металлов Друде. Электропроводность, эффект Холла и магнетосопротивление. Теплопроводность. Термоздс. Теория проводимости Лоренца.

2. Электронно-дырочный (p-n) переход. Распределение пространственного заряда, потенциала, поля и концентрации носителей заряда в p-n-переходе. Энергетическая диаграмма. Высота потенциального барьера и контактная разность потенциалов. Прямое и обратное включение p-n-перехода. Инжекция и экстракция неосновных носителей заряда. Формула Шокли. Методы формирования и классификация p-n-переходов.

3. Электропроводность диэлектриков. Сопротивление изоляции. Влияние примесей, температуры и влажности окружающей среды на объемную и поверхностную проводимость твердых диэлектриков. Виды диэлектрических потерь. Основные характеристики потерь и их зависимость от условий эксплуатации материалов.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
31 марта 2022 г.

7. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ВКР)

При выполнении ВКР студенты должны показать свою способность и умение, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные общекультурные и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

При работе над выпускной квалификационной работой студенты руководствуются методическими рекомендациями по выполнению ВКР. Бакалаврская работа представляет собой самостоятельное законченное исследование на заданную (выбранную) тему, написанное лично выпускником под руководством руководителя, свидетельствующее об умении выпускника работать с литературой, обобщать и анализировать фактический материал, используя теоретические знания и практические навыки, полученные при освоении профессиональной образовательной программы.

Бакалаврская работа призвана продемонстрировать владение теоретическими основами, способность к пониманию, анализу и синтезу научной информации, критическому использованию методов ее обработки. Бакалаврская работа может основываться на обобщении выполненных выпускником курсовых работ и содержать материалы, собранные выпускником в период технологической (проектно-технологической) практики 1 и 2, а также преддипломной практики.

Задачи бакалаврской работы:

- определение уровня сформированности компетенций;
- подтверждение уровня профессионального образования – бакалавра;
- разработка актуальной темы, имеющей практическое значение для организации.

Научное руководство бакалаврской работой осуществляет преподаватель выпускающей кафедры либо представитель сторонней организаций, привлеченный на договорных условиях (высококвалифицированный специалист в данной области).

Тематика бакалаврской работы направлена на решение профессиональных задач, определенных образовательной программой высшего образования, разработанной на основе ФГОС по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»(уровень бакалавриата).

По завершению работы над ВКР руководитель дает письменный отзыв, в котором характеризует выполненную работу обучающегося над утвержденной темой и полученные результаты, акцентируя внимание на степени самостоятельности проведенной работы, ее актуальности, уровне теоретической подготовки и профессиональной компетентности обучающегося. Руководитель в своем отзыве не выставляет оценку, а дает заключение о соответствии ВКР установленным требованиям, а также о соответствии профессиональных компетенций обучающегося требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Завершенная ВКР, оформленная в соответствии с установленными требованиями, должна быть сдана обучающимся ответственному за прием ВКР сотруднику выпускающей кафедры. Полностью соответствующая установленным требованиям ВКР, а также отзыв руководителя должны быть переданы в государственную аттестационную комиссию.

Заведующий выпускающей кафедры ставит отметку на титульном листе ВКР о допуске к защите. Также на титульном листе ВКР должны быть подписи руководителя и нормоконтролера (при его назначении).

Порядок выполнения ВКР состоит из следующей последовательности этапов:

- 1) Студент начинает выполнение ВКР с получения задания на выполнение выпускной квалификационной работы.
- 2) Руководитель ВКР:
 - выдает задание на выпускную квалификационную работу;
 - рекомендует студенту основную литературу, справочные материалы,

- документацию и другие источники по теме;
 - оказывает студенту помощь в разработке календарного графика на весь период выполнения ВКР;
 - проводит систематические консультации;
 - проверяет выполнение работы по частям и в целом.
- 3) Студент в период выполнения выпускной квалификационной работы:
- работает над темой самостоятельно на основе глубокого изучения литературы по специальности;
 - самостоятельно планирует ежедневный объем работ;
 - аккуратно ведет рабочие записи, организует работу с оборудованием и/или с программным кодом, оформляет результаты текущей работы.
- 4) В оговоренные сроки периодического отчета по выполнению ВКР, студент отчитывается перед руководителем работы и кафедрой, которые определяют степень готовности работы.
- 5) По предложению руководителя ВКР, в случае необходимости, кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным разделам ВКР. Консультантами по отдельным разделам ВКР могут назначаться профессора и преподаватели высших учебных заведений, а также работники и высококвалифицированные специалисты других учреждений и организаций.
- 6) За принятые в ВКР решения, за достоверность полученных результатов, за соответствие его требованиям и методическим указаниям, разработанным выпускаемой кафедрой ответственность несет автор выпускной квалификационной работы.
- 7) Полностью подготовленная к защите ВКР представляется руководителю работы. Руководитель составляет письменный отзыв о работе студента. Заведующий кафедрой на основании этих материалов и после представления работы на кафедре решает вопрос о допуске к защите. В случае если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента к защите ВКР, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры.
- 8) ВКР с отзывом руководителя, со всеми подписями и датами на титульном листе представляется в ГАК для защиты.

Требования к ВКР, порядок проведения ГИА, порядок выполнения ВКР, порядок защиты ВКР подробно изложены в следующих положениях ФГБОУ ВО «ИГУ»:

- Положение о государственной итоговой аттестации (принято на заседании Ученого совета ФГБОУ ВО «ИГУ» 28.11.2014, протокол №3)
- Положение о подготовке и защите выпускных квалификационных работ (принято на заседании Ученого совета ФГБОУ ВО «ИГУ» 27.05.2015, протокол №7)

Порядок защиты выпускной квалификационной работы

Защита ВКР проводится в утвержденные приказом по ИГУ сроки. Защита ВКР проводится на открытом заседании Государственной аттестационной комиссии (ГАК) при участии в нем не менее двух третей ее общего состава. Помимо членов ГАК на защите могут присутствовать научные руководители, коллеги защищающегося, представители администрации ВУЗа, студенты.

Для допуска к защите студенту необходимо иметь следующие материалы и документы:

- ВКР, выполненную полностью, заверенную подписями, обозначенными на титульном листе и переплетенную;
- письменный отзыв руководителя (отзыв не подшивается в ВКР);
- зачетную книжку, заполненную в точном соответствии с учебным планом.

Все вышеперечисленные документы и материалы за один день до защиты должны быть переданы секретарю ГАК.

Защита ВКР носит обязательный характер и включает:

- доклад обучающегося об основных результатах проделанной работы;
- представление иллюстрационного материала в виде презентации;
- дискуссионное обсуждение ВКР.

Защита ВКР проходит на открытом заседании государственной аттестационной комиссии. В случае отсутствия руководителя отзыв зачитывается секретарем государственной аттестационной комиссии. На защиту ВКР отводится до 30 минут. Она включает:

- выступление обучающегося — до 10 минут;
- вопросы и обсуждение работы — до 20 минут.

В докладе автора ВКР должны быть отражены следующие основные моменты:

- цель работы;
- теоретические предпосылки исследования;
- обоснование выбора метода исследования;
- изложение основных результатов работы;
- краткие выводы по тем результатам работы, которые определяют ее актуальность и практическую значимость.

Доклад должен сопровождаться электронной презентацией.

Процедура защиты ВКР выполняется в соответствии со следующими этапами:

- 1) Секретарь ГАК называет фамилию, имя, отчество студента — автора выпускной квалификационной работы, тему ВКР, зачитывает его краткую характеристику.
- 2) Студенту-выпускнику предоставляется слово для доклада.
- 3) После доклада автору ВКР задают вопросы члены ГАК. Вопросы могут задавать все присутствующие на защите. Докладчику может быть задан любой по содержанию работы, а также вопросы общего характера с целью выяснения степени его самостоятельности в разработке темы и умения ориентироваться в вопросах специальности. Письменный вопрос (при наличии такового) следует прочитать вслух. После ответов на вопросы зачитывается отзыв руководителя (предоставляется слово руководителю).
- 4) С разрешения председателя ГАК выступают члены ГАК и желающие выступить из числа присутствующих на защите.
- 5) Затем заключительное слово предоставляется студенту-выпускнику в ответ на выступления.
- 6) После заключительного слова председатель ГАК выясняет, имеются ли замечания по процедуре защиты (при их наличии они вносятся в протокол) и объявляет окончание защиты ВКР.
- 7) Общая длительность защиты одной работы — не более 40 минут.

7.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВКР

Выпускная квалификационная работа оценивается на закрытом заседании государственной аттестационной комиссии простым большинством голосов ее членов, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председательствующий на заседании государственной аттестационной комиссии обладает правом решающего голоса.

Критериями оценки уровня сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (уровень бакалавриата) являются:

- качество выпускной квалификационной работы: актуальность темы исследования, соблюдение требований методических рекомендаций по написанию выпускной

квалификационной работы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (уровень бакалавриата), полнота раскрытия темы, соответствие содержания работы теме исследования;

- регулярность и систематичность работы над выпускной квалификационной работой;
- личный вклад автора в разработку темы: степень его самостоятельности, инициативность, умение проводить исследование, обобщать данные практики и научной литературы и делать правильные выводы;
- использование в работе современных аналитических приемов, методов, средств современной вычислительной техники;
- достоверность и валидность результатов выпускной квалификационной работы, подтвержденные апробацией результатов исследования на научных мероприятиях и (или) заседании выпускающей кафедры, а также публикацией материалов и результатов исследования;
- оформление работы и стиль изложения материала;
- качество презентации ВКР;
- содержание доклада обучающегося;
- содержательность и аргументированность ответов обучающегося на вопросы, заданные при обсуждении ВКР;
- возможность практического использования выпускной квалификационной работы или ее отдельных частей в практике.

Результаты защиты ВКР определяются на закрытом заседании путем открытого голосования членов ГЭК на основе оценок:

- уровня сформированности компетенций;
- научного руководителя за качество ВКР;
- членов ГЭК за содержание ВКР, ее защиту, ответы на вопросы членов ГЭК.

Оценка качества ВКР производится по нескольким параметрам, имеющим разные весовые показатели:

- системность и регулярность научно-исследовательской работы;
- апробация результатов исследования (выступление на научных мероприятиях, публикация материалов исследования);
- актуальность, новизна, теоретическая и практическая значимость, адекватный набор методов, перспективы дальнейшего исследования;
- глубина проникновения в проблему, полнота раскрытия темы, доказательность и логичность аргументации;
- адекватность, валидность, репрезентативность результатов экспериментально-опытного исследования;
- соответствие оформления работы выдвинутым требованиям, библиографического списка требованиям ГОСТа;
- защита результатов исследования (свободное владение материалом, уверенность, находчивость и активность при ответе на вопросы, соблюдение регламента и процессуального этикета).

Таким образом, средний балл за ВКР определяется по среднему арифметическому показателю суммарных баллов научного руководителя и членов государственной аттестационной комиссии.

Итоговая оценка ставится на основе коллективного решения относительно среднего уровня освоения всех компетенций и среднего балла за ВКР по пятибалльной шкале.

По итогам защиты государственная аттестационная комиссия оценивает ВКР одной из следующих оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», а также принимает решение о присвоении соответствующей квалификации обучающемуся.

Критерии оценки ВКР:

Оценка «отлично» выставляется в том случае, если:

- содержание ВКР полностью отвечает общим требованиям и отражает отличные знания, а также отличную практическую подготовку выпускника;
- в работе отражены актуальность, новизна и практическая значимость;
- ответы выпускника на вопросы членов государственной экзаменационной комиссии во время публичной защиты ВКР полные и правильные;
- соответствие структуры и оформления ВКР общим требованиям.

Оценка «хорошо» выставляется в том случае, если:

- содержание ВКР полностью отвечает общим требованиям и отражает хорошие знания, а также хорошую практическую подготовку выпускника;
- в работе отражены актуальность и практическая значимость;
- ответы выпускника на вопросы членов государственной экзаменационной комиссии во время публичной защиты ВКР правильные или частично правильные;
- соответствие структуры и оформления ВКР общим требованиям.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, если

- содержание ВКР не в полном объеме отвечает общим требованиям и отражает хорошие или удовлетворительные знания, а также удовлетворительную практическую подготовку выпускника;
- ответы выпускника на вопросы членов государственной экзаменационной комиссии во время публичной защиты ВКР правильные или частично правильные;
- неполное соответствие структуры и оформления ВКР общим требованиям.

Если выпускная квалификационная работа признается неудовлетворительной, решается вопрос о предоставлении студенту права защитить выпускную квалификационную работу повторно (ту же с соответствующими доработками или разработать новую тему).

Председатель ГЭК и члены комиссии на закрытом заседании обсуждают защиту выпускных квалификационных работ и с учетом вышеприведенных критериев выставляют соответствующую оценку выпускнику, принимают общее решение о присвоении студенту квалификации бакалавра и выдаче ему диплома государственного образца о высшем профессиональном образовании.

Решения, принятые государственной комиссией, оформляются протоколами. В протоколе заседания государственной комиссии о защите выпускной квалификационной работы отражаются перечень заданных выпускнику вопросов и характеристика ответов на них, мнения председателя и членов государственной комиссии о выявленном в ходе государственного аттестационного испытания уровне подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач, а также о выявленных недостатках в теоретической и практической подготовке обучающегося. Протоколы заседаний государственной экзаменационной комиссии подписываются председателем, а также секретарем комиссии.

7.2. СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ВКР) ВЫПУСКНИКА, ЕЕ СООТНЕСЕНИЕ С СОВОКУПНЫМ ОЖИДАЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТОМ ОБРАЗОВАНИЯ В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ ПО ОПОП ВО В ЦЕЛОМ

Требования к содержанию, объему и структуре ВКР бакалавра определяется вузом на основании действующего Положения о государственной итоговой аттестации выпускников

вузов и методических рекомендаций УМО по классическому университетскому образованию.

Выпускная квалификационная работа должна отвечать профилю будущей квалификации бакалавра, отражать региональный компонент образования. ВКР по направлению подготовки представляет собой законченную разработку научно-исследовательского или научно-производственного характера, выполненную студентом на основе результатов собственной экспериментальной, теоретической или аналитической работы. ВКР выполняется в соответствии с разработанным графиком, утвержденным на кафедре.

ВКР исследовательского характера должна представлять собой детальный отчет о проведенных исследованиях с анализом полученных результатов.

Рекомендуемый объем ВКР составляет 40-60 страниц машинописного текста (1,5 интервала, шрифт TimesNewRoman, 14 кегль) (без приложений).

Структура бакалаврской работы: введение; основная часть; заключение (выводы и предложения); список литературы (библиографический список); приложения.

Во введении отражаются: актуальность темы исследования, степень научной разработанности проблемы, объект исследования, предмет исследования, цель исследования, задачи исследования, теоретико-методологические основы исследования, эмпирические основы исследования, теоретическая и практическая значимость исследования

Основная часть содержит две главы: теоретическую и аналитико-практическую.

Теоретическая глава раскрывает содержание основных концепций отечественных и зарубежных авторов по исследуемой теме, дается описание современного состояния изучаемой темы и ее истории, определяются основные понятия, анализируется литература или позиции ученых по проблеме исследования; обосновывается собственная позиция автора работы.

В аналитико-практической главе рассматриваются и анализируются фактические материалы по изучаемому вопросу, формулируются и аргументируются предложения (практические рекомендации) по совершенствованию изучаемой в работе сферы деятельности. По своему содержанию предложения и рекомендации должны носить самостоятельный характер, отличаться аргументированностью и целесообразностью, соответствовать современным теоретическим концепциям и передовому мировому опыту.

Заключение (выводы и предложения) логично завершает проведенное исследование и синтезирует наиболее значимые итоги ВКР.

Список литературы (библиографический список) должен содержать не менее не менее 30-40 источников.

Приложения могут содержать вспомогательный материал, который с целью сокращения объема ВКР не вошел в основную часть (могут быть вынесены в приложения списки данных, цифровые, табличные и прочие иллюстративные материалы).

Выпускные квалификационные работы подлежат проверке на оригинальность в системе «Антиплагиат» и допускаются к защите после подтверждения оригинальности текста более 60 %.

Структура ВКР

Структура ВКР, как правило, содержит следующие части:

- титульный лист;
- содержание (оглавление);
- введение;
- основная часть, состоящая из пронумерованных разделов, подразделов и т.д.;
- заключение;
- список использованной литературы и источников (библиографический список);
- приложения.

Титульный лист является первой страницей ВКР и служит источником информации, для обработки и поиска документа. Образец оформления титульного листа содержится в приложениях.

Содержание включает наименование всех разделов, подразделов, введение, заключение, список использованной литературы, наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы ВКР.

Во введении следует четко и убедительно формулировать актуальность, новизну и практическую значимость темы, записывая формулировку каждого показателя качества работы с абзачного отступа.

Во введении должна быть раскрыты следующие основные вопросы:

- актуальность выбранной темы (обосновывается необходимость данного исследования проблемы или разработки практического результата);
- цель и задачи исследования (выделенные этапы достижения цели исследования);
- объект и предмет исследования;
- научная новизна исследования;
- методологическая основа исследования (инструменты решения поставленных задач и достижения цели ВКР);
- практическая значимость работы (возможности применения полученных результатов на практике);

В разделах (главах) основной части ВКР подробно рассматривается методика и техника исследования, излагаются результаты, полученные непосредственно автором.

Основная часть ВКР должна содержать:

- обзор литературы и существующих методах исследований в предметной области;
- разделы, отражающие содержание и результаты работ по выполнению задания.

Обзор литературы по теме исследования должен полно излагать состояние проблемы (историю вопроса), которой посвящена работа. Сведения, содержащиеся в обзоре литературе должны позволить объективно оценить результаты и современный уровень исследования в ВКР, его актуальность, целесообразность выбранного пути исследования и средств достижения цели.

Содержание разделов (глав) основной части должно точно соответствовать теме ВКР и полностью ее раскрывать. Эти разделы (главы) должны показать умение выпускника сжато, логично и аргументировано излагать материал и полученные результаты. Каждая глава может завершаться основными выводами.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам исследования, отражающим новизну и практическую значимость работы, предложения по использованию ее результатов. Заключение должно содержать только те выводы, которые согласуются с целью исследования, сформулированной в разделе «Введение» и должны быть изложены таким образом, чтоб их содержание было понятно без чтения текста работы. Выводы формулируются по пунктам так, как они должны быть оглашены в конце доклада на защите ВКР.

Прикладное значение ВКР может подтверждаться справкой о внедрении результатов исследований, проведенных студентом.

Список использованной литературы должен содержать сведения только о тех источниках литературы, документации, справочных материалах, которые были использованы при выполнении ВКР.

В приложение к ВКР рекомендуется включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть. В приложения могут быть включены:

- таблицы вспомогательных числовых данных;
- иллюстрации вспомогательного характера;
- акты внедрения результатов работы и др.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Расположение приложений определяется автором.

Коды	Компетенции выпускника вуза как совокупный ожидаемый результат по завершении обучения по ОПОП ВО
1	2
УК	УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ
УК-1	✓ способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-2	✓ способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3	✓ способностью осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК-4	✓ способностью осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
УК-5	✓ способностью воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК-6	✓ способностью управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-7	✓ способностью поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК-8	✓ способностью создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК-9	✓ способностью принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК-10	✓ способностью формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
ОПК	ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ
ОПК-1	✓ способностью использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
ОПК-2	✓ способностью самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных
ОПК-3	✓ способностью применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной

	безопасности;
ОПК-4	✓ понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-5	✓ способностью разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
ПК	ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ
ПК-1	✓ способностью анализировать современное состояние методов и технологий модификации свойств наноматериалов и наноструктур
ПК-2	✓ способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и наноструктур
ПК-3	✓ способностью внедрять и контролировать качество новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
ПК-4	✓ способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
ПК-5	✓ способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ВО

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»(уровень бакалавриата)

а) основная литература

1. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. И. Епифанов. - Москва : Лань, 2011. - 288 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Библиогр.: с. 282-283. - ISBN 978-5-8114-1001-9
2. Магнитные материалы микро- и нанoeлектроники [Текст] : учеб. пособие / А. Л. Семенов [и др.] ; рец.: А. Е. Гафнер, Л. А. Щербаченко ; Иркут. гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 147 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 147. - ISBN 978-5-9624-0624-4 (31 экз.)
3. Магнитные свойства твердых тел [Текст] : учеб. пособие / А. А. Гаврилюк [и др.] ; рец.: Е. А. Раджабов, А. Ю. Моховиков ; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 163 с. ; 20 см. - Библиогр.: с. 162-163. - ISBN 978-5-9624-1105-7 (21 экз.)
4. Шишкин, Геннадий Георгиевич. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 210600 "Нанотехнология", 152200 "Наноинженерия", 210100 "Электроника и нанoeлектроника" / Г. Г. Шишкин. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-1443-0
5. Нанoeлектроника: теория и практика [Текст] : [учебник] / В. Е. Борисенко [и др.]. - 3-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 371 с. ; есть. - (Учебник для высшей школы). - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2104-9
6. Сергеев, А. Г. Нанометрология [Текст]: [монография] / А. Г. Сергеев. - Москва : Логос, 2011. - 415 с. ; есть. - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-98704-494-0
7. Шалаев А.А. Основы физического материаловедения [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. / А. А. Шалаев ; рец.: В. В. Акимов, А. А. Гаврилюк ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т геохим. им. А. П. Виноградова. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - . - 20 см. - (Методы экспериментальной физики конденсированного состояния). - ISBN 978-5-9624-0883-5. Ч. 1. - 2013. - 159 с. - Библиогр.: с. 158-159. - ISBN 978-5-9624-0931-3 (16 экз.)
8. Шалаев А.А. Основы физического материаловедения [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. / А. А. Шалаев; рец.: В. В. Акимов, А. А. Гаврилюк ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т геохим. им. А. П. Виноградова. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - . - 20 см. - (Методы экспериментальной физики конденсированного состояния). - ISBN 978-5-9624-0883-5. Ч. 2. - 2014. - 175 с. : ил. - ISBN 978-5-9624-1097-5 (11 экз.)
9. Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур [Электронный ресурс] / В. Б. Тимофеев. - Москва : Лань", 2015. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1745-2
10. Нанoeлектроника: теория и практика [Текст] : [учебник] / В. Е. Борисенко [и др.]. - 3-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 371 с. ; есть. - (Учебник для высшей школы). - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2104-9 .
11. Пасынков, Владимир Васильевич. Полупроводниковые приборы [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 8-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2006. - 479 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 5-8114-0368-2 (26 экз.)

12. Барыбин, А. А.. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы [Текст] : [учеб. пособие] / А. А. Барыбин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 426 с. ; нет. - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9221-0679-5
13. Старосельский, В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки 210100 "Электроника и микроэлектроника" / В. И. Старосельский. - ЭВК. - М. :Юрайт : ИД Юрайт, 2011. - (Основы наук). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-0808-4. - ISBN 978-5-9692-0962-6
14. Лебедев, А. И. Физика полупроводниковых приборов [Текст] : [учеб. пособие] / А. И. Лебедев. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 488 с. ; нет. - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9221-0995-6
15. Рощин В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника" : в 2 ч. / В. М. Рощин. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94774-913-7. Ч. 2. - 2012. - ISBN 978-5-9963-1471-3
16. Аплеснин, Сергей Степанович. Основы спинтроники [Электронный ресурс] / С.С. Аплеснин. - Москва : Лань, 2010. - 287 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Библиогр.: с.283-285. - ISBN 978-5-8114-1060-6
17. Физика твердого тела [Текст] :учеб.длястуд.вузов,обуч.понапр."Физика" и спец."Физика и технология материалов и компонентов электрон.техники", "Микроэлектроника и полупровод.приборы" / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. - 3-е изд.,стер. - М. :Высш. шк., 2000. - 494 с. :. - ISBN 5060037703 (21 экз.)

б) дополнительная литература

1. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники [Текст] :учеб.пособие для вузов / И.П. Степаненко. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, Физматлит; СПб.: Невский Диалект, 2001. - 488 с. : ил. ; 22см. - (Технический университет). - ISBN 5932080450. (28 экз.)
2. Гаман В.И. Физика полупроводниковых приборов [Текст] : учеб. пособие для студ.вузов, обуч.поспец.: "Радиофизика и электроника", "Оптоэлектрон. приборы и системы" / В.И. Гаман. - 2-е изд.,доп.иперераб. - Томск : Изд-во НТЛ, 2000. - 425 с. : ил. ; 22см. - ISBN 5895030815 (10 экз.)
3. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2008. - 384 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 381-382. - ISBN 978-5-8114-0866-5 (1 экз.)
4. Коваленко А. А. Основы микроэлектроники [Текст] : Учеб. пособие / А. А. Коваленко, М. Д. Петропавловский. - М. : Академия, 2006. - 239 с. : граф. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование: Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 235. - ISBN 5-7695-2861-3 (1 экз.)
5. Марголин В.И. Физические основы микроэлектроники : учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабров, В. А. Тупик. - М. : Академия, 2008. - 399 с. ; 21 см. - (Высшее профессиональное образование: Радиоэлектроника). - ISBN 978-5-7695-4227-5 (1 экз.)
6. Сигов А.С. Электроника [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / А. С. Сигов, В. И. Нефедов, А. А. Щука ; ред. А. С. Сигов. - М. : Абрис, 2011. - 348 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 345. - ISBN 978-5-4372-0003-2 (1 экз.)

7. Чеченин, Николай Гаврилович. Магнитные наноструктуры и их применение [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 010701 "Физика" / Николай Гаврилович Чеченин. - ЭВК. - М. : Грант Виктория ТК, 2006. - 167 с. - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - ISBN 978-5-9900825 -1-9
8. Боровик, Евгений Станиславович. Лекции по магнетизму [Текст] : учебное пособие / Е. С. Боровик, В. В. Еременко, А. С. Мильнер. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. :Физматлит, 2005. - 511 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 503-510. - ISBN 5-9221-0577-9 (1 экз.)
9. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела [Текст] : учебное пособие / Ч. Киттель. - 2-е изд., стер., Перепечатка с изд. 1978 г. - М. :МедиаСтар, 2006. - 791 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 769-791. (5 экз.)
10. Петров А.Л. Структура и свойства неупорядоченных твердых тел [Текст] : учеб. пособие / А.Л. Петров, А.А. Гаврилюк, С.М. Зубрицкий ; М-во образования и науки РФ, Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2004. - 77 с. (14 экз.)
11. Металлические стекла [Текст] : научное издание / ред. Д. Д. Гилман ; пер. с англ.: М. А. Дроздова, В. В. Федоров. - М. : Металлургия, 1984. - 263 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 260-263. - Пер. изд. :Metallicglasses. - Ohio, 1978. (1 экз.)
12. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 417 с. ; есть. - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9221-0582-8
13. Гусев, А.И. Нанокристаллические материалы [Текст] / А.И. Гусев, А.А. Ремпель. - М. :Наука:Физматлит, 2001. - 222 с. : [1] л.ил.:ил. ; 22см. - ISBN 5922100394 (1 экз.)
14. Нанoeлектроника: теория и практика [Текст] : [учебник] / В. Е. Борисенко [и др.]. - 3-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 371 с. ; есть. - (Учебник для высшей школы). - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2104-9
15. Щука, Александр Александрович. Нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направл. подготовки "Прикл. математика и физика" / А. А. Щука. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - (Нанотехнологии). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 15 доступ. - ISBN 978-5-9963-1055-5 (+15 экз.)
16. Шишкин, Геннадий Георгиевич. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 210600 "Нанотехнология", 152200 "Наноинженерия", 210100 "Электроника и нанoeлектроника" / Г. Г. Шишкин. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-1443-0
17. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Текст] : научное издание / В. К. Неволин. - М. :Техносфера, 2005. - 148 с. : ил. ; 22 см. - (Мир электроники). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-94836-054-7 (5 экз.)
18. Игнатов А.Н. Классическая электроника и нанoeлектроника : учеб. пособие / А. Н. Игнатов, Н. Е. Фадеева, В. Л. Савиных. - М. : Флинта : Наука, 2009. - 726 с.; 21 см. - ISBN 978-5-9765-0263-5. - ISBN 978-5-02-034782-3 (1 экз.)
19. Раскин А. А.. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники. Ч. 1 [Текст]: учеб. пособие / А. А. Раскин , авт. В. К. Прокофьев. - 2-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 166 с.; есть. - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-1470-6 (Ч. 1). - ISBN 978-5-94774-913-7
20. Игнатов, Александр Николаевич. Микросхемотехника и нанoeлектроника [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Игнатов. - СПб. : Лань, 2011. - 527 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1161-0 (1 экз.)
21. Глезер А.М. Аморфно-нанокристаллические сплавы [Текст] : научное издание / А. М. Глезер, Н. А. Шурыгина. - М. :Физматлит, 2013. - 450 с. ; 21 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-9221-1547-6 (1 экз.)

22. Аморфно-нанокристаллические сплавы [Текст] : научное издание / А. М. Глезер, Н. А. Шурыгина. - М. :Физматлит, 2013. - 450 с. ; 21 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-9221-1547-6 (1 экз.)
23. Глезер А.М. Нанокристаллы, закаленные из расплава [Текст] : научное издание / А. М. Глезер, И. Е. Пермякова. - М. :Физматлит, 2012. - 359 с. ; 22 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-9221-1373-1 (2 экз.)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Сверено с ГИБ ЧГУ Г

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форус Контракт №04-114-16 от 14 ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23 ноября 2016г Лиц. №1B08161103014721370444.
- Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.
- Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.
- Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cada87f-29b2a19c463e.
- Среда графического программирования NI LabVIEW (лицензионный пакет для учебных целей, академическая версия программного обеспечения со стандартной сервисной поддержкой, лицензия № 784211-3510)

Кроме того активно используется проприетарное и свободное (freeware) программное обеспечение: операционная система Linux (Ubuntu 14.04.2 LTS), Geany (<https://www.geany.org/>), Midnight Commander (<https://midnight-commander.org/>), Leafpad (<http://tarot.freeshell.org/leafpad/>), Gnuplot (<http://www.gnuplot.info/>), Evince (<https://wiki.gnome.org/Apps/Evince>), LibreOffice (<https://ru.libreoffice.org/>), Adobe Reader DC (<http://www.adobe.com/ru/>), Dia Diagram Editor (<http://dia-installer.de>), Foxit PDF Reader (<https://www.foxitsoftware.com/ru/>), GNU Image Manipulation Program (<https://www.gimp.org/>), Java 8 (<https://java.com/ru/download/>), Modellus 2.5 (<http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Programas/Programas02.htm>), Mozilla Firefox (<https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/>), OpenOffice (<https://www.openoffice.org/licenses/PDL.html>), PDF24 Creator (https://en.pdf24.org/pdf/lizenz_en_de.pdf), Python 3 (<https://docs.python.org/3/license.html>), и др.

В учебных лабораториях имеется специальное программное обеспечение, предоставляемое производителями в комплекте с различными электронными измерительными приборами (в частности: NIELVISmx Software for NIELVIS II & NI myDAQ NI (<http://download.ni.com/support/softlib>), AvaSoft (<https://www.avantes.com/products/software/item/223-avasoft-basic-software>)).

Университет в целом обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (реестр программного обеспечения, утвержденный ректором ФГБОУ ВО «ИГУ» и подписанный директором ЦНИТ, содержит **386 наименований**). Реестр ежегодно обновляется и пополняется.

Для обучающихся обеспечен доступ к следующим профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым

системам:

- 1) стандартные сервисы глобальной сети Интернет
- 2) <http://library.isu.ru/r>
- 3) ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- 4) ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 5) ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- 6) ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>
- 7) Электронные ресурсы Научной библиотеки Иркутского университета
 - БД редких книг и рукописей;
 - БД «Коллекция Н. С. Романова»;
 - БД «Библиотека Н. О. Шаракшиновой»;
 - БД «Иностранная литература»;
 - БД «Американистика»;
 - БД «Коллекция «Оксфорд»;
 - БД «Электронные издания»;
 - БД «Авторефераты диссертаций»;
 - БД «Учебно-методическая литература»;
 - ЭК периодических изданий;
 - БД «Книги библиотеки Иркутского МИОНа».
 - «Статьи. Точные и естественные науки»;
 - «Научные журналы JDP»
- 8) Электронная библиотека диссертаций РГБ <http://diss.rsl.ru/>
- 9) ЭБС «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА «ELIBRARY.RU» <http://elibrary.ru/>
- 10) БД компании EBSCO Publishing «Academic Search Elite» <http://search.ebscohost.com>

- 11) БД ВИНТИ РАН on-line <http://www2.viniti.ru>
- 12) Научная база данных ACSWebEditions <http://pubs.acs.org/>
- 13) Научнаябазаданных SCIENCE –ONLINE- SCINCE-NOW <http://www.sciencemag.org>
- 14) Журналыиздательства Oxford University Press <http://www.oxfordjournals.org>
- 15) Журналыиздательства SAGE Publications <http://online.sagepub.com>
- 16) Журналыиздательства Cambridge University Press <http://journals.cambridge.org/>
- 17) Web of Science (WOS) <http://apps.webofknowledge.com>
- 18) Scopus <http://www.scopus.com>
- 19) Электронныеиздания Optical Society of America <http://www.opticsinfobase.org/>
- 20) Журналы American Institute of Physics <http://scitation.aip.org/>
- 21) Электронныеиздания American Physical Society <http://journals.aps.org/>
- 22) Электронные издания Wiley <http://onlinelibrary.wiley.com/>
- 23) Архив научных журналов (НЭЙКОН) <http://archive.neicon.ru/>
- 24) ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru>
- 25) УИС РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru/>

г) материалы, используемые на государственных аттестационных испытаниях (схемы, графики, карты и т.п.)
Для непосредственной аттестации такие материалы НЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ.

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Разработчик программы:

 Зав. кафедрой общей и экспериментальной физики Гаврилюк А.А.

Программа рассмотрена на заседании **кафедры общей и экспериментальной физики ИГУ**

« 24 » марта 2022 г.

Протокол № 6

Зав.кафедрой



д.ф.-м..н. Гаврилюк А.А.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.