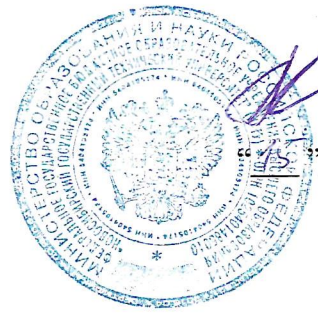
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра Полупроводниковых приборов и микроэлектроники



“УТВЕРЖДАЮ”
Первый проректор
Г.И. Расторгуев
“15” 04 2015 г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): полупроводниковые приборы и микроэлектроника

Основной вид деятельности: научно-исследовательская

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2012

Новосибирск 2015

Программа государственной итоговой аттестации (ГИА) составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

ФГОС ВО утвержден приказом Минобрнауки России 12.03.15 №218 (зарегистрирован Минюстом России 07.04.15, регистрационный №36765)

Программу разработал:

д.ф-м.н., с.н.с. В.А. Гайслер _____

Программа обсуждена на заседании
кафедры Полупроводниковых приборов и микроэлектроники, протокол заседания кафедры
№ 2/2 от 15.04.2015 г.

Заведующий кафедрой:

д.ф-м.н., с.н.с. В.А. Гайслер _____

Ответственный за образовательную программу:

д.ф-м.н., с.н.с. В.А. Гайслер _____

Программа утверждена на ученом совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 4 от 15.04.2015 г.

декан РЭФ:

д.т.н., профессорВ.А. Хрусталев_____

1 Обобщенная структура государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль: Микроэлектроника и наноэлектроника)включает государственный экзамен (ГЭ) и выпускную квалификационную работу (ВКР).

Обобщенная структура государственной итоговой аттестации (ГИА) приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Обобщенная структура ГИА

Коды	Компетенции	ГЭ	ВКР
ОК.1	способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции	+	+
ОК.2	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции		+
ОК.3	способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах		+
ОК.4	способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности		+
ОК.5	способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	+	+
ОК.6	способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия		+
ОК.7	способность к самоорганизации и самообразованию		+
ОК.8	способность использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности		+
ОК.9	готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий		+
ОПК.1	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	+	+
ОПК.2	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	+	+
ОПК.3	способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	+	+
ОПК.4	готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации		+
ОПК.5	способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных		+
ОПК.6	способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных,	+	+

	компьютерных и сетевых технологий		
ОПК.7	способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности		+
ОПК.8	способность использовать нормативные документы в своей деятельности		+
ОПК.9	способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности		+
ПК.1	способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования		+
ПК.2	способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения		+
ПК.3	готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций		+
ПК.4	способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов		+
ПК.5	готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	+	+
ПК.6	способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы		+
ПК.8	способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники		+
ПК.12	способность организовывать работу малых групп исполнителей		+

2Содержание и порядок организации государственного экзамена

2.1Содержание государственного экзамена

2.1.1 Государственный экзамен является квалификационным и предназначен для определения теоретической подготовленности выпускника к решению профессиональных задач, установленных ФГОС ВО.

2.1.2 Государственный экзамен проводится по материалам нескольких дисциплин образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников.

2.1.3 Содержание контролирующих материалов и критерии оценки государственного экзамена приведены в фонде оценочных средств ГИА.

2.2 Порядок организации государственного экзамена

2.2.1 Государственный экзамен по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль:Микроэлектроника и наноэлектроника)проводится очно в письменной форме по билетам, с обязательными ответами на листах бумаги со штампом факультета и последующим выступлением в устной форме по содержанию письменных ответов и ответов на дополнительные вопросы.

2.2.2 Государственный экзамен принимается государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) в сроки, определенные соответствующим календарным графиком учебного процесса.

2.2.3Для ответа на билеты студентам предоставляется возможность подготовки в течение 60 минут. Для ответа на вопросы билета каждому студенту предоставляется время для выступления (не более 20 минут), после чего председатель ГЭК предлагает ее членам задать студенту дополнительные вопросы в рамках тематики вопросов в билете. Если студент затрудняется при ответе на дополнительные вопросы, члены ГЭК могут задавать вопросы в рамках тематики программы государственного экзамена.

2.2.4 Результаты государственного экзамена объявляются в день его проведения после оформления протоколов заседанияГЭК.

3Содержание и порядок организации защиты выпускной квалификационной работы

3.1 Содержание выпускной квалификационной работы

3.1.1Выпускная квалификационная работа (ВКР)представляет собой выполненную обучающимся работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

3.1.2ВКР имеет следующую структуру:

- задание на выпускную квалификационную работу,
- аннотация,
- содержание (перечень разделов),
- введение(включающее актуальность выбранной тематики),
- цели и задачи исследования,
- аналитический обзор литературы,
- исследовательская (проектная) часть,
- заключение,
- список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке),
- приложения (при необходимости).

3.2Порядок защиты выпускной квалификационной работы

3.2.1Порядок защиты ВКР определяется действующим Положением о государственной итоговой аттестации выпускников федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» по образовательным программам, реализуемым в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования.

3.2.2 Защита выпускной квалификационной работы проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии.

3.2.3Методика и критерии оценки ВКР приведены в фонде оценочных средств ГИА.

4 Список источников для подготовки к государственной итоговой аттестации

4.1 Основные источники

1. Краснопевцев Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : [учебное пособие] / Е. А. Краснопевцев ; [Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2010. - 354 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000143972
2. Драгунов В. П. Основынаноэлектроники : учебноепособиедлявузовпонаправлению "Электроника и микроэлектроника", специальностям "Микроэлектроника и твердотельнаяэлектроника" и "Микросистемнаятехника" / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - М., 2006. - 494 с. :ил.
3. Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 354, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000113265. - Инновационная образовательная программа НГТБайков Ю. А. Физика конденсированного состояния : учеб / Ю.
4. А. Байков. - Москва, 2014У "Высокие технологии".
5. Епифанов Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. - СПб. [и др.], 2010. - 287, [1] с. : ил., табл.
6. Брандт Н. Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния / Н. Б. Брандт, В. А. Кульбачинский. - Москва, 2007. - 631 с.
7. Делоне Н. Б. Основы физики конденсированного вещества / Н. Б. Делоне. - Москва, 2011. - 233 с. : ил.
8. Епифанов Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. - СПб. [и др.], 2011. - 287, [1] с. : ил., табл.
9. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов по специальностям 200100 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и 202100 "Нанотехнология в электрике" / Т. И. Данилина и др. ; Томский гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. - Томск, 2005. - 314, 1] с.
10. Барыбин А. А. Электроника и микроэлектроника физико-технологические основы : учебное пособие для вузов по направлениям 550700 и 654100 "Электроника и микроэлектроника" / А. А. Барыбин. - М., 2006. - 423 с. : ил.
11. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий. В 2 т.. Т. 1 / [под общ.ред. Ю. Н. Коркишко]. - М., 2010. - 392 с. : ил., граф.
12. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий. В 2 т.. Т. 2 / [под общ.ред. Ю. Н. Коркишко]. - М., 2010. - 252 с. : ил., схемы, табл.

4.2 Дополнительные источники

1. Ансельм А. И. Введение в теорию полупроводников : [учебное пособие для вузов по физическим и техническим направлениям и специальностям] / А. И. Ансельм. - СПб. [и др.], 2008. - 618 с. : ил., табл.
2. Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.
3. Курносов А. И. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учебное пособие для вузов по спец. "Полупроводники и диэлектрики" и "Полупроводниковые приборы". - М., 1986. - 367, [1] с. : ил.
4. Коледов Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : [учебное пособие для вузов] / Л. А. Коледов. - СПб. [и др.], 2008. - 399, [1] с.
5. Черняев В. Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров : учебник для вузов по специальности "Конструирование и производство радиоаппаратуры" / В. Н. Черняев. - Москва, 1987. - 463, [1] с. : ил.

4.3 Методическое обеспечение

1. Дикарева Р. П. Физика твердого тела и полупроводников. Определение времени жизни неосновных носителей заряда методом модуляции проводимости : учебно-методическое пособие / Р. П. Дикарева, С. П. Хабаров; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 23, [1] с.
2. Физика твердого тела и полупроводников : методические указания к лабораторной работе № 3 для 3 курса РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Р. П. Дикарева, С. П. Хабаров]. - Новосибирск, 2012. - 20, [1] с. : ил.
3. Дикарева Р. П. Физика твердого тела и полупроводников : исследование температурной зависимости энергии Ферми методом термоЭДС : учебно-методическое пособие / Р. П. Дикарева, С. П. Хабаров ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 18, [1] с. : ил.
4. Процессы микро- и нанотехнологии : методическое руководство к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направление 210100) заочной и дневной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Илюшин]. - Новосибирск, 2011. - 55 с. : ил., табл.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра Полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”
Первый проректор
_____ Г.И. Расторгуев
«15» 04 2015 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): полупроводниковые приборы и микроэлектроника

Основной вид деятельности: научно-исследовательская

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2012

Новосибирск 2015

1Паспорт государственного экзамена

1.1 Обобщенная структура государственного экзамена

Обобщенная структура государственного экзамена приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1

Коды компетенций	**Показатели сформированности**	**Вопросы государственного экзамена**
ОК.1	уметь аргументировано выстраивать доказательства, логику понимания актуальных профессиональных и нравственных проблем	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических единиц
ОК.5	навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики;	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических единиц
ОК.5	уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь в сфере профессиональной деятельности на русском и иностранном языке	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических единиц
ОПК.1	знать основные физические законы и явления	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических единиц
ОПК.1	знать базовые знания фундаментальных разделов физики в объеме, необходимом для освоения физических основ в области профессиональной деятельности	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических единиц
ОПК.1	знает базовую терминологию, основные понятия химии и закономерности протекания химических и физико-химических процессов для решения задач профессиональной деятельности	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических единиц
ОПК.2	знать основные математические методы, применяемые в различных разделах физики	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических единиц
ОПК.2	знать основные понятия и законы химии, закономерности протекания химических процессов; свойства, назначение и области применения основных химических веществ и их соединений	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических единиц
ОПК.3	эквивалентные схемы активных элементов	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических

		единиц
ОПК.6	уметь осуществлять поиск информации в локальных и глобальных сетях	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических единиц
ПК.5	методы проектирования электронной компонентной базы;	Вопросы 1;2;3 по содержанию дидактических единиц

1.2Пример билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет радиотехники и электроники

Экзаменационный билет № 1
к государственному экзамену по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

1. Зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия.
2. Теплоемкость кристаллической решетки. Закон Дюлонга и Пти. Теория теплоемкости Эйнштейна.
3. Технология производства ИС на биполярных транзисторах с комбинированной изоляцией.

Утверждаю: зав. кафедрой ППиМЭ В.А. Гайслер
(подпись)
(дата)

1.3 Методика оценки

Билеты к экзамену формируются из вопросов, представленных в пункте 1.5. Билет содержит три теоретических вопроса. 1 Первый, второй и третий вопросы билета выбираются случайным образом из перечня вопросов в соответствии с тематикой дидактических единиц «Наноэлектроника», «Физика конденсированного состояния»
, «Основы технологии электронной компонентной базы». Экзамен проводится очно в письменной форме по билетам, с обязательными ответами на листах бумаги со штампом факультета и последующим выступлением в устной форме по содержанию письменных ответов и ответов на дополнительные вопросы. Итоговая оценка за государственный экзамен выставляется в соответствии с критериями, приведенными в п. 1.4.

1.4Критерии оценки

По результатам ответов студента на вопросы билета и дополнительные вопросы(уточняющие суть ответа) государственная экзаменационная комиссия оцениваетсформированность компетенций на разных уровнях.

Соответствие уровней сформированности компетенций, критериев оценки и баллов по 100-бальной шкале приведено в таблице 1.4.1.

Таблица 1.4.1

Критерии оценки	**Уровень сформированности**	**Диапазон баллов**

	компетенций	
студент правильно и полностью ответил на три вопроса экзаменационного билета, а также дополнительные вопросы, уточняющие суть ответа, чем показал углубленные знания	Продвинутый	87-100
студент правильно ответил на все вопросы, но недостаточно развернуто или ответил минимум на два вопроса билета абсолютно правильно и достаточно развернуто	Базовый	73-86
студент в целом правильно ответил минимум на два вопроса билета, знания не структурированы и поверхностны	Пороговый	50-72
студент правильно ответил не более чем на один вопрос экзаменационного билета	Ниже порогового	0-50

Итоговая оценка по государственному экзаменувыставляется по 100-балльной шкале, по буквенной шкале ECTS и в традиционной форме (в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов НГТУ).

1.5Примерный перечень теоретических вопросов

1. Дидактическая единица «Наноэлектроника»

1.1Основные задачи наноэлектроники.
1.2 Технологии получения наноструктур. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
1.3 Технологии получения наноструктур. Эпитаксия из металлорганических соединений.
1.4 Режимы гетероэпитаксиального роста.
1.5 Зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия.
1.6 Зондовая микроскопия. Атомная силовая микроскопия.
1.7 Нанолитография. Нанопечать.
1.8 Оптическая литография.
1.9 Электронно-лучевая литография.
1.10 Рентгеновская литография. Ионно-лучевая литография
1.11 Гетероструктуры.
1.12 Квантовые ямы.
1.13 Квантовые точки.
1.14 Применения наноструктур. Светодиоды, лазеры.
1.15 Применения наноструктур. СВЧ транзисторы**.**

2 . Дидактическая единица «Физика конденсированного состояния»

2.1. Физика конденсированного состояния вещества и физика твердого тела. Связь атомов в решетке.
2.2. Симметрия и структура кристаллов. Геометрия кристаллической решётки. Ячейка Вигнера –Зейтца.
2.3. Обратная решетка и её свойства. Зоны Бриллюэна в обратном пространстве
2.4. Динамика кристаллической решётки. Колебания одноатомной одномерной цепочки атомов. Уравнение движения и закон дисперсии.
2.5. Динамика кристаллической решётки. Колебания двухатомной одномерной цепочки атомов. Уравнение движения и закон дисперсии.
2.6. Квантование колебаний кристаллической решетки. Нулевые колебания и фононы
2.7. Теплоемкость кристаллической решетки. Закон Дюлонга и Пти. Теория теплоемкости Эйнштейна.

2.8. Теплоемкость кристаллической решетки. Теория теплоемкости Дебая. Акустические и оптические упругие волны.
2.9. Ангармонические эффекты. Тепловое расширение и теплопроводность твердых тел.
2.10. Электрон в периодическом потенциале кристаллической решётки. Теорема Блоха. Блоховская волновая функция.
2.11. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Граничные условия Борна- Кармана
2.12. Полосатый спектр энергии электронов в кристалле. Брэгговская дифракция и туннелирование электронов
2.13. Приближение сильной связи
2.14. Приближение почти свободных электронов
2.15. Тензор эффективных масс. Электроны и дырки
2.16.Классификация кристаллов по типу проводимости: металлы, полуметаллы, полупроводники, диэлектрики с точки зрения зонной теории.
2.17. Электронный газ в металлах. Теория металлов Зоммерфельда. Определение разрешенных состояний.
2.18.Вырожденный квантовый электронный газ. Энергия и поверхность Ферми
2.19. Классическая теория проводимости металлов. Недостатки классической теории проводимости металлов.
2.20. Квантовая теория проводимости металлов и сильно вырожденных полупроводников
2.21.Кинетическое уравнение Больцмана и закон Ома с точки зрения квантовой теории проводимости.
2.22. Механизмы релаксации электронов
2.23. Теплопроводность металлов. Закон Видемана- Франца
2.24. Фазы и фазовые переходы. Классификация фазовых переходов. Понятие о теории фазовых переходов Ландау. Роль флуктуаций
2.25.. Намагниченность и восприимчивость. Магнитные свойства атомов и твердых тел. Классификация магнитных материалов
2.26. Природа диамагнетизма. Диамагнетизм Ландау
2.27. Природа парамагнетизма. Закон Кюри-Вейса
2.28. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Гистерезис. Роль обменного взаимодействия
2.29. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейса
2.30. Классическая теория парамагнетизма Ланжевена
2.31. Пироэлектрики и сегнетоэлектрики
2.32. Несоразмерные структуры и квазикристаллы. Волны спиновой плотности
2.33.Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейсснера. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках. Сверхпроводники I и II рода. Эффекты Джозефсона.
2.34. Магнитные свойства сверхпроводников I и II рода. Теория Гинзбурга-Ландау.
2.35. Магнитные свойства сверхпроводников I и II рода
2.36. Микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Куперовские пары и щель в спектре.
2.37. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводимости
2.38. Классические и квантовые ферми- и бозе-жидкости. Бозе-конденсация. Ротоны и сверхтекучесть. Квантовые кристаллы
2.39. Локальное поле и диэлектрическая проницаемость. Поле Лоренца
2.40. Механизмы электрической поляризуемости молекул. Уравнение Клаузиуса-Моссотти.
2.41. Диэлектрики в переменном электрическом поле. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Дисперсия диэлектрической проницаемости
2.42. Оптические свойства ионных кристаллов. Аномальная дисперсия

2.43. Тепловые и радиационные точечные дефекты в кристаллах. Дислокации
2.44. Квазичастицы в твердом теле. Экситоны. Поляроны и поляритоны

2.45. Фракталы. Не упорядоченные и слабо упорядоченные системы. Теория протекания
2.46. Неупорядоченные системы. Жидкие кристаллы. Полимеры. Органические полупроводники
2.47. Дифракция в твердых телах. Условие Вульфа-Брэгга. Уравнения Лауэ.
2.48. Упругое и неупругое рассеяние. Атомный и структурный факторы**.**

3 . Дидактическая единица «Основы технологии электронной компонентной базы»

3.1. Технология, технологический процесс.
3.2. Классификация процессов микро- и нанотехнологии. Стандартизация базовых операций.
3.3. Производственная гигиена. Классификация производственных помещений по чистоте воздушной среды и микроклимату, источники загрязнений, способы обеспечения и поддержания чистоты. Чистота материалов.
3.4. Физико-химические методы очистки поверхности: Шлифование и полирование пластин, электрохимическая, ультразвуковая обработки. Технология химической обработки подложек.
3.5. Вакуум-термическое и электронно-лучевое испарение.
3.6. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
3.7. Оборудование и методы ионно-плазменного осаждения: катодное, магнетронное, реактивное распыление.
3.8. Оборудование и методы ионно-плазменного осаждения: ионно-плазменное и плазмохимическое осаждение.
3.9. Химическое осаждение из газовой фазы. Получение поликристаллического и аморфного гидрогенизированного кремния, пиролитическое осаждение металлов.
3.10. Химическое осаждение из газовой фазы. Получение оксида и нитрида кремния.
3.11. Газофазная эпитаксия кремния. Оборудование.
3.12. Газофазная эпитаксия бинарных и многокомпонентных соединений. МОС-гидридная эпитаксия.
3.13. Жидкостное травление кремния. Кинетика процесса травления. Селективное и полирующее травление.
3.14. Ионно-лучевое, плазмохимическое, реактивное ионно-плазменное, ионно-химическое травление. Оборудование.
3.15. Высокотемпературное термическое сухое и влажное окисление. Кинетика процесса окисления. Параметры качества диэлектрических пленок. Электрохимическое окисление.
3.16. Диффузия примесей: распределение примесей при диффузии, стадии загонки и разгонки примесей.
3.17. Оборудование и методы диффузии из газообразных, жидких и твердых источников. Особенности диффузии B, P, As и Sb в Si и SiO2.
3.18. Контроль параметров диффузионных структур. Оборудование и методы диффузии из газообразных, жидких и твердых источников. Типы диффузантов.
3.19. Ионная имплантация: распределение примесей, оборудование и методы ионной имплантации.
3.20. Физические принципы процесса ионного легирования (теория ЛШШ). Пробег и дисперсия пробега имплантированных ионов. Доза имплантированных ионов. Эффект каналирования.
3.21. Образование радиационных дефектов при ионной имплантации. Аморфизация. Активация процессов при ионном легировании: термический и корпускулярно-лучевой отжиг.
3.22. Высокоэнергетические сильноточные процессы ионной имплантации: окисление, нитрирование, протонирование, радиационно- стимулированная диффузия.

3.23. Основные характеристики и оборудование базовых методов литографии: фото- , рентгено-, электроно- и ионолитографии.
3.24. Литографический цикл: резисты и способы их нанесения. Фотошаблоны.
3.25. Фотолитография: Аппаратура и способы совмещения и экспонирования. Пространственное разрешение.
3.26. Эволюция процессов экспонирования. Оптическая литография высокого разрешения.
3.27. Стереолитография. Нанолитография.
3.28. Сборка и герметизация микроэлектронных устройств.
3.29. Физико-технологические и экономические ограничения миниатюризации и интеграции.
3.30. Способы изоляции компонентов.
3.31. Технология производства ИС на биполярных транзисторах с комбинированной изоляцией.
3.32. КМОП-технология производства ИС.

2Паспорт выпускной квалификационной работы

2.1 Обобщенная структура защиты выпускной квалификационной работы (ВКР)

Обобщенная структура защиты ВКР приведена в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1

Коды компетенций	Показатели сформированности	Разделы и этапы ВКР
ОК.1	уметь аргументировано выстраивать доказательства, логику понимания актуальных профессиональных и нравственных проблем	Выступление на защите ВКР
ОК.2	уметь анализировать тенденции современного общественно-политического и социокультурного развития	Подготовка пояснительной записки ВКР
ОК.3	знать подходы к формированию производственных затрат на изготовление продукции (работ, услуг)	Подготовка пояснительной записки ВКР
ОК.3	уметь применять методы определения потребности (в соответствии с целями предприятия) и стоимостной оценки различных (трудовых, технических и материальных) ресурсов предприятия и показатели их использования	Подготовка пояснительной записки ВКР
ОК.4	знать отраслевую направленность правовых норм, в том числе с учетом собственной профессиональной деятельности	Подготовка пояснительной записки ВКР
ОК.5	навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики;	Защита ВКР
ОК.5	знать особенности делового общения на русском и иностранном языках	Подготовка пояснительной записки ВКР
ОК.5	уметь анализировать речь оппонента на русском и иностранном языке	Ответы на вопросы при защите ВКР
ОК.5	владеть навыками публичного выступления, устной презентации результатов профессиональной деятельности на русском и	Выступление на защите ВКР

	иностранном языке	
ОК.5	уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь в сфере профессиональной деятельности на русском и иностранном языке	Подготовка пояснительной записки и защита ВКР
ОК.6	уметь адаптироваться в профессиональном коллективе, выстраивать партнерские отношения в социально-трудовой сфере, работать в команде	Подготовка пояснительной записки ВКР
ОК.7	умеет адекватно оценивать собственный образовательный уровень, свои возможности, способности и уровень собственного профессионализма	Подготовка пояснительной записки ВКР
ОК.8	уметь поддерживать здоровый образ жизни	Подготовка к защите ВКР
ОК.9	знать характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду	Оценка экологических рисков при выполнении ВКР
ОК.9	владеть законодательными и правовыми основами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности	Раздел техники безопасности и охраны окружающей среды в пояснительной записке ВКР
ОПК.1	знать базовые знания фундаментальных разделов физики в объеме, необходимом для освоения физических основ в области профессиональной деятельности	Аналитический обзор литературы
ОПК.1	знает базовую терминологию, основные понятия химии и закономерности протекания химических и физико-химических процессов для решения задач профессиональной деятельности	Аналитический обзор литературы
ОПК.1	уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	Исследовательская часть ВКР
ОПК.1	умеет аргументировано выстраивать доказательства, логику понимания актуальных профессиональных и нравственных проблем	Исследовательская часть ВКР
ОПК.2	знать основные математические методы, применяемые в различных разделах физики	Исследовательская часть ВКР
ОПК.2	физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники и наноэлектроники;	Исследовательская часть ВКР
ОПК.2	знает универсальность математических методов в познании окружающего мира	Исследовательская часть ВКР
ОПК.2	знать основные понятия и законы химии, закономерности протекания химических процессов; свойства, назначение и области применения основных химических веществ и их	Исследовательская часть ВКР

	соединений	
ОПК.2	осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований и организации опытно-промышленного производства	Цели и задачи исследования ВКР
ОПК.2	уметь планировать и организовывать простейшие эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные результаты	Цели и задачи исследования ВКР
ОПК.2	уметь строить теоретические модели физических явлений, делать при этом необходимые допущения и оценивать область применимости различных моделей, планировать простые физические эксперименты и выполнять физические измерения	Исследовательская часть ВКР
ОПК.2	уметь устанавливать взаимосвязь фундаментальных законов химии с физико-химическими явлениями для объяснения и прогнозирования направления химических превращений	Исследовательская часть ВКР
ОПК.3	эквивалентные схемы активных элементов	Исследовательская часть ВКР
ОПК.4	элементы начертательной геометрии и инженерной графики, геометрическое моделирование, программные средства компьютерной графики;	Оформление пояснительной записки ВКР
ОПК.4	применять интерактивные графические системы для выполнения и редактирования изображений и чертежей;	Оформление пояснительной записки ВКР
ОПК.5	методы обработки экспериментальных данных современными программными пакетами	Исследовательская часть ВКР
ОПК.6	прогнозировать изменение свойств объектов при изменении внешних условий или воздействий: давления, температуры, электрических и магнитных полей, освещения, радиационных воздействий	Исследовательская часть ВКР
ОПК.6	использовать справочный материал по выбору требуемых материалов для конкретных устройств	Аналитический обзор литературы
ОПК.6	прогнозировать изменение свойств материалов при изменении внешних условий или воздействий: давления, температуры, электрических и магнитных полей, освещения	Исследовательская часть ВКР
ОПК.6	уметь осуществлять поиск информации в локальных и глобальных сетях	Аналитический обзор литературы
ОПК.6	владеть сведениями об основных тенденциях развития электронной компонентной базы;	Аналитический обзор литературы
ОПК.7	иметь представление о математическом моделировании, его методологических особенностях и возможностях, как инструмента проектирования и исследования технических	Исследовательская часть ВКР

	систем	
ОПК.7	работать на персональном компьютере в MS-DOS, ОС WINDOWS с использованием основных приложений обработки текстовой и числовой информации, систем программирования	Оформление пояснительной записки ВКР
ОПК.7	осуществлять выбор приемников излучения и фотоприемных устройств для регистрации оптических сигналов	Исследовательская часть ВКР
ОПК.8	правовые основы и системы страндартизации и сертификации;	Оформление пояснительной записки ВКР
ОПК.8	знать современные стандарты и технические условия, применяемые при проектировании интегральных схем	Исследовательская часть ВКР
ОПК.8	действующие стандарты и технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программам испытаний, оформлению технической документации	Исследовательская часть ВКР
ОПК.8	уметь устанавливать контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам и техническим условиям при машинном проектировании	Исследовательская часть ВКР
ОПК.9	знать основы работы с информацией в глобальных компьютерных сетях	Аналитический обзор литературы
ОПК.9	знать технологию работы на ПК в современных операционных средах, основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, исполоьзуемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных	Исследовательская часть ВКР
ОПК.9	знать технологию решения задач, связанных с обработкой, хранением и представлением числовой информации с использованием персонального компьютера	Исследовательская часть ВКР
ОПК.9	владеть методами работы с глобальными поисковыми системами	Аналитический обзор литературы
ОПК.9	умеет осваивать новые программные средства для профессиональной деятельности	Исследовательская часть ВКР
ОПК.9	умеет пользоваться наиболее распространенными офисными и математическими пакетами прикладных программ	Исследовательская часть ВКР
ОПК.9	умеет осуществлять поиск информации в локальных и глобальных сетях	Аналитический обзор литературы
ОПК.9	владеть способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества	Аналитический обзор литературы
ОПК.9	работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;	Аналитический обзор литературы

ОПК.9	уметь решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя	Исследовательская часть ВКР
ОПК.9	умеет применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации с помощью компьютеров и компьютерных средств	Аналитический обзор литературы
ОПК.9	владеет персональным компьютером как средством управления информацией	Исследовательская часть ВКР
ОПК.9	умеет использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Исследовательская часть ВКР
ПК.1	физическую сущность процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах в различных условиях эксплуатации;	Исследовательская часть ВКР
ПК.1	осуществлять выбор методики исследования приемников излучения и фотоприемных устройств для регистрации оптических сигналов	Исследовательская часть ВКР
ПК.1	Владеть навыками расчета основных параметров материалов и компонентов микро- и наносистемной техники	Исследовательская часть ВКР
ПК.2	основные методы и средства измерения физических величин;	Исследовательская часть ВКР
ПК.2	знать этапы проектирования электронной компонентной базы	Исследовательская часть ВКР
ПК.2	основное используемое оборудование и принципы его работы	Исследовательская часть ВКР
ПК.2	владеть методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой электроники и наноэлектроники;	Исследовательская часть ВКР
ПК.3	методы моделирования приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой электроники;	Исследовательская часть ВКР
ПК.3	применять методы расчета параметров и характеристик приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой электроники и наноэлектроники;	Исследовательская часть ВКР
ПК.4	методы оценки технико-экономической эффективности проектов	Выводы по результатам ВКР
ПК.5	методы проектирования электронной компонентной базы;	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	конструкции, параметры, характеристики приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой электроники;	Исследовательская часть ВКР

ПК.5	знать основы машинного проектирования интегральных схем	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	знать принципы действия и методы расчета усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов;	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	конструкции, параметры, характеристики и методы моделирования приборов и устройств оптической электроники;	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюаризации электронной компонентной базы;	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	знать методы и способы конструирования и проектирования БИС	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	знать этапы разработки интегральных схем	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	владеть методами экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой электроники и наноэлектроники;	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	владеть современными программными средствами моделирования и проектирования приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой электроники и наноэлектроники;	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	владеть навыками работы с информационными базами данных об отечественных и зарубежных электронных компонентах, техникой диагностики электронных схем, приемами ввода электронных схем в ПК с помощью стандартных графических пакетов;	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	обеспечивать конструктивную реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники;	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем в зависимости от требований к электрическим характеристикам;	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	владеть сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники;	Исследовательская часть ВКР
ПК.5	производить расчет усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов;	Исследовательская часть ВКР
ПК.6	правила оформления проектной и технической документации	Исследовательская часть ВКР
ПК.6	уметь оформлять законченные проектно-конструкторские работы	Исследовательская часть ВКР
ПК.8	Знать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве	Исследовательская часть ВКР

	материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	
ПК.12	знать закономерности формирования и развития малых групп исполнителей	Выполнение задания на ВКР
ПК.12	уметь организовывать законченную проектную работу в малой группе	Выполнение задания на ВКР

2.2 Структура выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа содержит следующие разделы:

- задание на выпускную квалификационную работу,
- аннотация,
- введение(включающее актуальность выбранной тематики),
- цели и задачи исследования,
- аналитический обзор литературы,
- исследовательская (проектная) часть,
- заключение,
- список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке),
- приложения (при необходимости).

2.3Методика оценкивыпускной квалификационной работы

2.3.1Выпускная квалификационная работа оценивается на заседании ГЭК. Члены ГЭК оценивают содержание работы и ее защиту, включающую доклад и ответы на вопросы, по критериям, приведенным в разделе 2.4.

2.3.2Согласованная итоговая оценка выставляется на основании оценок членов ГЭК с учетом оценки руководителя работы. Итоговая оценка по результатам защиты выпускной квалификационной работывыставляется по 100-балльной шкале, по буквенной шкале ECTS и в традиционной форме(в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов НГТУ).

2.4 Критерии оценки ВКР

Критерии оценки выпускной квалификационной работыприведены в таблице 2.4.1. На основании приведенных критериев при оценке ВКР делается вывод о сформированности соответствующих компетенций на разных уровнях.

Таблица 2.4.1

Критерии оценки ВКР	**Уровень сформированности компетенций**	**Диапазон баллов**
• структура и оформление ВКР полностью соответствует всем предъявляемыми требованиями • исследование проведено глубоко и полно, тема раскрыта • в работе отражены и обоснованы положения, выводы, подтверждены актуальность и значимость работы, аргументация полученных выводов достаточная • отзыв руководителя не содержит замечаний • представление работы в устном докладе полностью отражает полученные результаты, иллюстративный материал отличается наглядностью	Продвинутый	87-100

• ответы на вопросы комиссии сформулированы четко, с достаточной аргументацией и свидетельствуют о полном владении материалом исследования		
• структура и оформление ВКР отвечает большинству предъявляемых требований • исследование проведено в полном объеме, тема раскрыта • в работе отражены и обоснованы положения, выводы, подтверждены актуальность и значимость работы, но аргументация полученных выводов не достаточно полная • отзыв руководителя не содержит принципиальных замечаний • представление работы в устном докладе отражает основные полученные результаты, иллюстративный материал отличается наглядностью • ответы на вопросы комиссии сформулированы четко, но с недостаточной аргументацией	Базовый	73-86
• структура и оформление ВКР отвечает большинству предъявляемых требований • тема исследования раскрыта не достаточно полно • выводы и положения в работе недостаточно обоснованы, не подтверждены актуальность и значимость работы • отзыв руководителя содержит не более двух принципиальных замечаний • в устном докладе представлены основные полученные результаты, но есть недочеты в иллюстративном материале • ответы на вопросы комиссии свидетельствуют о недостаточно полном владении материалом исследования	Пороговый	50-72
• структура и оформление ВКР не отвечает большинству предъявляемых требований • тема исследования не раскрыта • выводы и положения в работе недостаточно обоснованы, не подтверждены актуальность и значимость работы • отзыв руководителя содержит более двух принципиальных замечаний • представление работы в устном докладе не отражает основные полученные результаты, есть существенные недочеты в иллюстративном материале • ответы на вопросы комиссии свидетельствуют о недостаточном владении материалом исследования	Ниже порогового	0-50

Составитель _____ В.А. Гайслер
(подпись)

«_15_»____04_____2015 г.