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



"УТВЕРЖДАЮ"
Первый проректор
Г. И. Расторгуев
"__" _____ 2015 г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Направленность (профиль): Нанотехнология

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): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС ВО утвержден приказом Минобрнауки России 06.03.15 №177 (зарегистрирован Минюстом России 31.03.15, регистрационный №36650)

Программу разработал:

д.ф-м.н., с.н.с. В.А. Гайслер _____

Программа обсуждена на заседании
кафедры Полупроводниковых приборов и микроэлектроники, протокол заседания кафедры
№ 2/1 от 03.04.2015 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 № 4/1 от 03.04.2015 г.

декан РЭФ:

д.т.н., профессорВ.А. Хрусталев_____

1 Обобщенная структура государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация по направлению 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (профиль: Нанотехнология) 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 проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий	+	+
ПК.2	готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	+	+
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 рассчитывать и проектировать компоненты нано- и микросистемной техники		+
ПК.8	готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники		+

2 Содержание и порядок организации государственного экзамена

2.1 Содержание 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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (профиль: Нанотехнология) 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.

2.2.3 Для 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 заседания ГЭК.

3 Содержание и порядок организации защиты выпускной квалификационной работы

3.1 Содержание выпускной квалификационной работы

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

3.1.2 ВКР 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).

3.2 Порядок защиты выпускной квалификационной работы

3.2.1 Порядок 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.

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

4 Список источников для подготовки к государственной итоговой аттестации

4.1 Основные источники

1. Зебрев Г. И. Физические основы кремниевой наноэлектроники : учебное пособие. – М. : Бином. Лаборатория знаний , 2011.

2. Филимонова Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Ч. 1 : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 131, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178062.

3. Величко А. А. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Ч. 2 : учебное пособие / А. А. Величко, Н. И. Филимонова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 225, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208144.

4. Драгунов В. П. Основы наноэлектроники : учебное пособие для вузов по направлению "Электроника и микроэлектроника", специальностям "Микроэлектроника и твердотельная

электроника" и "Микросистемная техника" / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - М., 2006. - 494 с. : ил.
5. Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил..
6. Борисенко В. Е. Наноэлектроника : [учебное пособие для вузов по специальности "Микро- и наноэлектронные технологии и системы" и "Квантовые информационные системы"] / В. Е Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - М., 2011. - 223 с. : ил., граф., схемы, табл.
7. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - М. : Физматлит , 2007, изд. 2-е, испр., 414 с. ил.
8. Боргардт Н. И., Кукин В. Н., Мазуренко С. Н. и др., под ред. Чаплыгина Ю. А. Нанотехнологии в электронике. – М. : Техносфера , 2005, 446 с. ил.
9. Пул Ч., Оуэнс Ф., пер. с англ. под ред. Головина Ю. И.; доп. Лучинина В. В. Нанотехнологии : учебное пособие по направлению "Нанотехнологии". М. : Техносфера , 2005, 2-е, доп. изд., 334 с. ил.
10. Кузнецов Н. Т. Основы нанотехнологии. - Москва : Бином , 2014.
11. Илюшин В. А., Величко А. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие. - Новосибирск : НГТУ , 2004, 107 с. ил. Мультимедиа http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072

4.2 Дополнительные источники

1. Лозовский В. Н. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность : [учебное пособие для вузов] / В. Н. Лозовский, Г. С. Константинова, С. В. Лозовский. - СПб. [и др.], 2008. - 327 с. : ил.
2. Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии : учебное пособие для вузов / В. Миронов ; Ин-т физики микроструктур. - М., 2005. - 143 с. : цв. ил.
3. Неволин В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике : [учебное пособие для вузов по специальностям 210601 "Нанотехнология в электронике" и 210602 "Наноматериалы" направления подготовки 210600 "Нанотехнология" и по специальностям 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и 210108 "Микросистемная техника" направления 210100 "Электроника и микроэлектроника"] / В. Неволин. - М., 2006. - 159 с. : ил.
4. Драгунов В. П. Физика твердого тела. Основы наноэлектроники (квантовые проводники и углеродные нанотрубки) : учебное пособие / Драгунов В. П. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 106, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/dragun.pdf. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".
5. Нанотехнологии в электронике / [Н. И. Боргардт, В. Н. Кукин, С. Н. Мазуренко и др.] ; под ред. Ю. А. Чаплыгина. - М., 2005. - 446 с. : ил.. - Авт. указаны в содерж..
6. 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.
7. Bhushan B. Springer Handbook of Nanotechnology / Bharat Bhushan, editor. - Berlin ;, 2007. - XLIV, 1916 p. : ill. + 1 CD-ROM (4 3/4 in.).. - Пер. загл.: Шпрингеровский справочник по нанотехнологии.
8. Гридчин В. А. Физика микросистем. Ч. 1 : [учебное пособие для вузов] / В. А. Гридчин, В. П. Драгунов ; [Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2004. - 415 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031699.
9. Бакуева Л. Г. [и др.] ; под общ. ред. Ильина В. И., Шика А. Я. Физика низкоразмерных систем : учебное пособие для вузов по направлению "Техническая физика" / Издательство СПб. : Наука , 2001, 155 с. ил.

4.3 Методическое обеспечение

1. Драгунов В. П. Микро- и наноэлектроника. Сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 45, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215042

2. Краснопевцев Е. А. Математические методы физики. Ортонормированные базисы функций : учебное пособие / Е. А. Краснопевцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 337 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087368. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".
3. Каменская А. В. Основы технологии материалов микроэлектроники : учебно-методическое пособие / А. В. Каменская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 94, [1] с. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/kamensk.pdf.
4. Выполнение и организация защит выпускных квалификационных работ студентами: методические указания. / Новосиб. гос. техн. университет, состав. Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина, О. А. Винникова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 45 с.
5. Методические указания по подготовке, оформлению и защите магистерской диссертации для направлений подготовки: 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», 28.04.01 «Нанотехнология и микросистемная техника».– Новосиб. гос. техн. университет, состав. А.С. Бердинский, А.В. Каменская, Т.С. Романова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 18 с.
6. Выполнение и организация защит выпускных квалификационных работ студентами: методические указания. / Новосиб. гос. техн. университет, состав. Г.А. Дегтярь, М.Ю. Целебровская. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 27 с.

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



“УТВЕРЖДАЮ”
Первый проректор
_____ Г.И. Расторгуев
“___” _____ 2015 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Направленность (профиль): Нанотехнология

Основной вид деятельности: Научно-исследовательская

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2012

Новосибирск 2015

1 Паспорт 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
ОПК.1	знать основные законы физики, являющиеся базовыми для решения задач профессиональной деятельности	**1, 2**
ОПК.1	иметь представление о связи физико-химических свойств твердых тел с их внутренней структурой	**3, 4**
ОПК.1	знать основные физические законы и явления	**5, 6**
ОПК.1	знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	**7, 8**
ОПК.3	знать эквивалентные схемы активных элементов	**9, 10**
ОПК.3	Уметь прогнозировать изменение свойств элементов при изменении внешних условий и воздействии вредных факторов	**11, 12**
ОПК.6	владеть персональным компьютером как средством управления информацией	**13, 14**
ОПК.6	уметь осуществлять поиск информации в локальных и глобальных сетях	**15, 16**
ПК.1	Знать основы классификации объектов нано- и микросистемной техники	**17**
ПК.1	знать физическую сущность процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах в различных условиях эксплуатации;	**18, 19**
ПК.1	Знать физические принципы работы, физическую структуру, основы технологии изготовления и принципы построения интегральных микросхем и функциональных элементов	**20, 21**
ПК.1	Владеть методами численного моделирования физико-химических процессов и явлений, лежащих в основе нанотехнологии	**22, 23**
ПК.1	Знать физические принципы работы основных структур и компонентов нано- и микросистемной техники	**24, 25**
ПК.1	Знать физико-математические и физико-химические модели процессов нанотехнологии	**26, 27**
ПК.1	Знать математический аппарат и численные методы для моделирования физико-химических процессов и	**28, 29**

	явлений, лежащих в основе нанотехнологии	
ПК.1	Знать основные принципы моделирования	**30, 31**
ПК.1	Уметь составлять адекватные модели	**32**
ПК.2	знать основные методы и средства измерения физических величин	**33, 34**
ПК.2	Знать классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории	**35, 36**
ПК.2	Знать фундаментальные основы процессов синтеза материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	**37, 38**
ПК.2	Знать основные виды и свойства наноматериалов, типовые технологические процессы их получения, а также типовое оборудование	**39, 40**

1.2 Пример билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет радиотехники и электроники

Экзаменационный билет № 1
к государственному экзамену по направлению 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

1. Кулоновская блокада туннелирования и одноэлектроника. Одноэлектронный транзистор.
2. АСМ. Что такое контактная деформация зонд-поверхность? Почему при сканировании зондом со скорость 10^{-3} – 10^{-5} секунды на точку изображения не происходит разрушение поверхности? Как зависит глубина погружения зонда от времени приложения локальной силы? Как используется АСМ для локальной модификации поверхности?
3. Одноэлектроника. Примеры реализации одноэлектронных приборов.

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. Первый, второй и третий вопросы билета выбираются случайным образом из перечня вопросов. 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.

1.4 Критерии оценки

По результатам ответов студента на вопросы билета и дополнительные вопросы (уточняющие суть ответа) государственная экзаменационная комиссия оценивает сформированность 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 компетенций	Диапазон баллов
студент правильно и полностью ответил на четыре 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 три 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 экзамену выставляется 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).

1.5 Примерный перечень теоретических вопросов

1. Кулоновская блокада туннелирования и одноэлектроника. Одноэлектронный транзистор.
2. АСМ. Что такое контактная деформация зонд-поверхность? Почему при сканировании зондом со скорость 10^{-3} – 10^{-5} секунды на точку изображения не происходит разрушение поверхности? Как зависит глубина погружения зонда от времени приложения локальной силы? Как используется АСМ для локальной модификации поверхности?
3. Полевой транзистор с изолированным затвором. ВАХ МДПТ. Эффекты сильных полей в короткоканальных МДПТ. Деградация характеристик МДПТ, вызванная горячими носителями.
4. Как устроен зонд атомно-силового микроскопа (АСМ)? Что такое кантилевер? Как измеряется величина отклонения кантилевера? Как измеряется сила трения зонда о поверхность?
5. Моделирование характеристик короткоканальных МДП транзисторов (диффузионно-дрейфовое приближение, гидродинамическое приближение, локально-полевое приближение). Эффекты сильных полей в нанотранзисторах. Всплеск скорости носителей (для Si и Ga As).
6. Что такое эпитаксия? Какие известны разновидности эпитаксий по способу доставки вещества на поверхность? Что такое гомо и гетероэпитаксия?
7. Электронный «насос» (стандарт силы тока). Приборы на основе баллистического транспорта. Квантовые клеточные автоматы.

8. Какие процессы включает в себя метод литографии? Какие явления ограничивают пространственное разрешение методов оптической, электронной и ренгеновской литографии?

9. Плотность состояний в электронных системах пониженной размерности. Резонансное туннелирование. ВАХ сверхрешеток.

10. Сверхбыстрое охлаждение. Что такое критический зародыш новой фазы? Почему для того, чтобы получить больше нанокластеров, необходимо как можно быстрее охлаждать газовую фазу? Какие известны способы реализации метода сверхбыстрого охлаждения?

11. Заряд и емкость ОПЗ. Статистика заполнения поверхностных состояний. Заряд и емкость ПС.

12. Как устроен сканирующий зондовый микроскоп (СЗМ)? Как классифицируются СЗМ по характеру взаимодействия зонда с поверхностью. Какие существуют режимы работы СЗМ по способу движения зонда над исследуемой поверхностью

13. Вольт-фарадная характеристика (ВФХ). Эквивалентные схемы на высоких и низких частотах. Обработка ВЧ ВФХ. Методы определения плотности ПС на основе измерений емкости МДП- структур

14. Какие свойства пористого анодного оксида алюминия делают его перспективным материалом для создания наноструктур? Что такое наноимпринтинг?

15. Метод накачки заряда как метод определения параметров ПС в МДП транзисторе (пространственное и энергетическое распределения ПС).

16. В чем особенность структуры молекул ПАВ? Что такое мицеллы и мицеллярные системы? Как можно использовать химические реакции в мицеллах для синтеза нанокластеров?

17. Полупроводниковые гетеропереходы. Приборы на основе композиционных гетероструктур. δ- легированние гетероструктуры.

18. Как изменяется состав и вязкость вещества при превращениях золь – гель – аморфное вещество? Какие процессы лежат в основе золь-гель технологии?

19. Спинтроника. Эффект гигантского магнетосопротивления. Спиновые клапаны, элементы на основе спинзависящего туннелирования

20. Метод молекулярного наслаивания. Какие летучие соединения (прекурсоры) могут быть использованы для метода молекулярного наслаивания? Какова последовательность осаждения мономолекулярных слоев?

21. Элементная база квантовых компьютеров. Кубиты, однокубитные и двухкубитные опрерации. Примеры реализации на ядерных спинах фосфора в кремнии и на электронном спиновом резонансе в структурах Ge-Si (индивидуализация кубитов и однокубитные операции, взаимодействие кубитов и двухкубитные операции, измерение спина). Проблемы создания квантового компьютера.

22. Как устроен реактор для ГФЭ? Режим кинетических и диффузионных ограничений. В каком случае достигается высокая однородность роста, а в каком – высокая скорость роста пленок?

23. Спинтроника. Инжекция и транспорт спин-поляризованных электронов. Методы детектирование спина. Спиновый транзистор.

24. Как решается проблема согласования постоянных решеток подложки и растущего слоя в МЛЭ твердых растворов замещения?

25. Одноэлектроника. Примеры реализации одноэлектронных приборов.

26. Почему температурная граница слоевого эпитаксиального роста для вицинальной грани ниже, чем для основной грани Si(111)?

27. Зонная диаграмма МДП - структуры. Уравнение Пуассона. Решение в случае невырожденной статистики. Метод эффекта поля. Исследование поверхности с помощью эффекта поля.

28. В чем принципиальное отличие процесса анодного окисления от процесса анодного растворения (травления)? Какая стадия процесса анодного травления кремния при низкой

плотности тока является лимитирующей? Почему при низкой плотности тока образуется слой пористого кремния?

29. Граница раздела полупроводник диэлектрик. Поверхностные состояния на атомарно-чистой и реальной поверхности. Приповерхностные избытки носителей заряда и поверхностная проводимость. Метод поверхностной проводимости.

30. В чем особенность структуры молекул ПАВ? Что такое мицеллы и мицеллярные системы? Как можно использовать химические реакции в мицеллах для синтеза нанокластеров?

31. Квантовый эффект Холла.

32. Достижения в какой области научного знания определили появление нанотехнологии? Почему нанотехнология возникла на рубеже 20-21 века? К какому классу явлений в физической химии относят процессы формирования и упорядочивания наночастиц?

33. Зонная диаграмма МДП - структуры. Разновидности ОПЗ (обогащение, обеднение, инверсия). Влияние контактной разности потенциалов, встроенного заряда и поверхостных состояний на напряжение плоских зон. МДП структура при внешнем смещении.

34. Почему сканирующий туннельный микроскоп обладает самой высокой разрешающей способность при определении топографии поверхности среди всех известных СЗМ? Что фактически измеряет СТМ?

35. Резонансно-туннельный транзистор на квантовой точке.

36. Что такое потенциальный рельеф поверхности? Условие равновесия адатомов на поверхности. Два механизма роста пленок при эпитаксии.

37. Полевые нанотранзисторы: механизмы токопереноса, теоретические и технологические пределы уменьшения размеров. Принципы и ограничения масштабирования.

38. Почему происходит перестройка атомарно-чистой поверхности? Как зависит поверхностное натяжение от плотности ступенек на поверхности? Что такое основные (низкоиндексные) и вицинальные грани? Как можно оценить поверхностное натяжение, зная энергию связи атомов в кристалле?

39. Полупроводниковые гетеропереходы. Модель Андерсена. Гетероструктуры с квантовыми точками. Одноэлектронное устройство памяти.

40. Какие основные компоненты входят в состав установки МЛЭ. В чем фундаментальное преимущество МЛЭ, благодаря которому МЛЭ стоит на качественно более высоком уровне среди других методов эпитаксии?

2 Паспорт 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	публичные выступления
ОК.2	знать общие закономерности и национальные особенности развития Российского государства и общества	аналитический литературный обзор
ОК.3	знать подходы к формированию производственных затрат на изготовление продукции (работ, услуг)	оформление пояснительной записки ВКР

ОК.4	знать права и обязанности гражданина РФ	публичные выступления
ОК.5	владеть навыками публичного выступления, устной презентации результатов профессиональной деятельности на русском и иностранном языке	публичные выступления
ОК.5	уметь осуществлять деловую переписку на русском языке	совместные научные исследования
ОК.5	уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь в сфере профессиональной деятельности на русском и иностранном языке	публичные выступления
ОК.6	уметь подбирать партнеров для эффективной работы в команде	совместные научные исследования
ОК.7	знать траектории саморазвития и самообразования в течение всей жизни	совместные научные исследования
ОК.7	знать особенности профессионального развития личности	публичные выступления
ОК.8	знать основы здорового образа жизни	публичные выступления
ОК.9	знать проблемы экологии	аналитический литературный обзор
ОПК.1	знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	аналитический литературный обзор
ОПК.1	знать основные законы физики, являющиеся базовыми для решения задач профессиональной деятельности	постановка задачи
ОПК.1	Знать основные законы естественнонаучных дисциплин (математика, физика, химия, биология и другие смежные дисциплины)	постановка задачи
ОПК.1	знать основные физические законы и явления	постановка задачи
ОПК.1	знать зависимость физических свойств от степени неупорядоченности	анализ полученных результатов
ОПК.1	Владеть методами и средствами естественнонаучных дисциплин	аналитический литературный обзор
ОПК.1	уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов	анализ полученных результатов
ОПК.1	уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач	анализ полученных результатов
ОПК.1	Уметь применять знания естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач	постановка задачи
ОПК.1	уметь применять основные законы и принципы физики в стандартных и сходных ситуациях	постановка задачи

ОПК.1	уметь описывать и качественно объяснять состояния в твердом теле	анализ полученных результатов
ОПК.2	знать свойства различных групп материалов: диэлектриков, полупроводников, проводников, магнитных материалов	аналитический литературный обзор
ОПК.2	знать классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории	аналитический литературный обзор
ОПК.2	базовые знания фундаментальных разделов физики в объеме, необходимом для освоения физических основ в области профессиональной деятельности	аналитический литературный обзор
ОПК.2	знать основные математические методы, применяемые в различных разделах физики	аналитический литературный обзор
ОПК.2	Знать физико-математические модели процессов в объеме и на поверхности полупроводниковых материалов	аналитический литературный обзор
ОПК.2	Уметь осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований и организации опытно-промышленного производства	постановка задачи
ОПК.2	Владеть навыками работы с современным исследовательским оборудованием	проведение эксперимента
ОПК.2	выбирать простейшие модели физических объектов и процессов	аналитический литературный обзор, постановка задачи
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	анализ полученных результатов
ОПК.3	Знать особенности характеристик полупроводниковых элементов	проведение эксперимента
ОПК.3	знать основы теории электромагнитного поля	постановка задачи
ОПК.4	знать элементы начертательной геометрии и инженерной графики, геометрическое моделирование, программные средства компьютерной графики	оформление пояснительной записки
ОПК.4	уметь применять интерактивные графические системы для выполнения и редактирования изображений и чертежей	оформление пояснительной записки
ОПК.5	знать методы обработки экспериментальных данных современными программными пакетами	анализ полученных результатов, оформление пояснительной записки
ОПК.6	знать правовые основы информационной безопасности и принципы защиты авторского права на программные продукты	оформление пояснительной записки

ОПК.6	уметь осуществлять поиск информации в локальных и глобальных сетях	аналитический литературный обзор
ОПК.6	уметь применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации с помощью компьютеров и компьютерных средств	аналитический литературный обзор
ОПК.6	уметь пользоваться наиболее распространенными офисными и математическими пакетами прикладных программ	оформление пояснительной записки
ОПК.6	владеть персональным компьютером как средством управления информацией	оформление пояснительной записки
ОПК.6	уметь осуществлять поиск информации в локальных и глобальных сетях	аналитический литературный обзор
ОПК.6	уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	анализ полученных результатов, оформление пояснительной записки
ОПК.6	уметь оценивать состояние и тенденции развития информационных технологий и информатики в современном обществе	аналитический литературный обзор
ОПК.6	уметь использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач	анализ полученных результатов
ОПК.7	Иметь представление о перспективных направлениях развития полупроводниковой элементной базы	аналитический литературный обзор
ОПК.7	уметь работать на персональном компьютере в MS-DOS, ОС WINDOWS с использованием основных приложений обработки текстовой и числовой информации, систем программирования	оформление пояснительной записки
ОПК.7	владеть сведениями об основных тенденциях развития электронной компонентной базы	аналитический литературный обзор
ОПК.8	знать правовые основы и системы стандартизации и сертификации	аналитический литературный обзор
ОПК.9	умеет осваивать новые программные средства для профессиональной деятельности	анализ полученных результатов
ОПК.9	владеть методами работы с глобальными поисковыми системами	аналитический литературный обзор
ОПК.9	уметь работать с информацией в глобальных компьютерных сетях	аналитический литературный обзор
ОПК.9	умеет применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации с помощью компьютеров и компьютерных средств	аналитический литературный обзор

ПК.1	Знать типовые программные продукты, ориентированные на решение задач моделирования материалов и компонентов нано-и микросистемной техники, управление процессами нанотехнологии, обработку результатов, полученных методами нанодиагностики	анализ полученных результатов, теоретические исследования
ПК.1	Знать физические принципы, эффекты и процессы, лежащие в основе функционирования микромеханических и микроэлектромеханических систем	анализ полученных результатов, теоретические исследования
ПК.1	Знать основы классификации объектов нано- и микросистемной техники	аналитический литературный обзор
ПК.1	Знать физические принципы работы, физическую структуру, основы технологии изготовления и принципы построения интегральных микросхем и функциональных элементов	аналитический литературный обзор
ПК.1	Знать основные понятия механики твердого деформируемого тела, основы расчетов на статическую и динамическую прочность и жесткость элементов конструкций, кинематический и кинетостатический анализ подвижных элементов конструкций	аналитический литературный обзор
ПК.1	Знать основные положения квантовой механики и статистической физики	аналитический литературный обзор
ПК.1	Знать физические принципы работы основных структур и компонентов нано- и микросистемной техники	аналитический литературный обзор
ПК.1	Знать основные принципы моделирования	анализ полученных результатов
ПК.1	иметь представление о зонной структуре энергетического спектра в твердых телах	аналитический литературный обзор
ПК.1	Уметь применять методы моделирования с целью эффективной оптимизации свойств материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, процессов нанотехнологий и методов нанодиагностики	анализ полученных результатов
ПК.1	Уметь составлять адекватные модели	анализ полученных результатов, теоретические исследования
ПК.1	Владеть навыками расчета основных параметров материалов и компонентов микро- и наносистемной техники	теоретические исследования
ПК.1	Владеть навыками применения методов расчёта и исследования микроэлектромеханических элементов и устройств	теоретические исследования, анализ полученных результатов
ПК.2	Знать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной	экспериментальные исследования

	техники	
ПК.2	Знать основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин	экспериментальные исследования
ПК.2	Знать классификацию материалов микросистемной техники	аналитический литературный обзор
ПК.2	знать основы метрологии	экспериментальные исследования
ПК.2	Знать основные физико-химические свойства материалов, используемых в микросистемной технике	теоретические исследования, анализ полученных результатов
ПК.2	знать основные методы и средства измерения физических величин	экспериментальные исследования
ПК.2	Знать физические эффекты и явления, лежащие в основе применения материалов в микросистемной технике	анализ полученных результатов, теоретические исследования
ПК.2	Знать классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории	экспериментальные исследования
ПК.2	Владеть оформлением отчетной научно-исследовательской документации	оформление пояснительной записки
ПК.2	Уметь применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	экспериментальные исследования
ПК.2	Уметь определять надежность, стабильность и воспроизводимость характеристик материалов и элементов при наличии внешних воздействий	анализ полученных результатов
ПК.2	уметь производить измерения электрических величин с помощью электроизмерительных аналоговых и цифровых приборов, определять параметры радиоэлектронных устройств, самостоятельно разобраться в принципиальной схеме устройств, выполнить монтаж радиоэлектронного устройства	экспериментальные исследования
ПК.2	уметь интерпретировать экспериментальные физико-химические данные в полупроводниках на основе фундаментальных положений теории твердого тела	анализ полученных результатов
ПК.2	Владеть методами экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	экспериментальные исследования
ПК.2	Владеть навыками применения справочного аппарата по выбору требуемых материалов и компонентов электронной техники для конкретных применений	экспериментальные исследования
ПК.3	Уметь интерпретировать полученные результаты, критически оценивать результаты расчетов и	анализ полученных результатов

	эксперимента	
ПК.4	знать методы оценки технико-экономической эффективности проектов	публичные выступления
ПК.4	уметь выполнять предварительное технико-экономическое обоснование проектов	публичные выступления
ПК.5	знать физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюаризации электронной компонентной базы	аналитический литературный обзор
ПК.8	Знать физическую, химико-физическую и технологическую сущность процессов, протекающих при изготовлении микросистем; производственную гигиену: чистоту материалов и помещений; ЕСТД и её применение	экспериментальные исследования
ПК.8	Владеть проектированием технологии изготовления элементной базы нано- и микросистемной техники	теоретические исследования
ПК.8	Уметь проводить сквозное конструкторско-технологическое проектирование компонентов нано-и микросистемной техники, интеллектуальных микросистем, сенсоров и актюаторов	теоретические исследования

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).

2.3 Методика оценки выпускной квалификационной работы

2.3.1 Выпускная 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.

2.3.2 Согласованная итоговая оценка выставляется на основании оценок членов ГЭК с учетом оценки руководителя работы. Итоговая оценка по результатам защиты выпускной квалификационной работы выставляется 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 работы приведены 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 • ответы на вопросы комиссии сформулированы четко, с достаточной аргументацией и свидетельствуют о полном владении материалом исследования	Продвинутый	87-100
• 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	Ниже порогового	0-50

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		

Составитель _____ В.А. Гайслер
(подпись)

«____»_____2015 г.