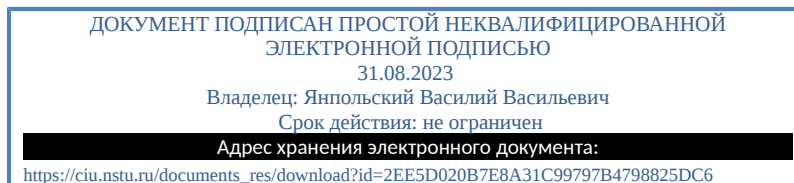


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра Полупроводниковых приборов и микроэлектроники

**“УТВЕРЖДАЮ”**

Первый проректор      В.В. Янпольский



**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Направленность (профиль): Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2023

Новосибирск 2023

Программа государственной итоговой аттестации (ГИА) составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС ВО утвержден приказом Минобрнауки России 19.09.17 №921 (зарегистрирован Минюстом России 10.10.17, регистрационный №48492)

Программа разработана кафедрой полупроводниковых приборов и микроэлектроники

Заведующий кафедрой:

к.т.н., доцент Д.И. Остертак

Ответственный за образовательную программу:

к.т.н., доцент Д.И. Остертак

Программа утверждена на ученом совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 8 от 31.08.2023 г.

декан РЭФ:

к.т.н., доцент С.А. Стрельцов

Программа государственной итоговой аттестации (ГИА) составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС ВО утвержден приказом Минобрнауки России 19.09.17 №921 (зарегистрирован Минюстом России 10.10.17, регистрационный №48492)

Программу разработал:

к.т.н., доцент Д.И. Остертак \_\_\_\_\_

Программа обсуждена на заседании кафедры Полупроводниковых приборов и микроэлектроники, протокол заседания кафедры № 7 от 31.08.2022 г.

Заведующий кафедрой:

к.т.н., доцент Д.И. Остертак \_\_\_\_\_

Ответственный за образовательную программу:

к.т.н., доцент Д.И. Остертак \_\_\_\_\_

Программа утверждена на ученом совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 7 от 31.08.2022 г.

декан РЭФ:

к.т.н., доцент С.А. Стрельцов \_\_\_\_\_

### 1 Обобщенная структура государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация по направлению 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (магистерская программа: Компоненты микро- и наносистемной техники) включает: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ГЭ) и Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ВКР).

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

Таблица 1.1 - Обобщенная структура ГИА

Код и наименование компетенции выпускника	Индикаторы компетенций	ГЭ	ВКР
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий			
	УК-1.1 Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы	+	+
	УК-1.2 Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода	+	+
	УК-1.3 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	+	+
	УК-1.4 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	+	+
	УК-1.5 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов	+	+
	УК-1.6 Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области	+	+
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла			
	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	+	+
	УК-2.2 Выявляет резервы и разрабатывает меры по обеспечению режима	+	+

	ресурсоэффективности на предприятии		
	УК-2.3 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	+	+
	УК-2.4 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	+	+
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели			
	УК-3.1 Участвует в выполнении проектов группового характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование ? проектирование – применение ? производство»	+	+
	УК-3.2 Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели	+	+
	УК-3.3 Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов	+	+
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия			
	УК-4.1 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях, включая международные, выбирая наиболее подходящий формат	+	+
	УК-4.2 Аргументированно и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке	+	+
	УК-4.3 Владеет навыками ведения деловой переписки на русском и иностранном языке	+	+
	УК-4.4 Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты,	+	+

	эссе, обзоры, статьи и т.д.), в том числе на иностранном языке		
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия			
	УК-5.1 Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии	+	+
	УК-5.2 Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач	+	+
	УК-5.3 Выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп	+	+
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки			
	УК-6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания	+	+
	УК-6.2 Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям	+	+
	УК-6.3 Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда	+	+
ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей			
	ОПК-1.1 Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и	+	+

	моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники		
	ОПК-1.2 Использует научный инструментарий различных областей физики для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	+	+
	ОПК-1.3 Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	+	+
	ОПК-1.4 Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	+	+
ОПК-2 Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента			
	ОПК-2.1 Планирует бюджет малого предприятия, специализирующегося на производстве высокотехнологичной продукции	+	+
	ОПК-2.2 Владеет опытом производственного менеджмента: расчета экономической и ресурсоэффективной составляющей при выполнении исследовательской работы	+	+
ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений			
	ОПК-3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	+	+
	ОПК-3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	+	+

	ОПК-3.3 Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	+	+
	ОПК-3.4 Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач	+	+
ОПК-4 Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов			
	ОПК-4.1 Составляет план научноисследовательской деятельности, включая литературный поиск, сроки и последовательность экспериментальной работы, обсуждения и анализа результатов	+	+
	ОПК-4.2 Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций	+	+
ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов			
	ОПК-5.1 Проводит патентный поиск в профессиональной области	+	+
	ОПК-5.2 Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	+	+
	ОПК-5.3 Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	+	+
ОПК-6 Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности			
	ОПК-6.1 Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с	+	+



	использованием нормативных справочников		
	ОПК-6.2 Оценивает по критериям технологии синтеза материалов нано- и микросистемной техники с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	+	+
	ОПК-6.3 Использует методики организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины	+	+
ОПК-7 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники			
	ОПК-7.1 Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области нанотехнологий и микросистемной техники	+	+
	ОПК-7.2 Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	+	+
ПК-1 Готов формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач			
	ПК-1.1 Знает принципы построения и функционирования изделий нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
	ПК-1.2 Умеет рассчитывать режимы работы изделий нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
	ПК-1.3 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований	+	+
ПК-2 Готов разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты			
	ПК-2.1 Знает структуру методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик	+	+

	ПК-2.2 Умеет анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
	ПК-2.3 Владеет навыками разработки методик проведения исследований и измерений	+	+
ПК-3 Готов разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники			
	ПК-3.1 Знает физические и математические модели и методы моделирования исследуемых физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
	ПК-3.2 Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
	ПК-3.3 Владеет математическим аппаратом для решения теоретических и прикладных задач из области нанотехнологии и микросистемной техники, методами исследования и моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники	+	+
ПК-4 Готов выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований			
	ПК-4.1 Знает структуру и правила оформления научных и технических отчетов	+	+
	ПК-4.2 Умеет представлять результаты выполненных исследований в виде докладов и публикаций	+	+
	ПК-4.3 Владеет навыками публичного представления результатов выполненных исследований	+	+
ПК-19.В/НА Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом региональных особенностей и потребностей работодателей			
	ПК-19.В/НА.1 Знает специфику социально-экономического развития и рынка труда в области профессиональной деятельности в своем регионе.	+	+

	ПК-19.В/НА.2 Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.	+	+
--	---	---	---

## 2 Содержание и порядок организации государственного экзамена

2.1 Государственный экзамен по направлению 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (магистерская программа: Компоненты микро- и наносистемной техники) ) проводится очно по билетам в письменной форме или по билетам с использованием электронной информационно-образовательной среды НГТУ ([http:// www.nstu.ru/sveden/eos](http://www.nstu.ru/sveden/eos)).

Письменный ответ по вопросам билета на листах бумаги со штампом факультета является обязательным. Если ГЭ проводится в форме тестирования с использованием электронной информационно-образовательной среды НГТУ, то листы бумаги со штампом факультета студенту не предоставляются.

Если у комиссии возникают вопросы относительно правильности и полноты письменного ответа выпускника, она имеет право на дополнительное устное собеседование, по результатам которого выставляется соответствующая оценка.

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

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.

2.4 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 Результаты защиты ВКР объявляются в тот же день после оформления протоколов заседания ГЭК

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

#### **4.1 Основные источники**

1. Драгунов В. П. Специальные главы нанoeлектроники : учеб. пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 104 с. - 50 экз. - ISBN 978-5-7782-4272-2. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=168677>
2. Сборник контролирующих вопросов и задач по учебной практике : [метод. руководство для РЭФ по направлениям: 1103.04 «Электроника и нанoeлектроника» и др.] / сост. С. В. Калинин. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 71 с. - 50 экз. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=168435>
3. Васильев В. Ю. Современное производство изделий микрoeлектроники : учеб. пособие / В. Ю. Васильев. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 88 с. - 50 экз. - ISBN 978-5-7782-3907-4. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=78923>
4. Илюшин В. А. Наноматериалы : учеб. пособие / В. А. Илюшин. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 114 с. - 50 экз. - ISBN 978-5-7782-3858-9. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=78818>
5. Драгунов В. П. Микро- и нанoeлектроника : учеб. пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2012. - 37 с. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=41677>
6. Краснопевцев Е. А. Статистическая физика равновесных систем : учеб. пособие / Е. А. Краснопевцев. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 420 с - (Учебники НГТУ). - 3000 экз. - ISBN 978-5-7782-4253-1. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=168737>
7. Остертак Д. И. Микрoeлектромеханика : учеб. пособие / Д. И. Остертак. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 120 с. - 60 экз. - ISBN 978-5-7782-2901-3. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=51902>
8. Бялик А. Д. Физические основы электроники. Транзисторы. Гальваномагнитные и термоэлектрические приборы. Оптoeлектронные приборы : учеб. пособие / А. Д. Бялик, А. В. Каменская. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 92 с. - 100 экз. - ISBN 978-5-7782-3223-5. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=61762>
9. Васильев В. Ю. Свойства и применение диeлектрических тонких пленок в технологиях микрoeлектроники : учеб. пособие / В. Ю. Васильев. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2021. - 100 с. - 50 экз. - ISBN 978-5-7782-4389-7. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=172171>
10. Величко А. А. Методы исследования микрoeлектронных и нанoeлектронных материалов и структур : учеб. пособие / А. А. Величко, Н. И. Филимонова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - Ч. 2. — 227 с. — ISBN 9785778225343. — 150 экз. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=44797>

#### **4.2 Дополнительные источники**

1. Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил. — Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=13888>
2. 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: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=15803>

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: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=12075>
4. Твердотельная электроника : учеб. пособие / Е. А. Макаров, Н. В. Усольцев. - : НГТУ, 2004. - 116 с. —Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=13921>
5. Моделирование нанотранзисторов в TCAD Sentaurus : учеб.-метод. пособие / С. В. Калинин, А. С. Черкаев, В.Е. Зырянов , Е. А. Макаров. - : НГТУ, 2010. - 103 с. —Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=11844>

#### **4.3 Методическое обеспечение**

1. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра : учеб.-метод. пособие / А. С. Бердинский, А. В. Каменская, Т. С. Романова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 16 с. - 50 экз. —Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=46161>
2. Подготовка, оформление и защита магистерской диссертации : учеб.-метод. пособие / А. С. Бердинский, А. В. Каменская, Т. С. Романова. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. – 20 с. - 50 экз. —Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=57967>
3. Физика полупроводниковых приборов : методическое руководство к лабораторному практикуму для 4 курса РЭФ по направлениям 210100.62 - Электроника и нанoeлектроника, 222900.62 - Нанотехнология / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: С. В. Калинин, Е. А. Макаров, А. С. Черкаев]. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. – 92 с. —Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=45105>
4. Метрология : учеб.-метод. пособие / О. В. Лобач, Т. С. Романова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 67 с. - 50 экз. - ISBN 978-5-7782-3854-1. —Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=78838>
5. Богомолов Б. К. Основы проектирования электронной компонентной базы. Лабораторный практикум : учеб. пособие / Б. К. Богомолов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 59 с. - 100 экз. - ISBN 978-5-7782-2680-7. —Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=46343>
6. Технические измерения в микроэлектронике : учеб.-метод. пособие / А. Д. Бялик, Т. С. Романова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 40 с. - 75 экз. —Режим доступа: <https://elibrary.nstu.ru/source?id=46152>

#### **4.4 Интернет-источники**

1. Журнал «Радиотехника и электроника» <https://sciencejournals.ru/journal/radel/>
2. Федеральный Интернет - портал Нанотехнологии и Наноматериалы <http://www.nanometer.ru/>
3. RusNanoNet Национальная нанотехнологическая сеть <http://www.rusnanonet.ru/>

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

**“УТВЕРЖДАЮ”**

Первый проректор В.В. Янпольский

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
31.08.2023

Владелец: Янпольский Василий Васильевич

Срок действия: не ограничен

Адрес хранения электронного документа:

[https://ciu.nstu.ru/documents\\_res/download?id=2EE5D020B7E8A31C99797B4798825DC6](https://ciu.nstu.ru/documents_res/download?id=2EE5D020B7E8A31C99797B4798825DC6)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Направленность (профиль): Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2023

Новосибирск 2023

## **1 Паспорт государственного экзамена**

### **1.1 Обобщенная структура государственного экзамена**

Совокупность запланированных результатов обучения по программе 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, магистерская программа: Компоненты микро- и наносистемной техники измеряема с помощью средств государственной итоговой аттестации и соотнесена с уровнями сформированности индикаторов достижения компетенций.

Обобщенная структура государственного экзамена приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1

Код и наименование компетенции студента	Индикаторы компетенций	Вопросы, задания
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		
	УК-1.1 Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы	1,2,3
	УК-1.2 Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода	4,5,6
	УК-1.3 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	7,8,9
	УК-1.4 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	10,11,12
	УК-1.5 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов	13,14,15
	УК-1.6 Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области	16,17,18
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла		
	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	19,20
	УК-2.2 Выявляет резервы и разрабатывает меры по обеспечению режима ресурсоэффективности на предприятии	21,22
	УК-2.3 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	23,24
	УК-2.4 Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	25,26
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели		
	УК-3.1 Участвует в выполнении проектов группового характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование ? проектирование – применение ?	27,28



## 1.2 Пример билета/теста

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет радиотехники и электроники

**Экзаменационный билет № 1**

к государственному экзамену по направлению 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

1. Технологии изотропного и анизотропного профилирования кремния: влажные и сухие методы профилирования.
2. Понятие передаточной функции. Каким образом, зная передаточную функцию, вычислить реакцию системы на произвольное воздействие? Связь с импульсной функцией.
3. Операционные усилители. Входное напряжение смещения и входной ток ОУ. Экспериментальное определение напряжения смещения и входного тока ОУ. Методы уменьшения напряжения смещения ОУ.

Утверждаю: зав. кафедрой ППиМЭ \_\_\_\_\_ Д.И. Остертак  
(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 и соотнесенных с ними индикаторов на разных уровнях.

Соответствие уровней компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, критериев оценки и баллов по 100-бальной шкале приведено в таблице 1.4.1.

Согласованная итоговая оценка выставляется на основании оценок членов ГЭК. Итоговая оценка по результатам ГЭ выставляется по 100-бальной шкале, по буквенной шкале ECTS и в традиционной форме (в соответствии с действующим **Положением о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов НГТУ**).

Таблица 1.4.1

Критерии оценки	Уровень сформированности	Диапазон баллов
-----------------	--------------------------	-----------------

	<b>компетенций</b>	
Теоретический материал освоен глубоко и в полном объеме. На все вопросы экзаменационного билета студент ответил правильно и емко, продемонстрировал уверенное владение материалом по всем дополнительным вопросам, заданным членами государственной экзаменационной комиссии. Вся совокупность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, установленных программой магистратуры, сформирована на продвинутом уровне, что позволяет осуществлять деятельность в соответствующей профессиональной области, сфере и решать профессиональные задачи.	Продвинутый	87-100
Теоретический материал освоен. Студент правильно ответил на все вопросы экзаменационного билета, но испытывал затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов государственной экзаменационной комиссии. Вся совокупность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, установленных программой магистратуры, сформирована на базовом уровне, что позволяет осуществлять деятельность в соответствующей профессиональной области, сфере и решать профессиональные задачи.	Базовый	73-86
Теоретический материал освоен на уровне общего представления. Студент недостаточно полно ответил вопросы экзаменационного билета, допустил ряд существенных неточностей и испытывал серьезные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов государственной экзаменационной комиссии. Вся совокупность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, установленных программой магистратуры, сформирована на пороговом уровне, что позволяет осуществлять деятельность в соответствующей профессиональной области, сфере и решать профессиональные задачи.	Пороговый	50-72
Студент продемонстрировал незнание значительной части теоретического материала и не ответил на вопросы экзаменационного билета. Совокупность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, установленных программой магистратуры, не сформирована, что не позволит осуществлять деятельность в соответствующей профессиональной области, сфере и решать профессиональные задачи.	Ниже порогового	0-50

### 1.5. Примерный перечень теоретических вопросов

1. Основные материалы, применяемые в технологии МСТ, их назначение и характеристики.
2. Технологии изотропного и анизотропного профилирования кремния: влажные и сухие методы профилирования.
3. Поликремний: технология нанесения пленок. Остаточные механические напряжения. Пример использования поликремния в изготовлении электростатического микромотора.
4. Пористый кремний: технология получения пленок. Примеры использования.
5. Пленки диоксида кремния ФСС и БСС: способы получения. Остаточные механические напряжения. Использование ФСС и БСС .
6. SOG-пленки: материалы для пленок, способы нанесения, назначение, остаточные напряжения.
7. Проводящие пленки в технологии МСТ и ИС: технологии нанесения. Примеры использования в элементах МСТ и ИС.
8. PZT керамики: разновидности, способы получения, применение.

9. Полимерные материалы в технологии МСТ: полиимид, SU-8, парилен. Примеры использования.
10. Влажное анизотропное травление кремния: травители, механизм травления, примеры использования.
11. Зависимость скорости травления от концентрации дырок в кремнии, р<sup>+</sup>-стоп травление. Примеры использования.
12. Технология диодного стоп травления. Вольт-амперная характеристика процесса травления. Примеры использования.
13. Глубокое реактивное ионное травление (ГРИТ). Бош-процесс. Криогенное травление. Зависимость скорости травления от аспектного отношения. Эффект «выемки».
14. Технология электростатического соединения кремний-стекло. Назначение, примеры использования.
15. Технология прямого сращивания кремниевых пластин. Назначение, примеры использования.
16. Технология химико-механической полировки. Назначение, примеры использования.
17. Технология получения пленок и структур методом Sol-Gel-процесса. Назначение, примеры использования.
18. Технологии гальванического осаждения и формовки. LIGA-процесс. Назначение, примеры использования.
19. Поверхностная микромашина технология. Эффект прилипания. Сверхкритическая сушка, использование самосборочных слоев.
20. Фоторезист SU-8 и фоточувствительные стекла: использование этих материалов для изготовления микроканалов.
21. Нелитографические методы микромашиной технологии: лазерная микрообработка, электроэрозионная микрообработка, ультразвуковая микрообработка, трафаретная микропечать.
22. Микроконтактная печать.
23. Технология наноимпринт литографии. Термо- и UV-наноимпринт литография.
24. Понятия: управление, регулирование, автоматизация, система управления, теория автоматического управления. Классификация систем автоматического управления
25. Привести формы записи дифференциального уравнения системы автоматического управления: классическую, Лапласа, операторную (Хэвисайда), матрично-векторную.
26. Понятие переходной функции. Графическая иллюстрация. Каким образом, зная переходную функцию, вычислить реакцию системы на произвольное воздействие? Связь с импульсной функцией.
27. Понятие импульсной функции. Графическая иллюстрация. Каким образом, зная импульсную функцию, вычислить реакцию системы на произвольное воздействие? Связь с переходной функцией.
28. Понятие передаточной функции. Каким образом, зная передаточную функцию, вычислить реакцию системы на произвольное воздействие? Связь с импульсной функцией.
29. Обобщенная частотная характеристика: способ получения, формы графического представления.
30. Правила преобразования структурных схем. Последовательное, параллельное, параллельно-встречное соединение звеньев. Перенос узла через звено, звена через узел, сумматора через звено, звена через сумматор.
31. Определение устойчивости. Причины неустойчивости. Зависимость устойчивости от структуры системы, величины внешних воздействий и начальных условий. Качественный вид переходных и импульсных характеристик устойчивой и неустойчивой систем. Математическая запись условия устойчивости. Структурная неустойчивость.
32. Характеристическое уравнение в анализе на устойчивость. Вывод из

- дифференциального уравнения, описывающего поведение системы. Связь с передаточной функцией. Влияние коэффициентов характеристического уравнения на устойчивость (необходимое условие устойчивости)
33. Влияние корней характеристического уравнения на вид переходной характеристики системы. Необходимое и достаточное условие устойчивости.
  34. Критерии устойчивости Рауса, Гурвица, Михайлова, Найквиста: назначение, сравнительная характеристика по области применения.
  35. Качество регулирования. Параметры, по которым производится оценка качества.
  36. Понятие статической ошибки регулирования. Статическая и астатическая системы регулирования.
  37. Классификация сигналов по форме представления. Свойства спектров непрерывных и дискретных сигналов. Линейные импульсные системы. В чем заключается особенность анализа импульсных систем по сравнению с непрерывными.
  38. Конечно-разностное уравнение линейной импульсной системы.
  39. Дискретная передаточная функция. Z-преобразование.
  40. Общее условие устойчивости линейных импульсных систем. Билинейное преобразование.
  41. Линеализуемые и нелинеаризуемые нелинейные системы. Типовые статические нелинейные звенья. Особенности нелинейных систем.
  42. Операционные усилители. Входное напряжение смещения и входной ток ОУ. Экспериментальное определение напряжения смещения и входного тока ОУ. Методы уменьшения напряжения смещения ОУ.
  43. Шумы операционного усилителя. Снижение шума ОУ.
  44. Частотные характеристики ОУ. Методы частотной коррекции. Работа на емкостную нагрузку.
  45. Нелинейность коэффициента передачи ОУ.
  46. Ослабление синфазного сигнала и влияния источника питания ОУ.
  47. Инструментальные усилители на одном, двух и трех ОУ.
  48. Мостовые измерительные схемы. Управление мостами. Линеаризация мостовых датчиков.
  49. Практические цепи нормирования сигнала с измерительных мостов.
  50. Последовательные ЦАП: ЦАП с широтно-импульсной модуляцией, ЦАП на переключаемых конденсаторах.
  51. Параллельные ЦАП: ЦАП с суммированием токов, ЦАП с суммированием напряжений, ЦАП на переключаемых конденсаторах.
  52. Апертурная погрешность и квантовый шум АЦП.
  53. Параллельные АЦП.
  54. Параллельно-последовательные АЦП: многоступенчатые АЦП, многотактные параллельно-последовательные АЦП, конвейерные АЦП.
  55. Последовательные АЦП: АЦП последовательного счета, АЦП последовательного приближения.
  56. Интегрирующие АЦП.
  57. Сигма-дельта АЦП.

## 2 Паспорт выпускной квалификационной работы

### 2.1 Обобщенная структура защиты выпускной квалификационной работы (ВКР)

Обобщенная структура подготовки и защиты ВКР приведена в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1

Код и наименование компетенции студента	Индикаторы компетенций	Разделы и этапы ВКР
---	------------------------	---------------------

УК-1Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		
	УК-1.1Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы	задание на выпускную квалификационную работу, содержание (перечень разделов), аналитический обзор литературы, заключение
	УК-1.2Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода	содержание (перечень разделов), цели и задачи исследования, аналитический обзор литературы, заключение
	УК-1.3Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования, список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке), приложения (при необходимости), заключение
	УК-1.4Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	задание на выпускную квалификационную работу, содержание (перечень разделов), аналитический обзор литературы, заключение
	УК-1.5Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов	содержание (перечень разделов), цели и задачи исследования, аналитический обзор литературы, заключение

	УК-1.6Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области	введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования, список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке), приложения (при необходимости), заключение
УК-2Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла		
	УК-2.1Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	содержание (перечень разделов), введение (включающее актуальность выбранной тематики)
	УК-2.2Выявляет резервы и разрабатывает меры по обеспечению режима ресурсоэффективности на предприятии	содержание (перечень разделов), введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования
	УК-2.3Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	введение (включающее актуальность выбранной тематики)
	УК-2.4Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	содержание (перечень разделов), введение (включающее актуальность выбранной тематики)
УК-3Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели		

	УК-3.1Участвует в выполнении проектов группового характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование ? проектирование – применение ? производство»	подготовка доклада, исследовательская (проектная) часть
	УК-3.2Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует отбор членов команды для достижения постав-ленной цели	цели и задачи исследования, исследовательская (проектная) часть
	УК-3.3Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов	аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
УК-4Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия		
	УК-4.1Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях, включая международные, выбирая наиболее подходящий формат	подготовка доклада, исследовательская (проектная) часть
	УК-4.2Аргументированно и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ и иностранном языке	подготовка доклада, исследовательская (проектная) часть
	УК-4.3Владеет навыками ведения деловой переписки на русском и иностранном языке	подготовка доклада, исследовательская (проектная) часть
	УК-4.4Составляет, переводит и редактирует различные академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.), в том числе на иностранном языке	подготовка доклада, исследовательская (проектная) часть
УК-5Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия		
	УК-5.1Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии	защита ВКР, исследовательская (проектная) часть
	УК-5.2Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач	защита ВКР, исследовательская (проектная) часть

	УК-5.3Выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп	защита ВКР, исследовательская (проектная) часть
УК-6Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки		
	УК-6.1Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания	цели и задачи исследования, заключение
	УК-6.2Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям	задание на выпускную квалификационную работу, содержание (перечень разделов), цели и задачи исследования, заключение
	УК-6.3Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда	аннотация, содержание (перечень разделов), цели и задачи исследования, заключение
ОПК-1Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей		
	ОПК-1.1Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	задание на выпускную квалификационную работу, введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и



		задачи исследования
	ОПК-1.2Использует научный инструментарий различных областей физики для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	здание на выпускную квалификационную работу, введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования
	ОПК-1.3Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	здание на выпускную квалификационную работу, введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования
	ОПК-1.4Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке), приложения (при необходимости), исследовательская (проектная) часть
ОПК-2Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента		
	ОПК-2.1Планирует бюджет малого предприятия, специализирующегося на производстве высокотехнологичной продукции	аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
	ОПК-2.2Владеет опытом производственного менеджмента; расчета экономической и ресурсоэффективной составляющей при выполнении исследовательской работы	аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
ОПК-3Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом		

экономических, экологических, социальных и других ограничений		
	ОПК-3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования, исследовательская (проектная) часть
	ОПК-3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке), приложения (при необходимости), исследовательская (проектная) часть
	ОПК-3.3 Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования, исследовательская (проектная) часть
	ОПК-3.4 Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач	введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования, исследовательская (проектная) часть
ОПК-4 Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов		
	ОПК-4.1 Составляет план научноисследовательской деятельности, включая литературный поиск, сроки и последовательность экспериментальной работы,	введение (включающее актуальность выбранной

	обсуждения и анализа результатов	тематики), цели и задачи исследования, исследовательская (проектная) часть
	ОПК-4.2 Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций	введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования, исследовательская (проектная) часть
ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов		
	ОПК-5.1 Проводит патентный поиск в профессиональной области	аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
	ОПК-5.2 Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
	ОПК-5.3 Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке), приложения (при необходимости), исследовательская (проектная) часть
ОПК-6 Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности		

	ОПК-6.1 Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников	аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
	ОПК-6.2 Оценивает по критериям технологии синтеза материалов нано- и микросистемной техники с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды	аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
	ОПК-6.3 Использует методики организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины	список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке), приложения (при необходимости), исследовательская (проектная) часть
ОПК-7 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники		
	ОПК-7.1 Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области нанотехнологий и микросистемной техники	аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
	ОПК-7.2 Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке), приложения (при необходимости), исследовательская (проектная) часть
ПК-1 Готов формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач		

	ПК-1.1 Знает принципы построения и функционирования изделий нанотехнологии и микросистемной техники	введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования, исследовательская (проектная) часть
	ПК-1.2 Умеет рассчитывать режимы работы изделий нанотехнологии и микросистемной техники	исследовательская (проектная) часть
	ПК-1.3 Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований	исследовательская (проектная) часть
ПК-2 Готов разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты		
	ПК-2.1 Знает структуру методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик	введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования, исследовательская (проектная) часть
	ПК-2.2 Умеет анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники	список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке), приложения (при необходимости), исследовательская (проектная) часть
	ПК-2.3 Владеет навыками разработки методик проведения исследований и измерений	введение (включающее актуальность выбранной тематики), цели и задачи исследования, исследовательская (проектная) часть
ПК-3 Готов разрабатывать		

физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники		
	ПК-3.13нает физические и математические модели и методы моделирования исследуемых физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники	цели и задачи исследования, аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
	ПК-3.2Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники	исследовательская (проектная) часть
	ПК-3.3Владеет математическим аппаратом для решения теоретических и прикладных задач из области нанотехнологии и микросистемной техники, методами исследования и моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники	цели и задачи исследования, аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
ПК-4Готов выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований		
	ПК-4.13нает структуру и правила оформления научных и технических отчетов	введение (включающее актуальность выбранной тематики), аналитический обзор литературы, исследовательская (проектная) часть
	ПК-4.2Умеет представлять результаты выполненных исследований в виде докладов и публикаций	Аннотация, цели и задачи исследования, аналитический обзор литературы, подготовка доклада, защита ВКР, исследовательская (проектная) часть
	ПК-4.3Владеет навыками публичного представления результатов выполненных исследований	Аннотация, цели и задачи исследования,

		аналитический обзор литературы, подготовка доклада, защита ВКР, исследовательская (проектная) часть
ПК-19.В/НА.13 способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом региональных особенностей и потребностей работодателей		
	ПК-19.В/НА.13 знает специфику социально-экономического развития и рынка труда в области профессиональной деятельности в своем регионе.	введение (включающее актуальность выбранной тематики), исследовательская (проектная) часть
	ПК-19.В/НА.2 умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.	введение (включающее актуальность выбранной тематики), исследовательская (проектная) часть

## 2.2 Структура выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа содержит следующие разделы:

- 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).

## 2.4 Методика оценки выпускной квалификационной работы

2.4.1 Выпускная квалификационная работа подлежит обязательной публичной защите на заседании ГЭК. Члены ГЭК оценивают содержание работы и ее защиту, включающую доклад и ответы на вопросы, по критериям, приведенным в разделе 2.5.

2.4.2 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**).

## 2.5 Критерии оценки ВКР

Критерии оценки выпускной квалификационной работы по 100-бальной шкале приведены в таблице 2.5.1. На основании данных критериев при оценке ВКР делается вывод о сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на разных уровнях.

Таблица 2.5.1

Критерии оценки ВКР	Уровень сформированности компетенций	Диапазон баллов
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ВКР носит самостоятельный характер;</li> <li>- актуальность темы обоснована;</li> <li>- результаты по теме ВКР аргументированы, самостоятельны, отображают сформированность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на продвинутом уровне и высокий уровень подготовленности студента к самостоятельной профессиональной деятельности;</li> <li>- представление работы в устном докладе полностью отражает полученные результаты;</li> <li>- защита сопровождается наглядной презентацией результатов ВКР;</li> <li>- ответы студента на вопросы комиссии аргументированы и свидетельствуют о глубоком владении изученным материалом;</li> <li>- структура и оформление ВКР соответствует требованиям НГТУ;</li> <li>- ВКР имеет положительный отзыв научного руководителя и рецензию рецензента ;</li> <li>- оригинальность текста ВКР близка к максимальным значениям.</li> </ul>	Продвинутый	87-100
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ВКР носит самостоятельный характер;</li> <li>- актуальность темы обоснована;</li> <li>- результаты по теме ВКР аргументированы, самостоятельны, отображают сформированность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на базовом уровне и достаточный уровень подготовленности студента к самостоятельной профессиональной деятельности;</li> <li>- представление работы в устном докладе полностью отражает полученные результаты;</li> <li>- защита сопровождается наглядной презентацией результатов ВКР;</li> <li>- ответы студента на вопросы комиссии аргументированы и свидетельствуют о хорошем владении изученным материалом;</li> <li>- структура и оформление ВКР соответствует требованиям НГТУ;</li> <li>- ВКР имеет положительный отзыв научного руководителя и рецензию рецензента ;</li> <li>- оригинальность текста ВКР существенно превышает минимально допустимую долю (%).</li> </ul>	Базовый	73-86
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ВКР носит самостоятельный характер;</li> <li>- актуальность темы обоснована;</li> <li>- результаты по теме ВКР аргументированы, самостоятельны, отображают сформированность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на пороговом уровне и достаточный уровень подготовленности студента к самостоятельной профессиональной деятельности;</li> <li>- представление работы в устном докладе отражает полученные результаты;</li> <li>- защита сопровождается наглядной презентацией результатов ВКР;</li> <li>- ответы студента на вопросы комиссии свидетельствуют о владении изученным материалом;</li> </ul>	Пороговый	50-72



<ul style="list-style-type: none"> <li>- структура и оформление ВКР соответствует требованиям НГТУ;</li> <li>- ВКР имеет положительный отзыв научного руководителя и рецензию рецензента ;</li> <li>- оригинальность текста ВКР незначительно превышает минимально допустимую долю (%).</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ВКР носит не самостоятельный характер;</li> <li>- актуальность темы не обоснована;</li> <li>- результаты по теме ВКР отображают не сформированность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов и не подготовленность студента к самостоятельной профессиональной деятельности;</li> <li>- представление работы в устном докладе не отражает полученные результаты;</li> <li>- защита сопровождается презентацией;</li> <li>- ответы студента на вопросы комиссии свидетельствуют фрагментарном владении материалом;</li> <li>- ВКР выполнена с нарушениями требований НГТУ к структуре и оформлению данного типа работ;</li> <li>- ВКР имеет отрицательный отзыв научного руководителя и рецензию рецензента ;</li> <li>- минимально допустимая доля оригинального текста ВКР ниже установленного процента.</li> </ul>	Ниже порогового	0-50