

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_\_" 20\_\_ г.

**Программа выпускной квалификационной работы**

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы Б3.Г.02(Д)

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Автор(ы): Воронина Е.В., Иванова А.Г.

Рецензент(ы): Недопекин О.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Председатель Учебно-методической комиссии : Воронина Е. В.

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 20\_\_ г.

Казань

2019

## **Содержание**

1. Компетенции, освоение которых проверяется выпускной квалификационной работой
2. Объем выполнения и защиты выпускной квалификационной работы в зачетных единицах и часах
3. Цели, принципы, требования и этапы подготовки и защиты выпускной квалификационной работы
4. Примерные темы выпускных квалификационных работ
5. Критерии оценивания выпускных квалификационных работ
6. Нормативные документы, на основании которых разработана программа выпускной квалификационной работы
7. Литература
8. Особенности подготовки и защиты выпускной квалификационной работы для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу выпускной квалификационной работы разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Воронина Е.В. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), Elena.Voronina@kpfu.ru ; младший научный сотрудник, б/с Иванова А.Г. (Центр квантовых технологий, КФУ), 19ivanova91@gmail.com

## 1. Компетенции, освоение которых проверяется выпускной квалификационной работой

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
ОПК-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов
ОПК-3	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК-4	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
ОПК-5	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ОПК-6	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил
ОПК-7	Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники
ПК-1	Способен проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектовnano- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий
ПК-2	Готов выполнять работу по профилактике производственного травматизма? профессиональных заболеваний. предотвращению экологических нарушений
ПК-3	Готов рассчитывать и проектировать процессы нанотехнологий, материалы и компоненты nano- и микросистемной техники
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

## 2. Объем выполнения и защиты выпускной квалификационной работы в зачетных единицах и часах

Общая трудоемкость составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

## 3. Цели, принципы, требования и этапы подготовки и защиты выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа - это комплексная самостоятельная работа студента или группы студентов, главной целью и содержанием которой является всесторонний анализ, исследование и разработка некоторых из актуальных задач и вопросов как теоретического, так и прикладного характера по профилю Нанотехнологии и микросистемная техника.

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы является завершающим этапом высшего образования. Его успешное прохождение является необходимым условием присуждения студентам квалификации бакалавра по специальности 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника.

Тема выпускной квалификационной работы выбирается студентом самостоятельно, но, как правило, в рамках тематики, разработанной предметной комиссией.

Тема и руководитель выпускной квалификационной работы закрепляется на заседании кафедры. Сроки выполнения разделов выпускной квалификационной работы определяются графиком.

После утверждения темы выпускной квалификационной работы студент совместно со своим руководителем составляет План-график выполнения выпускной квалификационной работы. Факты нарушения календарного графика выполнения работы рассматриваются как нарушение графика учебной работы, отражаются в отзыве руководителя и могут служить основанием для снижения оценки при защите выпускной квалификационной работы.

Функции руководителей выпускных квалификационных работ:

- консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения выпускной квалификационной работы;
- оказание помощи студенту в подборе необходимой литературы;
- контроль за выполнением выпускной квалификационной работы;
- подготовка письменного отзыва на выпускную квалификационную работу.

Предварительная защита проводится на заседании кафедры в сроки, утвержденные графиком.

Предварительную защиту рекомендуется проводить в обстановке максимально приближенной к той, которая имеет место при работе государственной экзаменационной комиссии. На предварительную защиту студент предоставляет полностью завершенную и оформленную выпускную квалификационную работу. После предварительной защиты комиссия принимает решение о готовности работы и студента к защите. При этом в пределах времени, предусмотренного графиком, может разрешить студенту доработать работу по результатам предварительной защиты до представления работы на рецензирование.

Выполненные выпускные квалификационные работы рецензируются специалистами из числа работников предприятий, организаций, преподавателей образовательных учреждений, владеющих вопросами, связанными с тематикой выпускных квалификационных работ.

Содержание рецензии доводится до сведения студентов не позднее, чем за день до защиты. Внесение изменений в выпускную квалификационную работу после получения рецензии не допускается.

Требования к структуре выпускной квалификационной работы

Структура выпускной квалификационной работы в качестве обязательных составных элементов включает:

1. титульный лист;
2. содержание;
3. введение;
4. первый раздел включает теоретическая часть;
5. второй раздел содержит на выбор практическую или аналитическую части (опытно-экспериментальная часть (практическая));
6. заключение;
7. список используемых источников;
8. приложения, в случае необходимости.

К выпускной квалификационной работе должны быть приложены (не вшиваются):

- отзыв руководителя выпускной квалификационной работы;
- рецензия
- результат проверки ВКР на объем заимствований в системе 'Антиплагиат. ВУЗ'.

Во введении обосновывается актуальность и практическая значимость выбранной темы, формулируются цель и задачи.

При работе над теоретической частью определяются объект и предмет ВКР, круг рассматриваемых проблем.

Проводится обзор используемых источников, обосновывается выбор применяемых методов, технологий и др.

Работа выпускника над теоретической частью позволяет руководителю оценить следующие общие компетенции:

- понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;
- осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;

самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

Работа над вторым разделом должна позволить руководителю оценить уровень развития следующих общих компетенций:

организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;

принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;

владеть информационной культурой, анализировать и оценивать информацию с использованием информационно-коммуникационных технологий

ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

Заключение содержит выводы и предложения с их кратким обоснованием в соответствии с поставленной целью и задачами, раскрывает значимость полученных результатов.

Для определения качества выпускной квалификационной работы предлагаются следующие основные показатели ее оценки:

соответствие темы исследования специальности, требованиям общепрофессиональной (специальной) подготовки, сформулированным целям и задачам;

профессиональная компетентность, умение систематизировать и обобщать факты, самостоятельно решать поставленные задачи (в том числе и нестандартные) с использованием передовых научных технологий;

структура работы и культура ее оформления; последовательность и логичность, завершенность изложения, наличие научно-справочного аппарата, стиль изложения;

достоверность и объективность результатов выпускной квалификационной работы, использование в работе научных достижений отечественных и зарубежных исследователей, собственных исследований и реального опыта; логические аргументы; апробация в среде специалистов - практиков, преподавателей, исследователей и т.п.;

использование современных информационных технологий, способность применять в работе математические методы исследований и вычислительную технику;

возможность использования результатов в профессиональной практике для решения научных, творческих, организационно-управленческих, образовательных задач.

При оценке выпускной квалификационной работы дополнительно должны быть учтены качество сообщения, отражающего основные моменты выпускной квалификационной работы, и ответы выпускника на вопросы, заданные по теме его выпускной квалификационной работы.

При определении окончательной оценки по защите выпускной квалификационной работы учитываются:

доклад выпускника;

ответы на вопросы;

оценка рецензента;

отзыв руководителя.

Оцениваемые компетенции:

- способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектовnano- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий (ПК-1);

- готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов nano- и микросистемной техники (ПК-2);

- готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3)

- готовность рассчитывать и проектировать основные параметры наноструктурных материалов различного функционального назначения (ПК-6).

Результаты защиты определяются оценками 'отлично', 'хорошо', 'удовлетворительно', 'неудовлетворительно'.

#### 4. Примерные темы выпускных квалификационных работ

1. Исследование характеристик керамических образцов из глины Алексеевского месторождения

2. Исследование свойств микрочастиц кремния оптическими методами

3. Исследование магнитной анизотропии тонких ионносинтезированных пленок силицида железа Fe<sub>3</sub>Si

4. Исследование микроструктуры и фазового состава тонких пленок оксида цинка, имплантированных ионами железа
5. Исследование характеристик керамических материалов из глины Салмановского месторождения
6. Диэлектрические потери в нанопористых полимерах блочной структуры
7. Исследование структуры механоактивированного глюконата кальция (МАКГ) в водном растворе методом
8. Магнитные свойства тонких пленок титаната стронция, имплантированного железом
9. Мессбауэровское исследование наночастиц core-shell типа
10. Изготовление и исследование фотовольтаических свойств солнечной ячейки Шоттки-типа
11. Спиновые свойства некоторых комплексов Fe(III)
12. Полупроводниковые детекторы ионизирующих излучений на основе метиламмония иодида свинца
13. Рост наночастиц палладия на поверхности оксида графена
14. Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигнала с детекторов частиц
15. Исследования магнитных тонких пленок FePt/Fe/Ta со структурой L10
16. Взаимодействие дипептида L-изолейцил-L-аланин с парообразными соединениями по данным сенсорного и термического анализа, и атомно-силовой микроскопии
17. Температурная зависимость константы магнитной анизотропии в ионносинтезированных пленках силицида железа Fe<sub>3</sub>Si
18. Микросферические частицы твердой дисперсии поливинилпирролидона К29-32 с возможностью ингаляционного введения
19. Исследование кристаллических новообразований в керамических материалах
20. Исследование зависимости размеров микрочастиц диоксида кремния от условий синтеза
21. Исследования электрических свойств стронций-замещенных ферриманганинов тулия Tm<sub>0,65</sub>Sr<sub>0,35</sub>Fe<sub>0,3</sub>Mn<sub>0,7</sub>O<sub>3</sub> и иттербия Yb<sub>0,82</sub>Sr<sub>0,18</sub>Fe<sub>0,15</sub>Mn<sub>0,85</sub>O<sub>3</sub>

Формулировки тем ВКР могут корректироваться в соответствии с индивидуальными возможностями, потребностями и траекториями обучения конкретных обучающихся, предложениями самих обучающихся, теоретической и практической актуальностью научных и научно-практических проблем.

## 5. Критерии оценивания выпускных квалификационных работ

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
?Отлично? выставляется за выпускную квалификационную работу, которая имеет положительные отзывы руководителя и рецензента. При его защите студент-выпускник показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, во время доклада использует наглядные пособия, легко отвечает на поставленные вопросы.	?Хорошо? выставляется за выпускную квалификационную работу, которая имеет положительный отзыв руководителя и рецензента. При его защите студент-выпускник показывает знания вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, во время доклада использует наглядные пособия, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.	?Удовлетворительно? выставляется за выпускную квалификационную работу, в отзывах руководителя и рецензента которой имеются замечания по содержанию работы и методике анализа. При его защите студент-выпускник проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.	?Неудовлетворительно? выставляется за выпускную квалификационную работу, которая не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях. В отзывах руководителя и рецензента имеются критические замечания. При защите выпускной квалификационной работы студент-выпускник затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. К защите не подготовлены наглядные пособия.

## 6. Нормативные документы, на основании которых разработана программа выпускной квалификационной работы

Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".

Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 №636).

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет", утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2015 года №714.

Регламент государственной итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" от 30 декабря 2016 года № 0.1.1.67-06/248/16.

Регламент подготовки и защиты выпускной квалификационной работы обучающимися федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" от 11 февраля 2016 года № 0.1.1.67-06/33-к/16.

Регламент проведения государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" от 31 марта 2017 года № 0.1.1.67-07/59-г.

## 7. Литература

1. Шалимова К.В. Физика полупроводников, Лань, 2010. [http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1\\_id=648](http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=648)
2. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников, Лань, 2008. <http://e.lanbook.com/books/71742>
3. Зегря Г.Г., Перель В.И. Основы физики полупроводников, Физматлит, 2009.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1\\_id=2371](http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=2371)
4. Матухин, В.Л. Физика твердого тела. / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. - СПб. : Лань, 2010. - 224 с.  
<http://e.lanbook.com/book/262>.
5. Брандт, Н.Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния. / Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. - М. : Физматлит, 2010. - 632 с.  
<http://e.lanbook.com/book/59598>.
6. Ансельм, А.И. Введение в теорию полупроводников. - СПб. : Лань, 2016. - 624 с.  
<http://e.lanbook.com/book/71742>.
7. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111201.html>
8. Наноэлектроника : учебное пособие / А.А. Щука ; под ред. А.С. Сигова. - Эл. изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 342 с. <http://znanium.com/catalog.php-bookinfo=366748>
9. Наноматериалы : учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. - 4-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 368 с. <http://znanium.com/catalog.php-bookinfo=542646>
10. Растворная электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение, под ред. У. Жу, Ж. Л. Уанга ; пер. с англ.-М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 582 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1\\_id=8689](http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=8689)
11. Свищев, Г. М. Конфокальная микроскопия и ультрамикроскопия живой клетки / Г. М. Свищев - М. Физматлит, 2011.-120 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1\\_id=5292](http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=5292)
12. Гусев, А. И. Наноматериалы,nanoструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. Изд. 2-е, исправленное. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1\\_id=2173](http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=2173).
13. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий. - М.: Машиностроение, 2012. - 656 с. <http://e.lanbook.com/book/5793>.
14. Головин, Ю.И. Наномир без формул. - М.: 'Лаборатория знаний', 2015. - 545 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1\\_id=70736](http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=70736).
15. Ищенко, А.А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля. / А.А. Ищенко, Г.В. Фетисов, Л.А. Асланов. - М.: Физматлит, 2011. - 648 с. <http://e.lanbook.com/book/5271>.
16. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. 4-е изд., испр. и доп.- Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.-416 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php/pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4027](http://e.lanbook.com/books/element.php/pl1_cid=25&pl1_id=4027)
17. Гельфман М.И. Ковалевич О. В. Юстратов В.П. Коллоидная химия. - 5-е стереот. изд. - Санкт-Петербург.: Лань, 2010. - 336 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4029](http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_cid=25&pl1_id=4029)
18. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника. СПб.: Лань, 2011. - 528 с.  
<http://e.lanbook.com/book/2035>.
19. Канева, И.И. Технология микро- и наноэлектроники. Технология материалов магнитоэлектроники. / И.И. Канева, С.В. Подгорная, В.Г. Андреев. - М. : МИСИС, 2011. - 161 с. <http://e.lanbook.com/book/47459>.
20. Шишкин, Г.Г. Наноэлектроника. Элементы, приборы, устройства. / Г.Г. Шишкин, И.М. Агеев. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 411 с. <http://e.lanbook.com/book/66208>.
21. Электронные измерения в нанотехнологиях и микрэлектронике / Афонский А.А. Дьяконов В.П., ДМК Пресс, 2011, 688 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1\\_id=900](http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=900).
22. Физические и химические основы нанотехнологий / Рамбиди Н.Г. Берёзкин А.В., Физматлит, 2009, 456 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=2291).

## **8. Особенности подготовки и защиты выпускной квалификационной работы для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации консультаций;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации защиты выпускной квалификационной работы;
- для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ предоставляется право выбора, с учетом индивидуальных психофизических особенностей, формы проведения итоговой аттестации (устно, письменно, с использованием технических средств и др.);
- для выступления на защите выпускной квалификационной работы обучающимся с ОВЗ и инвалидам могут быть предоставлены специальные технические средства, возможно привлечение ассистентов;
- увеличение продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы, выпускной квалификационной работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено .