

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Исаев Игорь Магомедович
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам
Дата подписания: 25.08.2023 15:24:30
Уникальный программный ключ:
d7a26b9e8ca85e98e5ad2eb454b48f9d80ef249

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
«МИСИС»**

Итоговая (государственная итоговая) аттестация

Выпускная квалификационная работа

ПРОГРАММА

Направление подготовки

03.04.02. – Физика

Профиль

Quantum Physics for Advanced Materials Engineering / Квантовая физика для
современной инженерии материалов

Москва 2020

Программа Выпускной квалификационной работы (далее – ВКР) составлена кафедрой теоретической физики и квантовых технологий (ТФикТ) на основании требований образовательного стандарта НИТУ «МИСиС» по направлению подготовки 03.04.02 - «Физика», утвержденного решением Ученого совета НИТУ МИСиС» от «26» ноября 2015 г. протокол № 4 и введенного в действие приказом ректора № 602 ов от «2» декабря 2015 г., а также иных нормативных документов, установленных законодательством РФ, и локальных актов Университета.

Разработчики:

Доцент, к.ф.-м.н.,
(уч.степень, уч.звание)

Е.А. Смирнова
(И.О. Фамилия)

Профессор, д.ф.-м.н.,
(уч.степень, уч.звание)

С.И. Мухин
(И.О. Фамилия)

(уч.степень, уч.звание)

(И.О. Фамилия)

Рассмотрено на заседании кафедры ТФикТ от «02» июня 2020 г., протокол № 10/20

Заведующий кафедрой ТФикТ
д.ф.-м.н., профессор
(уч.степень, уч.звание)

С.И. Мухин
(И.О. Фамилия)

Руководитель ОПОП ВО
зав.каф., д.ф.-м.н., профессор
(должность, уч.степень, уч.звание)

С.И. Мухин
(И.О. Фамилия)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета института ИНМиН НИТУ «МИСиС», протокол № 5-20 от 25.06.2020 г.

Председатель Ученого совета, директор ИНМиН
(наименование института)

С.Д. Калошкин
(И.О. Фамилия)

ВВЕДЕНИЕ

Наименование профиля направления подготовки: Quantum Physics for Advanced Materials Engineering / Квантовая физика для современной инженерии материалов

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших образовательную программу, включает:

все виды наблюдающихся в природе физических явлений, процессов и структур.

Основные виды профессиональной деятельности, в которых могут работать выпускники ОПОП ВО по данной направленности (профилю) направления подготовки:

- научно-исследовательская;
- научно-инновационная

1 ЦЕЛИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Целью государственной итоговой аттестации (далее – ГИА) в форме выпускной квалификационной работы (далее – ВКР) является итоговая оценка и подтверждение соответствия компетентности обучающегося требованиям соответствующего Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и(или) образовательного стандарта высшего образования НИТУ «МИСиС», в рамках обозначенных ниже компетенций.

2 Место ГИА в структуре ОПОП ВО

Продолжительность преддипломной практики - 10 недель;

Продолжительность подготовки ВКР – 6 недель.

Срок проведения ГИА в соответствии с графиком учебного процесса.

Сроки преддипломной практики, подготовки ВКР, сроки проведения ГИА регламентируются учебным планом.

3 ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, ПРОВЕРЯЕМЫХ ПРИ ИА (ГИА)

3.1 Компетенции, оцениваемые ВКР

ВКР направлена на оценку следующих компетенций выпускника:

Заполняется в соответствии с матрицей распределения компетенций ОПОП ВО на ИА (ГИА), приведенной в соответствующем учебном плане:

Универсальные (УК) компетенции

Шифр	Название компетенции
УК-1.1	способность использовать различные методы эффективного общения, формулировать выводы, используя знания и обоснования, в профессиональной сфере;
УК-1.2	способность работать в национальной и международной команде в качестве члена или руководителя команды
УК-2.1	демонстрировать владение русским и иностранным языками для коммуникации в обществе в целом и профессиональной среде
УК-3.1	Способность анализировать основные этапы и закономерности

Шифр	Название компетенции
	исторического развития общества для формирования гражданской позиции; соблюдать права и обязанности гражданина
УК-3.2	Способность соблюдать социальные нормы и ценности, участвовать в решении социальных задач, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
УК-4.1	Способность использовать приемы первой помощи, основные методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций
УК-5.1	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
УК-5.2	способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и профессиональный уровень в течение всей жизни
УК-6.1	Демонстрировать глубокое знание и понимание фундаментальных наук, а также знания в междисциплинарных областях профессиональной деятельности
УК-7.1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
УК-7.2	Способность анализировать продукцию, процессы и системы в рамках широких междисциплинарных областей
УК-7.3	Способность ставить и решать нестандартные задачи в условиях неопределенности и альтернативных решений с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, а также новых инновационных методов
УК-8.1	Умение проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей
УК-8.2	Умение выбрать и применять передовые методы и технологии проектирования или использовать творческий подход для разработки новых и оригинальных методов проектирования и разработки
УК-9.1	Способность находить и получать необходимые данные об объекте исследования, осуществлять поиск литературы
УК-9.2	Способность критически использовать базы данных и другие источники информации, осуществлять моделирование объектов и процессов, а также исследовать применение новейших технологий
УК-10.1	Демонстрировать практические навыки для решения проблем и проведения комплексных исследований
УК-10.2	Демонстрировать системное понимание применяемых технических решений, технологий и процессов в области, соответствующей образовательной программе
УК-10.3	Демонстрировать глубокое понимание экономических, организационных и управленческих вопросов (управление проектами, управление рисками и управление изменениями)
УК-11.1	Готовность управлять комплексными проектами, которые требуют новых стратегических подходов
УК-11.2	Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятие решения

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Шифр	Название компетенции
ОПК-1.1	Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.1	Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК-3.1	Способность к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ
ОПК-4.1	Способность адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
ОПК-5.1	Способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ОПК-6.1	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ОПК-7.1	Способность демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики

Профессиональные компетенции (ПК):

Шифр	Название компетенции
ПК-1.1	Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-1.2	способность планировать и осуществлять комплексные экспериментальные и теоретические исследования в области квантового материаловедения
ПК-2.1	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
ПК-2.2	Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

3.2 Критерии оценки компетентности выпускника:

Универсальные (УК) компетенции

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
УК-1.1	<ul style="list-style-type: none"> - оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР. <p>способность использовать различные методы эффективного общения, формулировать выводы, используя знания и обоснования, в профессиональной сфере</p>
УК-1.2	<ul style="list-style-type: none"> - оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР. <p>способность работать в национальной и международной команде в</p>

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
	качестве члена или руководителя команды
УК-2.1	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>демонстрировать владение русским и иностранным языками для коммуникации в обществе в целом и профессиональной среде</p>
УК-3.1	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение» и «1 Аналитический обзор литературы»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции; соблюдать права и обязанности гражданина</p>
УК-3.2	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение» и «1 Аналитический обзор литературы»; «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Способность соблюдать социальные нормы и ценности, участвовать в решении социальных задач, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия</p>
УК-4.1	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Способность использовать приемы первой помощи, основные методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций</p>
УК-5.1	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение», «1 Аналитический обзор литературы»; «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала</p>
УК-5.2	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение» и «1 Аналитический обзор литературы»;</p> <p>«2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>способность совершенствоваться и развивать свой интеллектуальный и профессиональный уровень в течение всей жизни</p>
УК-6.1	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение» и «1 Аналитический обзор литературы»;</p> <p>«2 Материалы, методы и методики исследования»; «3 Результаты и их обсуждение»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Демонстрировать глубокое знание и понимание фундаментальных наук, а также знания в междисциплинарных областях профессиональной деятельности</p>
УК-7.1	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу</p>

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
УК-7.2	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Способность анализировать продукцию, процессы и системы в рамках широких междисциплинарных областей</p>
УК-7.3	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Способность ставить и решать нестандартные задачи в условиях неопределенности и альтернативных решений с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, а также новых инновационных методов</p>
УК-8.1	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Умение проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей</p>
УК-8.2	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Умение выбрать и применять передовые методы и технологии проектирования или использовать творческий подход для разработки новых и оригинальных методов проектирования и разработки</p>
УК-9.1	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования»,</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Способность находить и получать необходимые данные об объекте исследования, осуществлять поиск литературы</p>
УК-9.2	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «1 Аналитический обзор литературы», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Способность критически использовать базы данных и другие источники информации, осуществлять моделирование объектов и процессов, а также исследовать применение новейших технологий</p>
УК-10.1	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Демонстрировать практические навыки для решения проблем и проведения комплексных исследований</p>
УК-10.2	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования» и «3 Результаты и их обсуждение»;</p> <p>- оценивается при защите ВКР.</p> <p>Демонстрировать системное понимание применяемых технических решений, технологий и процессов в области, соответствующей образовательной программе</p>
УК-10.3	<p>- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования» и «3 Результаты и их обсуждение»; «Выводы»;</p>

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
	- оценивается при защите ВКР. Демонстрировать глубокое понимание экономических, организационных и управленческих вопросов (управление проектами, управление рисками и управление изменениями)
УК-11.1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования» и «3 Результаты и их обсуждение»; «Выводы»; - оценивается при защите ВКР. Готовность управлять комплексными проектами, которые требуют новых стратегических подходов
УК-11.2	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение» и «Выводы»; - оценивается при защите ВКР. Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятие решения

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
ОПК-1.1	оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах «Введение», «1 Аналитический обзор литературы»; «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР. готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-2.1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР «2 Материалы, методы и методики исследования» и «3 Результаты и их обсуждение»; «Выводы», - оценивается при защите ВКР. Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК-3.1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; «Выводы», - оценивается при защите ВКР. Способность к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ
ОПК-4.1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР. Способность адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
ОПК-5.1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделе «2 Материалы, методы и методики исследования»; «3 Результаты и их обсуждение»; - оценивается при защите ВКР. Способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ОПК-6.1	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР:

Шифр компетенции	Критерии для оценки компетентности
	«Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР. Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ОПК-7.1	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Титульный лист», «Задание на ВКР», «Аннотация», «Содержание», «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР. Способность демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики

Профессиональные компетенции (ПК):

Код	Соответствие ФГОС ВО/ Соответствие профстандарту (указывается код)
ПК-1.1	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», «Список использованных источников» и «Приложения»; - оценивается при защите ВКР. Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-1.2	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Задание на ВКР», «Введение», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», - оценивается при защите ВКР. способность планировать и осуществлять комплексные экспериментальные и теоретические исследования в области квантового материаловедения
ПК-2.1	- оценивается по результатам выполнения ВКР во всех разделах ВКР: «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», - оценивается при защите ВКР. Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
ПК-2.2	- оценивается по результатам выполнения ВКР в разделах ВКР: «Введение», «1 Аналитический обзор литературы», «2 Материалы, методы и методики исследования», «3 Результаты и их обсуждение», «Выводы», - оценивается при защите ВКР. Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

4 ОБЪЕМ ИА (ГИА)

Общая трудоемкость ИА (ГИА) устанавливается Учебным планом.

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	часов	ЗЕТ

Общая трудоемкость	324	9
Самостоятельная работа обучающегося	288	8
Сбор материала, изучение литературы по теме ВКР	72	2
Выполнение ВКР	180	5
Подготовка к защите ВКР	36	1
Контактная работа обучающегося	36	1
Работа с руководителем ВКР	26	0,722
Работа с консультантами	2	0,056
Предзащита ВКР	4	0,111
Защита ВКР	4	0,111
Итого	324	9

5 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ВКР

ВКР должна содержать разделы, позволяющие оценить все компетенции, указанные в таблицах п.3.

№ и название разделов ВКР	Краткая характеристика раздела	Шифр компетенции
Титульный лист	Стандартная форма, в которую вводятся сведения о теме ВКР, студенте, руководителе(-ях) и консультантах, а так же содержит поля подписи студентом, руководителем (ями), консультантами, контролерами, зав.кафедрой и директором института.	ОПК-7.1, ОПК-6.1,УК-7.1 УК-2.1, УК-1.2
Задание на ВКР	Стандартная форма, выдаваемая на кафедре и заполняемая совместно студентом, руководителем и консультантами. Утверждается зав.кафедрой.	УК-1.2, УК-2.1, УК-7.1, ОПК-6.1,ОПК-7.1, ПК-1.2
Аннотация	Краткая характеристика выполненной ВКР (до 2000 знаков). Текст аннотации заканчивается стандартным информационным абзацем об объеме ВКР и её характеристиках.	УК-1.2, УК-2.1, УК-7.1, ОПК-6.1, ОПК-7.1
Содержание	Перечень наименований всех разделов и подразделов ВКР, кроме титульного листа, задания на ВКР и аннотации.	УК-1.2, УК-2.1, УК-7.1, ОПК-6.1, ОПК-7.1
Введение	Краткая характеристика научно-технической проблемы, решению которой посвящена ВКР.	УК-1.2, УК-2.1, УК-3.1, УК-3.2, УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-6.1, ОПК-7.1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1,ПК-2.2
1 Аналитический обзор литературы	Обзор сведений и критический анализ опубликованных работ по тематике ВКР. Завершается подразделом «Постановка цели и задач ВКР».	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.1, УК-3.1, УК-3.2, УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-8.1, УК-9.1, УК-9.2, УК-10.1. ОПК-1.1, ОПК-4.1, ОПК-6.1, ОПК-7.1, ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2
2 Материалы, методы и методики исследования*	Излагаются сведения о используемых материалах, экспериментальных методах и методиках, технологических процессах, оборудовании и сведения о параметрах оборудования.	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.1, УК-3.2, УК-4.1, УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-8.1, УК-8.2, УК-9.1, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, УК-11.1, УК-11.2, ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ОПК-6.1, ОПК-7.1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2
3 Результаты и их обсуждение**	Приводятся полученные в ВКР данные, результаты исследования, их анализ. Сопоставление результатов с аналогичными литературными данными.	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.1, УК-3.2, УК-4.1, УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-8.1, УК-8.2, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, УК-11.1, УК-11.2, ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-3.1, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ОПК-6.1, ОПК-7.1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2

№ и название разделов ВКР	Краткая характеристика раздела	Шифр компетенции
Выводы	Кратко и четко формулируются основные результаты работы	УК-1.2, УК-2.1, УК-3.2, УК-4.1, УК-5.1, УК-5.2, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-8.1, УК-8.2, УК-9.2, УК-10.1, УК-10.3, УК-11.1, УК-11.2, ОПК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-3.1, ОПК-6.1, ОПК-7.1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2
Список использованных источников	Библиографическое описание всех литературных источников, на которые есть ссылки в тексте ВКР	УК-1.2, УК-2.1, УК-3.2, УК-5.1, УК-5.2, УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-6.1, ОПК-7.1, ПК-1.1
Приложения***	Включаются дополнительный иллюстративный материал, программы ЭВМ, чертежи технологической оснастки и т.д.	УК-1.2, УК-2.1, УК-3.2, УК-5.1, УК-5.2, УК-7.1, ОПК-1.1, ОПК-6.1, ОПК-7.1, ПК-1.1
<p>Примечания: * Допускается изменение формулировки (например, «Материалы и методы исследования»); ** Допускается разделение раздела на два: «3 Результаты» и «4 Обсуждение результатов»; *** Необязательный раздел ВКР. Необходимость и количество приложений определяется по согласованию с руководителем ВКР</p>		

Разделы в таблице содержания ВКР должны точно отражать фактическую структуру пояснительной записки ВКР соответствующей ОПОП ВО. В таблице должны быть указаны все компетенции, включенные в 3-й раздел.

Объем текстовой части ВКР, оформленной в соответствии с требованиями ЕСКД, должен составлять:

Не менее 40 страниц формата А4. – для дипломной работы.

- а) 50-100 страниц формата А4 – для дипломного проекта;
- б) 40-70 страниц формата А4. – для дипломной работы.

Рекомендуемый объем графического материала должен составлять:

- в форме презентации, используемой для представления работы в ГЭК – не менее 10 слайдов.

Допускаются использование любых иллюстративных материалов, натуральных образцов и моделей.

- а) 8-10 листов формата А1 – для дипломного проекта
- б) 4-6 листов формата А1 для дипломной работы.

При участии обучающегося в научной работе выпускающей кафедры структура дипломной работы может быть связана с научной деятельностью и не содержать всех указанных разделов.

Указанные объемы ВКР должны отражать фактические объемы соответствующих разделов ВКР рассматриваемой ОПОП ВО.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВКР

6.1 Рекомендуемая литература

а) Основная

1. Ашкрофт Н., Мермин П. Физика твёрдого тела. – М.: “Мир”, 1979.
2. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, Статистическая физика, Физматлит. 2002. – 352 с.
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978.
4. Абрикосов А.А. Основы теории металлов. “Наука”, 1987.
5. Дж.Займан Принципы теории твёрдого тела. “Физматлит”, 1988.
6. Л.Д. Ландау, Е.М.Лифшиц. Механика сплошных сред. “Физматлит”, 2003.

7. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. "Физика твердого тела". Высшая школа 2000
8. Л.Д. Ландау, Е.М.Лифшиц. Квантовая механика (нерелятивистская теория), "Физматлит", 2003.
9. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников МЦНМО 2000
10. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. / Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. – М.: Металлургия, 1982. – 632 с.
11. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1980. – 320 с.
12. Горелик С.С., Скаков Ю.А. Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. – М.: МИСиС, 2002.

а. б) Дополнительная

13. Ч. Киттель, Статистическая термодинамика, М.Наука, 1977, – 336 с.
14. Физическое металловедение. / Ред. Р.У.Кан и П. Хаазен. - в 3-х томах. – М.: Металлургия. 1987
15. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979.
16. Уманский Я.С, Скаков Ю.А. Физика металлов. – М.: Атомиздат, 1978. – 352 с.
17. И.Пригожин, Д.Кондепуди, Современная термодинамика, М.Мир.2002.
18. Белащенко Д.К. Компьютерные методы в физике и физической химии: лаб. практикум М.: Изд-во МИСиС, 2012

в) Методические указания

1 ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Переизд. янв. 2008 с поправкой и изм. 1. – М.: Стандартинформ, 2008.

2 Правилами оформления выпускных квалификационных работ. /Н.В. Каретникова; под. ред. Т.М. Полховской. – М.: МИСиС, 2015.

6.2 Методические рекомендации

Цель ВКР любого уровня образования – доказательство приобретенных компетенций, в том числе и умения самостоятельно решать конкретные научно-технические задачи, соответствующие уровню подготовки выпускника, и обосновывать свои решения и выводы.

При изложении текста ВКР должны быть соблюдены основные требования:

- четкость и логическая последовательность изложения;
- убедительная аргументация;
- краткость и точность формулировок, исключающая возможность неоднозначного толкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- использование общепринятой терминологии, установленной в межгосударственных или национальных стандартах РФ;
- текст излагается в безличной форме.

ВКР оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и «Правилами оформления выпускных квалификационных работ».

6.3 Информационные средства обеспечения ГИА

Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:

- Научная электронная библиотека eLIBRARY <https://elibrary.ru/>;
- Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <https://polpred.com/news>;

Иностраннные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):

- аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>;
- аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <https://www.scopus.com/>;
- наукометрическая система InCites <https://apps.webofknowledge.com>;
- научные журналы издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВКР

Для выполнения ВКР необходима литература, имеющаяся в библиотеке Университета в бумажном или электронном виде, в количестве, установленном данной Программой, аудитория, позволяющая вести выпускнику работу по проектированию (оборудованная компьютерами и соответствующим программным обеспечением) не менее 6 (шести) часов в неделю.

Для защиты ВКР необходима аудитория, обеспеченная мультимедийным оборудованием (мультимедийный проектор, компьютер, экран) и *стендом для размещения демонстрационных плакатов*. Число посадочных мест и площадь аудитории должна позволять разместить в ней ГЭК и не менее 10 слушателей.

8 ФОРМЫ КОНТРОЛЯ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ ВКР

8.1 Текущий контроль выполнения ВКР

Текущий контроль выполнения ВКР обучающимся осуществляется руководителями ВКР и организуется заведующим выпускающей кафедры под контролем директора института. В качестве средства текущего контроля используется график выполнения ВКР, заполняемый руководителем ВКР еженедельно.

Примерная форма Графика выполнения ВКР:

Недели ВКР	Проценты										Примечания об успеваемости (удовлетворительно, неудовлетворительно)
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1	+	+									
2	+	+	+	+							
3	+	+	+	+	+	+					
4	+	+	+	+	+	+	+	+			
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

В случае выполнения графика ВКР менее чем на 20 % по истечению 80 % времени, отведенного на ВКР, студент может быть отчислен за невыполнение графика ВКР по решению директора института на основании служебной записки заведующего кафедрой или руководителя ВКР.

8.2 Предзащита и допуск к защите ВКР

Не позднее чем за 1 неделю до защиты ВКР должна быть представлена на выпускающую кафедру для проверки и предзащиты. Целью предзащиты является определение степени готовности ВКР к защите (полнота объема выполненного задания, качество выполнения графического материала), подготовка выпускника к защите.

К предзащите допускаются ВКР, прошедшие нормоконтроль, и имеющие отзыв руководителя ВКР с рекомендуемой оценкой, а также, в случае обучения по ОПОП ВО специалитета или бакалавриата, рецензию. Кроме того, ВКР должна пройти проверку на объем заимствования, который не должен превышать 25 %. По результатам проверки формируется справка из системы обнаружения текстовых заимствований «Антиплагиат».

Предзащита ВКР проводится комиссией, назначаемой устным или письменным распоряжением заведующего кафедрой. В ее состав входят заведующий кафедрой и 2-3 преподавателя кафедры, одним из которых должен быть руководитель ВКР. Время проведения предзащиты назначается заведующим кафедрой.

На предзащите заслушивается доклад, могут быть заданы вопросы, направленные на проверку знаний и приобретение навыков публичной защиты выпускником. По результатам предзащиты заведующий кафедрой ставит свою подпись на ВКР, которая является допуском к защите.

Допуск к защите дипломной работы выполняется на основании результатов предзащиты заведующим кафедрой, что подтверждается его подписью в ВКР, при наличии виз лица, отвечающего за нормоконтроль и лиц, отвечающих за руководство соответствующими разделами ВКР, положительного заключения по результатам проверки на объем заимствования.

8.3 Защита ВКР

Перед защитой председатель и члены ГЭК должны ознакомиться с порядком проведения ГИА в форме защиты ВКР, критериями и показателями оценки ВКР, указанными в настоящей Программе.

Заседание ЭК (ГЭК) может состояться при участии не менее 2/3 её членов.

Структура защиты приведена в таблице:

Наименование этапа защиты ВКР		Время, мин
1	Представление ВКР секретарем ГЭК: ФИО обучающегося, тема ВКР, руководитель ВКР, выпускающая кафедра, место и статус прохождения преддипломной практики	1-5
2	Доклад	10
3	Вопросы членов ГЭК и ответы обучающегося	7-15
4	Выступления (при наличии желающих)	0-5
5	Оглашение секретарем ГЭК среднего балла за период обучения, рецензии, отзыва руководителя и рекомендуемой оценки	2-10
Итого		20-40

Доклад должен отражать основные цели и актуальность темы ВКР, краткое содержание разделов и достигнутые результаты, выводы по ВКР в целом и относительно поставленных целей.

Каждый член ГЭК имеет право задать обучающемуся не более 3 (трех) вопросов, имеющих отношение к выполненной ВКР, позволяющих пояснить или раскрыть ее содержание, уточнить доклад или порядок выполнения ВКР. После получения ответа на каждый вопрос секретарь ГЭК фиксирует сам вопрос и

удовлетворенность ответом на поставленный вопрос членов ГЭК (удовлетворены / не удовлетворены).

Оценка результатов защиты ВКР.

Результаты защиты ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Каждый член ГЭК должен оценить защиту по следующим критериям по пятибалльной шкале (1-5):

Критерий		Оценка
1	Актуальность (современность, важность, значимость) и возможность практического применения работы	
2	Соответствие работы критериям оценки компетенций выпускника	
3	Доклад	
4	Качество ответов на поставленные вопросы	
Итоговая оценка члена ЭК (ГЭК) (среднее арифметическое)		

Оценка проводится каждым членом ГЭК, присутствующим на защите ВКР, по каждому обучающемуся (Приложение А - Форма индивидуальной ведомости члена ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР).

Итоговая оценка ГЭК выпускника определяется арифметически по следующей формуле

$$A = \frac{\sum C + C_1 + C_2}{K + 2},$$

где C - оценка, выставленная членом ГЭК;

C_1 - оценка, рекомендуемая руководителем ВКР;

C_2 - оценка рецензента ВКР;

K - количество членов ГЭК.

В зависимости от полученных результатов итоговая оценка определяется в соответствии с таблицей, представленной ниже

Итоговая оценка	Результаты расчетов
Отлично	$\geq 4,5$
Хорошо	$\geq 3,5 - < 4,5$
Удовлетворительно	$\geq 2,5 - < 3,5$
Неудовлетворительно	$< 2,5$

Результат ГИА (полученная оценка) утверждается простым голосованием членов ГЭК по каждому студенту. При равном количестве голосов решающее право голоса отдается председателю ГЭК (Приложение В - Форма общей ведомости членов ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР).

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» подтверждают соответствие компетентности выпускника установленным требованиям и означают успешное прохождение аттестационного (государственного аттестационного) испытания.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма индивидуальной ведомости члена ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР

ВЕДОМОСТЬ
заседания ГЭК по ГИА по ОПОП ВО

Направление подготовки – 03.04.02 – Физика

Профиль – *Quantum Physics for Advanced Materials Engineering / Квантовая физика для современной инженерии материалов*

от « ____ » _____ 20__ г.

(полностью Ф.И.О. члена ГЭК)

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Академическая группа	Форма обучения очная	ОЦЕНКИ								Примечания, рекомендации	
				сред. балл	рецензент	отзыв руководителя	оценка члена ГЭК						ОБЩАЯ
							пояснительная записка	демонстрационный материал	доклад	дискуссия			
1				—									
2				—									
3				—									
4				—									
5				—									
6				—									
7				—									
8				—									
9				—									
10				—									

(подпись члена ГЭК)

Приложение В
(рекомендуемое)

Форма общей ведомости членов ГЭК по ГИА в форме защиты ВКР

ВЕДОМОСТЬ
заседания ГЭК по ГИА по ОПОП ВО

Направление подготовки – 03.04.02 – Физика

Профиль – *Quantum Physics for Advanced Materials Engineering / Квантовая физика для современной инженерии материалов*

от «___» _____ 20__ г.

№ п/п	Ф.И.О. студента (полностью)	Академическая группа	Форма обучения очная	ОЦЕНКИ												Примечания, рекомендации	
				средний балл	рецензент	отзыв руководителя	Фамилия И.О. членов ГЭК							ОБЩАЯ ОЦЕНКА			
							пред	ель	:	:	:	:	:	:	:		
1				—													
2				—													
3				—													
4				—													
5				—													
6				—													
7				—													
8				—													
9				—													
10				—													
подписи членов ГЭК																	

_____ (подпись)

_____ (И.О. Фамилия)

Председатель ГЭК