

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
электроники, фотоники и  
молекулярной физики  
В.В. Иванов**

**Программа государственной итоговой аттестации  
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы**

**по направлению:** Электроника и нанoeлектроника  
**профиль подготовки:** Микро- и нанoeлектроника  
Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики  
**курс:** 4  
**квалификация:** бакалавр  
  
**семестр:** 8 (Весенний)

Программу составили:

А.А. Фомичев, д-р физ.-мат. наук, профессор  
Е.П. Шешин, д-р физ.-мат. наук, профессор  
А.А. Чуприк, канд. физ.-мат. наук  
А.С. Батурин, канд. физ.-мат. наук  
С.А. Никитов, д-р физ.-мат. наук, профессор  
В.В. Вьюрков, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник  
Е.С. Горнев, д-р техн. наук

Программа обсуждена на заседании Физтех-школы Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики  
04.06.2020

## 1. Цели и задачи

### Цели

Целью государственной итоговой аттестации (далее – ГИА) является установление уровня подготовки обучающегося к выполнению профессиональных задач и соответствия результатов освоения обучающимся образовательной программы требованиям образовательного стандарта по направлению подготовки.

### Задачи

- оценка способности обучающегося, опираясь на полученные знания, умения, сформированные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи из области своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, правильно аргументировать и защищать свою точку зрения;
- принятие решения о присвоении выпускнику квалификации «Бакалавр» по результатам ГИА и выдаче выпускнику документа (диплома) о высшем образовании;
- разработка рекомендаций по совершенствованию подготовки выпускников по данному направлению подготовки на основании результатов работы государственной экзаменационной комиссии.

## 2. Перечень компетенций, уровень сформированности которых оценивается при проведении защиты выпускной квалификационной работы

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
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-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи
	УК-3.1 Способен устанавливать разные виды коммуникации (учебную, научную, деловую, неформальную и др.)
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1 Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке
	УК-4.2 Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации

УК-5 Способен осмысливать культурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском аспектах	УК-5.1 Знает основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации
	УК-5.2 Имеет представление о системах этических и интеллектуальных ценностей и норм, их значении в истории общества
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития
УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1 Знает основы здорового образа жизни, здоровьесберегающих технологий, физической культуры
	УК-7.2 Понимает влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний
	УК-7.3 Способен поддерживать уровень физической подготовки; проводить самостоятельные занятия физическими упражнениями с общей развивающей, профессионально-прикладной и оздоровительно-корректирующей направленностью; составлять индивидуальные комплексы физических упражнений с различной направленностью
УК-8 Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.1 Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций
	УК-8.2 Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению
	УК-8.3 Владеет методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций
УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.1 Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития
	УК-9.2 Знает основные виды и источники возникновения экономических и финансовых рисков и подходы к их снижению
	УК-9.3 Владеет основами экономического анализа для принятия обоснованных экономических решений

УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	УК-10.1 Понимает природу возникновения и опасность экстремизма, терроризма, коррупции, необходимость активного противодействия экстремизму, терроризму и коррупции и важность формирования личностной позиции по отношению к экстремизму, терроризму и коррупционному поведению
	УК-10.2 Знает причины, порождающие экстремизм, терроризм и коррупцию, возможные формы их проявления, принципы (правовые, административные, организационные и др.) противодействия экстремизму, терроризму и коррупции, формирования и реализации политики противодействия экстремизму, терроризму и коррупции, а также основы проведения антикоррупционных действий в различных областях жизнедеятельности
	УК-10.3 Умеет анализировать причины и предпосылки возникновения, характер проявления и последствия коррупционных действий и способен содействовать проведению реализации политики противодействия экстремизму, терроризму, коррупции и формировать личностную позицию по основным вопросам гражданско-этического характера, демонстрируя нетерпимое отношение к экстремизму, терроризму и коррупционному поведению
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности

<p>ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач</p>	<p>ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации</p> <p>ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности</p>
<p>ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре</p>	<p>ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников</p> <p>ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры</p> <p>ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок</p>
<p>ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования</p>	<p>ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем</p> <p>ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием</p> <p>ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов</p> <p>ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики</p> <p>ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории</p> <p>ПК-1.9 Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области</p> <p>ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин</p> <p>ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента</p> <p>ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях</p>
<p>ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)</p>	<p>ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных</p> <p>ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории в письменной и устной форме</p> <p>ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины</p>

ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

### 3. Тематика выпускных квалификационных работ

Тематикой выпускных квалификационных работ (ВКР) являются теоретические и практические исследования в области нейроморфных вычислений, углеродной наноэлектроники, терагерцовых технологий, энергонезависимой памяти, новых лазерных систем, дисплейных технологий, оптоинформатики, технического зрения, навигационных систем и других высокотехнологичных областей фотоники и электроники.

Тематика ВКР разрабатывается выпускающими кафедрами на основании актуальных проблем отрасли и тенденций развития науки по профилю подготовки.

Примеры тем выпускных квалификационных работ:

Организация нелокальной связи между зарядовыми кубитами при помощи дискретной механической моды

Исследование взаимодействующих оптических мод в микрорезонаторах на основе одномерных фотонных кристаллов

Разработка пульта имитации выходных сигналов трехосного Зеемановского квазичетырехчастотного лазерного гироскопа

Исследование энергетических параметров излучателя на АНГ с ниодимом Nd<sup>3+</sup> с продольной полупроводниковой накачкой

Исследование процессов воздействия излучения квантово-каскадного лазера на матричные фотоприемные устройства на базе In.Sb

Исследование возможностей глубокого машинного обучения для моделирования воздушного изображения в задачах фотолитографии

Механизмы влияния радиационных воздействий на структурные и электро-физические свойства слоистой системы с сегнетоэлектрической пленкой

Матричные фотоприемники на квантово-размерных структурах с повышенной однородностью чувствительности

Цифровая обработка сигналов инфракрасных многорядных фотоприемных устройств для повышения вероятности обнаружения малоразмерных объектов

Разработка источников света общего освещения на основе катодоллюминесцентных ламп с автокатадами

Разработка и исследования многоэмиттерных катодно-модуляторных узлов на основе углеродных волокон

#### 4. Требования к оформлению текста выпускной квалификационной работы

Текст выпускной квалификационной работы оформляется в соответствии с требованиями Положения о выпускной квалификационной работе студентов МФТИ и Требованиями к содержанию и структуре, правила оформления ВКР (бакалаврских работ и магистерских диссертаций) студентов ФЭФМ.

#### 5. Процедура защиты выпускной квалификационной работы

Основные вопросы по защите ВКР регламентированы Положением о выпускной квалификационной работе студентов МФТИ.

Защита выпускной квалификационной работы проводится в форме представления доклада по результатам выполненного научного исследования (презентации). Продолжительность доклада обучающегося – не более 15 минут. По окончании доклада обучающийся отвечает на вопросы членов ГЭК без дополнительного времени на подготовку. Опрос обучающегося не может продолжаться более 1 астрономического часа.

Примерные вопросы членов ГЭК на защите ВКР:

1. Какими источниками Вы пользовались при поиске научной информации по теме Ваших исследований?
2. В каких изданиях опубликованы результаты Вашей работы?
3. Какие математические модели Вы использовали при обработке результатов исследований?
4. В чем состоит новизна результатов Ваших исследований? Как Вы охарактеризуете эту новизну: концепция, идея, обогащающая известную концепцию, или как новую методику, расширяющую границы познания?
5. На каких конференциях были представлены результаты Вашей работы?
6. Почему Вы выбрали для исследований именно эту методику?
7. Какова погрешность выбранного Вами метода анализа? Покажите интервал достоверности на графике.
8. Дайте характеристику выбранному Вами методу исследований.
9. Как проводилась обработка экспериментальных данных?
10. Какова достоверность полученных Вами результатов?
11. Сформулируйте практическую ценность Ваших исследований.
12. Каков Ваш вклад в результаты научных работ, опубликованных коллективом с Вашим участием?
13. Чем обоснована теоретическая значимость результатов Ваших исследований?
14. Чем обоснована практическая значимость результатов Ваших исследований?
15. Ваш прогноз на перспективы использования результатов Вашей работы.
16. Какие новые научные факты (факторы, гипотезы, тенденции, положения, идеи, доказательства) изложены в Вашей работе?
17. Удалось ли Вам в ВКР раскрыть существенные противоречия в известных представлениях на изучаемый Вами предмет (изучаемое явление, изучаемый процесс), если удалось, то в чем они заключается?
18. Каков результат сравнения Ваших авторских научных достижений с данными, представленными в независимых источниках по данной тематике?
19. Какое программное обеспечение Вы использовали при выполнении работы и обработке полученных результатов?
20. Как Вы обосновали в работе представительность выборочных совокупностей единиц наблюдения (измерения)?

Выпускающая кафедра организует проведение необходимых консультаций обучающимся, разъясняет принципы и порядок проведения ГИА, критерии оценки ответов, порядок апелляции, а также дает ответы по существу на все вопросы, возникшие при подготовке к ГИА.

## **6. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения защиты выпускной квалификационной работы**

аудитория для проведения защиты выпускной квалификационной работы, оснащенная рабочими местами для обучающихся и государственной экзаменационной комиссии, доской, мультимедийным оборудованием.

## **7. Перечень рекомендуемой литературы**

### Основная литература

1. Подготовка и защита бакалаврской работы, магистерской диссертации, дипломного проекта [Электронный ресурс], учеб. пособие / Ю. Н. Новиков. — СПб., Лань, 2019.— URL: <https://e.lanbook.com/book/122187> (дата обращения: 29.01.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)

### Дополнительная литература

1. Искусство писать научные статьи, научно-практическое руководство / Е. З. Мейлихов. — Долгопрудный, Интеллект, 2020.— URL: <http://books.mipt.ru/book/301312> (дата обращения: 18.12.2020). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)

## **8. Рекомендации обучающимся по выполнению ВКР и подготовке к защите**

При выполнении ВКР и подготовке к ее защите следует руководствоваться Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в МФТИ ([https://mipt.ru/sveden/files/Poryadok\\_provedeniya\\_GIA\\_v\\_bakalavriate,\\_specialitete\\_i\\_magistrature\\_27.11.2017.pdf](https://mipt.ru/sveden/files/Poryadok_provedeniya_GIA_v_bakalavriate,_specialitete_i_magistrature_27.11.2017.pdf)) и Положением о выпускной квалификационной работе студентов МФТИ.

В ходе написания ВКР студент обязан показать умение систематизировать, обобщать, закреплять и расширять теоретические знания и практические навыки; глубоко и самостоятельно исследовать конкретную проблему; применять полученные знания при решении конкретных задач профессиональной деятельности; разрабатывать практические рекомендации в исследуемой области; представлять результаты своей деятельности.

ВКР должна демонстрировать уровень подготовленности к самостоятельной профессиональной деятельности и представляет собой изложение результатов выполненной им НИР, связанной с решением задач того вида профессиональной деятельности, на который ориентирована осваиваемая образовательная программа. ВКР, представленная к защите, должна быть изложена с соблюдением принципов логичности, аргументированности, последовательности и основываться на изучении теоретического и фактического материалов, умении аргументировать собственные предложения, правильно пользоваться специальными терминами.

## **9. Методика и критерии оценки защиты выпускной квалификационной работы**

Результаты защиты ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешную защиту ВКР с присвоением соответствующей квалификации.

Оценка за ВКР выставляется ГЭК с учетом мнения научного руководителя, доклада выпускника и публичной дискуссии, а также с учетом следующих критериев:

– обоснованность актуальности темы исследования, соответствие содержания теме, полнота ее раскрытия;

- четкость структуры работы и логичность изложения материала, методологическая обоснованность исследования;
  - эффективность использования избранных методов исследования для решения поставленной проблемы;
  - владение научным стилем изложения;
  - обоснованность и ценность полученных результатов исследования и выводов, возможность их применения в практической деятельности;
  - соответствие формы представления ВКР всем требованиям, предъявляемым к оформлению работ;
  - качество устного доклада, свободное владение материалом ВКР;
  - глубина и точность ответов на вопросы, замечания и рекомендации во время защиты работы.
- При оценке ВКР могут быть приняты во внимание публикации, авторские свидетельства и пр. Критерии оценки защиты ВКР приведены в Положении о выпускной квалификационной работе студентов МФТИ.

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

Для обучающихся из числа инвалидов государственная итоговая аттестация проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальные особенности).

При проведении ГИА обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение государственной итоговой аттестации для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении ГИА;
- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами ГЭК);
- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении ГИА с учетом их индивидуальных особенностей;
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях.

По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность выступления обучающегося при защите выпускной квалификационной работы – не более чем на 15 минут.

Обучающийся инвалид не позднее, чем за 3 месяца до начала проведения ГИА подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных аттестационных испытаний с указанием особенностей его психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в дирекции института).

В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности выступления при защите выпускной квалификационной работы по отношению к установленной продолжительности.