

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)



**Программа вступительного испытания
для поступления в магистратуру по направлению:
12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика»**

Профиль подготовки:
«Современные квантовые технологии»

Казань 2021

1 Цели и задачи вступительных испытаний

Цель вступительного испытания – определить готовность и возможность абитуриента освоить образовательную программы высшего образования – программу магистратуры (далее – программа магистратуры) по направлению подготовки 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика.

Основные задачи вступительного испытания – проверить и оценить соответствие уровня и качества подготовки абитуриента к освоению программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика.

2 Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения программы магистратуры

К освоению программ магистратуры по направлению подготовки 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика допускаются лица, имеющие высшее образование любого уровня, подтвержденное документом о высшем образовании и о квалификации.

Порядок и условия приема на обучение по программе магистратуры по направлениям подготовки 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика утверждается локальным нормативным актом КНИТУ-КАИ, на основе установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

Порядок приема на обучение по программе магистратуры по направлению подготовки 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Абитуриент должен обладать следующими компетенциями:

- способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;
- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
- способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;
- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
- способностью использовать навыки работы с компьютером и в компьютерных сетях, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности.
- способностью учитывать современные тенденции развития оптоэлектроники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
- способностью представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований и разработки оптико-электронных, микроволновых квантовых приборов, материалов и технологий;
- способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;
- способностью реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов;
- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств оптико-электронных устройства и систем;

- способностью решать базовые задачи из курса общей физики по разделам: квантовая механика, колебания и волны, оптика, статистическая физика, электричество и магнетизм;
- способностью читать современную научную литературу на английском языке;
- способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач;
- способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования.

3 Структура вступительного испытания

Вступительное испытание проходит в форме собеседования. Проведение вступительного испытания возможно в очной или в дистанционной форме при условии идентификации личности поступающего во время собеседования с использованием средств видеосвязи посредственном инфокоммуникационных сетей. На вступительном экзамене абитуриент должен показать уровень знаний, соответствующих освоению следующих компетенций, эквивалентных компетенциям ФГОС ВО (3++) по направлениям подготовки бакалавриата 03.03.01. Прикладные математика и физика, 03.03.02 Физика, 03.03.03. Радиофизика, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, 16.03.01 Техническая физика, 28.03.02 Наноинженерия:

- Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования;
- Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники;

- Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
- Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности;
- Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии;
- Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил;
- Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии;
- Способен к проведению поисковых научно-исследовательских и проектных работ;
- Способен самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;
- Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;
- Способен самостоятельно работать в средах современных операционных систем, наиболее распространенных прикладных программ и программ компьютерной графики;
- Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.

При собеседовании опрос включает не менее трех вопросов, составленных из разных содержательных разделов. Максимальная суммарная

оценка составляет 100 баллов. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в зависимости от сложности задания и полноты ответа.

В ходе собеседования оценивается мотивация и уровень подготовки абитуриента для прохождения обучения по магистерской программе 12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика

4 Содержание программы вступительного испытания

4.1 Содержание разделов

1 Электричество и магнетизм

Теорема Гаусса, потенциал электрического поля, энергия электрического поля, электрический диполь, поле электрического диполя, энергия электрического диполя, электрическое поле в веществе, проводники и диэлектрики, поляризация диэлектрика, граничные условия в электростатике, понятие о пьезоэлектриках и сегнетоэлектриках, электрический ток, постоянный ток, закон Ома, закон Джоуля-Ленца, электродвижущая сила, правила Кирхгофа;

Магнитное поле тока, взаимодействие проводников с током, вектор-потенциал, магнитный диполь, магнитный момент, магнитное поле в веществе, диа- и парамагнетизм, ферромагнетизм, граничные условия на поверхности раздела, эффект Холла, энергия магнитного поля, электромагнитная индукция, индуктивность и взаимная индукция, принцип Ленца, закон Фарадея;

Энергия магнитного поля, проводники в магнитном поле, взаимодействие магнитного диполя с магнитным полем, энергия магнитного поля, магнитного диполя, подъемная сила электромагнита, колебательный контур, переменный ток, собственная частота колебательного контура, вынужденные колебания, переменный ток;

Уравнения Максвелла, ток смещение, обобщение уравнения о циркуляции, теорема Пойнтинга, импульс электромагнитного поля, электромагнитные волны, энергия и импульс электромагнитной волны,

излучение электромагнитной волны, распространение волн в сплошной среде, отражение и преломление на плоской границе, формулы Френеля, поляризационные эффекты, поток энергии через границу.

2 Оптика

Колебания в линейных системах, уравнение колебаний, свободные колебания гармонического осциллятора, превращение энергии при свободных колебаниях в гармонических осцилляторах, затухающие колебания гармонического осциллятора, вынужденные колебания гармонического осциллятора, спектральный анализ линейных колебательных систем;

Волны, волновое уравнение, монохроматические волны, комплексное представление волн, уравнение Гельмгольца, векторное представление, электромагнитные волны, уравнения Максвелла и волновое уравнение, поляризация электромагнитных волн, вектор Умова-Пойнтинга, стоячая электромагнитная волна, излучение колеблющегося диполя, отражение волны от идеального проводника, электромагнитная волна на границе раздела двух диэлектриков;

Интерференция волн, принцип суперпозиции, интерференция монохроматических волн, квазимонохроматические волны, функция когерентности, интерференция квазимонохроматических волн, соотношение неопределенностей, дифракция волн, принцип Гюйгенса-Френеля, дифракция Френеля, дифракция Фернеля на одномерных и периодических структурах (эффект Талбота), дифракция Фраунгофера, разрешающая способность спектральных приборов, принципы голографии, разрешающая способность голограммы;

Дисперсия волн, фазовая и групповая скорость, формула Релея, волны в анизотропных средах, одноосные кристаллы, преломление на границе анизотропной среды, двойное лучепреломление, дихроизм, поляризаторы, электрооптические и магнитооптические эффекты, эффект удвоения частоты,

генерация третьей гармоники, самофокусировка и самоканализация, комбинационное и вынужденное комбинационное рассеяние;

3 Квантовая механика

Операторы физических величин, состояния с определенными значениями физических величин, сложение и умножение операторов, матрица плотности, гамильтониан, стационарные состояния, соотношение неопределенности, момент импульса, собственные значения момент, сложение моментов, четность состояния;

Волновая функция, уравнение Шредингера, изменение значения физических величин во времени, линейный гармонический осциллятор, стационарные состояния гармонического осциллятора, частица в прямоугольной потенциальной яме, коэффициенты прохождения и отражения, движение в центрально-симметричном поле;

Теория возмущений, возмущения не зависящие от времени, соотношение неопределенности для энергии, квазистационарные состояния, импульсное представление, уравнение Шредингера в импульсном представлении, эквивалентные представления, спин, оператор спина, опыты Штерна и Герлаха,

4 Статистическая физика

Микроканонический ансамбль, адиабатический процесс, двухуровневая система, система осцилляторов, каноническое распределение, теплоемкость двухуровневой системы, теплоемкость системы осцилляторов, большой канонический ансамбль, вычисление теплоемкости при заданном количестве вещества, $(p - T)$ -ансамбль;

Термодинамические флуктуации, флуктуации в $(p - T)$ -ансамбле при заданном числе частиц, общая формула флуктуация в $(p - T)$ -ансамбле, флуктуации энергии при заданном числе частиц, флуктуации энергии в каноническом ансамбле, флуктуации энергии в большом каноническом

ансамбле, общая формула для флуктуаций в $(\mu - T)$ -ансамбле, флуктуации в обобщенном ансамбле;

Идеальный газ при низкой температуре, общие свойства ферми- и бозе-газов, основное состояние ферми-газа ($T=0$), низкотемпературное разложение, высокотемпературное разложение, общие свойства бозе-газов, бозеконденсация, высокотемпературное разложение, поведение вблизи точки бозеконденсации, термодинамика черного излучения, термодинамика колебаний идеальной решетки, теплоемкость идеальной решётки, теория Дебая, уравнение состояния идеальной решетки;

Представление вторичного квантования, вторичное квантование для системы электронов, оператор плотности числа частиц, квантование поля фотонов, вычисление средних, вторичное квантование для системы бозе-частиц, понятие квазичастиц;

Неидеальный бозе-газ при низкой температуре, феноменологическая теория сверхтекучести, теория слабонеидеального бозе-газа, спектр элементарных возбуждений, низкотемпературные свойства, неидеальный ферми-газ со слабым притяжением, спектр возбуждений, фазовые переходы II-го рода, феноменологическая теория, соотношения Эренфеста, критическая точка.

4.2 Дополнительное содержание собеседования

При прохождении конкурсного отбора абитуриенты должны рассказать о своем опыте учебной, научной и профессиональной деятельности и могут предоставить как дополнение следующие документы:

- дипломы победителей олимпиад и лауреатов конкурсов научных и проектных работ;
- данные о наличии именных стипендий и грантов министерств, ведомств, фондов, подтвержденные документально;
- опубликованные научные и научно-практические работы (бумажные или электронные копии);

- сертификаты о прохождении стажировок и курсов повышения квалификации;
- рекомендации государственной аттестационной комиссии.

Абитуриенты, поступающие на магистерскую программу 12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика по профилю подготовки «Advanced Quantum Technologies (AQT)» в рамках Германо-Российского института новых технологий (ГРИНТ), должны также предоставить:

- мотивационное эссе на английском языке (не более двух страниц печатного текста формата А4), в котором должны быть отражены образование и практический опыт абитуриента, профессиональные планы на будущее, причины, по которым абитуриент хочет обучаться по избранной магистерской программе, каким образом абитуриент будет использовать знания и навыки, полученные во время обучения в магистратуре в своей деятельности;
- сертификат уровня освоения английского языка (при наличии).

Абитуриенты, поступающие на магистерскую программу 12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика по профилю подготовки «Advanced Quantum Technologies (AQT)» в рамках Германо-Российского института новых технологий (ГРИНТ), должны также пройти собеседование на английском языке (возможны задания по разделам Reading (Чтение), Speaking (Разговор), Writing (Письмо) или прохождение задания по грамматическим правилам).

5. Литература

1. Кингsep, A. C. Основы физики. Курс общей физики: учебник: в 2 томах / A. C. Кингsep, Г. Р. Локшин, О. А. Ольхов. – 2-е изд., испр. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, [б.г.]. – Том 1: Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика – 2007. – 704 с.
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика/Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 5-е изд., стер. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, [б.г.]. – Том: 3: Квантовая механика (нерелятивистская теория) – 2001. – 808 с.

3. Соболев, С. В. Основы нерелятивистской квантовой механики: учебное пособие / С. В. Соболев. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016. – 144 с.
4. Ансельм, А. И. Основы статистической физики и термодинамики: учебное пособие / А. И. Ансельм. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 448 с.
5. Зайцев, Р.О. Статистическая физика / – М.: МФТИ, 2004. – 394 с.
6. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник для студ. вузов / Б.М. Петров. – 3-е изд., стер. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 558 с.
7. Муромцев Д.Ю. Электродинамика и распространение радиоволн / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов, А.В. Рябов, Е.В. Головченко. – СПб.: Лань, 2014. – 448 с.
8. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / С.И. Баскаков. – 2-е изд. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 416 с.
9. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: Учебное пособие / А.Н. Игнатов. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 544 с.
10. Сидоров А.И. Основы фотоники: физические принципы и методы преобразования оптических сигналов в устройствах фотоники: Учебное пособие / А.И. Сидоров. – СПб.: ФГБОУ ВПО «СПб НИУ ИТМО», 2014. – 148 с.
11. Блохинцев, Д. И. Основы квантовой механики: учебное пособие / Д. И. Блохинцев. — 7-е изд., стер. — СПб: Лань, 2022. – 672 с. Текст электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210197> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Парfenov, П. С. Квантовая механика: учебно-методическое пособие / П. С. Парfenов. – СПб: НИУ ИТМО, 2018. – 117 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136436> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей
13. Демидович, Б. П. Математические основы квантовой механики: учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович. 3-е изд., стер. – СПб: Лань, 2022. — 200 с.

Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/184056> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике: учебное пособие / С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. – СПб: Лань, 2022. – 336 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210797> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Борисёнок, С. В. Квантовая статистическая механика: учебное пособие / С. В. Борисёнок, А. С. Кондратьев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 136 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2672> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

16. Элементарный учебник физики: учебное пособие: в 3 томах / под редакцией Г. С. Ландсберга. 16-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2021 – Том 2: Электричество и магнетизм. 2021. – 488 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185687> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

17. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. 16-е изд., стер. СПб: Лань, 2022. – 500 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185339> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

18. Евстифеев, В. В. Физические основы электричества и магнетизма: учебное пособие / В. В. Евстифеев. – Пенза: ПГУ, 2019. – 416 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162284> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

19. Физика. Электричество и магнетизм. Курс лекций с примерами решения задач: учебное пособие / Д. Ч. Ким, Н. П. Коновалов, Д. И. Левит, П. Н.

Коновалов. СПб.: Лань, 2019. – 408 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113902> (дата обращения: 18.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Директор ИРЭФ-ЦТ

А.Ф. Надеев

Ответственный секретарь
приемной комиссии КНИТУ-КАИ

Р.М. Шакирзянов

Заведующий кафедрой ЭКСПИ

Д.П.Данилаев