

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

Е. А. Турилова
« 1 » 2025 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Магистерские программы: Физика перспективных материалов; Медицинская физика; Теоретическая физика и моделирование физических процессов

Форма обучения: очная

Лист согласования программы вступительного испытания

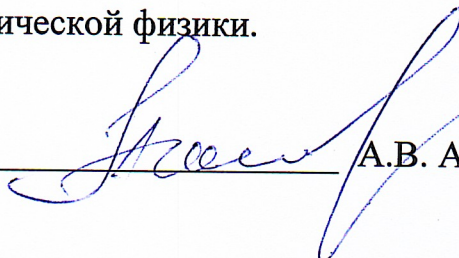
Разработчик(и) программы:

Аганов А.В. - заведующий кафедрой медицинской физики,

Воронина Е.В. - заведующий кафедрой физики твердого тела,

Хамзин А.А. - заведующий кафедрой теоретической физики.

Председатель экзаменационной комиссии



А.В. Аганов

Программа вступительного испытания обсуждена и одобрена на заседании кафедры медицинской физики Института физики Протокол № 2 от «6» октября 20 25 г.

Программа вступительного испытания обсуждена и одобрена на заседании кафедры физики твердого тела Института физики Протокол № 3 от «5» ноября 20 25 г.

Программа вступительного испытания обсуждена и одобрена на заседании кафедры теоретической физики Института физики Протокол № 2 от «24» октября 20 25 г.

Решением Учебно-методической комиссии Института физики Программа вступительного испытания рекомендована к утверждению Ученым советом, Протокол № 3 от «10» ноября 2025 г.

Программа вступительного испытания утверждена на заседании Ученого совета Института физики, Протокол № 4 от «13» ноября 2025 г.

Раздел 1. Вводная часть

1.1 Цель и задачи вступительных испытаний

Вступительные испытания предназначены для определения теоретической и практической подготовленности абитуриентов и проводятся с целью определения соответствия знаний, умений и навыков требованиям обучения в магистратуре по направлению 03.04.02 – Физика, наименование программ «Физика перспективных материалов», «Медицинская физика», «Теоретическая физика и моделирование физических процессов». Программа вступительного испытания предназначена для подготовки абитуриента к вступительному экзамену по вышеуказанному направлению магистратуры, реализуемому в Институте физики Казанского федерального университета.

Цель вступительного испытания выявить способности и готовность абитуриента к обучению по основной образовательной программе подготовки магистров. В ходе испытания оцениваются обобщенные знания и умения по дисциплинам направления; выявляется степень сформированности компетенций, значимых для успешного освоения магистерской программы.

1.2 Общие требования к организации вступительных испытаний

К вступительным испытаниям допускаются граждане Российской Федерации и граждане иностранных государств, успешно завершившие обучение по одной из основных образовательных программ высшего образования и имеющие документ государственного образца: диплом бакалавра, диплом магистра, диплом специалиста.

Руководство по организации и проведению вступительных испытаний осуществляют председатели экзаменационных комиссий, которые несут всю полноту ответственности за соблюдение законодательства Российской Федерации, требования ФГОС ВО, локальных документов о подготовке и проведении вступительных испытаний.

Проведение вступительных испытаний осуществляется в соответствии с принципами: соблюдения прав и свобод граждан, установленных законодательством Российской Федерации, гласности и открытости результатов вступительных испытаний, объективности оценки способностей абитуриентов и единообразия оценки вступительных испытаний.

Прием в магистратуру осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Для поступающих проводятся консультации по содержанию программы вступительных испытаний и критериям оценки знаний, умений, компетенций абитуриентов.

На вступительных испытаниях должна быть обеспечена спокойная и доброжелательная обстановка, предоставлена возможность поступающим наиболее полно проявить уровень сформированности знаний, умений, компетенций.

Во время вступительных испытаний поступающему запрещается пользоваться учебниками, справочными материалами, тетрадями, записями, мобильными телефонами, электронными записными книжками и другими средствами хранения информации.

Присутствие на вступительных испытаниях посторонних лиц не допускается.

Результаты вступительных испытаний оцениваются по 100-бальной шкале. Решение экзаменационной комиссии заносится в протокол.

1.3 Описание формы проведения вступительных испытаний

Вступительные испытания проводятся в форме профессионально-ориентированного собеседования очно и (или) с использованием дистанционных технологий.

1.4 Продолжительность вступительных испытаний в часах

Общая продолжительность вступительных испытаний – до 60 мин, включая время для подготовки – до 40 мин., собеседование – до 20 мин на каждого абитуриента.

1.5 Структура вступительных испытаний

Собеседование включает в себя:

Профильный модуль: собеседование по предметному блоку.

Раздел 2. Содержание программы

Вступительные испытания по направлению магистратуры (03.04.02 – Физика) охватывают стандартные разделы университетского курсов: механика и теоретическая механика, молекулярная физика и статистическая механика, электричество и магнетизм, электродинамика и оптика, атомная физика и квантовая механика, физика атомного ядра и частиц и физика конденсированных сред (дополнительно для поступающих на программу «Медицинская физика» добавлены вопросы, связанные с физическими аспектами функционирования живых организмов). Также проверяются базовые навыки владения математическим аппаратом. Вопросы и структура экзаменационных билетов приведены в разделе 3.

Раздел 3. Фонд оценочных средств

3.1 Примерный перечень вопросов для собеседования по профильному модулю

Механика

1. Кинематика материальной точки. Прямая и обратная задачи кинематики. Роль начальных условий.
2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Инертная масса. Виды и классификация сил.
3. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения импульса, энергии, момента импульса.
4. Уравнение динамики вращательного движения. Тензор инерции.
5. **Гравитационное взаимодействие. Вес и невесомость. Перегрузки.**
6. Движение материальной точки в центрально-симметричном поле. Законы Кеплера.
7. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.
8. Принцип наименьшего действия.
9. Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона.
10. Описание деформаций и напряжений в твердых телах. Закон Гука. Тензор напряжений. Модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона. **Деформации в тканях живых организмов.**
11. Волны в сплошной среде. Характеристики акустических волн. Эффект Доплера. Допплероскопия в медицине.

Молекулярная физика и статистическая механика

1. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Температура. Первое начало термодинамики.
2. Процессы в идеальных газах. Циклические процессы. КПД циклического процесса. Теоремы Карно и неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики.
3. Макроскопические и микроскопические состояния. Функция статистического распределения, статистические ансамбли, уравнение Лиувилля.
4. Энтропия термодинамической системы. Термодинамические потенциалы. Статистическая сумма.
5. Распределение Максвелла по скоростям молекул.
6. Распределение Больцмана.
7. **Барометрическая формула. Закон Дальтона. Парциальное давление.**
8. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
9. Канонические распределения.
10. Идеальные бозе- и ферми- газы. Равновесное излучение. Бозе-конденсация.
11. Теория флуктуаций. Броуновское движение.
12. **Жидкости. Ньютоновская жидкость. Уравнение Бернулли. Число Рейнольдса.**

13. Вязкая жидкость. Поверхностные явления. Примеры проявления в живой и неживой природе.
14. **Осмоз. Примеры проявления в природе и функционировании живых организмов.**
15. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия равновесия фаз.
16. Явления переноса в газах. Место и роль в живой и неживой природе.

Электродинамика и оптика

1. Электростатическое поле. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Мультипольное разложение потенциала.
2. Статическое магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Электромагнитная индукция. **Применение в медицине.**
3. Уравнение Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность.
4. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
5. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Комплексная диэлектрическая проницаемость и показатель преломления.
6. Плоские и сферические волны. Поляризация плоских электромагнитных волн (эллиптическая, круговая, линейная; неполяризованный свет) Способы получения различных состояний поляризации света.
7. Отражение и преломление света на границе раздела сред. Формулы Френеля. Изменение состояния поляризации света при отражении и преломлении.
8. Распространение света в анизотропных средах. Двойное лучепреломление. Искусственная анизотропия.
9. Естественное вращение плоскости поляризации света в веществе.
10. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Поглощение света.
11. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера.
12. **Лазеры, основные принципы и применение, в том числе в медицине.**
13. Основы специальной теории относительности. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца.

Атомная физика и квантовая механика

1. Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Волновые и корпускулярные свойства материи.
2. Принцип неопределенности.
3. Основные постулаты квантовой механики. Волновая функция.
4. Описание эволюции квантовомеханических систем. Уравнения Шредингера и Гейзенберга. Стационарные состояния.
5. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции стационарных состояний.
6. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
7. Движение в центральном поле. Угловой момент. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии.
8. Стационарная теория возмущений в отсутствие и при наличии вырождения.
9. Нестационарная теория возмущений. Золотое правило Ферми.
10. Системы тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.
11. Многоэлектронный атом. Приближение самосогласованного поля. Электронная конфигурация. Периодическая система элементов Менделеева.
12. **Типы химических связей.**

Физика атомного ядра и частиц

1. Основные характеристики атомных ядер. Квантовые характеристики ядерных состояний.
2. Ядерные силы и их свойства.
3. Модели атомных ядер.
4. Механизмы ядерных реакций.
5. Радиоактивность. Альфа- и бета-распад ядер Радиоактивные ряды
6. Гамма-излучение ядер. Ядерная изомерия.
7. Деление ядер. Ядерная энергия. Цепная реакция. Ядерные реакторы.
8. Синтез ядер. Термоядерные реакции как источник энергии звезд. Проблема управляемого термоядерного синтеза.
9. Частицы и взаимодействия. Фундаментальные частицы - лептоны и кварки. Античастицы.
10. Взаимодействие частиц и излучений с веществом. **Лучевая диагностика и терапия.**
11. Принципы и методы ускорения заряженных частиц.
12. Методы детектирования частиц.

Физика конденсированных сред

1. Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Решетки Браве. Ячейка Вигнера-Зейтца. Кристаллическая структура. Решетка с базисом. Обратная решетка.
2. Классическая теория гармонического кристалла, гармоническое приближение, адиабатическое приближение. Классификация колебательных мод. Акустические и оптические колебания.
3. Теплоемкость твердых тел (модели Дебая и Эйнштейна). Фононы.
4. Уравнение Шредингера для свободных электронов. Граничное условие Борна-Кармана. Уравнение Шредингера для электрона в периодическом потенциале. Функция Блоха, теорема Блоха.
5. Диэлектрики, проводники, полупроводники. Диэлектрические свойства изоляторов. Поляризация. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Положение уровня Ферми в полупроводниках. Статистика носителей заряда в вырожденных полупроводниках. Температурная зависимость проводимости в полупроводниках.
6. Сверхпроводники. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Магнитные свойства. Теплоемкость. Энергетическая щель. Эффект Джозефсона. Микроскопическая теория и незатухающие токи.
7. Диамагнетизм и парамагнетизм. Парамагнетизм Паули Диамагнетизм электронов проводимости. Магнитное упорядочение. Магнитная анизотропия.

Раздел 4. Список литературы

Механика

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.1 Механика, М.:Физматлит, 2007.- 224 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2231
2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Том 1 Механика. М.: Физматлит, 2010. - 560 с. <http://e.lanbook.com/book/2313>
3. Иродов, И.Е. Механика. Основные законы. М.: Издательство 'Лаборатория знаний', 2014. - 309 с. <http://e.lanbook.com/book/66341>
4. Хайкин, С.Э. Физические основы механики. СПб.: Лань, 2008. - 768 с <http://e.lanbook.com/book/420>
5. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. СПб.: Лань, 2011, 720 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1807

Доп. литература

6. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике. М.: Издательство 'Лаборатория знаний', 2012. - 431 с. <https://e.lanbook.com/book/66335>
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости, М.:Физматлит, 2007.- 264 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2233

8. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды, Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 639 с.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. Т. 6. Гидродинамика. М.: Физматлит, 2003. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2232
10. Бергман П. Введение в теорию относительности. СПб: Лань, 2003.
11. Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс). Казань: Казан.ун-т, 2015, 250 с. <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/32292>
12. Гантмахер Ф. Р. Лекции по аналитической механике. 3-е изд., М.: Физматлит, 2005, 264 с.
13. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. 2-е изд. М.: Лань, 2009.
14. Ольховский И.И., Павленко Ю.Г., Кузьменков Л.С., Задачи по теоретической механике для физиков. 2-е изд. М.: Лань, 2008, 400 с.

Молекулярная физика и статистическая механика

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Физматлит, 2006. <http://e.lanbook.com/book/2316>
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. Т. 5. Статистическая физика. Ч. I. М.: Физматлит.-2005.-616 с. <http://e.lanbook.com/reader/book/2230/>
3. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. СПб: Лань, 2008. <http://e.lanbook.com/book/185>

Доп. литература

6. Петров Ю.В. Основы физики конденсированного состояния. Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 213 с.
7. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. Статистическая физика. СПб: Лань, 2008.
8. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. СПб: Лань, 2010.
7. Базаров И.П. Термодинамика. СПб: Лань, 2010.
9. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. - изд. Лань. - 2007. - 448с. <http://e.lanbook.com/reader/book/692/>
10. Аминов Л.К. Термодинамика и статистическая физика. Конспекты лекций и задачи. Изд. 2-е., Казань: Казан.ун-т, 2015, 180 с. http://kpfu.ru/portal/docs/F2096324044/Thermodynamics_and_statistical_physics.pdf
11. Матухин В.Л., Ермаков В.Л. Физика твердого тела. СПб.: Лань, 2010. - 224 с. <http://e.lanbook.com/book/262>
12. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела. СПб.: Лань, 2011. - 288 с. <http://e.lanbook.com/book/2023>

Электродинамика и оптика

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Т.3, Электричество. М.: Физматлит, 2009. <http://e.lanbook.com/book/2317>
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Т. 4. Оптика. М.: Физматлит и МФТИ, 2006. <http://e.lanbook.com/view/book/2314/>
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. Т. 8. Теория поля. М. Физматлит. 2006. - 504 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2236>
4. Матвеев А.Н., Электричество и магнетизм. СПб.: Лань, 2010. -464 с.
5. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Физматлит, 2010. – 848 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2238/>
6. Бутиков Е.И. Оптика. СПб.: Лань, 2012. - 608 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2764/>
7. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 4. Волны. Оптика. СПб.: Лань, 2011. - 256 с. <http://e.lanbook.com/view/book/707/>

Дополнительная литература

8. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике и специальной теории

- относительности. СПб.: Лань. 2010. - 480 с. <http://e.lanbook.com/view/book/544>
9. Каликинский И.И. Электродинамика. М.: НИЦ Инфра-М. 2014. - 159 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=406832>
10. Васильев А.Н. Классическая электродинамика. СПб.:БХВ-Петербург. 2010. - 276 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=350602>
11. Бредов М. Классическая электродинамика. СПб.: Лань, 2003.
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. В 10 т. Т. 8. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматлит, 2005. - 651 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2234>
13. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Наука, 1976.
14. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. М., МГУ, 2004
15. Калитеевский Н.И. Волновая оптика. СПб.: Лань, 2008. - 480 с. <http://e.lanbook.com/view/book/173/>

Атомная физика и квантовая механика

1. Кузнецов С.И., Лидер А.М. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики. М.: Вузов. учеб., 2015 - 212 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=438135>
2. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. СПб.: Лань, 2011. - 384 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=708
3. Кочелаев Б.И. Квантовая теория: конспект лекций. Казань: Казанский университет, 2013.- 222 с. http://kpfu.ru/portal/docs/F1738320152/Quantum_Theory.pdf
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. Т. 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория). М.: Физматлит, 2004.
5. Давыдов А.С. Квантовая механика. - СПб.: БХВ Петербург, 2011. - 704 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=351130>
6. Шпольский Э.В. Атомная физика. В 2-х т. Т.1. Введение в атомную физику. СПб.: Лань, 2010. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=442
7. Шпольский Э.В. Атомная физика. В 2-х т. Т. 2. Основы квантовой механики. СПб.: Лань, 2010. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=443

Дополнительная литература

8. Паршаков А.Н. Введение в квантовую физику. СПб.: Лань, 2010. - 352 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=297
9. Сивухин Д.В. Общий курс физики Том 5 Атомная и ядерная физика. М.: Физматлит, 2002. - 784 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2315
10. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. СПб.: Лань, 2004. - 672 с. <http://e.lanbook.com/view/book/619/>
11. Матвеев А.Н. Атомная физика. М.-Высшая школа, 1989

Физика атомного ядра и частиц

1. Кузнецов С.И., Лидер А.М. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики. М.: Вузов. учеб., 2015 - 212 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=438135>
2. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. СПб.: Лань, 2011, 384 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=708
3. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х т. Т. 1. Физика атомного ядра. СПб.: Лань, 2009. <http://e.lanbook.com/book/277>
4. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х т. Т. 2. Физика ядерных реакций. СПб.: Лань, 2009. <http://e.lanbook.com/book/279>
5. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х т. Т. 3. Физика элементарных частиц.

СПб.: Лань, 2008. <http://e.lanbook.com/book/280>

Дополнительная литература

6. Сивухин Д.В. Общий курс физики Том 5 Атомная и ядерная физика. М.: Физматлит, 2002, 784 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2315
7. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. М.: Изд-во МГУ, 2000.

Физика конденсированных сред

1. Байков, Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния. М.: Лаборатория знаний, 2015. - 296 с. <https://e.lanbook.com/book/70766>
2. Кочелаев, Б.И. Основы квантовой теории твердого тела. Долгопрудный: Интеллект, 2019. - 288 с. <https://znanium.com/catalog/product/1086292>
3. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. СПб.: Лань, 2011, 384 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=708

Доп. литература

4. Петров Ю.В. Основы физики конденсированного состояния. Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 213 с.
5. Матухин В.Л., Ермаков В.Л. Физика твердого тела. СПб.: Лань, 2010. - 224 с. <http://e.lanbook.com/book/262>
6. Елифанов, Г.И. Физика твердого тела. СПб.: Лань, 2011. - 288 с. <http://e.lanbook.com/book/2023>

И другие издания этих книг.