

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. Журилова

« 30 »

2023



**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

2023

## Лист согласования программы вступительного испытания

Разработчик(и) программы: Аганов А.В. - заведующий кафедрой медицинской физики, Воронина Е.В. - заведующий кафедрой физики твердого тела, Прошин Ю.Н. - 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 «28» сентября 2023 г.

Программа вступительного испытания обсуждена и одобрена на заседании кафедры физики твердого тела Института физики Протокол № 4 от «4» октября 2023 г.

Программа вступительного испытания обсуждена и одобрена на заседании кафедры теоретической физики Института физики Протокол № 2 от «4» октября 2023 г.

Решением Учебно-методической комиссии Института физики Программа вступительного испытания рекомендована к утверждению Ученым советом, Протокол № 2 от «12» октября 2023 г.

Программа вступительного испытания утверждена на заседании Ученого совета Института физики, Протокол № 2 от «12» октября 2023 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.

## **Инструкция по проведению экзамена в дистанционной форме на платформе Microsoft Teams**

1. Необходимо скачать программу Microsoft Teams (<https://teams.microsoft.com/downloads>) для настольного компьютера или устройства с iOS/Android. Также можно работать на платформе Microsoft Teams, загружая ее в браузере с сайта <https://teams.microsoft.com>.
2. Перед проведением консультации и экзамена на e-mail абитуриента, который был им указан при регистрации в электронной форме через социально-образовательную сеть КФУ «Буду студентом!», будет отправлено письмо-приглашение в Команду, в которой будет проходить экзамен.
3. Необходимо пройти по ссылке, указанной в письме, и зарегистрироваться в Microsoft Teams, используя электронный адрес, на который пришло приглашение.
4. После регистрации на платформе Microsoft Teams абитуриенту будет доступна команда, в которой будет проходить экзамен.
5. В назначенное по расписанию время проведения консультации и экзамена необходимо зайти в команду и присоединиться к собранию.
6. Экзамен будет проходить только в режиме видеоконференцсвязи в режиме реального времени строго по расписанию.
7. Для идентификации личности на экзамене абитуриенту необходимо предоставить паспорт.
8. На подготовку ответа на полученный билет отводится не более 40 минут
9. Устный ответ заслушивается только при полном видео и аудио контакте преподавателя и отвечающего.
10. Продолжительность ответа каждого абитуриента, в том числе на дополнительные вопросы – не более 20 минут.

#### **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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела. СПб.: Лань, 2011. - 288 с. <http://e.lanbook.com/book/2023>

И другие издания этих книг.