

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НСП

А.С. Гоголев

«06» 06 2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по группе научных специальностей программ подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

1.3. Физические науки

- | Шифр | Научная специальность |
|---------|---|
| 1.3.2. | Приборы и методы экспериментальной физики |
| 1.3.3. | Теоретическая физика |
| 1.3.6. | Оптика |
| 1.3.8. | Физика конденсированного состояния |
| 1.3.9. | Физика плазмы |
| 1.3.15. | Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий |
| 1.3.17. | Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества |
| 1.3.18. | Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника |

Руководитель программы аспирантуры 1.3.2.	А.С. Гоголев
Руководитель программы аспирантуры 1.3.3.	О.В. Богданов
Руководитель программы аспирантуры 1.3.6.	О.Н. Уленев
Руководитель программы аспирантуры 1.3.8.	И.П. Чернов
Руководитель программы аспирантуры 1.3.9.	В.Ф. Мышкин
Руководитель программы аспирантуры 1.3.15.	А.В. Фикс
Руководитель программы аспирантуры 1.3.17.	П.А. Стрижак
Руководитель программы аспирантуры 1.3.18.	А.В. Вуколов

2025 г.

1. Общие положения

- 1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей группе научных специальностей 1.3. Физические науки предназначена для поступающих в аспирантуру в качестве руководящего учебно-методического документа для подготовки к сдаче вступительного испытания.

Целью проведения вступительных испытаний является оценка знаний, готовности и возможности поступающего к освоению программы подготовки в аспирантуре, к самостоятельному выполнению научной работы, подготовке и защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать высокий уровень владения материалом вузовского курса по дисциплинам направления Физические науки, а также способности и мотивацию к проведению самостоятельных научных исследований и написанию кандидатской диссертации.

- 1.2. Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке или на английском языке для абитуриентов из стран дальнего зарубежья, поступающих на программу, реализуемую на английском языке.

- 1.3. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Порядком проведения вступительных испытаний для поступления на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ТПУ.

- 1.4. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Порядком приема, действующими на текущий год поступления.

2. Структура и содержание вступительного испытания

- 2.1. Вступительное испытание состоит из двух частей:

- теоретическая часть по вопросам (билетам), относящимся к научной специальности, на которую поступает абитуриент, каждый билет включает 2 вопроса.
- собеседование с предоставлением рекомендательного письма (при наличии) предполагаемого научного руководителя и мотивационного письма от абитуриента (при наличии).

- 2.2. Экзамен проводится дистанционно (при условии идентификации поступающих) малочисленными группами не более 5 чел.

Перед началом экзамена поступающий предоставляет комиссии мотивационное письмо (при наличии), рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя (при наличии). Далее поступающим выдаются билеты и дается время на подготовку.

В это время комиссия изучает представленные письма.

- 2.3. После подготовки поступающих по билетам комиссия заслушивает ответы поступающих по теоретической части и проводит собеседование. Результаты вступительного испытания суммируются и оформляются протоколом, в котором

фиксируются баллы за теоретическую часть и собеседование. На усмотрение членов комиссии собеседование может проводиться с каждым поступающим индивидуально, в таком случае остальные поступающие переводятся в "комнату ожидания" либо временно отключаются от видеоконференции. Запись проведения ВИ обязательна для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

3. Перечень вопросов по научным специальностям для подготовки к сдаче вступительного испытания

1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики

1. Пояснить характеристики взаимодействия частиц с веществом: потери энергии, пробег, ионизация среды. Применение ионизирующего излучения в различных научных направлениях и отраслях народного хозяйства.
2. Методы радиационного контроля? Основные характеристики методов и приборов контроля? Что, такое точки радиационного контроля? Основные виды радиационного контроля?
3. Основные эффекты, происходящие в детекторе при прохождении ионизирующих частиц через вещество?
4. Что такое энергетический спектр и перечислите характеристики спектрометрических устройств? Пояснить понятия гамма спектроскопия, калибровка.
5. Назвать основные характеристики пучков заряженных частиц. Записать уравнение движения заряженных частиц в электромагнитном поле.
6. Что понимаем под погрешностью измерений и их оценка? Перечислить виды измерений.
7. Доверительный интервал погрешности измерений? Распределение Стьюдента?
8. Пояснить метод наименьших квадратов.
9. Объяснить процесс аппроксимации данных полиномом по методу наименьших квадратов.
10. Что понимаем под математическим ожиданием и дисперсией измерений?

1.3.3. Теоретическая физика

1. Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа. Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса
2. Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение Гамильтона-Якоби, разделение переменных.
3. Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время. Преобразование Лоренца. Преобразование скорости. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость.
4. Действие для электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.
5. Уравнения гравитационного поля. Тензор кривизны. Действие для гравитационного поля. Тензор энергии-импульса. Уравнения Эйнштейна.
6. Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности.

7. Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор. Плотность потока. Квазиклассическая волновая функция. Прохождение через барьер.
8. Тожественность частиц. Симметрия при перестановке частиц. Вторичное квантование для бозонов и фермионов. Обменное взаимодействие.
9. Движение в центральном поле. Сферические волны. Разложение плоской волны. Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода.
10. Распределение Ферми и Бозе. Вырожденный идеальный ферми-газ. Свойства вещества при больших плотностях. Вырожденный бозе-газ. Конденсация Бозе-Эйнштейна. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка. Светимость абсолютно черного тела.

1.3.6. Оптика

1. Общие законы электромагнитных волн и их распространение. Уравнения Максвелла. Вектор Умова-Пойнтинга. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны. Фазовая и групповая скорости света. Опыты Физо и Майкельсона. Преобразования Лоренца. Продольный и поперечный эффекты Доплера.
2. Поляризация света. Сфера Пуанкаре. Типы поляризационных устройств. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Формулы Френеля. Полное, внутреннее отражение. Волновые поверхности в кристаллах. Эллипсоид Френеля. Двойное лучепреломление.
3. Понятие оптического изображения. Принцип Ферма. Асимптотическое решение волнового уравнения. Геометро-оптическое приближение. Геометрические аберрации (третьего и высших порядков). Хроматическая аберрация. Ограничения лучевого приближения. Типы оптических приборов и их характеристики. Область применимости лучевой оптики.
4. Интерференция частично-когерентного излучения. Двухлучевая и многолучевая интерференция. Сдвиговая и спекл-интерферометрия. Дифракционные интегралы Кирхгофа–Гюйгенса. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракционная решетка и её свойства. Особенности дифракции некогерентного излучения. Разрешающая способность приборов. Практические применения.
5. Классическая и квантовая теория взаимодействия света с веществом. Резонансное приближение. Дисперсия Крамерса–Кронига. Эффект Штарка. Релаксация. Квантовые переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Спонтанное и вынужденное излучение. Когерентные эффекты. Оптические солитоны.
6. Квантовая оптика и тепловое излучение. Формула Планка. Фотоэффект. Операторы рождения/уничтожения. Гамильтониан. Коммутационные соотношения. Комбинационное рассеяние.
7. Нелинейная оптика и распространение волн. Нелинейные восприимчивости. Метод медленно меняющихся амплитуд. Генерация гармоник. Параметрические процессы. Самофокусировка. Вынужденное рассеяние. Вещество в сверхсильных полях.
8. Квантовая и статистическая оптика световых полей. Временная и пространственная когерентность. Корреляционные функции. Фоковские, когерентные, сжатые, перепутанные состояния. Статистика фотонов. Эффекты группировки и антигруппировки фотонов. Лазерное излучение и его статистические свойства.
9. Распространение света в сложных средах и прикладная оптика. Интерферометрия интенсивностей (опыт Брауна-Твисса). Турбулентность. Корреляционные функции амплитуды и фазы. Дисперсные среды. Уравнение переноса. Диффузионное приближение. Закон Кирхгофа. Флуктуационно-диссипационная теорема. Матрица поляризации. Статистика частично поляризованного света.

10. Виды источников излучения. Приемники излучения. Оптические материалы и их свойства. Методы спектроскопии. Характеристики приборов. Голография. Фурье-оптика. Компьютерная оптика и реконструкция данных. Типы световодов. Моды. Затухание и дисперсия.

1.3.8. Физика конденсированного состояния

1. Основы кристаллического строения. Симметрия кристаллов. Групповой анализ (точечные и пространственные группы симметрии, кристаллические классы).
2. Основы кристаллического строения и структурные типы. Дефекты кристаллической решетки. Химическая связь и электронная структура.
3. Дифракционные методы структурного анализа. Электронная микроскопия и локальный рентгеноспектральный анализ. Спектроскопия поверхности. Масс-спектрометрия. Термический анализ.
4. Фазовые равновесия и диаграммы состояния. Термодинамика фазовых превращений. Кинетика фазовых превращений.
5. Колебания кристаллической решетки. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.
6. Теплоемкость твердых тел. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Тепловое расширение. Теплопроводность.
7. Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты (проводимость, эффект Холла, термоЭДС, оптическое поглощение). Основы зонной теории. Методы описания электронных состояний. Классификация материалов по зонной структуре.
8. Основные типы магнетизма и их природа. Структурные особенности магнитных материалов. Динамика магнитных моментов. Прикладные аспекты.
9. Основы распространения волн в материальных средах. Магнитооптические явления и искусственная анизотропия. Высокочастотные явления в проводниках.
10. Основные характеристики и эффекты сверхпроводников. Теоретические основы сверхпроводимости. Джозефсоновские эффекты. Типы сверхпроводников. Практические применения.

1.3.9. Физика плазмы

1. Понятие плазмы: определение, свойства.
2. Дебаевский радиус: формула и понятие.
3. Термодинамически равновесная плазма: соответствие 3 уравнениям.
4. Методы генерирования низкотемпературной плазмы.
5. Методы диагностики плазменных систем.
6. Преимущество неравновесной плазмы для протекания химических реакций.
7. Понятие и методы закалки продуктов плазменных процессов.
8. Плазменное травление и очистка поверхности.
9. Примеры равновесной и неравновесной низкотемпературной плазмы.
10. Заряженные частицы в низкотемпературной плазме.
11. Отличие траекторий частиц в газе и низкотемпературной плазме.

1.3.15. Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий

1. Состав и основные характеристики ядер. Размеры и массы ядер. Энергия связи ядер.
2. Изотопический спин нуклона. Зарядовая независимость ядерных сил.

3. Капельная модель ядра. Формула Бете-Вайцзеккера для энергии связи ядра.
4. Модель ядерного Ферми-газа. Свойство насыщения ядерного взаимодействия и независимость движения нуклонов в ядре.
5. Оболочечная модель ядра. Движение нуклонов в самосогласованном поле.
6. Распады ядер. Альфа-, бета- и гамма распад.
7. Классификация элементарных частиц. Лептоны, адроны и калибровочные бозоны. Кварки. Мезоны и барионы. Частицы и античастицы.
8. Фундаментальные взаимодействия и их основные свойства.
9. Принципы ускорения элементарных частиц. Линейные и циклические ускорители. Синхротрон.
10. Принципы регистрации элементарных частиц. Дрейфовые камеры. Сцинтилляционные счетчики. Черенковские счетчики.

1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

1. Идеальный газ. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики.
2. Реальные газы. Водяной пар. Истечение газов и паров. Газовые циклы.
3. Основные положения теории теплообмена.
4. Теплопроводность при стационарном и нестационарном тепловых режимах.
5. Основные положения конвективного теплообмена. Основы теории подобия.
6. Теплообмен излучением.
7. Механизм и скорость химической реакции.
8. Процессы воспламенения и зажигания.
9. Теория горения газовой смеси. Горение неперемешанных газов, твердых и жидких веществ.
10. Ударные волны и детонация.

1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника

1. Описать характеристики взаимодействия частиц с веществом: потери энергии, пробег, ионизация среды.
2. Идея применение ионизирующего излучения в различных научных направлениях и отраслях народного хозяйства?
3. Какие существуют установки, создающие или использующие ионизирующие излучения?
4. Конструкция простейшего рентгеновского аппарата?
5. Записать общее уравнение движения заряженных частиц в электромагнитном поле.
6. Перечислить основные характеристики пучков заряженных частиц?
7. Какие существуют основные типы ускорителей заряженных частиц?
8. Описать способы получения высокого напряжения.
9. Какие известны источники фонового облучения, составляющие естественного фона, техногенный радиационный фон и дозы от основных составляющих фонового облучения для Российской Федерации?
10. Перечислить используемые магнитные структуры в ускорителях заряженных частиц.

4. Методические указания по процедуре оценивания вступительного испытания

Максимальное количество баллов за вступительное испытание – 100 баллов.
За 1 часть теоретическую максимум – 50 баллов.

Критерии оценки ответа на вступительном испытании по специальности 1 часть:

ВИ, балл	Определение оценки
0 ÷ 5 баллов	При ответе абитуриента обнаружались значительные пробелы в знаниях по научной специальности, допущены грубые ошибки. Уровень знаний не позволяет приступить к освоению программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.
6 ÷ 25 баллов	Абитуриент показал хорошее знание материала по научной специальности. Имеются навыки аргументации и отстаивания собственной точки зрения. Однако материал излагался непоследовательно, очевидны пробелы в знаниях. При ответе на дополнительные вопросы были допущены отдельные неточности.
26 ÷ 40 баллов	Абитуриент показал всестороннее, глубокое и систематическое знание материала по научной специальности; ответ отличался точностью использованных понятий; материал излагался последовательно и логично. Было продемонстрировано умение формулировать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения. Однако не на все дополнительные вопросы были даны полные и последовательные ответы.
41 ÷ 50 баллов	Абитуриент показал всестороннее, глубокое и систематическое знание материала по научной специальности; ответ отличался точностью использованных понятий; материал излагался последовательно и логично. Было продемонстрировано умение формулировать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения. На дополнительные вопросы были получены полные и последовательные ответы.

За 2 часть собеседование максимум – 50 баллов.

Критерии оценки ответа на вступительном испытании по специальности 2 часть:

ВИ, балл	Определение оценки
0 ÷ 5 баллов	только устное общение и нет ни мотивационного письма, ни рекомендательного письма от руководителя, научный задел отсутствует.
6 ÷ 15 баллов	есть мотивационное письмо или рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, но по результату собеседования научный задел небольшой, мотивация низкая.
16 ÷ 25 баллов	есть мотивационное письмо и рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, но по результату собеседования научный задел небольшой, мотивация низкая.
26 ÷ 40 баллов	есть мотивационное письмо и рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, научный задел небольшой, но абитуриент мотивирован.
41 ÷ 50 баллов	есть мотивационное письмо и рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, большой научный задел, абитуриент мотивирован.

5. Рекомендуемая литература

1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики

1. Болоздыня, А.И. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы и применения: Учебное пособие // 1. — Долгопрудный : Издательский дом "Интеллект", 2012. — 208 с. — Профессиональное образование. — ISBN 978-5-

- 91559-105-8. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=32828>
2. Григорьев, В. А. Газоразрядные детекторы элементарных частиц : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Григорьев В. А. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 112 с. — Рекомендовано УМО «Ядерные физика и технологии» в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений. — Книга из коллекции НИЯУ МИФИ - Физика. — ISBN 978-5-7262-1697-3. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75929>
 3. Бараночников, М. Л. Приемники и детекторы излучений [Электронный ресурс] / Бараночников М. Л. — Москва : ДМК Пресс, 2012. — 640 с. — Книга из коллекции ДМК Пресс - Инженерно-технические науки. — ISBN 978-5-94074-564-8. — Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4145
 4. Джамалова, А. С. Специальный физический практикум по современным методам исследований физики ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] / Джамалова А. С., Курбанисмаилов В. С. — Махачкала : ДГУ, 2017. — 140 с. — Книга из коллекции ДГУ - Физика. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/158371>
 5. Шульгин, А. Н. Новые детекторные материалы и устройства [Электронный ресурс] / Шульгин А. Н.; Кружалов А.В. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 360 с. — Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Физика. — ISBN 978-5-9221-1109-6. — Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2308
 6. Беспалов, Валерий Иванович. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Беспалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) // 5-е изд. — 1 компьютерный файл (pdf; 6,7 MB). — Томск : Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m102.pdf>

1.3.3. Теоретическая физика

2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учебное пособие: в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц; под редакцией Л. П. Питаевского. — 7-е изд., стереотип. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2021. — Том 1: Механика. — 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-9221-1611-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185654> (дата обращения: 18.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учебное пособие: в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц; под редакцией Л. П. Питаевского. — 9-е изд., стереотип. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2020. — Том 2: Теория поля. — 2020. — 508 с. — ISBN 978-5-9221-1568-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185651> (дата обращения: 18.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учебное пособие: в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц; под редакцией Л. П. Питаевского. — 6-е изд., испр. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2021 — Том 3: Квантовая механика (нерелятивистская теория) — 2021. — 800 с. — ISBN 978-5-9221-0530-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185658> (дата обращения: 18.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Батыгин, В. В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности: учебное пособие / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин. — 4-е изд. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0921-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167812> (дата обращения: 18.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Белоусов, Ю. М. Задачи по теоретической физике: учебное пособие / Ю.М.

Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 584 с. ISBN 978-5-91559-134-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/510284> (дата обращения: 18.02.2025). - Режим доступа: по подписке.

1.3.6. Оптика

1. Барановский, В. И. Квантовая механика и квантовая химия: учебное пособие / В. И. Барановский. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 428 с. – ISBN 978-5-8114-3961-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/113631> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики: учебное пособие: в 5 томах / Д. В. Сивухин. – 6-е изд., стереот. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2021 – Том 2: Термодинамика и молекулярная физика – 2021. – 544 с. – ISBN 978-5-9221-1514-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/185719> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: учебное пособие / под ред. Ф.Ф. Литвина. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 263 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – DOI 10.12737/1445. - ISBN 978-5-16-005727-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816818> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
4. Бёккер Ю. Спектроскопия: руководство / Ю. Бёккер. – Москва: Техносфера, 2009. – 528 с. – ISBN 978-5-94836-220-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/73013> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Салех Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения: учебное пособие: в 2 томах. Том 1. / Б. Салех, М. Тейх - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012. - 760 с. - ISBN 978-5-91559-038-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/408129> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

1.3.8. Физика конденсированного состояния

1. Анфимов, И. М. Физика конденсированного состояния. Электронная структура твердых тел. Лабораторный практикум: учебное пособие / И. М. Анфимов, С. П. Кобелева, И. В. Щемеров. – Москва: МИСИ, 2014. – 76 с. – ISBN 978-5-87623-724-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/51696> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Техносфера, 2012. – 560 с. – ISBN 978-5-94836-327-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/73515> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ансельм, А. И. Основы статистической физики и термодинамики: учебное пособие / А. И. Ансельм. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2007. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-0756-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/692> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Матухин, В. Л. Физика твердого тела: учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-0923-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210305> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Барановский, В. И. Квантовая механика и квантовая химия: учебное пособие / В. И. Барановский. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 428 с. – ISBN 978-5-8114-3961-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/113631> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Владимиров, Г. Г. Физика поверхности твердых тел: учебное пособие / Г. Г. Владимиров. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 352 с. – ISBN 978-5-8114-1997-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168884> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. Пользователей
7. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие: в 5 томах / Д. В. Сивухин. – 6-е изд., стереот. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2021 – Том 2: Термодинамика и молекулярная физика – 2021. – 544 с. – ISBN 978-5-9221-1514-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/185719> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Молекулярная физика. Термодинамика. Конденсированные состояния: учебное пособие / Ш. А. Пиралишвили, Е. В. Шалагина, Н. А. Каляева, Е. А. Попкова. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 200 с. – ISBN 978-5-8114-2431-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/91292> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

1.3.9. Физика плазмы

1. Кудрявцев, А. А. Физика тлеющего разряда : учебное пособие / А. А. Кудрявцев, А. С. Смирнов, Л. Д. Цендин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1037-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167814> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Голант, В. Е. Основы физики плазмы : учебное пособие / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1198-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167879> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Котельников, И. А. Лекции по физике плазмы : учебное пособие для вузов : в 2 томах / И. А. Котельников. — 3-е изд., испр. И доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — Том 1 : Основы физики плазмы — 2021. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-6958-1. — Текст : электронный // Лань : электронно библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165805> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Котельников, И. А. Лекции по физике плазмы. Том 2. Магнитная гидродинамика / И. А. Котельников. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-507-44066-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/203012> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1.3.15. Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий

1. Савельев, И. В. Курс физики. В 3 т. Т.3.: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. / И. В. Савельев. — СПб.: Лань, 2016. — 308 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187811?ysclid=m9ccswvu8n821738257> (дата обращения: 11.04.2025). — Режим доступа: по подписке.
2. Хелзен, Ф. Кварки и лептоны: Введение в физику частиц / Ф. Хелзен, А. Мартин — М.: Мир, 1987. — 456 с. — Текст : непосредственный.

3. Ситенко, А. Лекции по теории ядра / А.Т. Ситенко, В.К. Тарковский. — М.: Атомиздат, 1972. — 352 с. Текст : непосредственный.
4. Мухин, К.Н. Введение в ядерную физику / К.Н. Мухин — М.: Атомиздат, 1965. — 720 с. Текст : непосредственный.

1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

1. Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика : учебное пособие для вузов / Н. М. Цирельман. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 352 с. — ISBN 978-5-507-50559-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/447362> (дата обращения: 08.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Доманский, И. В. Механика жидкости и газа / И. В. Доманский, В. А. Некрасов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 140 с. — ISBN 978-5-507-45645-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/277058> (дата обращения: 08.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Исаченко, В. П. Теплопередача : учебник для вузов / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. — 5-е изд., стер.. — Москва: АРИС, 2014. — 417 с.
4. Франк-Каменецкий, Д.А. Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. — Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2008. — 408 с.
5. Кузнецов, Г. В. Зажигание конденсированных веществ при локальном нагреве / Г. В. Кузнецов, П. А. Стрижак; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Новосибирск : Изд-во Сиб. отд-ния РАН, 2010. — 269 с.

1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника

1. Иванов, А. В. Динамика заряженных частиц и интенсивных пучков в стационарных полях: учебное пособие / А. В. Иванов. — Новосибирск: НГТУ, 2020. — 248 с. — ISBN 978-5-7782-4139-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152154> (дата обращения: 08.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Яловега Г.Э. Рентгеноспектральные методы исследования материалов на основе синхротронного излучения: учебное пособие / Г. Э. Яловега, М. И. Мазурицкий, А. Т. Козаков [и др.]. — Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2019. — 146 с. — ISBN 978-5-9275-3202-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/141047> (дата обращения: 08.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Степанов, Ю. М. Ускорители заряженных частиц: учебное пособие для вузов / Ю. М. Степанов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 116 с. — URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/b/stepanov.pdf> (дата обращения: 08.14.2025). — Режим доступа: свободный.
4. Потылицын А.П. Излучение электронов в периодических структурах: учебное пособие / А. П. Потылицын; Томский политехнический университет. — 2-е изд., расширен. и перераб. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 284 с.: ил. — Учебники Томского политехнического университета. — Библиогр.: с. 121-122.
5. Комар, Е.Г. Основы ускорительной техники / Е.Г. Комар. — Москва: Атомиздат, 1975. — 368 с.:
6. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» (постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 07.07.2009г. № 47).