

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г.Шухова)

УТВЕРЖДЕНО

Ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова

«_____» _____ 2025 г. протокол № _____

Председатель Ученого совета

_____ проф. С.Н. Глаголев
(Подпись)

МП

**ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

1.3.8 «Физика конденсированного состояния»

Белгород
2025 г.

Программа кандидатского экзамена утверждена на заседании кафедры:

Теоретической и прикладной химии
(Название кафедры)

«____» _____ 2025 г. протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ Павленко В.И.
(Подпись) (Фамилия, И., О.)

**Программа кандидатского экзамена по научной специальности
1.3.8. «Физика конденсированного состояния»**

Разделы и вопросы программы

Раздел 1. Общие представления об устройстве кристаллов

1. Адиабатическое приближение
 2. Уравнение Шредингера для кристалла в целом
 3. Физические основы адиабатического приближения
 4. Адиабатическое приближение в квантовой механике.
 5. Кристаллическая решетка
 6. Валентное приближение
 7. Основные типы химической связи между атомами
 8. в кристаллах
 9. Геометрические характеристики кристаллической
 10. решетки
 11. Обратная решетка кристалла. Зоны Бриллюэна
- Дифракция рентгеновских лучей на кристалле

Раздел 2. Электронная подсистема

1. Эффективное поле для электронов в кристалле
 2. Приближение эффективного поля
 3. Периодичность эффективного потенциала
 4. Расчет эффективного потенциала
 5. Зонное приближение
 6. Электрон в периодическом потенциальном поле
 7. Волновая функция электрона в одномерном периодическом поле
 8. Энергетические зоны
 9. Закон дисперсии квазиимпульса
- Простейшие формы закона дисперсии квазиимпульса

Раздел 3. Колебания решетки

1. Динамика колебаний решетки
2. Описание колебаний решетки в рамках классической механики
3. Одномерная цепочка атомов
4. Бегущие монохроматические волны
5. Акустические и оптические колебания
6. Тепловые свойства кристаллической решетки
7. Колебания трехмерной кристаллической решетки
8. Фононы
9. Теплоемкость кристаллической решетки

10. Дебаевская теория теплоемкости кристаллов
 11. Тепловое расширение твердых тел
- Теплопроводность кристаллической решетки

Раздел 4. Электропроводность металлов и полупроводников

1. Классическая теория электропроводности металлов..
 2. Основные положения классической теории электропроводности металлов
 3. Понятие о квантовой теории проводимости металлов
 4. Распределение электронов по квантовым состояниям
 5. Распределение электронов по квантовым состояниям при наличии внешнего электрического поля
 6. Закон Ома
 7. Зависимость сопротивления металлов от температуры
 8. Сверхпроводимость
 9. Явление сверхпроводимости металлов
 10. Природа явления сверхпроводимости металлов
 11. Сверхпроводники второго рода
 12. Два рода носителей заряда в полупроводниках
 13. Электроны и дырки
 14. Концентрация равновесных носителей заряда
 15. Роль примесей
 16. Зависимость концентрации основных носителей заряда от температуры
 17. Неравновесные носители заряда
- Зависимость сопротивления полупроводника от температуры

Раздел 5. Контактные явления

1. Термоэлектричество
 2. Связь между тепловыми и электрическими явлениями в твердых телах
 3. Кинетические коэффициенты и термодинамические силы
 4. Термоэлектрические явления
 5. Анализ основных наблюдаемых эффектов
 6. Оценка величины термо-ЭДС
 7. Контакт двух полупроводников с различным типом проводимости
 8. Электронно-дырочный переход
 9. Контактная разность потенциалов
 10. Контактная зона
- Токи через контакт при его равновесном состоянии

Раздел 6. Квантовые эффекты в твердых телах

1. Магнитные свойства твердых тел
2. Магнитные характеристики вещества
3. Магнитные свойства электронного газа

4. Природа парамагнетизма диэлектриков
 5. Дополнительные сведения о парамагнитных явлениях
 6. Природа ферромагнетизма
 7. Антиферромагнетизм, ферримагнетизм.
 8. Спиновые волны
 9. Доменная структура ферромагнетиков
 10. Некоторые квантовые эффекты в сверхпроводниках
 11. Куперовская пара как отдельная квазичастица
 12. Квантование магнитного потока
 13. Туннельные эффекты в сверхпроводниках
 14. Нанотехнологии
 15. Перспективы развития и применения наносистем
 16. Сканирующие микроскопы
 17. Квантовые точки
 18. Резонансный туннельный транзистор
- Лазеры на квантовых точках

Раздел 7. Источники ионизирующих излучений

1. Классификация источников ионизирующих излучений
2. Космическое излучение
3. Земное (терригенное) излучение
4. Радиация в медицине
5. Атомная энергетика
 - 5.1. Предприятия атомной энергетики
 - 5.1.1. Атомная электростанция
 - 5.1.2. Ядерный топливный цикл
 - 5.2. Радиационная нагрузка от предприятий атомной энергетики
6. Радиоактивные осадки и другие источники ионизирующих излучений
7. Характеристика радиоактивных загрязнений

Раздел 8. Защита от ионизирующего излучения в условиях повседневной деятельности

1. Принципы обеспечения радиационной безопасности
2. Методы защиты при работе с источниками ионизирующих излучений
3. Средства защиты от действия ионизирующих излучений
4. Службы радиационной безопасности

ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Перечень основной литературы

1. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела: учебное пособие / Г. И. Епифанов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 288 с. – ISBN

978-5-8114-1001-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210671> (дата обращения: 30.01.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Байков, Ю. А. Физика конденсированного состояния: учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. – 4-е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 296 с. – ISBN 978-5-00101-825-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/151595> (дата обращения: 29.01.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Брандт, Н. Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния: учебное пособие / Н. Б. Брандт, В. А. Кульбачинский. – 3-е изд. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 632 с. – ISBN 978-5-9221-1209-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/59598> (дата обращения: 29.01.2023). – 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: 30.01.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Бекман, И. Н. Ядерные технологии: учебник для вузов / И. Н. Бекман. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 500 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08681-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/562201>.

6. Б.А. Калинин, П.А. Платонов, Ю.В. Тузов, И.И. Чернов, Я.И. Штромбах Физическое материаловедение. Т.6. Конструкционные материалы ядерной техники. М.: МИФИ, 2021. – 736 с. Учебник для вузов в 8-ми томах.

7. В.Г. Баранов, Ю.Г. Годин, В.В. Новиков, А.В. Тенишев, А.В. Хлунов Физическое материаловедение. Т.7. Ядерные топливные материалы. М.: МИФИ, 2021. – 640 с. Учебник для вузов в 8-ми томах.

8. Блайт, Э.Р. Электрические свойства полимеров. Пер. с англ. / Э.Р. Блайт, Д. Блур.- М.: ФИЗМАТЛИТ.- 2008. - 376 с.

9. Боков, В.А. Физика магнетиков: Учебное пособие для вузов/ В.А. Боков //ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН.- СПб.: Невский диалект; БХВ-Петербург.- 2002.-272 с.

10. Шмидт, В.В. Введение в физику сверхпроводимости / В.В. Шмидт // М.: МЦ НМО.- 2000.- 212 с.

11. Машкович, В.П. Защита от ионизирующих излучений / В.П. Машкович //Справочник. – М.: Энергоатомиздат. 1982. –296 с.

12. В.И. Павленко, Р.Н. Ястребинский, И.С. Чуйкова. Радиационный мониторинг зданий и сооружений. Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2003. – 77 с.

13. Едаменко, О. Д. Защита от ионизирующих излучений / О. Д. Едаменко, Р. Н. Ястребинский, Н. И. Черкашина // Учебное пособие. –

Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова.– 2015. – 121 с.

14. Белозерский Г.Н. Радиационная экология. – М. Изд. центр «Академия», 2010. 266 с.

15. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В. Радиация и окружающая среда / Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 122 с.

16. Павленко, В.И. Источники ионизирующих излучений / В.И. Павленко, О.Д. Едаменко, Н.И. Черкашина // Учебное пособие. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. –2015. – 128 с.

17. Нормы радиационной безопасности «НРБ-2009». –М.: Госкомсанэпиднадзор. 2009. -120 с.

18. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 «Физика и астрономия», утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 867 от 30.07.2014 г.

Перечень дополнительной литературы

1. Абрикосов, А. А. Основы теории металлов: учебное пособие / А. А. Абрикосов. – 2-е изд. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 600 с. – ISBN 978-5-9221-1097-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/2093> (дата обращения: 30.01.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Еремин, М. В. Микроскопические модели в конденсированных средах: конспект лекций / М. В. Еремин; ФГАОУВПО "Казан. (Приволж.) федер. ун-т", Ин-т физики. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет], 2011. – 112 с.: ил. (5 экз.).

3. Василевский, А.С. Физика твердого тела. Уч. Пособие для вузов / А.С. Василевский.– М.: Дрофа.– 2010.- 210 с

4. Вонсовский, С.В. Сверхпроводимость переходных металлов, их сплавов и соединений. – Москва: Наука, 1977. – 383с. (4 экз.).

5. Аплеснин, С. С. Основы спинтроники: учебное пособие / С. С. Аплеснин. – 2-е изд. испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 288 с. – ISBN 978-5-8114-1060-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210443> (дата обращения: 30.01.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Ашкрофт Н. Физика твердого тела: перевод с английского / Н. Ашкрофт, Н. Мермин ; Пер. с англ. А. С. Михайлова; Под ред. М. И. Каганова. – Т. 1. – Москва: Мир, 1979. – 399 с.: ил. (14 экз.).

7. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела: перевод с английского / Н. Ашкрофт, Н. Мермин; Пер. с англ. К. И. Кугеля, А. С. Михайлова; Под ред. М. И. Каганова. – Т. 2. – Москва: Мир, 1979. — 422 с.: ил., табл. (14 экз.).

8. Ушакова Е.В. Введение в физику твердого тела: конспект лекций. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 97 с.

9. Смирнов, Ю. А. Основы нано- и функциональной электроники / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. // Санкт-Петербург ; Москва ;

Краснодар : Лань.- 2013.– 220 с.

10. Павленко, В.И. Полимерные радиационно-защитные композиты: монография / В.И. Павленко, Р.Н. Ястребинский // Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова.- 2009. – 220 с.

11. Поляков Е.Г. Металлургия редкоземельных металлов: учеб. пособие / Е.Г. Поляков, А.В. Нечаев, А.В. Смирнов. – М.: Юрайт, 2024. – 501 с.

12. Основное оборудование АЭС [Текст]: учебное пособие / С. М. Дмитриев [и др.] ; под ред. С. М. Дмитриева .– Минск: Вышэйшая школа, 2015 .– 228 с.

Перечень интернет ресурсов

1. Сайт Научной библиотеки им. Н. И. Лобачевского <http://kpfu.ru/library>
2. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
3. Электронный каталог научно-технической литературы ВИНТИ <http://catalog.viniti.ru/>
4. Электронная библиотека «Наука и техника» <http://n-t.ru>
5. Сайт Nature publishing <https://www.nature.com/subjects/physics>
6. Журнал Успехи физических наук <http://ufn.ru/>
7. <http://www.consultant.ru/> – официальный сайт справочно-правовой системы Консультант плюс.
8. Электронно-библиотечная система IPRbook [Электронный ресурс] // Режим доступа к изд.: <http://iprbookshop.ru>.
9. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] // Режим доступа к изд.: <http://e.lanbook.com>.
10. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») [Электронный ресурс] // Режим доступа к изд.: <http://ntb.bstu.ru>.
11. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки [Электронный ресурс] // Режим доступа к изд.: <http://www.diss.rsl.ru>.
12. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] // Режим доступа к изд.: <http://elibrary.ru>.
13. Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Режим доступа: <http://www.iqlib.ru>.