

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА И.Г. ПЕТРОВСКОГО»

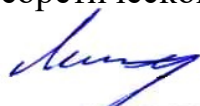
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ИНСТИТУТ

Физико-математический факультет

Кафедра экспериментальной и теоретической физики

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой экспериментальной
и теоретической физики



Н.В. Митрошенков

«27» марта 2023 г.

**ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

научная специальность (отрасль науки)

**1.3.8. Физика конденсированного состояния
(физико-математические науки)**

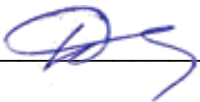
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния (физико-математические науки) / составитель: доктор физико-математических наук, доцент П.А. Попов. – Брянск: БГУ, 2023. – 8 с.

Программа составлена в соответствии с:

- Приказом Министерства образования и науки РФ от 28 марта 2014 г. № 247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня» (с изменениями и дополнениями).

- Приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 24 февраля 2021 г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093» (с изменениями на 11 мая 2022 года).

Программа утверждена на заседании кафедры экспериментальной и теоретической физики от «27» марта 2023 г., протокол № 8.

Составитель _____  П.А. Попов

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая программа предназначена для лиц, сдающих кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния) (физико-математические науки).

Цель кандидатского экзамена – установить глубину профессиональных знаний аспиранта (прикрепленного лица), уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Настоящая программа определяет порядок проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с научной специальностью.

Задачи:

- оценка уровня готовности аспирантов к решению профессиональных задач, самостоятельному освоению новых методов и исследовательских практик
- оценка способности у поступающих в аспирантуру проводить самостоятельные научные исследования;
- оценка способности у аспирантов вести научные дискуссии, делать обобщения и формулировать научные выводы.

Поступающий в аспирантуру должен:

знать:

фундаментальные основы в области физики необходимые для решения научно-исследовательских задач;

уметь:

в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики;

владеть:

современными методами при решении профессиональных задач в том числе с использованием современной аппаратуры и информационных технологий.

2 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

РАЗДЕЛ 1 ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Тема 1. Межатомное и межмолекулярное взаимодействие и энергия в конденсированных системах.

Тема 2. Теория кристаллической решетки.

Тема 3. Динамика кристаллической решетки. Теплоемкость кристаллов.

Тема 4. Ангармонизм.

Тема 5. Зонная теория кристаллов.

Тема 6. Динамика электрона в кристалле.

Тема 7. Статистика носителей заряда.

Тема 8. Кинетические явления в кристаллах.

Тема 9. Термоэлектрические и гальваномагнитные явления в металлах и полупроводниках.

РАЗДЕЛ 2 ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Тема 1. Основные положения термодинамики.

Тема 2. Квантовые теории теплоемкости.

Тема 3. Электронная теплоемкость.

Тема 4. Теплопроводность твердых тел.

РАЗДЕЛ 3 ДИФРАКЦИОННЫЙ СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Тема 1. Характеристики излучений, используемых в ДСА.

Тема 2. Способы регистрации рентгеновских лучей.

Тема 3. Методы рентгеноструктурного анализа.

Тема 4. Рентгеновская дифрактометрия.

Тема 5. Индексирование рентгенограмм.

Тема 6. Рассеяние рентгеновских лучей веществом.

3 ВОПРОСЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

1. Простые и сложные кристаллические решётки. Прямая и обратная решётки кристалла. Зоны Бриллюэна.

2. Намагниченность и восприимчивость. Восприимчивость диэлектриков с полностью заполненными оболочками. Ларморовский диамагнетизм. Правила Хунда. Восприимчивость диэлектриков с частично заполненными оболочками. Парамагнетизм.

3. Природа сил взаимодействия атомов в кристалле. Колебания и волны в простой решетке. Нормальные координаты, фононы. Взаимодействие фононов.

4. Термодинамические свойства парамагнитных диэлектриков. Адиабатическое размагничивание.

5. Тепловые свойства решётки. Тепловое расширение и теплопроводность, параметр Грюнайзена.

6. Восприимчивость металлов. Парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау.

7. Электрон в периодическом поле. Теорема Блоха. Приближение почти свободных и сильносвязанных электронов.

8. Металлы, диэлектрики и полупроводники.

9. Полупроводниковые кристаллы, собственная и примесная проводимость. Полупроводниковые приборы.

10. Теплоемкость свободных электронов в металлах и полупроводниках.

11. Спиновые стекла. Теплопроводность и теплоёмкость стёкол.

12. Типы магнитных структур. Основное состояние Гейзенберговского ферромагнетика.

13. Проводимость и теплопроводность. Концепция длины свободного пробега.

14. Основное состояние Гейзенберговского антиферромагнетика.

15. Статистическое равновесие свободных электронов в металлах и полупроводниках.
16. Процессы рассеяния. Рассеяние на примесях. Рассеяние на фононах. Процессы переброса.
17. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Концепция квазичастиц. Ферми-жидкость.
18. Спиновые волны. Домены.
19. Гальваномагнитные свойства. Эффект Холла.
20. Эффективное взаимодействие между электронами. Куперовские пары.
21. Термомагнитные и термоэлектрические явления. Термоэдс. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.
22. Основное состояние сверхпроводника и спектр элементарных возбуждений. Температура сверхпроводящего перехода. Теплоёмкость.
23. Дисперсия и поглощение света кристаллами. Оптические свойства металлов и полупроводников.
24. Ядерная релаксация в сверхпроводнике. Затухание ультразвука. Инфракрасное поглощение.
25. Классическая и квантовые теории теплоёмкости твёрдых тел.
26. Эффект Де Газа – Ван Альфена.
27. Квантовая бозе-жидкость. Элементарные возбуждения в квантовой бозе-жидкости. Сверхтекучесть.
28. Магнитные свойства двухэлектронной системы. Синглетные и триплетные состояния. Спиновый Гамильтониан и модель Гейзенберга.
29. Межзонные переходы. Поглощение света свободными носителями.
30. Магнитные взаимодействия в газе свободных электронов. Модель Хаббарда. Минимум электросопротивления и теория Кондо.
31. Локализованные колебания решётки, локальные моды. Электрон-фононное взаимодействие на дефектах кристаллической решётки.
32. Прямой обмен, сверхобмен, косвенный обмен и обмен между делокализованными электронами.

4 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

Основная литература:

1. Епифанов, Г. И. Физика твёрдого тела: учеб. пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 288 с.
2. Брандт, Н. Б., Кульбачинский, В. А. Квазичастицы в физике конденсированного состояния: учеб. Пособие. – Москва: Физматлит, 2007. – 631 с.
3. Киттель Ч. Введение в физику твёрдого тела. – Москва: Физматгиз, 1962. – 696 с.

Дополнительная литература:

1. Гуртов, В. А., Осауленко, Р. Н. Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие [электронный ресурс]
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466&sr=1>
2. Геринг, Г. И., Панова, Т. В. Физика конденсированного состояния вещества: учебное пособие [электронный ресурс]
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237155&sr=1>
3. Гольдаде, В. А., Пинчук, Л. С. Физика конденсированного состояния: пособие [электронный ресурс]
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309&sr=1>
4. Гордиенко, А. Б., Кособуцкий, А. В., Корабельников, Д. В. Физика конденсированного состояния. Решение задач: учебное пособие [электронный ресурс] <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232487&sr=1>

Периодические издания:

- «Физика твердого тела»
- «Высшее образование в России»
- «Журнал физической химии»
- «Журнал экспериментальной и теоретической физики»
- «Доклады РАН, серия физическая»

Интернет-ресурсы

1. Портал «EqWorld Мир математических уравнений»:
URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/solidstate.htm>
2. URL: http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/fizika/fizika_tvyordogo_tela/

5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Кандидатский экзамен проводится по билетам. Для подготовки ответа экзаменуемый использует экзаменационные листы.

На каждого экзаменуемого заполняется протокол приема кандидатского экзамена, в который вносятся вопросы билетов и вопросы, заданные членами комиссии.

Экзаменационные билеты должны включать два вопроса в соответствии с разделами программы кандидатского экзамена и один вопрос в соответствии с разделами дополнительной программы.

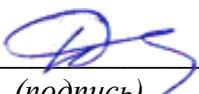
Уровень знаний оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка	Описание критериев оценки
«отлично»	– грамотно использована научная терминология; – четко сформулирована проблема, доказательно аргументированы выдвигаемые тезисы; – указаны основные точки зрения, принятые в научной литературе по рассматриваемому вопросу; – аргументирована собственная позиция или точка зрения, обозначены наиболее значимые в данной области научно-исследовательские проблемы; – умение проводить междисциплинарные связи, связывая теоретические положения сообщения с профессиональной деятельностью.
«хорошо»	– применяется научная терминология, но при этом допущена ошибка или неточность в определениях, понятиях; – проблема сформулирована, в целом доказательно аргументированы выдвигаемые тезисы; – имеются недостатки в аргументации, допущены фактические или терминологические неточности, которые не носят существенного характера; – высказано представление о возможных научно-исследовательских проблемах в данной области; – аргументирована собственная позиция или точка зрения, обозначены наиболее значимые в данной области научно-исследовательские проблемы.
«удовлетворительно»	– названы и определены лишь некоторые основания, признаки, характеристики рассматриваемой проблемы; – допущены существенные терминологические неточности; – имеются существенные недостатки в аргументации, допущены фактические или терминологические неточности; – не высказано представление о возможных научно-исследовательских проблемах в данной области; – частично аргументирована собственная позиция или точка зрения, обозначены наиболее значимые в данной области научно-исследовательские проблемы.
«неудовлетворительно»	– отмечается отсутствие знания терминологии, научных оснований, признаков, характеристик рассматриваемой проблемы; – не представлена собственная точка зрения по данному вопросу.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

1. Разработана:

Составитель

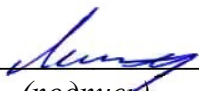
 /Попов П.А./
(подпись)

«27» марта 2023 г.

2. Утверждена кафедрой экспериментальной и теоретической физики

Протокол № 8 от «27» марта 2023 г.

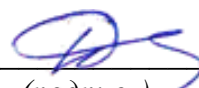
Заведующий кафедрой


(подпись)

/Митрошенков Н.В./

3. Согласовано

Руководитель ОПОП

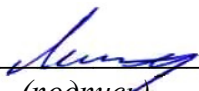

(подпись)

/Попов П.А./

«27» марта 2023 г.

4. Согласовано

Заведующий кафедрой


(подпись)

/Митрошенков Н.В./

«27» марта 2023 г.