

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

\_\_\_\_\_ С.Ю. Роцин

Одобрено на заседании  
Академического совета  
Аспирантской школы по  
техническим наукам

Согласовано

Академический директор  
Аспирантской школы по  
техническим наукам

\_\_\_\_\_ И.С. Монахов

**Программа вступительного испытания по специальности  
основной образовательной программы высшего образования – программы  
подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
Физика конденсированного состояния**

Научная специальность:

1.3.8 Физика конденсированного состояния

## 1. Область применения и нормативные ссылки

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

## 2. Структура вступительного экзамена

Вступительное испытание основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по образовательной программе Физика конденсированного состояния состоит из двух частей: оценки индивидуальных достижений (портфолио) и оценки знаний по направлению подготовки (собеседование).

Максимальная возможная оценка за обе части вступительного испытания по специальности составляет 100 баллов.

Для участия в конкурсе по итогам вступительного испытания по специальности необходимо набрать суммарно не менее 30 баллов. Оценка за вступительное испытание по специальности от 1 до 29 баллов считается неудовлетворительной.

### 2.1. Оценка индивидуальных достижений. Структура портфолио

Максимальная возможная оценка за индивидуальные достижения (портфолио) составляет 50 баллов.

Для участия в конкурсе оценки индивидуальных достижений (портфолио) абитуриент может представить следующие документы, подтверждающие его достижения:

#### 1) Документы, подтверждающие опыт научно-исследовательской деятельности абитуриента.

а. Доклады на международных и российских конференциях, научных семинарах, научных школах и т.д. по направлению будущего диссертационного исследования. Подтверждается представлением программы конференции, диплома (сертификата) участника.

б. Опубликованные или принятые к публикации научные работы (статьи, доклады в сборниках докладов). Подтверждается представлением электронных копий подлинников, ссылкой на открытые источники, справкой из редакции о принятии к публикации с обязательным указанием номера журнала и страниц. Публикации должны относиться к тому же направлению, что и тема будущего диссертационного исследования.

с. Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч.

д. Участие в научно-исследовательских проектах, академических грантах. Подтверждается данными проекта (название, номер гранта, фонд), контактными данными руководителя проекта и краткой аннотацией (не более 200 слов), разъясняющей суть работы абитуриента.

2) **Рекомендательное письмо** от потенциального научного руководителя планируемого диссертационного исследования, в котором отражено его согласие выступить научным руководителем абитуриента в аспирантуре, а также, при знакомстве потенциального руководителя с научной и учебной деятельностью абитуриента, ее характеристика.

3) **Описание исследовательского проекта** (не более четырех страниц), который поступающий предполагает реализовать во время обучения в аспирантуре (на русском или английском языке). Описание проекта должно содержать:

а) актуальность - краткое введение в область предполагаемого исследования, текущее состояние выбранной отрасли;

- б) формулировку проблемы исследования и научную новизну;  
 в) цели и задачи исследования;  
 г) обоснование теоретической или практической значимости;  
 д) краткое описание предполагаемых подходов и методов в решении поставленных задач.

## 2.2. Критерии оценки портфолио

Критерий оценки	Количество баллов
<b>Доклады на конференциях</b>	<b>Максимум 5 баллов</b>
с публикацией докладов (за каждую)	2 балла
без публикации докладов (за каждую)	1 балл
<b>Публикация научных работ</b>	<b>Максимум 20 баллов</b>
<i>Публикация в журнале или в сборнике докладов, индексируемом в Web of Science/Scopus:</i>	
публикация в журнале первого квартиля (Q1) без соавторов	20 баллов
публикация в журнале первого квартиля (Q1) в соавторстве	19 баллов
публикация в журнале второго квартиля (Q2) без соавторов	18 баллов
публикация в журнале второго квартиля (Q2) в соавторстве	17 баллов
публикация в журнале третьего квартиля (Q3) без соавторов	15 баллов
публикация в журнале третьего квартиля (Q3) в соавторстве	14 баллов
публикация в журнале четвертого квартиля (Q4) без соавторов	13 баллов
публикация в журнале четвертого квартиля (Q4) в соавторстве	12 баллов
публикация в журнале без квартиля без соавторов	11 баллов
публикация в журнале без квартиля в соавторстве	10 баллов
<i>Публикация в журнале, входящем в Список D НИУ ВШЭ:*</i>	
без соавторов	12 баллов
в соавторстве	10 баллов
<i>Публикация в журнале или в сборнике докладов, не индексируемом в Web of Science/Scopus:</i>	
Публикация в журнале из списка ВАК без соавторов	8 баллов
Публикация в журнале из списка ВАК в соавторстве	6 баллов

Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч.	5 баллов
Участие в научно-исследовательских проектах	5 баллов
Рекомендательное письмо от потенциального научного руководителя	5 баллов
Описание исследовательского проекта	до 10 баллов

\* Список D НИУ ВШЭ представлен по ссылке: [https://scientometrics.hse.ru/list\\_d](https://scientometrics.hse.ru/list_d)

Оценка индивидуальных достижений проводится на собеседовании.

*Минимальный балл (неудовлетворительная оценка) за портфолио – до 9 баллов включительно. Для участия в конкурсе по итогам оценки индивидуальных достижений необходимо набрать суммарно не менее 10 баллов.*

### 2.3. Структура и процедура проведения оценки знаний по направлению подготовки (собеседование)

Максимальная возможная оценка за собеседование составляет 50 баллов. Собеседование состоит из двух частей.

1) Ответ на вопросы в соответствии с направленностью (научной специальностью) будущей научно-исследовательской работы (диссертации). Абитуриент выбирает билет, содержащий два вопроса из представленных в программе собеседования тем.

Абитуриенту предоставляется 30 минут на подготовку. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы. Оценка за ответы по каждому из вопросов составляет максимум 15 баллов.

2) Беседа по планируемому направлению исследований. Абитуриенту необходимо раскрыть следующие вопросы: предполагаемая тема научно-исследовательской работы, формулировка проблемы, цели ее исследования, новизна. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы. Оценка за данную часть собеседования составляет максимум 20 баллов.

Собеседование проводится на русском или английском языке (по желанию абитуриента), собеседование может проводиться дистанционно с использованием информационных технологий.

### 2.4. Критерии оценки собеседования

Критерии оценивания ответа по вопросам программы собеседования	Баллы
Ответ полный, без замечаний, продемонстрированы знания по специальной дисциплине	14-15
Ответ полный, с незначительными недочетами, продемонстрированы знания по специальной дисциплине	11-13
Ответ полный, с незначительными замечаниями	6-10

Ответ не полный, с существенными замечаниями	3-5
Ответ на поставленный вопрос не дан	0-2
<b>Критерии оценивания ответа по планируемому направлению исследований</b>	<b>Баллы</b>
Ответ полный, без замечаний, продемонстрировано представление о планируемом направлении исследований	20
Ответ полный, с незначительными недочетами, продемонстрировано представление о планируемом диссертационном исследовании	16-19
Ответ полный, с незначительными замечаниями	11-15
Ответ не полный, с существенными замечаниями	7-10
Ответ на поставленный вопрос не дан	0-6

В случае набора абитуриентами равного количества баллов (полупроходного балла), преимущество получает абитуриент, соответствующий перечисленным ниже критериями. Критерии представлены в порядке убывания значимости.

1. оценка за собеседование;
2. оценка за индивидуальные достижения;

### 3. Программа собеседования

1. Кристаллические и аморфные тела. Типы сил связи в конденсированном состоянии. Кристаллические структуры – ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа NaCl, структура типа графита.

2. Кристаллические структуры алмаза, графита, перовскита CaTiO<sub>3</sub>, Фотопроводимость.

3. Точечные дефекты, их образование, равновесная концентрация, и миграция. Вакансии. Междоузельные атомы. Гантели, кроудионы. Дефекты Френкеля и Шоттки.

4. Дислокации в кристаллах – краевые и винтовые. Роль дислокаций в пластической деформации.

5. Диффузия в кристаллических твердых телах (определение). Самодиффузия и гетеродиффузия. Механизмы диффузии. Законы Фика. Коэффициент диффузии,

его

зависимость от температуры. Энергия активации диффузии.

6. Теплоемкость твердых тел, ее зависимость от температуры. Удельная теплоемкость. Закон Дюлонга и Пти. Температура Дебая.

7. Теплопроводность твердых тел – решеточная и электронная. Закон Фурье для теплопроводности твердых тел. Коэффициент теплопроводности.

8. Механические свойства твердых тел – упругость, пластичность, прочность, их характеристики. Типы диаграмм «напряжение-деформация». Способы

повышения

прочности и пластичности твердых тел

9. Основы зонной теории твердых тел. Расщепление энергетических уровней

электронов и образование энергетических зон. Энергетические зонные диаграммы

металлов, полупроводников, диэлектриков.

10. Основные характеристики электрических свойств твердых тел. Зависимость  $\rho$

электросопротивления металлов от температуры. Температура Дебая. Фононы, рассеяние электронов на примесях и дефектах.

11. Контактные явления на границе двух проводников. Контактная разность потенциалов и термоэдс. Эффект Зеебека.

12. Полупроводники. Электронная структура типичных полупроводников.

Собственная и примесная проводимость. Температурная зависимость проводимости

полупроводников.

13. Эффект Холла. Холловская разность потенциалов. Практическое применение эффекта Холла.

14. Диэлектрики. Характеристики диэлектрических материалов и связь между ними. Диэлектрические потери. Электрическая прочность твердых диэлектриков.

15. Поляризация диэлектриков - электронная, ионная и дипольная. Время релаксации.

16. Сегнетоэлектрики. Диэлектрический гистерезис. Сегнетоэлектрические домены. Пьезоэлектрики. Практическое применение сегнето- и пьезоэлектриков.

17. Магнетизм и причины его возникновения в твердых телах. Основные характеристики магнитных свойств материалов.

18. Диамагнетики и парамагнетики, их свойства. Правило Ленца. Закон Кюри.

19. Ферромагнетики, их свойства. Магнитная анизотропия. Намагничивание и перемагничивание ферромагнетиков.

20. Природа ферромагнетизма. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри. Закон Кюри-Вейса.

21. Антиферромагнетики и ферримагнетики, их магнитная структура. Точка Нееля. Ферриты и их практическое применение.

22. Проникновение высокочастотного электромагнитного поля в проводник. Вихревые индукционные токи (токи Фуко). Скин- эффект. Толщина скин-слоя.

23. Основные характеристики оптических свойств твердых тел. Коэффициенты поглощения и отражения. Закон Бугера-Ламберта-Бера.

24. Центры окраски – электронные и дырочные. Влияние экситонов на образование F-центров.

25. Поглощение света в твердых телах – межзонное поглощение, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, поглощение связанными носителями (экситонное поглощение), решеточное (фононное) поглощение.

26. Низкотемпературная сверхпроводимость. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейснера. Сверхпроводники I и II рода. Вихри Абрикосова.

27. Основы теории низкотемпературной сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера (БКШ). Куперовские пары. Бозоны и фермионы. Фононы. Электронфононное взаимодействие.

28. Эффект Джозефсона (стационарный и нестационарный).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Г.Г., Кабанова Т.А., Рыбалко В.В. Основы материаловедения (под ред. Г.Г. Бондаренко). Учебник. М., Лаборатория знаний, 2014, 760с.

2. Гуртов В.А., Осауленко Р.Н. Физика твердого тела для инженеров: Учебное пособие. Издание 2-е. М., Техносфера, 2012.
3. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. Учебник. 3-е изд. М.: Высшая школа, 2000.
4. Винтайкин Б.Е. Физика твердого тела. Учебное пособие. 2-е изд. М., МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.