

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ
им. В.А. КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН)

УТВЕРЖДЕНО:

Директор
ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН



С.А. Никитов

2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

*для поступающих на обучение по программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре*

Научная специальность

1.3.8 Физика конденсированного состояния

Москва, 2025

I. Общие положения

Настоящая программа предназначена для поступающих в аспирантуру ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН и содержит требования к вступительному испытанию по научной специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния. Программа разработана на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам магистратуры.

II. Содержание вступительного испытания

Вступительное испытание проводится в форме собеседования по следующим вопросам:

1. Механизмы притяжения и отталкивание атомов при образовании кристаллической решетки. Решетка Бравэ.
2. Пьезоэлектричество. Диэлектрическая проницаемость кристаллов и ее частотная зависимость.
3. Метод эффективной массы в полупроводниках. Температурная зависимость концентрации носителей заряда в полупроводниках.
4. Механизм рассеяния носителей тока и электропроводность металлов и полупроводников.
5. Термо ЭДС. Вклад электронного газа в теплопроводность.
6. Эффект Холла в полупроводниках. Контакт металл-полупроводник.
7. Тензор электропроводности. Линейная связь между током и электрическим полем в однородной стационарной среде.
8. Принцип причинности и дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига.
9. Высокочастотные свойства электронного газа в металлах и полупроводниках.
10. Нормальный и аномальный скин-эффект. Плазменные колебания.
11. Собственное оптическое поглощение в полупроводниках. Вертикальные и неvertикальные оптические переходы.
12. Экситонные эффекты. Примесное оптическое поглощение в полупроводниках.
13. Фотопроводимость за счет изменения концентрации носителей заряда и вследствие изменения подвижности носителей при внутризонных переходах.
14. Теорема Винера-Хинчина.
15. Эквивалентно-шумовая мощность приемника излучения.
16. Квантовые проволоки и квантовые точки.

17. Квантовые ямы (КЯ) в гетероструктурах, волновые функции и спектр электрона в прямоугольной и квазиправильной яме, двумерные подзоны, условия наблюдения размерного квантования.
18. МДП-структуры на основе кремния
19. Рост наноструктур III-V с квантовыми ямами и точками.
20. Транзисторы на основе кремниевой МДП-структуры
21. Транзисторы на основе на основе гетероструктуры
22. Гетеролазеры с квантовыми ямами: геометрия, зонная диаграмма, пороговый ток.
23. Квантово-размерный эффект Штарка и его применения в оптических КЯ- модуляторах.
24. Межзонное поглощение в квантовых ямах.
25. Квантовый точечный контакт и квантование баллистической проводимости, условия наблюдения.
26. Спектр электронов на скучущих орбитах в калибровке Ландау.
27. Целочисленный квантовый эффект Холла
28. Сверхпроводимость и эффект Мейсснера.
29. Уравнения Гинзбурга-Ландау.
30. Эффекты Джозефсона.
31. Плоские однородные и неоднородные волны.
32. Линейная фильтрация Колмогорова-Винера на основе минимизации дисперсии ошибки.
33. Вибратор Герца. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Коэффициент усиления и коэффициент рассеяния антенны.

III. Список рекомендуемой литературы для подготовки к вступительному экзамену

Основная литература:

1. Абрикосов А.А. Основы теории металлов, 2-ое изд., испр. и доп., М, Физматлит, 2009.
2. Грундман М. Основы физики полупроводников. Нанопизика и технические приложения. М., Физматлит, 2012
3. Дьелесан Э., Руайе Д. Упругие волны в твердых телах. М.: Наука, 1982
4. Зегря Г.Г., Перель В.И. Основы физики полупроводников. М., Физматлит, 2009
5. Коган Ш.М. Электронный шум и флуктуации в твердых телах. М., Физматлит, 2009

6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., Физматлит, 2003.
7. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников, МЦНМО, Москва. 2000.

Дополнительная литература:

1. А.Бароне, Дж.Патерно. Эффект Джозефсона: физика и применения, «МИР», Москва, 1984.
2. Андо Т., Фаулер Ф., Стерн Ф. Электронные свойства двумерных систем. М., Мир. 1985.
3. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. Наука, 1978г.
4. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. Наука, 1977г.
5. Букингом. Шумы в электронных приборах. Мир, 1988
6. Ван дер Зил. Шумы при измерениях. Мир, 1979.
7. Дж.Займан, Принципы теории твердого тела, "Мир", Москва, 1974г.
8. Й. Имри. Введение в мезоскопическую физику (пер. с англ.), Физматлит, М., 2002
9. Киттель Ч., Введение в физику твердого тела, "Наука", Москва, 1978г.
10. Н.Ашкрофт, Н.Мермин. Физика твердого тела. В 2-х томах. Мир, 1979г.
11. Питер Ю, Мануэль Кардона. Основы физики полупроводников (пер. с англ.), Физматлит, М., 2002
12. Ф.Блатт. Физика электронной проводимости в твердых телах. Мир. 1971г.

IV. Критерии оценки знаний поступающего по дисциплине

Оценка знаний производится по пятибалльной шкале.

Оценка **«отлично»** выставляется за обстоятельный и глубокий ответ на три вопроса из разных тематических разделов. Поступающий грамотно использует научную терминологию, демонстрирует знание источников, выявляет основные тенденции и проблемы, свободно ориентируется в материале, относящемся к предмету.

Оценка **«хорошо»** предполагает правильные и достаточно полные ответы на три вопроса из разных тематических разделов, отсутствие грубых ошибок и упущений, – если одновременно допущены отдельные ошибки и у

поступающего возникли затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при недостаточно полном ответе на основные вопросы, при наличии пробелов в знаниях, а также если у поступающего возникли серьёзные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в случае отсутствия необходимых для ответа теоретических знаний по дисциплине.