

**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

« 05 » апреля 2022 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
**ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

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

Научная специальность

**2.2.2 Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники,  
квантовых устройств**

Москва, 2022

## **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 2.2.2 Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств. 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. Агрегатные состояния вещества. Тепловое движение молекул в газах, жидкостях и твердых телах.
2. Активные материалы: ферромагнетики, сегнето- и пьезоэлектрики, магнитострикторы, мультиферроики.
3. Возникновение энергетических зон. Зонная структура полупроводников, диэлектриков, металлов.
4. Зона Бриллюэна. Прямозонные и непрямозонные полупроводники.
5. Алгоритмы построения зонных диаграмм для слоистых структур из материалов с различной шириной запрещенной зоны и работой выхода.
6. Радиационно-термические дефекты в ионно-легированном кремнии.
7. Природа энергетических уровней в запрещенной зоне. Легирующие примеси. Понятие об амфотерных примесях.
8. Электрическая проводимость полупроводника. Подвижность носителей заряда.
9. Равновесное и неравновесное состояния p-n перехода. Область пространственного заряда в p-n переходе.
10. Термоэлектрические эффекты в кремнии. Поглощение света в полупроводниках.
11. Твердофазный рост слоев: оксидов и нитридов кремния, силицидов металлов.
12. Физические основы легирования.
13. Современные методы фото- и электронной литографии.
14. Виды полевых транзисторов. Методы повышения подвижности в канале полевого транзистора.
15. Пьезоэлектроника и МЕМС технологии.
16. Свето- и фотодиоды. Приборы с зарядовой связью.
17. Приборы радиофотоники и нанофотоники.
18. Исследования методами растровой электронной микроскопии.

19. Исследования методами просвечивающей и атомно-силовой микроскопией.
20. Методы исследования электрической проводимости полупроводников. Одно- и четырех-зондовый метод.
21. Методы исследования электрофизических параметров полупроводников и структур.
22. Фольт-фарадные методы исследования МДП структур.
23. Методы измерения концентрации носителей заряда в полупроводнике.
24. Оценка подвижности носителей заряда при измерении эффекта Холла.
25. ИК спектроскопия.

### **III. Список рекомендуемой литературы для подготовки к вступительному экзамену**

#### ***Основная литература:***

1. Вопросы радиационной технологии полупроводников. Под ред. Л.С. Смирнова. Новосибирск, 1980. 294 с.
2. Зегря Г.Г., Перель В.И. Основы физики полупроводников. М., Физматлит, 2009
3. Коган Ш.М. Электронный шум и флуктуации в твердых телах. М., Физматлит, 2009
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., Физматлит, 2003.
5. Э. Дьелесан, Д. Руайе. Упругие волны в твердых телах. М.: Наука, 1982

#### ***Дополнительная литература:***

1. Милнс А. Примеси с глубокими уровнями в полупроводниках. Под ред. М.К. Шейкмана, изд. Мир, Москва, 1977, с. 467.
2. С.В. Булярский, В.И. Фистуль. Термодинамика и кинетика взаимодействующих дефектов в полупроводниках. Изд. Наука. Физматлит, Москва, 1997, с.352.
3. Гегузин Я.Е., Кагановский Ю.С. Диффузионные процессы на поверхности кристалла. Изд. Энергоатомиздат, Москва, 1984, с. 123.
4. Вавилов В. С, Кекелидзе Н. П., Смирнов Л. С. Действие излучения на полупроводники. М., 1988. 192 с.
5. А. Зеегер, Х. Фелл, В. Франк. Точечные дефекты в твердых телах, под ред. Б. И. Болтакса, 1979, изд. «Мир», Москва, с. 164.

#### **IV. Критерии оценки знаний поступающего по дисциплине**

Оценка знаний производится по пятибалльной шкале.

Оценка **«отлично»** выставляется за обстоятельный и глубокий ответ на три вопроса программы. 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 программы, 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.