

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф – Программа вступительных испытаний		

УТВЕРЖДАЮ:

Председатель приемной комиссии УлГУ

Б.М. Костишко

5 апреля 2022 г.



ПРОГРАММА

вступительных испытаний по научной специальности

2.2.2. ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ, КВАНТОВЫХ УСТРОЙСТВ

для поступающих на обучение по программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
Ульяновского государственного университета

Сведения о разработчиках:

ФИО	Аббревиатура кафедры	Ученая степень, звание
Гурин Нектарий Тимофеевич	РФиЭ	д.ф-м.н., профессор

Ульяновск, 2022

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф – Программа вступительных испытаний		

1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре 2.2.2. Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств (далее - Программа), сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру УлГУ.

Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке.

1.2. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными решением Ученого совета УлГУ, действующими на текущий год поступления.

1.3. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, структура, процедура, программа вступительного испытания и шкала оценивания ответов

2.1. Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме устного экзамена в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

2.2. Процедура проведения экзамена представляет собой сдачу экзамена в очной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний): очно и дистанционно.

2.3. Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

2.4. Программа экзамена.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф – Программа вступительных испытаний		

Примерный перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена и формирования билетов.

2.2.2. ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ, КВАНТОВЫХ УСТРОЙСТВ

Вопросы к экзамену:

1. Резкий р-п-переход при ненулевом смещении: распределение электрического поля потенциала и заряда, высота барьера, зонная диаграмма. Инжекция и экстракция носителей заряда. Сравнение с плавным р-п-переходом.
2. Статическая ВАХ идеального диода. Распределение носителей в базе диода.
3. Полное сопротивление диода на переменном сигнале. Диффузионная емкость. Эквивалентные схемы диода.
4. Барьерная емкость. Зависимость барьерной емкости р-п-перехода от напряжения смещения (случаи резкого и плавного переходов). Варикапы.
5. Основные механизмы пробоя диодов.
6. Работа диода при высоком уровне инжекции.
7. Переходные процессы в диодах.
8. Туннельный диод: принцип работы, эквивалентная схема, частотные ограничения.
9. Лавинно-пролетные диоды и диоды Ганна.
10. Плоский биполярный транзистор: принцип работы, токи в транзисторе, зонная диаграмма.
11. Статические характеристики транзистора в схеме с общей базой. Влияние на них температуры.
12. Статические характеристики транзистора в схеме с общим эмиттером. Влияние на них температуры.
13. Анализ работы транзистора на малом переменном сигнале. Системы малосигнальных параметров.
14. Т-образная эквивалентная схема транзистора. Связь параметров эквивалентной схемы с физическими параметрами транзистора.
15. Частотные свойства транзисторов. Граничная частота передачи тока базы и предельная частота генерации. Шумы в транзисторах. Особенности СВЧ-транзисторов.
16. Импульсные свойства транзисторов (схемы ОБ и ОЭ).
17. Тиристор: ВАХ, принцип работы, зонные диаграммы. Транзисторная модель тиристора.
18. Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом: принцип работы, статические характеристики. Разновидности полевых транзисторов. Сравнение с МДП-транзистором.
19. Гетеропереходы: зонные диаграммы, распределение поля и потенциала, высота барьера. ВАХ гетероперехода (модель термоэлектронной эмиссии). Применение гетеропереходов в приборах.
20. Идеальный контакт металл-полупроводник: характеристики контакта, зонные диаграммы, диодная и диффузионная модели ВАХ.
21. Реальные контакты металл-полупроводник: эффект Шоттки, роль граничных

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф – Программа вступительных испытаний		

состояний. Диоды Шоттки. Омические контакты.

22. Идеальные МДП-структуры: зонные диаграммы, зависимость заряда в полупроводнике от поверхностного потенциала. CV -характеристики идеальных и реальных МДП-структур.
23. Принципы работы приборов с зарядовой связью.
24. Фоторезисторы. Основные параметры.
25. Фотодиоды. Фотодиодный и фотогальванический режимы включения.
26. Полупроводниковые лазеры и светодиоды. Лазеры и светодиоды на квантовых ямах и квантовых точках.
27. Основные виды и типы микросхем, их основные параметры. Программируемые логические интегральные схемы.
28. Основные явления, на которых строится сверхпроводящая электроника. Принцип действия сквида. Предел быстродействия.
29. Основные параметры качества и тенденции развития элементов нанoeлектроники.
30. Максимальные частоты переключения в гомоструктурных полевых, биполярных транзисторах.
31. Основные принципиальные физические и технологические ограничения размеров гомоструктурных транзисторов.
32. Новые качества в гетероструктурном варианте транзисторов. Почему при этом можно дальше продвинуться в нанометровый масштаб размеров элементов и увеличить быстродействие?
33. Полезные качества двумерного электронного газа электронов в приборах нанoeлектроники.
34. Горячие электроны. Как они возникают и позволяют увеличить быстродействие БТ?
35. Резонансно-туннельные структуры с двойным барьером.
36. Квантовая интерференция электронных волн в эффекте Ааронова-Бома, как ею можно управлять?
37. Кулоновская блокада туннелирования, что ограничивает скорость дискретного туннелирования?
38. Углеродные нанотрубки. Какие качества углеродных нанотрубок позволяют считать их перспективными структурами для создания полевых транзисторов на их основе?
39. Графен. Перспективы создания активных приборов на графене.
40. Принцип действия спинового клапана. Зачем нужен слой антиферромагнетика в спиновом клапане?
41. Спиновая инжекция. Какое дополнительное полезное качество даёт спин-поляризованная инжекция в транзисторе на горячих электронах?

а) основная литература:

1. Гуртов В.А.. Твердотельная электроника. - М.: Техносфера, 2005.
2. Пасынков В.В., Чиркин Л.К., Шинков А.Д. Полупроводниковые приборы.- М.: ВШ, 1987; М.: ВШ, 2003.
3. Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. - М.: Сов. Радио, 1990.
4. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. - М.: Энергия, 1990.
5. Зи С. Физика полупроводниковых приборов, т.1, 2. - М.: Мир, 1984.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф – Программа вступительных испытаний		

6. Пожела Ю. Физика быстродействующих транзисторов. - Вильнюс: Моклас, 1989.
7. Драгунов В. П., Неизвестный И. Г., Гридчин В. А. Основы нанoeлектроники. - Новосибирск: изд. НГТУ, 2000.
8. Демиховский В. Я., Вугальтер Г. А., Физика квантовых низкоразмерных структур.- М.: Логос, 2000.
9. Щука А. А. Нанoeлектроника.- М.: Физматкнига, 2007.
10. Бурбаева Н.В., Днепровская Т.С. Сборник задач по полупроводниковой электронике.- М.: Физматлит, 2004.
11. Аваев Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микрoeлектроники. М.6Радио и связь, 1991.

б) дополнительная литература:

1. Гуляев Ю. В., Сандомирский В. Б., Суханов А. А., Ткач Ю. А. Тенденции развития микрoeлектроники// УФН, 1984, т.144, в.3, с.475-495.
2. Кульбачинский В. А. Структуры малой размерности в полупроводниках.- М.: изд. МГУ, 1998.
3. Елецкий А. В. Углеродные нанотрубки.// УФН, 1997, т.167, в.9.
4. Дудкин В. И., Пахомов Л. Н., Квантовая электроника. Приборы и их применение. - М.: Техносфера, 2006.
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8.
6. Золотухин И. В., Калинин Ю. Е., Стогней О. В., Новые направления физического материаловедения.- Воронеж: изд. ВГУ, 2000.

в) интернет - ресурсы:

1. Интернет-ресурс справочной и математической литературы со свободным доступом www.eqworld.ipmnet.ru
2. <http://www.lib.unn.ru/> - Фундаментальная библиотека ННГУ
3. <http://studentlibrary.ru> - Студенческая электронная библиотека
4. <https://biblio-online.ru/> - Электронная библиотека Юрайт
5. <https://eJanbook.com/> - Электронно-библиотечная система изд. «Лань»
6. <http://biblioclub.ru> - Университетская библиотека ONLINE
7. <http://phys.unn.ru/library.asp> - Электронная библиотека ФзФ ННГУ
8. <http://www.studmed.ru> - Учебно-методическая литература для студентов
9. <http://www.twirpx.com> - Общедоступный сайт www.twirpx.com
10. <http://www.rfbr.ru> - Библиотека РФФИ

2.5. Шкала оценивания ответов на экзамене

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
до 39 баллов	40 - 74 баллов	75 - 84 баллов	85 - 100 баллов

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф – Программа вступительных испытаний		

Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов для успешного прохождения экзамена - 40. Поступающий, набравший менее 40 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)

Вид деятельности		
Оценка	Балл	Уровень владения темой
неудовлетворительно	до 39	Ответ на поставленный вопрос не дан или ответ неполный, отсутствует логичность повествования или допущены существенные логические ошибки
удовлетворительно	40-74	Ответ полный, допущены не существенные логические ошибки
хорошо	75-84	Ответ логичный, конкретный, присутствуют незначительные пробелы в знаниях материала программы
отлично	85-100	Ответ полный, логичный, конкретный, без замечаний. Продемонстрированы знания материала программы, умение решать предложенные задачи

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами комиссии.