

Правительство Российской Федерации

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики Национального
исследовательского университета "Высшая школа экономики"

Факультет электроники и телекоммуникаций

Утверждена Ученым советом МИЭМ
протокол от

_____ 2013 г. № _____

Директор МИЭМ

_____ А.Н. Тихонов

« ____ » _____ 2013 г.

Программа
итогового междисциплинарного экзамена
по специальности

210105.65 «Электронные приборы и устройства»

Москва, 2013



Программа междисциплинарного экзамена по специальности 210105.65 «Электронные приборы и устройства» разработана на основании:

- Положения об итоговой государственной аттестации выпускников Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»;
- Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений, утвержденного Минобразованием России;
- Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированных специалистов 210100 «Электроника и микроэлектроника».

1. Требования к профессиональной подготовленности выпускника

Выпускник должен обладать профессиональными знаниями и умениями, которые необходимы ему при решении задач, соответствующих его квалификационной характеристике, указанной в государственном образовательном стандарте (ГОС ВПО).

Инженер по направлению подготовки «Электроника и микроэлектроника» должен знать:

- основные научно-технические проблемы и перспективы развития электроники, ее взаимосвязь со смежными областями;
- элементную базу электронной техники, основные виды используемых материалов, компонентов и приборов, а также типовые технологические процессы и оборудование;
- базовые языки и основы программирования, методы хранения, обработки, передачи и защиты информации, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач электроники;
- математический аппарат и численные методы, физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств электроники и микроэлектроники;
- основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования компонентов, приборов и устройств электронной техники на базе системного подхода, включая этапы схемного конструкторского и технологического проектирования, требования стандартизации технической документации;
- основы разработки безотходных, безлюдных, энергосберегающих и экологически чистых технологий;
- пути повышения качества, надежности и долговечности материалов и изделий электронной техники;

уметь применять:

- методы исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ;
- методы организации и проведения измерений и исследований, включая организацию и проведение стандартных испытаний и технического контроля, обеспечивающих требуемое качество продукции;
- методы и компьютерные системы проектирования и исследования материалов, приборов и устройств электронной техники;
- методы управления технологическими процессами при производстве материалов, элементов, компонентов и приборов электроники, обеспечивающие выпуск продукции, удовлетворяющей требованиям стандартов и рынка;
- методы поиска и анализа причин возникновения брака выпускаемой продукции и разработки мероприятий по их предупреждению;
- методы выполнения технических расчетов и оценки экономической эффективности технологических процессов, исследований и разработок;
- правила и методы монтажа, настройки и регулирования электронной аппаратуры, контроль за ее состоянием и правильным использованием;

- действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по оформлению технической документации;
- методы оптимальной организации труда профессиональных групп при проектировании и создании образцов новой техники, отвечающей требованиям стандартов и рынка.

2. Форма проведения итогового междисциплинарного экзамена

Устно, по двум вопросам билета. Время на подготовку ответа – 30 минут.

Устный экзамен проводится по завершению теоретического курса обучения в присутствии экзаменационной комиссии. Студенты должны иметь возможность ознакомиться с программой не менее чем за 3 недели до даты проведения экзамена.

3. Содержание программы

В основу программы положены дисциплины цикла общепрофессиональных дисциплин (ОПД) ГОС ВПО по направлению подготовки дипломированных специалистов 210100 «Электроника и микроэлектроника»:

- *Физика твердого тела;*
- *Технология материалов и изделий ЭТ;*
- *Твердотельные приборы и устройства;*

и цикла специальных дисциплин (СД) специальности 210105.65 «Электронные приборы и устройства»:

- *Вакуумные и плазменные приборы и устройства;*
- *Электродинамика и микроволновая техника;*
- *Микроволновые приборы и устройства;*
- *Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства.*

Раздел 1. Физика твердого тела

1. Зонные диаграммы полупроводников, диэлектриков и металлов.
2. Распределение Максвелла–Больцмана, Ферми–Дирака и Бозе–Эйнштейна (формулы, графики и физический смысл).
3. Зависимость концентрации носителей от температуры для донорного полупроводника.
4. Зависимость проводимости от температуры для металлов и полупроводников.
5. P–n переход (зонная диаграмма равновесного состояния, уравнение ВАХ).
6. Блокирующий и омический контакты металл–полупроводник.
7. Принцип работы биполярного транзистора
8. Полевой транзистор с управляющим p–n переходом.
9. Полевой МОП транзистор.
10. Принцип работы тиристора.
11. Туннельный диод.
12. ТермоЭДС. Эффект Пельтье.

Раздел 2. Технология материалов и изделий ЭТ

1. Условия работы и общие требования к ЭВП.
2. Материалы вакуумных подогревателей и технология их изготовления.
3. Материалы катодов и технологический процесс их изготовления.
4. Материалы анодов и технология изготовления анодов, резонаторов и замедляющих систем.
5. Технология монтажа внутренней арматуры ЭВП.

6. Назначение вакуума при изготовлении и работе прибора.
7. Технология изготовления распыляемых газопоглотителей.
8. Контроль состава и структуры материалов, методы контроля качества.

Раздел 3. Твердотельные приборы и устройства

1. Детекторные и смесительные СВЧ диоды. Принцип работы, основные характеристики, параметры и области применения.
2. Туннельные СВЧ диоды. Принцип работы, основные характеристики, параметры и области применения.
3. СВЧ диоды с управляемой емкостью, их разновидности. Принципы работы, основные характеристики и области применения.
4. Переключательные СВЧ диоды. Принципы работы. Конструктивные, технологические особенности и области применения.
5. Устройство и принцип работы ЛПД. Режимы IMPATT и TRAPATT. Основные параметры и области применения.
6. Устройство и принцип работы диода Ганна. Пролетный режим и режим ограничения накопления объемного заряда. Основные параметры и области применения.
7. Биполярные СВЧ транзисторы. Физические, конструктивные особенности и области применения.
8. Полевые СВЧ транзисторы. Физические, конструктивные особенности и области применения.
9. Физические, конструктивные особенности и принципы конструирования аналоговых интегральных схем СВЧ.

Раздел 4. Вакуумные и плазменные приборы и устройства

1. Основные элементы конструкций электронных ламп. Закон степени $3/2$ для вакуумного диода. Понятие первеанса.
2. Термоэлектронные катоды и их основные характеристики.
3. Фотоэлектронные катоды для ИК, УФ и видимой области спектра.
4. Уравнения движения электронов в электрическом и магнитном полях. Влияние пространственного заряда.
5. Электронные линзы и их основные параметры. Понятие параксиального электронного потока.
6. Электронные пушки, их основные конструкции.
7. Фокусирующие и отклоняющие системы ЭЛТ, их основные характеристики.
8. Катодолюминесцентные экраны ЭЛТ, их основные параметры.
9. Фотоэлектронные умножители, устройство и принцип действия.
10. Электронно-оптические преобразователи, устройство и принцип действия.

Раздел 5. Электродинамика и микроволновая техника

1. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.
2. Электромагнитные волны. Волновые уравнения.
3. Волновые уравнения в прямоугольной и цилиндрической системах координат и их решения.
4. Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля.
5. Гармонические поля. Уравнения Максвелла в комплексной форме.
6. Граничные условия на поверхности раздела сред. Условия преломления и отражения плоской волны.

7. Уравнения длинных линий (телеграфные уравнения).
8. Метод эквивалентных схем и телеграфное уравнение для собственных волн. Входное сопротивление длинной линии. Коэффициент отражения.
9. Основные характеристики и типы замедляющих систем. Области применения замедляющих систем.
10. Е- и Н-волны прямоугольного и круглого волноводов.
11. Замедляющие системы и их свойства. Пространственные гармоники.
12. Резонаторы СВЧ. Энергетические характеристики резонаторов. Добротность. Эквивалентная схема резонатора.
13. Волновое уравнение и его решение для замедляющих систем.

Раздел 6. Микроволновые приборы и устройства

1. Конструкция, принцип работы и основные параметры ЛБВ на спиральных ЗС.
2. Конструкция, принцип работы и основные параметры ЛБВ на резонансных ЗС.
3. Устройство и принцип работы лампы обратной волны.
4. Устройство и принцип работы двухрезонаторного пролетного клистроны.
5. Конструкция, принцип работы и основные параметры многорезонаторных пролетных клистронов.
6. Устройство, принцип работы и основные параметры отражательных клистронов.
7. Устройство, принцип работы, основные параметры и применение магнетронов.
8. Конструкция, парабола критического режима и траектории движения электронов в многорезонаторных магнетронах.

Раздел 7. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства

1. Энергетические состояния атомов и молекул. Квантовые числа.
2. Оптические переходы. Спонтанное и индуцированное излучение.
3. Механизм накачки (возбуждение, девозбуждение).
4. Форма спектральной линии. Механизмы уширения.
5. Коэффициент усиления активной среды. Насыщение усиления во внешнем поле. Нарушение закона Бугера при насыщении усиления.
6. Условия стационарной генерации. Пороговые и оптимальные параметры резонатора.
7. Механизмы оптической нелинейности. Генерация оптических гармоник.
8. Принципы работы квантовых усилителей и генераторов. Накачка активного вещества.
9. Основные режимы генерации лазеров. Режим свободной генерации и режим модуляции добротности резонатора лазера.
10. Модуляторы оптического излучения. Электрооптические и акустооптические модуляторы.
11. Режим свободной генерации.
12. Режим модуляции добротности.
13. He-Ne лазер.
14. Лазер на $Al_2O_3: Cr^{3+}$.
15. Лазер на CO_2 .
16. Инжекционные ДГС-лазеры.

4. Рекомендуемая литература

к разделу 1:

1. Г.И. Епифанов. Физика твердого тела. М., Высшая школа, 1977
2. Физика твердого тела. М., Высшая школа, под редакцией Верещагина, 2001
3. С.А. Фридрихов, С.М. Мовнин. Физические основы электронной техники. М., Высшая школа, 1982
4. Городецкий А.Ф., Кравченко Д.Ф., Самойлов Е.М. Основы физики полупроводников и полупроводниковых материалов. Изд. «Наука», Новосибирск, 1966

к разделу 2:

1. Б.А. Артамонов и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. М.: Высшая школа. 2003.
2. Б.И. Королёв. Основы вакуумной техники. М.: Энергия. 1984. 463 с.
3. А.И. Курносков, В.В. Юдин. Технология и оборудование производства полупроводниковых приборов. Л.: Судостроение. 1981. 263 с.
4. В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. Материалы электронной техники. М.: Высшая школа. 1996. 367 с.

к разделу 3:

1. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. М.: Лань. 2002. – 480 с.
2. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. М.: Лаб. Базовых знаний. 2000.
3. Ефремов И.Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники. М.: Высш.школа, 1989.
4. Федотов Я.А. Основы физики полупроводниковых приборов. М.: Высшая школа, 1977

к разделу 4:

1. Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства. М.: Эко-Трендз, 2006. — 272 с: ил.
2. Носов Ю.Р. Оптоэлектроника. М.: Радио и связь, 1989. — 360 с. ил.
3. Жигарев А.А., Шамаева Г.Г. Электронно-лучевые и фотоэлектронные приборы. М.: Высшая школа, 1982.
4. Электронно-оптические преобразователи как детекторы пространственно-распределенных потоков излучения. Учебное пособие по специальности “Электронные приборы и устройства”/ Моск. гос. ин-т электроники и математики; сост. Симонов В.П. М., 2000. - 36с.

к разделу 5:

1. Д.И. Трубецков, А.Е. Храмов. Лекции по СВЧ электронике. М.: Физматгиз. 2003.
2. Григорьев А.Д. “Электродинамика и микроволновая техника”. Изд. “Лань”, 2007 г.
3. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник для вузов. М.: Горячая линия-Телеком, 2003.
4. Филиппов В.С. Введение в классическую электродинамику. М.: Сайнс пресс. 2002.

к разделу 6:

1. И.В. Лебедев. Техника и приборы СВЧ. М.: ВШ. 1970 - т. 1, 1972 - т. 2
2. Л.А. Вайнштейн, В.А. Солнцев. Лекции по СВЧ электронике. М.: Радио и связь. 1973 г.
3. Р.А. Силин. Периодические волноводы. М.: Изд. Фазис. 2002 г.
4. Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Лекции по СВЧ электронике для физиков. М.: Физматлит, Т. 1. 2003. Т. 2. 2004.

к разделу 7:



1. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника / под ред. Н.Д.Федорова. - М.: Радио и связь, 1998. – 560 с.: ил.
2. Пихтин А. Н. Оптическая и квантовая электроника: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 573 с: ил.
3. Киселев Г.Л. Приборы квантовой электроники. - М: Высшая школа, 1980. – 237 с.: ил.
4. Байбородин Ю.В. Основы лазерной техники. - К.: Выща шк., 1988. – 383 с.: ил.

5. Критерии оценивания результатов итогового междисциплинарного экзамена.

По каждому вопросу экзаменационного билета выставляются оценки по десятибалльной шкале (Q_i). При оценивании ответа на вопрос используются следующие критерии:

- правильность ответа,
- полнота ответа,
- умение излагать ответ,
- правильность ответов на уточняющие вопросы.

Результирующая оценка по итоговому междисциплинарному экзамену (Q_{rez}) (максимум 10 баллов) определяется как среднее оценок по каждому вопросу экзаменационного билета (Q_i) по следующей формуле, где n – количество вопросов экзаменационного билета:

$$Q_{rez} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i .$$

Округление результирующей оценки и перевод в качественную шкалу осуществляется согласно следующему правилу:

Количество набранных баллов	Оценка по десятибалльной шкале	Оценка по качественной шкале
9,5-10	10	отлично
8,5-9,4	9	отлично
7,5-8,4	8	отлично
6,5-7,4	7	хорошо
5,5-6,4	6	хорошо
4,5-5,4	5	удовлетворительно
3,5-4,4	4	удовлетворительно
2,5-3,4	3	неудовлетворительно
1,5-2,4	2	неудовлетворительно
0–1,4	1	неудовлетворительно

Заведующий Кафедрой радиоэлектроники и телекоммуникаций д.т.н., профессор

/С.У. Увайсов/