

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. ОПК ВК НГТУ



В.П. Драгунов

22 февраля 2022 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальности

2.2.1 Вакуумная и плазменная электроника

Новосибирск 2022

Программа вступительного экзамена

по специальности «Вакуумная и плазменная электроника»

Составители:

К.т.н., доцент, кафедра электронных приборов



А.Б. Беркин,

Д.т.н., профессор, зав. кафедрой электронных приборов



В. А. Хрусталёв,

Программа вступительного экзамена рассмотрена на заседании кафедры
«Электронные приборы» (протокол №1 от 27 января 2022 г).

Программа одобрена ученым советом факультета радиотехники и электроники
(протокол №2 от 16 февраля 2022 года).

Д.т.н., профессор, декан РЭФ,



С.А. Стрельцов

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

вступительного экзамена в аспирантуру по специальности

2.2.1 «Вакуумная и плазменная электроника»

Введение

В основу настоящей программы положены следующие вузовские дисциплины: физические основы электронной техники, вакуумные и плазменные приборы и устройства, технология изделий электронной техники, электродинамика и микроволновая техника.

1. Физические основы вакуумной и плазменной электроники

Кинетическая теория газов. Основные газовые законы. Закон распределения Максвелла-Больцмана. Сорбционные процессы в вакууме.

Эмиссионная электроника. Работа выхода электрона из твердого тела. Термоэлектронная эмиссия. Вторичная, фотоэлектронная, автоэлектронная и взрывная эмиссии. Физическая природа эмиссионных процессов. *Катоды:* термоэлектронные, автоэлектронные (полевые), фотоэлектронные, вторично-эмиссионные..

Электрические явления в разреженных газах. Процессы столкновения в газе и плазме. Эффективные сечения процессов. Ионизация, возбуждение и рекомбинация газовых частиц. Движение заряженных частиц в плазме.

Газовый разряд. Классификация газовых разрядов. Пробой газа. Разряды постоянного тока тлеющий, искровой, коронный. Высокочастотный емкостной и индукционный разряды. СВЧ разряд.

Взаимодействие заряженных частиц с твердым телом. Глубина проникновения электронов и ионов в твердое тело. Ионное травление твердых тел, его закономерности.

Электродинамика. Уравнение Максвелла. Основные характеристики электромагнитного поля и среды.

2. Электронные приборы и устройства, основанные на движении заряженных частиц в вакууме и газах

Электровакuumные приборы (ЭВП). Приборы с электростатическим управлением. Токопрохождение в вакуумном промежутке. Плоский диод. Триоды, тетроды.

Плазменные приборы (ППП). Принцип действия, конструкция и характеристики плазменных приборов. Приборы тлеющего разряда. Плазменные панели постоянного тока. Панели переменного тока.. Газовые лазеры и мазеры.

Устройства формирования и фокусировки интенсивных электронных потоков. Общие принципы формирования интенсивных электронных потоков.

Движение электронов в электрическом и магнитном поле. Электронно-оптические системы (ЭОС).

Электронно-лучевые трубки (ЭЛТ) и фотоэлектронные приборы. Конструкция и характеристики электронно-лучевых приборов. Фокусирующие и отклоняющие системы ЭЛТ. Катодолуминесценция. Осциллографические трубки. Экраны осциллографических трубок. Запоминающие трубки. Функциональные трубки. Знаковые индикаторные трубки. Черно-белые и цветные кинескопы и дисплеи. Плазменные дисплеи, дисплеи с автокатадами.

Передающие трубки. Электронно-оптические преобразователи. Основные типы фотоэлементов. Фотоэлектронные умножители. Рентгеновские трубки.

Сверхвысокочастотные (СВЧ) электронные приборы. Методы анализа явлений в СВЧ приборах. Исходные уравнения поля и уравнения движения.. Конструкции и параметры СВЧ ЭВП. Основные типы СВЧ приборов, принцип действия, основные характеристики

3. Материалы узлов и устройств вакуумных и плазменных приборов

Тугоплавкие металлы. Вольфрам, молибден, тантал и др. материалы и их сплавы. Рениевый эффект. Способы получения и очистки тугоплавких металлов и их сплавов. Зонная очистка тугоплавких металлов и сплавов. Их физические и химические свойства. Методы и приборы для контроля их качества. Применение тугоплавких металлов в вакуумной и плазменной электронике.

Благородные металлы. Платина, палладий, родий, осмий, золото, серебро и их сплавы. Применение благородных металлов и их сплавов в вакуумных и плазменных приборах.

Черные и цветные металлы. Никель, железо, медь. Сплавы и композиции черных и цветных металлов. Методы очистки и получения. Вакуумная плавка. Применение для изготовления деталей приборов, ограничения. Железоникелевокобальтовые, железоникелевохромистые и феррохромовые сплавы. Их применение в приборах.

Припои. Низкотемпературные и высокотемпературные припои. Требования к припоям.

Стекло. Состав, физико-химические свойства. Термическое расширение. Термостойкость. Электропроводность. Диэлектрические потери. Химическая устойчивость. Проницаемость для излучений. Газопроницаемость. Выбор стекла для различных условий применения. Обработка стекла. Ситаллы. Спаи стекла с металлами, оборудование для производства стекла. Оборудование для спаев стекла с металлами.

Керамика и другие изоляционные материалы. Виды керамики и изоляционных материалов, используемых в вакуумной и плазменной электронике. Алмаз, нитриды, лейкосапфир. Физико-химические свойства изоляционных материалов. Механические свойства. Термическое расширение. Теплопроводность. Удельное электрическое, объемное и поверхностное сопротивление. Диэлектрические свойства. Спаи с металлами..

4. Технология вакуумных и плазменных приборов и специальное оборудование

Изготовление металлических деталей ЭВП и ПЛП.

Очистка деталей ЭВП и ПЛП. Виды загрязнений деталей ЭВП и ПЛП. Механизм влияния загрязнений на работоспособность ЭВП и ПЛП. Интенсификация очистки ультразвуком. Очистка стекла и керамики. Термические методы очистки деталей.

Отжиг в вакууме, в восстановительных и инертных средах. Основные закономерности термического обезгаживания деталей. Влияние на очистку температуры, давления и чистоты газов.

Пленочные покрытия и оборудование для их получения. Методы нанесения тонких пленок на детали ЭВП и ПЛП. Термическое электронно-лучевое, магнетронное напыление. Подготовка поверхностей методом ионного травления. Газофазное нанесение пленок тугоплавких металлов. Нанесение металлизационных покрытий на керамические детали.

Методы соединения деталей. Контактная сварка. Аргонодуговая сварка. Электронно-лучевая сварка. Сварка с использованием лазеров. Термокомпрессионная сварка. Оборудование, используемое для различного вида сварок. Пайка деталей припоями. Многоступенчатая пайка. Пайка в вакууме, в защитных и восстановительных средах.

Откачка ЭВП и ПЛП. Газы, выделяемые из деталей в процессе откачки. Способы и режим обработки катодов и оболочек приборов. Контроль процесса откачки. Особенности откачки приборов в молекулярном режиме.

Методы получения вакуума при помощи геттеров. Типы распыляемых и нераспыляемых геттеров. Геттерные насосы, их особенности. Особенности откачки приборов, оснащенных встроенными геттерными насосами.

Тренировка ЭВП и ППП. Цель тренировки. Импульсные и статические режимы тренировок. Тренировки высоковольтных приборов. Оборудование для тренировки приборов.

Основная литература

1. Фридрихов С.А., Мовнин С.М. Физические основы электронной техники – М.: Высшая школа, 1982.
2. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. - М.: Наука, 1987.- 591с.
3. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. 2-е изд. М.: Высш. шк. Т.1, 1970, Т.2, 1972.
4. Эспе В. Технология электровакуумных материалов. М.: Госэнергоиздат. М.: Энергия, Т.1, 1962, Т.2, 1968, Т.3, 1969.
5. Жигарев А.А., Шамаева Г.Г. Электронно-лучевые и фотоэлектронные приборы. М.: Высшая школа, 1982.
6. Технология тонких пленок: Справочник/ Под ред. Л.Майселла и Р.Глэнга; Пер.с англ. под.ред. М.И.Елинсона и Г.Г.Смолко. М.: Сов.радио, 1977. - т 1,2

Правила выставления оценки на экзамене

При формировании оценки за экзамен учитываются три основных вопроса билета и дополнительные вопросы, формулируемые непосредственно в процессе ответа.

1. Оценка отлично – правильные и полные ответы на основные и дополнительные вопросы
2. Оценка хорошо – правильные ответы на основные вопросы. Неполные или неправильные ответы на дополнительные вопросы
3. Оценка удовлетворительно – неправильный ответ на один из основных вопросов и неполные ответы на дополнительные вопросы
4. Оценка не удовлетворительно – неправильный ответ на два основных вопроса