



УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора НовГУ

Ю.С. Боровиков

«1» августа 2018

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПРИ ПОСТУПЛЕНИ В АСПИРАНТУРУ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ
11.06.01 ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМЫ СВЯЗИ**

СОГЛАСОВАНО:

Начальник управления

по работе с абитуриентами

Ф.А. Груздев
«10» сентября 2018 г.

Начальник УАО НовГУ

И.А. Дони́на
«1» октября 2018 г.

РАЗРАБОТАЛ:

Зав. каф. ФТТМ

Б.И. Селезнев
«8» июня 2018 г.

Принято на заседании кафедры ФТТМ

Протокол № 9 от 15.06.2018

Зав. кафедрой ФТТМ

Б.И. Селезнев
«18» июня 2018 г.

Великий Новгород
2018

Введение

Программа вступительных испытаний при поступлении в аспирантуру составлена в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ № 1259 от 19 ноября 2013 года.

Программа вступительных испытаний при поступлении в аспирантуру по направлению **11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи»** направлена на проверку знаний поступающих в аспирантуру по направлениям: Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах; Радиотехника, в том числе устройства и системы телевидения.

1. Физические основы твердотельной электроники и оптоэлектроники

Типы химических связей. Металлические, ионные, ковалентные, молекулярные кристаллы. Качественные особенности твердых тел. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Классическая теория электропроводности. Плотность состояний. Распределение Ферми-Дирака, вырожденный электронный газ. Уровень Ферми, сфера Ферми. Теплоемкость электронного газа. Структура и симметрия твердых тел. Рассеяние волн в кристаллической решетке. Обратная решетка и ее свойства. Зонная структура полупроводников.

Упругие свойства, колебания кристаллической решетки.

Дефекты в кристаллах. Классификация дефектов. Точечные дефекты. Собственные дефекты, примеси. Протяженные дефекты: дислокации, поверхность. Примеси в полупроводниках: мелкие и глубокие примесные центры.

Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Температурные зависимости концентрации носителей заряда и положения уровня Ферми в невырожденных полупроводниках. Вырожденные полупроводники.

Явления переноса. Кинетические явления в металлах и полупроводниках. Кинетическое уравнение Больцмана. Рассеяние носителей заряда в полупроводниках. Основные механизмы рассеяния. Рассеяние на ионизированных примесях: модель Конуэлл-Вайскопфа. Рассеяние на колебаниях кристаллической решетки: акустический деформационный потенциал и пьезоэлектрическое рассеяние, полярное оптическое рассеяние. Электропроводность металлов. Механизм рассеяния электронов, правило Матиссена.

Электропроводность полупроводников. Температурная зависимость удельной проводимости полупроводников в случае смешанного рассеяния при наличии компенсирующих примесей.

Эффект Холла, магнитосопротивление. Угол Холла в электронном и дырочном полупроводниках. Постоянная Холла. Температурная зависимость постоянной Холла. Термоэлектрические эффекты.

Неравновесные электронные процессы и движение носителей заряда в полупроводниках. Основные уравнения для анализа работы полупроводниковых приборов. Неравновесная функция распределения, квазиуровни Ферми. Уравнение непрерывности. Движение основных неравновесных носителей заряда. Диффузия и дрейф неосновных избыточных носителей заряда в примесном полупроводнике.

Оптическое поглощение в кристаллах. Оптические константы вещества. Собственное поглощение. Край собственного поглощения при прямых и не прямых межзонных переходах. Экситонное поглощение. Влияние легирования и внешних воздействий на край собственного поглощения. Краевое поглощение полупроводниковых твердых растворов. Примесное оптическое поглощение. Оптические свойства свободных носителей заряда, плазменные эффекты. Фотопроводимость.

Рекомбинация носителей заряда. Излучательная и безызлучательная рекомбинация. Люминесценция. Механизмы рекомбинации. Общая схема электронных переходов при излучательной рекомбинации. Безызлучательные механизмы рекомбинации. Рекомбинация носителей заряда через одновалентные дефекты. Модель Шокли-Рида.

Поверхности и границы раздела. Роль границ раздела. Физико-химические свойства границ раздела, как факторы, определяющие использование полупроводниковых материалов в приборах микроэлектроники. Поверхностный заряд и поверхностная рекомбинация. Поверхностная проводимость. Поверхностные состояния. Границы раздела металл – полупроводник. Граница раздела полупроводник – диэлектрик.

Свойства диэлектриков. Магнитные свойства кристаллов. Некристаллические твердые тела.

Основная литература

- 1 Павлов П.В. Физика твердого тела. Учебник для вузов / П.В.Павлов, А.Ф.Хохлов - М.: Высшая школа, 2000. - 493 с., ил.
- 2 Шалимова К.В. Физика полупроводников: Учебник. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 390 с., ил.
- 3 Епифанов Г.И. Физика твердого тела: учебное пособие – 3-е изд. испр. – СПб; М.; Краснодар: Лань, 2010 – 287 с.: ил.
- 4 Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника - М.: Высшая школа, 2001. – 573 с.: ил.
2. 5 Матухин В.Л. Физика твердого тела: учебное пособие – СПб: Лань, 2010. – 218 с.: ил.

3. Твердотельная электроника

Контакт металл — полупроводник. Барьер Шоттки. Емкость контакта металл — полупроводник. Вольт-амперная характеристика барьера Шоттки. Омические контакты. Электронно-дырочный (р-п) переход. Энергетическая диаграмма р-п перехода. Высота потенциального барьера и контактная разность потенциалов. Приближение обеднения. Резкий р-п переход со ступенчатым распределением примеси. Плавный р-п переход с линейным распределением примеси. Барьерная емкость р-п перехода. Токи через р-п переход. Диод с длинной базой. Диод с короткой базой. Пробой р-п перехода.

Полупроводниковые диоды. Основные приборы на основе р-п перехода — выпрямительный диод, импульсный диод, стабилитрон, варикап: принцип действия, конструкция, основные параметры, применение. Гетеропереходы.

Биполярные транзисторы. Структура, принцип действия биполярного транзистора. Основные статические характеристики при различных включениях. Коэффициенты передачи токов эмиттера и тока базы. Модель Эберса — Молла. Работа транзистора при малых смещениях на эмиттерном р-п переходе. Эффекты высокого уровня инжекции. Эффект Эрли. Модель Гуммеля — Пуна. Частотные характеристики биполярного транзистора. Импульсный режим работы биполярного транзистора. Переходные процессы в биполярном транзисторе. Пробой биполярных транзисторов.

МДП-транзисторы. Структура и принцип действия МДП-транзистора. Транзисторы с индуцированным и встроенным каналом. Вольт-амперные характеристики МДП-транзистора. Напряжение насыщения. Пробой МДП-транзистора. Малосигнальные параметры и эквивалентная схема МДП-транзистора. Частотные свойства МДП-транзистора.

Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Структура и принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п переходом. Статические характеристики полевого транзистора с управляющим р-п переходом.

Полупроводниковые излучатели и фотоприемники. Полупроводниковые резисторы и преобразователи. Магниторезисторы, магнитодиоды, датчики Холла, тензорезисторы, тензодиоды: принцип действия и основные параметры.

Основная литература

1 Гуртов В.А. Твердотельная электроника: учеб. пособие для вузов. - 2-е изд, доп. - М. : Техносфера, 2005, 2007. – 406 с.

2 Спиридонов О.П. Физические основы твердотельной электроники: учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 2008. – 190 с.

3 Протасов Ю.С. Твердотельная электроника: учеб. пособие для вузов. - М.: Издательство МГТУ им.Н.Э. Баумана, 2003. - 479 с.

3. Микроэлектроника

Классификация интегральных микросхем. Классификация по технологическому признаку. Классификация по степени интеграции.

Полупроводниковые интегральные микросхемы. Методы изоляции элементов: изоляция р-п переходом, диэлектрическая и комбинированная изоляция.

Активные элементы интегральных микросхем. Биполярные полупроводниковые структуры. Транзисторы п-р-п структуры. Особенности интегральной транзисторной структуры. Транзисторные структуры р-п-р типа: горизонтальный и подложечный транзисторы. Комплементарные транзисторы. Составные транзисторы. Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторные структуры. Транзисторы Шоттки. Интегральные диоды на основе р-п перехода. Структуры полевых транзисторов для интегральных микросхем: транзисторы с управляющим р-п переходом и МДП-транзисторы. Самоизоляция МДП-структур. Комплементарные МДП-структуры, тиристорный эффект.

Пассивные элементы полупроводниковых интегральных микросхем. Диффузионные резисторы. Интегральные конденсаторы: диффузионные, МДП- и МДМ-конденсаторы.

Гибридные интегральные схемы. Толсто пленочная и тонко пленочная технологии. Элементы гибридных интегральных схем. Тонко пленочные и толсто пленочные пассивные элементы. Подложки для гибридных схем.

Цифровые интегральные схемы. Логические функции. Логические элементы. Основные параметры логических элементов.

Основные схемотехнические структуры цифровых биполярных микросхем. Простой транзисторный ключ. Резисторно-транзисторная логика, диодно-транзисторная логика, транзисторно-транзисторная логика, эмиттерно-связанная логика, интегральная инжекционная логика: основные структуры логических элементов, расчет параметров логических элементов.

Логические элементы МДП интегральных схем. Реализация логических функций на МОП-транзисторах. Логические элементы на основе однотипных МОП-транзисторов. Расчет параметров логических элементов, особенности проектирования топологии логического элемента. Логические элементы на комплементарных МОП транзисторах.

Аналоговые интегральные микросхемы. Особенности реализации усилителей в интегральном исполнении. Дифференциальный каскад. Эталон тока. Выходные каскады аналоговых интегральных микросхем.

Полевые транзисторы на арсениде галлия. Транзисторы на основе гетероструктур (НЕМТ-транзисторы).

Элементы функциональной микроэлектроники. Элементы криоэлектроники. Элементы магнитоэлектроники. Элементы акустоэлектроники.

Основная литература

1. Ефимов И.Е. Основы микроэлектроники: учебник / И.Е.Ефимов, И.Я.Козыр. - 3-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2008. — 383 с.
2. Коледов Л. А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок: учебное пособие для вузов. — СПб.: Лань, 2008. — 398 с.
3. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники: учебн. пособие для вузов. — М.: Лаборатория базовых знаний, 2001, 2003. — 488 с.
4. Коваленко А.А. Основы микроэлектроники / А.А.Коваленко, М.Д. Петропавловский. — М.: Академия, 2006. — 240 с.

4. Математическое моделирование технологических процессов, полупроводниковых приборов и интегральных схем

Модель процесса ионного легирования. Расчет пробегов методом Монте-Карло. Распределение пробегов - распределение по Гауссу, несимметричное распределение. Распределение Пирсона с четырьмя моментами. Распределение пробегов в многослойных мишенях. Двумерное распределение примеси при ионном легировании.

Модели процессов термического окисления. Окисление кремния. Модель Дила-Гроува. Двумерные модели окисления - аналитические и численные. Окисление с непланарной подвижной границей. Окисление поликремния.

Модели диффузии. Модели самодиффузии и диффузии примесей в кремнии, диффузионные уравнения. Численные методы расчетов диффузионных моделей. Устойчивость

разностных схем, устойчивость метода прогонки. Диффузия, ускоренная окислением. Моделирование процессов перераспределения примеси вблизи края маски. Двумерное моделирование диффузионных процессов. Методы решения нелинейных уравнений.

Моделирование процесса эпитаксии. Перераспределение примеси на границе при эпитаксии. Численное решение уравнения непрерывности, соответствующего процессу эпитаксии.

Биполярные транзисторы. Моделирование интегрального биполярного транзистора в одномерном приближении (Модель Эберса-Молла). Анализ емкостей и зарядов в интегральном транзисторе, модель Гуммеля-Пуна. Квазидвумерное моделирование растекания тока базы. Эффекты высокого уровня инжекции. Численное моделирование биполярных транзисторов в одно- и двумерном приближениях. Алгоритмы Гуммеля и Слотбума. Расчет статических и динамических характеристик, параметров схемотехнических моделей. Особенности моделирования мощных биполярных транзисторов, анализ лавинного пробоя. Специфика моделирования микромощных интегральных транзисторов.

МДП – транзисторы. Одномерная аналитическая модель длинноканального МДП-транзистора. Эффекты короткого и узкого канала, подпороговые токи. Квазидвумерное моделирование статических характеристик МДП-транзистора. Напряжение смыкания.

Численные модели для расчета характеристик полевых транзисторов с изолированным затвором. Анализ двумерного распределения потенциалов в структуре. Изучение влияния напряженности поля вблизи стока на эффекты пробоя, инжекции горячих носителей.

Моделирование тонкопленочных МДП-структур. Биполярный эффект в МДП транзисторе с плавающей подложкой. Особенности переходных процессов в тонкопленочных структурах.

Приборы на основе материалов $A_{III}B_V$. Особенности кинетических свойств электронов в $GaAs$. Методы моделирования электронных приборов при существенно неравновесной функции распределения. Уравнения непрерывности для потоков частиц, импульсов и энергии. Метод Монте-Карло.

Моделирование полевых транзисторов с затвором Шотки. Гетеропереходные полевые транзисторы. Учет квантовых эффектов. Свойства двумерного электронного газа. Эквивалентные схемы. Особенности гетеропереходных биполярных транзисторов и методы их моделирования.

Модели элементов интегральных микросхем. Аналитическое моделирование диффузионных резисторов. Расчет вольт-амперных характеристик поликремниевых резисторов. Паразитная емкость резистора, эффект модуляции сопротивления резистора. Модели конденсаторов для интегральных схем. Расчет сопротивлений контактов в интегральных структурах. Моделирование длинных проводящих шин. Диод Шотки и поликремниевые диоды.

Моделирование статических характеристик и температурных режимов. Оптимизация конструкции транзистора с шунтирующим диодом Шотки.

Основная литература

1 Петров М. Н. Моделирование компонентов и элементов СБИС: Учеб. пособие для вузов / Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. — Великий Новгород, 2006. — 584с.

2 Светухин В.В. Моделирование современных перспективных кремниевых технологий, основанных на управлении процессами кластеризации и преципитации кислорода в кремнии: учеб.-метод. комплекс / Ульянов. гос.ун-т. — Ульяновск, 2006. — 107 с.

3 Петров М. Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: учеб. пособие для вузов / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. — СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. — 462 с.

5. Физические основы нанoeлектроники

Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности.

Структура со sdвоенной квантовой ямой. Движение в дельта-образном потенциале. Граничные условия и существование связанных состояний. Прохождение частиц через многобарьерные квантовые структуры. Элементы зонной теории. Энергетический спектр сверхрешеток. Классификация полупроводниковых сверхрешеток. Композиционные и легированные сверхрешетки.

Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр систем пониженной размерности. Энергетический спектр бесконечной прямоугольной потенциальной ямы в однородном электрическом поле. Применение теории возмущений и поиск точных решений.

Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр параболической потенциальной ямы. Влияние электрического поля на спектр гармонического осциллятора. Преобразование координат и смещение спектра осциллятора. Потенциальная ступенька в однородном электрическом поле. Прохождение частиц через двухбарьерную структуру в электрическом поле.

Распределение квантовых состояний в системах пониженной размерности. Особенности распределения плотности состояний в 2D-системах. Приближение эффективной массы. Изознергетическая поверхность. Распределение плотности состояний в квантовых проволоках и квантовых точках. Распределение плотности состояний при наличии дельта-образного потенциала. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности.

Квантовый эффект Холла в двумерном электронном газе. Эксперименты Клитцинга, Дорды и Пеппера с двумерным электронным газом. Общая характеристика целочисленного квантового эффекта Холла. «Холловские плато».

Энергетический спектр электронов в постоянном однородном магнитном поле. Уровни Ландау. Проводимость двумерного электронного газа в магнитном поле. Дробный квантовый эффект Холла.

Основная литература

- 1 Драгунов В.П. Основы нанoeлектроники: учеб. пособие для вузов / В.П.Драгунов, И.Г.Неизвестный, В.А.Гридин. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2004. – 494 с.
- 2 Рамбиди Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н.Г.Рамбиди, А.В.Берёзкин. – М.: Физматлит, 2009. – 454 с.
- 3 Борисенко В.Е. Нанoeлектроника: учеб. пособие для вузов / В.Е.Борисенко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 223 с.
- 4 Гаврилов С.А. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники: учеб. пособие для вузов / С.А.Гаврилов. – М.: Высшее образование, 2009. – 257 с.
- 5 Суздалев И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. / И.П. Суздалев. – М.: КомКнига, 2006. – 589с.

6. Математическое описание и методы анализа сигналов и помех

Пространство сигналов. Метрические и линейные пространства сигналов. Дискретные представления сигналов. Полные ортонормальные системы. Интегральные представления сигналов. Преобразования Фурье, Гильберта и другие интегральные преобразования.

Разложение сигнала по заданной системе функций. Гармонический анализ сигналов. Спектры периодических и непериодических сигналов. Теорема отсчетов Котельникова в частотной области.

Дискретные сигналы и их анализ. Дискретное преобразование Фурье и Гильберта и их свойства. Решетчатые функции. Z-преобразование.

Сообщения, сигналы и помехи. Передача, извлечение и разрушение информации. Радиосигналы. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры. Радиосигналы со сложной (смешанной) модуляцией и их спектры. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы.

Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические

характеристики случайных процессов. Моментные и корреляционные функции. Спектральная плотность. Свойства корреляционных функций. Теорема Винера-Хинчина. Стационарность и эргодичность случайных процессов. Автокорреляционные и взаимные корреляционные функции. Непрерывность и дифференцируемость случайных процессов. Интегрирование случайных процессов. Гауссовский случайный процесс и его характеристики. Процессы близкие к гауссовскому. Импульсные и точечные случайные процессы. Марковские процессы. Узкополосные случайные процессы. Статистические характеристики огибающей, фазы и их производных для суммы сигнала и узкополосного шума. Выбросы случайных процессов.

7. Модели радиотехнических цепей и устройств

Линейные и нелинейные цепи и устройства. Методы анализа стационарных и переходных режимов в радиотехнических цепях, устройствах и динамических системах. Методы исследования устойчивости радиоустройств и динамических систем.

Линейные цепи и устройства с постоянными параметрами. Активные линейные цепи. Усилители и их характеристики. Параметры, графы и эквивалентные схемы усилителей. Прохождение сигналов и помех (детерминированных и случайных колебаний) через линейные цепи с постоянными параметрами.

Нелинейные цепи и устройства. Методы анализа нелинейных цепей. Умножители частоты. Амплитудные ограничители. Детекторы. Преобразователи частоты колебаний. Генераторы колебаний. Автоколебательные системы. Модуляторы колебаний. Цепи и устройства с переменными параметрами. Параметрическое усиление, преобразование и генерирование колебаний.

Воздействие случайных процессов на нелинейные и параметрические цепи и устройства. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.

Дискретные линейные системы. Методы анализа и синтеза дискретных радиотехнических устройств. Цифровые фильтры. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Физическая осуществимость и устойчивость цифровых фильтров. Импульсные характеристики цифровых фильтров. Спектральный анализ с помощью дискретного и быстрого преобразования Фурье.

Следящие радиотехнические системы. Статистическая динамика радиотехнических следящих систем. Структурные схемы следящих систем: автоматической регулировки (усиления, автоматической подстройки частоты, фазовой автоподстройки и др.). Статистические характеристики дискриминаторов. Методы анализа динамических систем с переменными и случайными параметрами. Статистическая динамика непрерывных, дискретных и импульсных следящих радиосистем.

8. Цифровые методы обработки сигналов

Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода. Методы синтеза алгоритмов и устройств цифровой обработки сигналов. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры. Ошибки квантования и округления. Методы расчета цифровых фильтров. Коэффициент передачи и импульсная характеристика цифровых фильтров. Цифровая фильтрация во временной и частотной областях. Цифровой спектральный анализ. Быстрое преобразование Фурье. Цифровая обработка многомерных сигналов и изображений.

9. Радиосистемы и устройства передачи информации

Области применения и задачи передачи информации. Мера количества информации (Хартли, К. Шеннон). Энтропия источника информации и ее свойства. Избыточность. Пропускная способность канала связи. Формула Шеннона. Основная теорема кодирования. Понятие о кодировании информации: код, алфавит, основание и значность кода. Методы Фэно-Шеннона и Хаффмена построения эффективного кода. Принцип построения кодов, обнаруживающих и исправляющих ошибки. Способы приема двоичных сигналов в каналах с постоянными параметрами. Некогерентный прием двоичных АМ и ЧМ сигналов. Прием ФМ сигналов, "обратная работа" и применение ОФМ. Прием сигналов в каналах со случайными параметрами. Характеристики каналов. Цифровые методы передачи непрерывных сообщений. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Дифференциальная ИКМ и дельта-модуляция.

10. Радиотелевизионные системы

Физические принципы, используемые для формирования, передачи, приема и консервации изображений. Диапазон радиоволн, используемый в телевидении. Методы разложения изображений на элементы. Принцип последовательной передачи элементов изображения. Кадр, строки и элементы изображения. Слитность изображения. Синхронизация смены кадров и начала развертки строк. Формат телевизионного сигнала. Стандарты телевизионных сигналов. Формирование и передача сигналов синхронизации и кода цветности сигнала. Преобразование оптического изображения в электрический сигнал в передающей телевизионной камере (ПТК). Оптическая система ПТК. Особенности телевизионных приемников. Селектор каналов, преобразователь частоты, УПЧ, видеоусилитель и декодер цветности. Устройство выделения синхроимпульсов для синхронизации развертки изображения приемной телевизионной трубки. Генераторы строчной и кадровой развертки. Методы запоминания, сжатия и хранения изображений. Цифровое телевидение. Использование телевизионных систем в промышленности, биологии и медицине.

11. Методы проектирования и конструирования радиоэлектронных средств

Зависимость технических требований к РЭС от их назначения и условий эксплуатации. Технологичность конструкции. Методы стандартизации в конструировании. Компонировка и комплексная микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Интегральная микросхемотехника, большие (БИС) и сверхбольшие (СБИС) интегральные схемы. Печатный монтаж. Способы защиты РЭА от воздействия окружающей среды, динамических перегрузок и электромагнитного излучения. Тепловой режим РЭА. Надежность РЭА.

Основная литература (разделы 6-11):

1. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1994.
2. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. – М.: Радио и связь, 1991.
3. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ. – М.: Высш. шк., 1990.
4. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. / Под ред. Воскресенского Д.И. – М.: Издательство МАИ, 1999.
5. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика: Учебник для вузов. – М.: «ИПРЖР» 2003.
6. Устройства генерирования и формирования радиосигналов. / Под ред. Уткина Г.М., Благовещенского М.В., Кулешова В.Н. – М.: Радио и связь, 1994.
7. Радиотехнические системы передачи информации. / Под ред. Калмыкова В.В. – М.: Радио и связь, 1990.

Дополнительная литература (разделы 6-11):

1. Самойленко В.И., Пузырев В.А., Грубрин И.В. Техническая кибернетика: Учеб. пособие для вузов. – М.: Издательство МАИ, 1994.
2. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория.: Справочник. / Под ред. Ширмана Я.Д. – М.: ЗАО «МАКВИС», 1998.
3. Спутниковая связь и вещание. / Под ред. Кантора Л.Я. Справочное издание. – М.: Радио и связь, 1997.
4. Окунев Ю.Б. Цифровая передача информации фазоманипулированными сигналами. – М.: Радио и связь, 1991.
5. Цифровые процессоры обработки сигналов.: Справочник. / Под ред. Остапенко А.Г. – М.: Радио и связь, 1994.
6. Баскаков С.И., Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Шк., 2000.

Пример экзаменационного билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Дисциплина: вступительные испытания при поступлении в аспирантуру

ПО НАПРАВЛЕНИЮ 11.06.01 ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

1. МДП-транзисторы. Структура и принцип действия МДП-транзистора. Вольт-амперные характеристики МДП-транзистора.
2. Линейные и нелинейные цепи и устройства. Методы анализа стационарных и переходных режимов в радиотехнических цепях, устройствах и динамических системах.

Председатель предметной
экзаменационной комиссии

Зав. каф. ФТТМ, д.т.н., проф.

_____ Б.И. Селезнев

«___» _____ 2018 г.

Начальник управления
аспирантуры и ординатуры

д.п.н., проф.

_____ И.А. Дони́на

«___» _____ 2018 г.