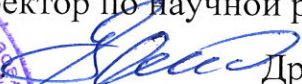


Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»



Проректор по научной работе  
д.т.н. проф. 

Драгунов В.К.

 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

специальной дисциплины 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и  
устройства телевидения

Москва 2022

Программа составлена на основе паспорта специальности научных работников и программы - минимум кандидатского экзамена по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, утвержденных экспертным советом Высшей аттестационной комиссии, и в соответствии с Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021г. № 2122.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целью** дисциплины является формирование знаний, отвечающих формуле специальности применительно к области исследований соответствующей отрасли науки.

**Задачей** дисциплины является развитие способности эффективно использовать всю совокупность полученных ранее компетенций для применения в разработках и исследованиях в своей предметной области по теме научно-исследовательской работы.

## **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

Специальная дисциплина в структуре программы аспирантуры входит в Блок 2 «Образовательный компонент». Общая трудоемкость составляет 7 зачетных единиц (з.е.).

### **Формула специальности**

Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения - область науки и техники использующая электромагнитные волны для передачи и приема информации в средствах телевидения и радиосвязи, в метрологии, биологии, медицине и в промышленной технологии, включающая исследования, разработку, проектирование и эксплуатацию устройств телевидения и радиосвязи различного назначения.

Специальность отличается тем, что содержит научные исследования теоретических вопросов радиотехники, а также технические и технологические разработки телевизионных, связных и других устройств и систем специального назначения и методов их использования в различных отраслях народного хозяйства.

Специальность включает вопросы исследования и создания теории новых электромагнитных явлений и устройств, новых принципов работы систем, устройств и их элементов, новых радиоматериалов и компонентов, новых методов проектирования и обеспечения надежности, новых технологических процессов и испытаний радиотехнических устройств.

## **Области исследований**

1. Исследование новых процессов и явлений в радиотехнике, позволяющих повысить эффективность радиотехнических устройств.
2. Исследование явлений прохождения электромагнитных волн различных диапазонов через среды, их рассеяния и отражения.
3. Разработка устройств генерирования, усиления, преобразования радиосигналов в радиосредствах различного назначения. Создание методик их расчета и основ проектирования.
4. Разработка и исследование методов и алгоритмов обработки радиосигналов в радиосистемах телевидения и связи при наличии помех. Разработка методов разрушения и защиты информации.
5. Исследование и разработка новых телевизионных систем и устройств с целью повышения качества изображения и помехоустойчивости работы.
6. Исследование и разработка радиотехнических систем и устройств передачи информации, в том числе радиорелейных и телеметрических, с целью повышения их пропускной способности и помехозащищенности.
7. Разработка методов и устройств передачи, приема, обработки, отображения и хранения информации. Разработка перспективных информационных технологий, в том числе цифровых, а также с использованием нейронных сетей для распознавания изображений в радиотехнических устройствах.
8. Создание теории синтеза и анализа, а также методов моделирования радиоэлектронных устройств.
9. Разработка научных и технических основ проектирования, конструирования, технологии производства, испытания и сертификации радиотехнических устройств.
10. Разработка радиотехнических устройств для использования их в промышленности, биологии, медицине, метрологии и др.

## **Отрасль науки**

- технические науки (за разработку систем, устройств, приборов, технологических процессов и за применение их в народном хозяйстве).

## **Основная образовательная программа**

### **Математическое описание и методы анализа сигналов и помех(14 ч.)**

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.

### **Модели радиотехнических цепей и устройств (20 ч.)**

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.

### **Цифровые методы обработки сигналов (18 ч.)**

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.

### **Радиосистемы и устройства передачи информации (20 ч.)**

Области применения и задачи передачи информации. Мера количества информации (Хартли, К. Шеннон). Энтропия источника информации и ее свойства. Избыточность. Производительность. Дифференциальная энтропия.

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. Одиночный прием двоичных флюктуирующих сигналов. Разнесенный прием сигналов. Теории потенциальной помехоустойчивости В.А. Котельникова. Критерий помехоустойчивости приема непрерывных сообщений. Выигрыш и обобщенный выигрыш в отношении сообщение (сигнал) шум. Алгоритм оптимальной демодуляции непрерывных сообщений при слабых помехах. Виды модуляции при передаче непрерывных сообщений. Мощность шума на выходе демодулятора и его энергетический спектр. Применение АМ, БМ, ОПМ, ФМ и ЧМ, их сравнение по выигрышу и физическое объяснение. Плата за повышенную помехоустойчивость при ФМ и ЧМ. Пороговые явления при



передаче непрерывных сообщений. Цифровые методы передачи непрерывных сообщений. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Дифференциальная ИКМ и дельта-модуляция. Основы теории разделения сигналов и многоканальных РСПИ. Необходимое и достаточное условия линейного разделения сигналов. Частотное, временное и фазовое разделение сигналов. Разделение сигналов по форме. Асинхронные адресные системы передачи информации. Применение сложных шумоподобных сигналов в РСПИ.

Радиолинии. Диапазон радиоволн в системах передачи информации. Виды радиосистем передачи информации (РСПИ): связные, телевизионные, телеметрические и командные. Канал связи и его характеристики. Пропускная способность канала. Характеристики и параметры передаваемой информации. Структура радиосигналов. Методы модуляции и кодирования. Модемы и кодеки. Защита информации. Критерии качества РСПИ. Многоканальные РСПИ. Многостанционные радиосистемы передачи информации. Синхронизация в РСПИ: фазовая, тактовая, цикловая и кадровая синхронизация.

### **Радиотелевизионные системы (20 ч.)**

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.

Особенности построения телевизионных передатчиков. Передача радиосигнала изображения. Передача звукового сопровождения. Формирование и передача сигналов синхронизации и кода цветности сигнала. Преобразование оптического изображения в электрический сигнал в передающей телевизионной камере (НТК). Оптическая система ПТК. Передающие телевизионные трубки. Мощные широкополосные усилители с корректирующими цепями. Методы стабилизации частоты в телевизионных передатчиках.

Особенности передающих и приемных телевизионных антенн метровых, дециметровых и сантиметровых волн. 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.

Спутниковые телевизионные системы.

Телевизионные системы обзора и наблюдения (в том числе и скрытного).

Телевизионные визиры. Телевизионные системы наведения и прицеливания.

Охранные телевизионные системы.

Системы предупреждения столкновения и системы причаливания.

Системы и устройства радиоуправления (20 ч.)

Области применения и задачи управления объектами.

Элементы теории автоматического управления. Объекты управления. Контур следящего управления и его основные звенья.

Командное следящее радиоуправление, автономное радиоуправление, радиоуправление при наведении по лучу, управление космическими аппаратами. Особенности радиолиний управления объектами. Командно-измерительные комплексы. Радиоуправление приборами и агрегатами. Синтез и анализ систем радиоуправления. Использование имитационных моделей.

### **Системы радиоэлектронной борьбы (10 ч.)**

Задачи радиоэлектронной борьбы (РЭБ) с системами телевидения и радиосвязи.

Радиотехническая разведка (РТР). Определение параметров радиосигналов систем телевидения и радиосвязи различного назначения средствами РТР. Методы определения местоположения систем радиосвязи и телевидения. Эффективность средств РТР.

Методы и средства радиоэлектронного противодействия. Генераторы активных помех. Виды активных помех.

### **Радиотехнические системы и устройства в биологии, медицине, метрологии и других отраслях (14 ч.)**

Задачи радиосистем в биологии, медицине, метрологии и других отраслях. Использование ультразвуковых сигналов для медицинской диагностики и дефектоскопии.

Медицинские устройства СВЧ, радиометрии, интроскопии, томографии, кардиографии и т.п.

Радиотехнические устройства и приборы в метрологии.

Использование телевизионных систем в промышленности, биологии и медицине.

### **Методы проектирования и конструирования радиоэлектронных средств (14 ч.)**

Зависимость технических требований к РЭС от их назначения и условий эксплуатации. Технологичность конструкции. Методы стандартизации в конструировании. Компоновка и комплексная микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Интегральная микросхемотехника,



большие (БИС) и сверхбольшие (СБИС) интегральные схемы.

Печатный монтаж. Ремонтпригодность РЭА. Способы защиты РЭА от воздействия окружающей среды, динамических перегрузок и электромагнитного излучения. Тепловой режим РЭА. Надежность РЭА.

### **Антенны: излучение и прием радиоволн, распространение электромагнитных волн (14 ч.)**

Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля.

Электромагнитные волны и решение однородных уравнений электродинамики. Плоские волны на границе раздела однородных сред. Рефракция радиоволн в неоднородных средах. Распространение радиоволн в природных условиях. Явления дифракции и интерференции.

Канализация радиоволн. Волноводы и фидеры. Теория цепей СВЧ. Электромагнитные резонаторы. Взаимные и невзаимные устройства СВЧ.

Элементы теории антенн. Типы направляющих систем. Элементарные излучатели. Ближняя и дальняя зоны. Приемная и передающая антенны, их параметры и характеристики. Влияние вида распределения электромагнитного поля в раскрыве антенны на основные параметры антенн. Техническая реализация антенн различных диапазонов радиоволн для целей радиосвязи и телевидения.

### **Устройства генерирования и формирования сигналов (20 ч.)**

Генераторы и автогенераторы. Режимы самовозбуждения, их особенности. Стабильность частоты и методы ее повышения. Стабилизация с помощью высокодобротных колебательных систем (резонаторов). Кварцевые генераторы. Квантовые эталоны частоты. Умножители частоты.

Синтезаторы частоты. Факторы, ограничивающие мощность генераторов. Суммирование мощностей генераторов.

Управление колебаниями (модуляция). Основы теории линейной и нелинейной модуляции (манипуляции).

Генерация и усиление СВЧ колебаний. Основные типы генераторов и усилителей СВЧ.

### **Устройства приема и преобразования сигналов (20 ч.)**

Основные типы радиоприемных устройств. Узлы радиоприемников, их схемные решения и расчет. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Детекторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые. Усилители различных частотных диапазонов. Автоматические регулировки в радиоприемниках. Особенности телевизионных и связных радиоприемников. Элементная база радиоприемных устройств. Методы проектирования радиоприемников. Моделирование радиоприемников и их элементов. Вторичные источники электропитания.



### Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте примеры моделей колебательных систем, соответствующих их классификации в теории колебаний.
2. Перечислите способы составления уравнений и методы описания процессов в колебательных системах.
3. Дайте классификацию видов устойчивости систем и перечислите методы исследования устойчивости состояний равновесия систем.
4. Поясните идею метода фазового пространства для исследования нелинейных динамических систем.
5. Перечислите приближенные методы анализа нелинейных колебательных систем.
6. Изобразите принципиальные схемы автогенераторов по схемам: емкостной, индуктивной трехточки, схемы Клаппа, схемы Колпица с блокировочными элементами и цепями питания.
7. Поясните определение кратковременной и долговременной стабильности частоты источников колебаний.
8. Поясните понятия фазовых и амплитудных шумов источников колебаний.
9. Перечислите способы стабилизации частоты автогенераторов.
10. Перечислите способы суммирования мощностей генераторов с внешним возбуждением.
11. Изобразите принципиальную схему генератора, управляемого по частоте напряжением, с помощью варикапов.
12. Поясните процедуру переноса спектра дискретного сигнала. Изобразите структурную схему устройства переноса спектра.
13. Назовите способы получения квадратурных составляющих дискретного сигнала. Изобразите соответствующие структурные схемы.
14. Получите матрицу четырехточечного ДПФ.
15. Опишите процедуру фильтрации сигнала на основе ДПФ.
16. Опишите процедуру переноса спектра с использованием ДПФ.
17. Поясните возможности и достоинства применения метода обобщенного билинейного преобразования для расчета цифровых фильтров.
18. Поясните понятие энтропии источника информации.
19. Проведите сравнение энергетических и спектральных показателей для различных видов цифровой модуляции.
20. Каковы причины применения ШПС при передаче информации по каналам связи?
21. Понятие пропускной способности канала связи для непрерывного и дискретного каналов.
22. Покажите, каковы оптимальные алгоритмы демодуляции цифровых сигналов. Назовите критерии оптимальности, условия справедливости алгоритмов, соотношения для расчета помехоустойчивости систем, реализующих эти алгоритмы.

23. Назовите отличия в методах многостанционного доступа к частотно-временному ресурсу среды передачи.

24. Перечислите методы уменьшения потерь при приеме сигнала в каналах с замираниями.

25. Сравните энергетическую и спектральную эффективность различных сочетаний методов модуляции и кодирования сигналов с этими же характеристиками сигнально-кодовых конструкций.

26. Проведите сравнительный анализ свойств ансамблей широкополосных сигнатур для синхронных и для асинхронных систем.

27. Приведите примеры функциональных схем систем синхронизации, используемых в приемниках ЦСПИ.

28. Поясните понятия расстояние Хэмминга, Евклидово расстояние, используемые в теории кодирования, что они характеризуют, где используются.

29. Поясните, как исправляются стирания и ошибки при декодировании двоичных кодов.

30. Перечислите свойства кодов Рида-Соломона, приведите сравнительные характеристики этих кодов.

31. Сравните характеристики рекурсивных и нерекурсивных сверточных кодов. Для чего используется комбинирование кодов.

32. Поясните этапы перехода к цифровому телевидению.

33. Принципы цифрового кодирования телевизионного сигнала.

34. Назовите алгоритмы сжатия видеoinформации.

35. Поясните принципы нелинейной и линейной фильтрации цифровых изображений.

36. Приведите примеры использования ПЛИС в специализированных ТВ системах.

37. Перечислите требования к цифровым телевизионным системам.

38. Семейство стандартов DVB цифрового ТВ вещания.

39. Мультимедийное и Интернет (IP) телевидение. Развитие Интерактивного телевидения.

40. Объемное телевидение. Физические основы стереоскопического восприятия.

41. Изобразите оптическую схему спектроанализатора. Чем определяется его разрешающая способность?

42. Изобразите оптическую схему согласованного фильтра. Как можно использовать данную схему для решения задачи распознавания образов

43. Поясните механизмы дифракции оптической волны в акустооптическом модуляторе (режим дифракции Рамана-Ната и дифракции Брегга).

44. Что такое «красная граница» фотоэффекта?

45. Как связаны мощность светового потока и среднее значение фототока?



### **Вопросы, включенные в билеты для проведения экзамена:**

1. Перечислите способы составления уравнений и методы описания процессов в колебательных системах.
2. Дайте классификацию видов устойчивости систем и перечислите методы исследования устойчивости состояний равновесия систем.
3. Поясните идею метода фазового пространства для исследования нелинейных динамических систем.
4. Перечислите приближенные методы анализа нелинейных колебательных систем.
5. Изобразите принципиальные схемы автогенераторов по схемам: емкостной, индуктивной трехточки, схемы Клаппа, схемы Колпица с блокировочными элементами и цепями питания.
6. Поясните определение кратковременной и долговременной стабильности частоты источников колебаний.
7. Поясните понятия фазовых и амплитудных шумов источников колебаний.
8. Перечислите способы стабилизации частоты автогенераторов.
9. Перечислите способы суммирования мощностей генераторов с внешним возбуждением.
10. Изобразите принципиальную схему генератора, управляемого по частоте напряжением, с помощью варикапов.
11. Поясните процедуру переноса спектра дискретного сигнала. Изобразите структурную схему устройства переноса спектра.
12. Назовите способы получения квадратурных составляющих дискретного сигнала. Изобразите соответствующие структурные схемы.
13. Опишите процедуру фильтрации сигнала на основе ДПФ.
14. Опишите процедуру переноса спектра с использованием ДПФ.
15. Поясните возможности и достоинства применения метода обобщенного билинейного преобразования для расчета цифровых фильтров.
16. Поясните понятие энтропии источника информации.
17. Проведите сравнение энергетических и спектральных показателей для различных видов цифровой модуляции.
18. Каковы причины применения ШПС при передаче информации по каналам связи?
19. Понятие пропускной способности канала связи для непрерывного и дискретного каналов. При решении каких практических задач используются эти понятия и как?
20. Покажите, каковы оптимальные алгоритмы демодуляции цифровых сигналов. Назовите критерии оптимальности, условия справедливости алгоритмов, соотношения для расчета помехоустойчивости систем, реализующих эти алгоритмы.
21. Назовите отличия в методах многостанционного доступа к частотно-временному ресурсу среды передачи.

22. Перечислите методы уменьшения потерь при приеме сигнала в каналах с замираниями.

23. Сравните энергетическую и спектральную эффективность различных сочетаний методов модуляции и кодирования сигналов с этими же характеристиками сигнально-кодовых конструкций.

24. Проведите сравнительный анализ свойств ансамблей широкополосных сигнатур для синхронных и для асинхронных систем.

25. Приведите примеры функциональных схем систем синхронизации, используемых в приемниках ЦСПИ.

26. Поясните понятия расстояние Хэмминга, Евклидово расстояние, используемые в теории кодирования, что они характеризуют, где используются.

27. Поясните, как исправляются стирания и ошибки при декодировании двоичных кодов.

28. Перечислите свойства кодов Рида-Соломона, приведите сравнительные характеристики этих кодов.

29. Сравните характеристики рекурсивных и нерекурсивных сверточных кодов. Для чего используется комбинирование кодов.

30. Поясните этапы перехода к цифровому телевидению.

31. Принципы цифрового кодирования телевизионного сигнала.

32. Назовите алгоритмы сжатия видеоинформации.

33. Поясните принципы нелинейной и линейной фильтрации цифровых изображений.

34. Приведите примеры использования ПЛИС в специализированных ТВ системах.

35. Перечислите требования к цифровым телевизионным системам.

36. Семейство стандартов DVB цифрового ТВ вещания.

37. Телевизоры пятого поколения с микропроцессорным управлением.

38. Мультимедийное и Интернет (IP) телевидение. Развитие Интерактивного телевидения.

39. Объемное телевидение. Физические основы стереоскопического восприятия.

## **ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

### **Требования и критерии оценивания ответов экзамена**

В процессе экзамена оценивается уровень научно-исследовательской компетентности аспиранта, что проявляется в квалифицированном представлении результатов обучения.

При определении оценки учитывается грамотность представленных ответов, стиль изложения и общее оформление, способность ответить на поставленный вопрос по существу.

Критерии выставления оценки на экзамене:



Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется аспиранту, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка «ХОРОШО» выставляется аспиранту, в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется аспиранту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется аспиранту, который:

- а) не ответил на вопросы экзаменационного билета
- б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература:**

1. Оптические устройства в радиотехнике: Учебн. пособие для вузов/ Под ред. В.Н.Ушакова. – М.: Радиотехника. 2009
2. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: учеб. пособ.- С.- Пт Из-во: «Лань», 2012
3. Генерирование колебаний и формирование радиосигналов: учеб. пособие / В. Н. Кулешов, Н. Н. Удалов, В. М. Богачев и др.; под ред. В. Н. Кулешова и Н. Н. Удалова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008
4. Электронные устройства СВЧ. Книги 1, 2. Под ред. И.В.Лебедева. М.: Радиотехника, 2008
5. Мамаев Н.С. Мамаев Ю.Н. Системы цифрового телевидения и радиовещания. / М. :Горячая линия, 2007
6. Быков Р.Е. Основы телевидения и видеотехники. Уч. пособ. М. : Горячая линия – Телеком, 2008
7. Кандырин Ю.В. Методы и модели многокритериального выбора в САПР. Учебное пособие для вузов. –М.: Издательство МЭИ. 2004
8. Гребенко Ю.А. Методы цифровой обработки сигналов в радиоприемных устройствах. Учебное пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006
9. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь. Учебное пособие.– М.: Горячая линия – Телеком, 2011
10. Галкин В.А. Основы программно-конфигурируемого радио. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013
11. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. — М.: Радиотехника, 2003

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

#### **Дополнительная литература:**

1. Спутниковая связь и вещание: Справочное издание / Под ред. Л.Я. Кантора. М.: Радио и связь, 1997.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2000
3. Петровский А. Б. Теория принятия решений: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Университетский учебник — М.: Издательский центр «Академия», 2009
4. Дмитриев А.С., Панас А.И. – Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. – М.: Физматлит, 2002
5. Ипатов В.В. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения. — М.: Техносфера, 2007
6. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации.: Пер. с англ. — М.: ЗАО "РИЦ"Техносфера", 2011
7. Вернер М. Основы кодирования. Учебник для ВУЗов.: Пер. с нем. — М.: Техносфера, 2004

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: MATLAB, Mathcad

Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Университетская информационная система «РОССИЯ»  
<https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>



База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ  
<https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
<https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ  
<http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ  
<http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга  
<http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование»  
<https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ"  
<https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

«СОГЛАСОВАНО»

Директор ИРЭ  
к.т.н., доцент



Р.С. Куликов

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛИ:

Заведующий кафедрой ФОРС  
к.т.н., доцент



А.Р. Сафин

Заведующий кафедрой ОРТ  
к.т.н., доцент



Е.В. Шалимова

Заведующий кафедрой РТП и АС  
к.т.н., доцент



А.А. Комаров

Заведующий кафедрой  
ЭиМ д.т.н., проф



У.Н. Мирошникова