


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР


_____ В.В. Криницин
« _____ » _____ 2006 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Теория электрической связи»

Шифр – СД.Ф.01	
Специальность	090106
Факультет	Авиационных систем и комплексов
Кафедра	Общей радиотехники и защиты информации
Курс	3 курс, 5 и 6 семестры
Форма обучения	Дневная.
Общий объем часов на дисциплину	300 час.
Лекции	60 час.: 5 семестр-30 час., 6 семестр – 30 час.
Практические занятия	32 час.: 5 семестр -16 час., 6 семестр – 16 час.
Лабораторные занятия	60 час.: 5 семестр – 28 час., 6 семестр – 32 час.
Самостоятельная работа	132 час.
Контрольные домашние задания:	
Курсовая работа	не предусмотрена
Курсовой проект	не предусмотрен
Контрольная работа	16 час.: 5 семестр – 8 час., 6 семестр – 8 час.
Домашнее задание	не предусмотрено
Зачет	не предусмотрен
Экзамен	5 семестр, 6 семестр

Москва – 2006 г.

Рабочая программа составлена на основании примерной учебной программы дисциплины и в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования.

(№ гос. регистрации 285 инф./сп.), определяющим требования к минимуму и уровню подготовки выпускника по специальности:

090106 – Информационная безопасность телекоммуникационных систем.

Рабочую программу составил:

Шемаханов М.М., профессор, к.т.н.



Рабочая программа утверждена на заседании кафедры ОРТЗИ,
протокол № 2 от « 5 » сентября 2006г.

Заведующий кафедрой Емельянов В.Е., проф. д.т.н.



Председатель методического совета по спец.090106

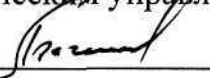
Емельянов В.Е., проф., д.т.н.



Протокол № 1 от 20 сентября 2006г.

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением (УМУ)

Начальник УМУ: Логачев В.П., доцент к.т.н.



« 27 » сентя 2006г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теория электрической связи» (ТЭС) имеет целью обучить студентов общим принципам и основным методам формирования, преобразования и передачи сообщений по каналам электросвязи, повышения помехоустойчивости передачи сигналов и реализации их оптимального приема. Как наука ТЭС имеет универсальный характер применения в любых системах передачи, обработки и хранения информации. Она является базовой для изучения дисциплин «Сети и системы связи», «Многоканальные телекоммуникационные системы».

Знания и практические навыки, полученные в результате изучения курса ТЭС, используются обучаемыми при изучении естественнонаучных дисциплин, а также при разработке курсовых и дипломных работ.

1.2. Задачи дисциплины – необходимый комплекс знаний и умений:

- формирования и преобразования сигналов при построении эффективных систем связи;
- оптимальной фильтрации, оценки помехоустойчивости систем электросвязи.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины слушатели должны:

2.1. Иметь представление:

- о состоянии и тенденциях развития теории сигналов; об используемых на практике типах сигналов и встречающихся в различных системах и сетях связи и помехах;
- об основных принципах построения систем и сетей электрической связи;
- о способах сигналообразования модуляции и демодуляции, кодирования и декодирования сигналов; о способах повышения помехоустойчивости приема сигналов.

2.2. Знать:

- общие закономерности построения современных систем электрической связи;
- основные показатели качества передачи сигналов по каналам электросвязи;
- основные принципы улучшения показателей качества передачи сигналов;

- принципы построения многоканальных систем электрической связи.

2.3. Уметь:

- использовать полученные данные при анализе и разработке систем электрической связи;

2.4. Иметь навыки:

- владения методами расчета помехоустойчивости систем электрической связи при передаче дискретных сообщений и аналоговых сигналов в цифровой форме;

- владения методами оценки эффективности передачи сигналов в реальных каналах связи;

- владения начальными навыками в выборе корректирующих кодов для передачи сообщений с заданным качеством;

- владения терминологией и научно-технической литературой в области передачи сообщений по каналам электрической связи;

- владения методами оптимизации приема сигналов по каналам электрической связи.

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Раздел дисциплины и виды

№/№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Лекции	ПЗ	ЛР	Контр. работы (кол-во)
1.	Математическое описание сообщений и сигналов, информационные основы передачи сообщений	12	4	20	
2.	Каналы связи и принципы построения многоканальных систем передачи сообщений	18	16	8	1
3.	Приложение теории случайных процессов к задачам приема и обработки сигналов в системах электросвязи	14	14	16	
4.	Основы оптимальной фильтрации (демодуляции) сигналов. Потенциальная помехоустойчивость систем электросвязи.	16	14	16	1
5.		60	48	60	

3.2. Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины.

3.2.1. Высшая математика.

Дифференциальное и интегральное исчисления, линейные дифференциальные уравнения, интегральные преобразования Фурье и Лапласа, уравнения свертки, элементы теории комплексного, переменного.

3.2.2. Теория электрических цепей.

Материалы третьего семестра изучения дисциплины.

3.2.3. Теория информации.

3.2.4. Теория кодирования по материалам пятого семестра изучения дисциплины.

4. Содержание разделов дисциплины.

Раздел 4.1. (12 часов). Математическое описание сообщений и сигналов, информационные основы передачи сообщений (12 часов).

Лекция 1. Введение в дисциплину. Цели и задачи курса, литература. Общие понятия о системах связи, их основные характеристики.

Лекция 2. Частотно-временное описание сигналов. Источники и виды помех. Аддитивные и мультипиковые помехи. Виды сигналов переносчиков информации. Объем сигнала и емкость канала.

Лекция 3. Особенности построения трактов передачи и приема дискретных сообщений. Теорема Котельникова и ее основные свойства. Передача аналоговых сигналов в дискретном виде.

Лекция 4. Корреляционные функции (АКФ) детерминированных сигналов, основные свойства, примеры вычисления, аппаратурная реализация определения корреляционных функций.

Лекция 5. Модулированные сигналы и их характеристики. Представление сигналов в комплексной форме, преобразование Гильберта, физический смысл, аппаратурная реализация.

Лекция 6. Информационные основы передачи сообщений. Количественное определение информации. Энтропия и производительность дискретных источников сообщений. Скорость передачи и пропускная способность каналов связи. Теорема Шеннона.

Более подробно материал лекции излагается в дисциплине «Теория информации». Шифр ЕН.Ф.05 по учебному плану.

Раздел 4.2. (18 часов). Каналы связи и принципы построения многоканальных систем передачи сообщений.

Лекция 7. Математические модели каналов связи. Общие сведения о каналах. Классификация и основные характеристики каналов электросвязи. Модели непрерывных каналов: канал с детерминированными характеристиками, гауссовский незамирающий канал, узкополосный замирающий канал. Модели дискретных каналов: симметричный двоичный канал; канал со стираниями, несимметричный двоичный канал. Вероятность ошибок в дискретных каналах.

Лекция 8. Кодирование сигналов в системах связи. Сущность и место кодирования в системах передачи. Особенности первичных кодов. Стандартные коды МТК-2 и МТК-5. Классификация корректирующих кодов. Обнаруживающая и исправляющая способность помехоустойчивых кодов. Основные модели кодов и их свойства.

Лекция 9. Блочные коды. Линейные систематические коды. Способы формирования проверочных символов, проверочная матрица. Особенности реализации кодеров и декодеров блочных кодов. Совершенные линейные коды Хемминга и Голея. Матричные коды. Коды с постоянным весом.

Лекция 10. Циклические коды. Конструирование циклических кодов. Синдром и декодирование циклических кодов. Коды БЧХ. Особенности обобщенных кодов БЧХ (алгоритм Питерсона). Коды Рида-Соломона. Декодирование кодов БЧХ. Непрерывные коды.

Лекция 11. Сверточный код $1/2$. Декодирование сверточных кодов на основе алгоритма Витерби. Сверточные коды m/n . Итеративные коды и каскадные коды. Декодирование с «мягким» решением.

Лекция 12. Принципы построения многоканальных систем связи и распределение информации в сетях. Основы уплотнения и разделения сигналов. Особенности построения систем с частотным разделением каналов (ХНР)/ Иерархия групп каналов. Свойства групповых и линейных сигналов.

Лекция 13. Особенности построения систем с временным разделением каналов (ВРК). Иерархия групп каналов. Стандартные 30 и 120-канальные группы.

Лекция 14. Основы реализации систем с множественным доступом. Принципы построения систем с множественным доступом. Распределение информации в сетях систем с множественным доступом. МДЧР, МДВР, МДКР.

Лекция 15. Показатели эффективности систем передачи информации. Предельная эффективность систем. Формула Шеннона. Эффективность аналоговых и дискретных систем связи. Повышение эффективности кодирования в каналах связи.

Раздел 4.3 (14 часов). Приложение теории случайных процессов к задачам приема и обработки сигналов в системах электросвязи.

Лекция 16. Случайные процессы. Плотности вероятности, функции распределения вероятностей. Вероятностные расчеты с использованием типовых функций распределения и плотностей вероятности.

Лекция 17. Стационарные и нестационарные случайные процессы. Определения, примеры, свойства, числовые характеристики. Эргодическое свойство (теорема) случайных процессов.

Лекция 18. Корреляционные функции и спектральные плотности случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина и ее основные следствия. Примеры типовых корреляционных функций и спектральных плотностей. Узкополосные и широкополосные случайные сигналы, определения и примеры. Белый шум.

Лекция 19. Воздействие случайных сигналов на линейные инерционные системы, временной и спектральный анализы. Методы определения статистических характеристик выходного процесса, корреляционных функций и спектральных плотностей на выходе.

Лекция 20. Воздействие белого шума на линейные цепи, шумовая полоса линейной цепи, расчет корреляционных функций и дисперсий на выходе цепей первого и второго порядков. Примеры расчета корреляционных функций на выходе фильтра НЧ и колебательного контура.

Лекция 21. Узкополосные случайные процессы. Типовая осциллограмма, комплексная запись узкополосных процессов, огибающая и полная мгновенная фаза, преобразование Гильберта.

Примечание: используется материал лекции № 15.

Лекция 22. Плотность вероятности огибающей и фазы узкополосного случайного процесса. Распределение Релея и его свойства.

Раздел 4.4. Основы оптимальной фильтрации сигналов. Потенциальная помехоустойчивость систем электросвязи (16 часов).

Лекция 23. Основные задачи оптимального приема сигналов в присутствии помех. Характеристики сигналов и помех. Задачи обнаружения сигналов и измерения их параметров, апостериорная вероятность, функция правдоподобия.

Лекция 24. Отношение сигнал/шум в линейных цепях, расчет отношения сигнал/шум на выходе простейших линейных цепей. Пример квазиоптимальной фильтрации прямоугольного видеоимпульса на фоне белого шума.

Лекция 25. Согласованные линейные фильтры. Комплексная частотная и импульсная характеристики согласованных фильтров. Примеры определения формы сигнала и отношения сигнал/шум на выходе СФ для прямоугольных видео и радиоимпульсов.

Лекция 26. Примеры реализации согласованных фильтров для широкобазовых сигналов, определение отношения сигнал/шум на выходе.

Лекция 27. Оптимальная фильтрация по критерию минимума среднеквадратической ошибки. Фильтр Колмогорова-Винера. Пример простейшей реализации.

Лекция 28. Структурные схемы оптимальных обнаружителей и различителей детерминированного сигнала, сигнала со случайной начальной фазой.

Лекция 29. Математические модели сообщений. Понятие о Колмановской фильтрации.

Лекция 30. Подведение итогов изучения дисциплины. Обзорная лекция по материалам лекций, практических занятий и лабораторных работ. Обсуждение типовых экзаменационных вопросов и задач.

5. Содержание лабораторных занятий (60 часов).

5.1. Моделирование и анализ спектров видео и радиосигналов.

5.2. Исследование формирования сигналов с амплитудной и угловой модуляциями.

5.3. Корреляционный анализ аналоговых сигналов.

5.4. Корреляционный анализ дискретных сигналов.

5.5. Анализ и синтез сигналов по Котельникову В.А.

5.6. Исследование функции плотности вероятностей типовых случайных процессов.

5.7. Прохождение случайных сигналов через линейные цепи.

5.8. Исследование отношения сигнал/шум в линейных цепях.

5.9., 5.10. Основные преобразования сообщений и сигналов в каналах связи.

5.11. Расчет характеристик при кодировании сигналов.

5.12. Прохождение белого шума и прямоугольного видеоимпульса через фильтр низкой частоты.

5.13. Прохождение белого шума и радиоимпульса через параллельный колебательный контур.

5.14., 5.15. Исследование согласованных фильтров для пачек импульсов.

6. Практические занятия (32 часа).

6.1. Основные методы формирования и преобразования сигналов в элементах систем связи.

6.2. Детектирование и преобразование частоты радиосигналов.

6.3. Спектрально-корреляционный анализ сигналов.

6.4. Теорема Котельникова. Цифровое кодирование аналоговых сигналов.

6.5. Расчет обобщенных характеристик сигналов и информационных каналов.

6.6., 6.7. Типовые расчеты с использованием типовых распределений вероятностей случайных сигналов.

6.8., 6.9. Расчет спектральных плотностей и корреляционных функций случайных процессов. Применение теоремы Винера-Хинчина.

6.10., 6.11. Воздействие белого шума на типовые линейные радицепи.

6.12. Расчет отношения сигнал/шум на выходе типовых линейных звеньев радицепей.

6.13., 6.14. Оптимальная линейная фильтрация импульсных сигналов на фоне белого и небелого шума.

6.15. Оптимальная фильтрация непрерывных сигналов (фильтры Колмогорова-Винера).

6.16. Нелинейная фильтрация аналоговых и бинарных сигналов.

7. Перечень контрольных работ.

Продолжительность контрольной работы 2 часа. В каждом семестре выполняется по одной контрольной работе.

7.1. Кодирование сигналов в системах связи.

7.2. Оптимальная фильтрация и обнаружение сигналов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

8.1. Рекомендуемая литература.

8.1.1. Васин В.А., Калмыков В.В. и др. Радиосистемы передачи информации.-М.: Горячая линия-Телеком, 2005.

8.1.2. Теория электрической связи. Под ред. Кловского Д.Д.-М.: Радио и связь, 1998.

8.1.3. Иванов М.Т., Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н. Теоретические основы радиотехники. Под ред. Ушакова В.Н.-М.: Высшая школа, 2002.

8.2. Дополнительная литература.

8.2.1. Гаранин М.В., Журавлев В.И. Системы и сети передачи информации.- М.: Радио и связь, 2001.

8.2.2. Шемаханов М.М. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 3 «Статистическая радиотехника», МГТУ ГА, 2000.

8.2.3. Тихонов В.И., Бакаев Ю.Н. Статистическая теория радиотехнических устройств. Изд. ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1979.

9. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Программа моделирования радиоэлектронных схем «Electronics Workbench» (V 5,0 и выше) или аналогичные программы машинного анализа линейных, нелинейных аналоговых и цифровых устройств.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лекционная аудитория и учебные классы для проведения практических занятий по курсу «Теория электрической связи» оборудованные в соответствии с Требованиями к материально-техническому обеспечению учебного процесса по направлению подготовки дипломированных специалистов по специальности 075600 по циклу общепрофессиональных дисциплин применительно к указанному курсу. Учебная лаборатория теории электрической связи оборудована комплектами лабораторных стендов и необходимыми измерительными приборами в соответствии с указанными Требованиями, а также с рекомендованным перечнем лабораторных работ; из расчета: одно рабочее место на 2-х человек. Компьютерный класс, оборудованные ПЭВМ класса Pentium-200 МГц/ОЗУ-64 Мб/Video-16 Мб/HDD-4GG|CDROM-8x/SVGA-17, с установленным программным обеспечением: Windows 9 X, Electronics Workbench из расчета: о/ж л ПЭВМ на одного студента.

Рабочая программа периодически корректируется и изменения вносятся в лист изменений (форма 1).

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 200__/200__ уч.год.

В рабочую программу вносятся необходимые изменения.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ОРТЗИ

 Протокол № _____ от _____ 200 г.

Заведующий кафедрой ОРТЗИ _____ Емельянов В.Е.

Внесенные изменения утверждаю.

Начальник УМУ _____ Логачев В.П.