



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. проректора

_____ А.В. Троицкий

« ____ » _____ 2023 г.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ»

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Информационные системы и средства управления технологическими процессами

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев

2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Авторы: д.т.н., проф. Мороз А.П., к.т.н., доцент Хуртин Е.А. , Анненков А.М. **Рабочая программа дисциплины:** Радиотехнические системы и комплексы. – Королев МО: «Технологический университет», 2023 г.

Рецензент: к.т.н. доцент Аббасова Т.С.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.04 «Управление в технических системах» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Технологического университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Артюшенко В.М. д.т.н. профессор 			
Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 12 от 05.04.2023			

Рабочая программа согласованна:

Руководитель ОПОП ВО  к.т.н., доц. Е.Н. Дмитренко

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023			

1.Перечень промежуточных результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины являются:

- 1.Приобретение студентами знаний о принципах построения и функционирования радиоэлектронных устройств, составляющих основу беспроводной связи;
2. Приобретение студентами знаний о формах представления информации электронными сигналами, технологии их преобразования при передаче, приеме по радиоканалам.

Профессиональные компетенции:

- Способен осуществлять проектирование электронных средств и электронных систем БКУ АКА (ПК-2).
- Способен составлять паспорта проекта или программы в РКП (ПК-5).

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при проектировании беспроводных сетей;
- получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач в области беспроводных сетей.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

– Владеет навыками разработки и корректировки программной и конструкторской документации на электронные средства и электронные системы БКУ АКА. Анализирует результаты моделирования и тестирования электронных средств и электронных систем БКУ АКА. Методами показателей качества проекта или программы в РКП.

Необходимые умения:

– Умеет выявлять причины неисправностей и отказов в работе оборудования. Использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для корректного проектирования электронных средств и электронных систем. На научной основе организовывать свой труд самостоятельно оценивать результаты своей деятельности. Осваивать новые образцы программных, технических средств и информационных технологий. Анализировать проектные данные с учетом перспектив развития РКП. Оценивать влияние изменений по проекту на технические параметры проекта в РКП

Необходимые знания:

–Знает стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД), ЕСКД и ЕСТД. Межгосударственные и национальные стандарты РКТ, стандарты организации. Электротехнику и электронику. Требования стандартов по оформлению паспорта проекта или программы РКП. Российские и международные стандарты руководства качеством.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Радиотехнические системы и комплексы» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах».

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Физика», «Математическая логика и теория алгоритмов», и компетенциях: УК-1, ОПК-1,2,4.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

3.Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы обучения составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр пятый	Семестр шестой	Семестр седьмой
Общая трудоемкость	360	108	108	144
Аудиторные занятия				
Лекции (Л)	48	16	16	16
Практические занятия (ПЗ)	96	32	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-
Самостоятельная работа	216	60	60	96
Курсовые работы		-	-	-
Контрольная работа, домашнее задание	+ -	+ -	+ -	+ -
Текущий контроль знаний (7-8,15-16 недели) текстовые задания	Тест	Тест	Тест	Тест
Вид итогового контроля	Зачет/Экзамен	Зачет	Экзамен	Экзамен

4.Содержание дисциплины

4.1.Темы дисциплины и виды занятий

Наименование тем	Лекции, час	Практические занятия, час	Занятия в интерактивной форме, час	Код компетенций
1	2	3	4	5
Раздел 1. Информационные сигналы. Методы обработки сигналов в приемнике				ПК-2 ПК-5
Тема 1.1. Сигналы источников информации. Виды сигналов	10	20	2	ПК-2 ПК-5
Тема 1.2. Методы обработки сигналов	6	12	2	ПК-2 ПК-5
Раздел 2. Основы теории помехоустойчивости. Основы теории информации. Передача дискретных и непрерывных сообщений.				ПК-2 ПК-5
Тема 2.1. Основы теории помехоустойчивости	4	8	2	ПК-2 ПК-5
Тема 2.2. Основы теории информации	6	14	2	ПК-2 ПК-5
Тема 2.3. Передача дискретных и непрерывных сообщений.	6	10	2	ПК-2 ПК-5
Раздел 3. Технические средства радиотехнических систем				ПК-2 ПК-5
Тема 3.1 Радиопередающие устройства	4	8	2	ПК-2 ПК-5
Тема 3.2. Радиоприемные	6	12	2	ПК-2 ПК-5

устройства				
Тема 3.3. Длинные линии. Антенны.	6	12	2	ПК-2 ПК-5
Итого	48	96	16	

4.2 Содержание тем дисциплины

Раздел 1. Информационные сигналы.

Тема 1.1. Сигналы источников информации. Виды сигналов
Система связи. Сигналы источников информации. Виды сигналов-детерминированные и случайные, непрерывные и дискретные, квантованные и цифровые. Сигнал как случайный процесс. Статистические характеристики флуктуационной помехи. Спектральное представление сигналов. Энергетический спектр. Временное представление сигналов. Геометрическое представление сигналов. Различимость сигналов.

Модулированные сигналы. Основные виды аналоговой модуляции. Сигналы при дискретной модуляции. Сигналы при импульсной модуляции.

Тема 1.2. Методы обработки сигналов.

Методы накопления. Когерентный и некогерентный приемы. Корреляционный прием. Автокорреляционный прием. Прием на согласованный фильтр. Обобщенный анализ и сравнение различных видов приема. Оптимальная фильтрация непрерывных сигналов.

Раздел 2. Основы теории помехоустойчивости. Основы теории информации. Передача дискретных и непрерывных сообщений.

Тема 2.1. Основы теории помехоустойчивости.

Прием сигналов как статистическая задача. Критерии оптимального приема сигналов. Оптимальный прием дискретных сигналов. Вероятность ошибки при когерентном приеме двоичных сигналов. Вероятность ошибки при когерентном приеме многопозиционных сигналов. Некогерентный прием дискретных сигналов. Оптимальный прием непрерывных сообщений.

Тема 2.2. Основы теории информации.

Мера количества информации. Энтропия источника дискретных сообщений. Оптимальное статистическое кодирование сообщений. Теорема Шеннона для дискретного канала с помехами. Скорость передачи и пропускная способность непрерывного канала связи. Эффективность систем передачи информации.

Классификация корректирующих кодов. Принципы помехоустойчивого кодирования. Систематические коды. Код с четным числом единиц. Инверсионный код. Код Хэмминга. Циклические коды. Коды с постоянным весом.

Тема 2.3. Передача дискретных и непрерывных сообщений.

Системы с частотной манипуляцией. Системы с фазовой манипуляцией. Эффективность систем передачи дискретных сообщений. Параллельная передача. Системы с обратной связью. Прерывистая связь.

Потенциальная помехоустойчивость систем передачи непрерывных сообщений. Аналоговые способы передачи. Порог помехоустойчивости и способы его снижения. Системы с поднесущими. Импульсные способы передачи. Идеальная система связи.

Раздел 3. Технические средства радиотехнических систем

Тема 3.1. Радиопередающие устройства

Автогенераторы. Кратковременная и долговременная стабильность частоты. Кварцевые генераторы. Генераторы с внешним возбуждением. Модуляционная характеристика. Формирователи сигналов с амплитудной модуляцией. Формирователи частотно – и фазово-модулированных сигналов. Мощность сигнала и коэффициент полезного действия передатчика.

Тема 3.2. Радиоприемные устройства.

Структурная схема приемника прямого усиления. Чувствительность приемника. Избирательность приемника. Супергетеродинный приемник. Дополнительные каналы приема. Зеркальный канал. Коэффициент шума четырехполюсника. Реальная чувствительность радиоприемного устройства. Прохождение сигналов через блоки радиоприемного устройства. Прохождение случайных сигналов через функциональные узлы радиоприемника.

Тема 3.3. Длинные линии. Антенны.

Понятие длинной линии. Телеграфные уравнения длинной линии. Процесс распространения волн в линии. Режим бегущих волн. Режим стоячих волн в линии, разомкнутой на конце. Режим стоячих волн в короткозамкнутой линии. Коэффициент отражения. Входное сопротивление длинной линии.

Процесс излучения электромагнитных волн полуволновым вибратором. Диаграмма направленности антенны. Коэффициент направленного действия антенны. Параболические антенны. Фазированные антенные решетки.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

1. «Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины».

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Радиотехнические системы и комплексы» приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Каганов В. И.

Радиотехника: от истоков до наших дней : учеб. пособие / В.И. Каганов. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 352 с. — (Высшее образование: Бакалавриат)<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=881429>

2. Каганов В. И. Колебания и волны в природе и технике. Компьютеризированный курс: Учебное пособие для вузов / Каганов В.И., - 2-е изд. - М.:Гор. Линия-Телеком, 2020. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=560595>

Дополнительная литература:

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум : учеб. пособие / ред.: А. Н. Яковлев .— Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014 .— ISBN 978-5-7782-2395-0. ЭБС РУКОНТ: <http://rucont.ru/efd/246676?cldren=0>

2. Улахович, Д. Основы теории линейных электрических цепей : учеб. пособие / Д. Улахович .— СПб. : БХВ-Петербург, 2009 .— (Учебное пособие) .— ISBN 978-5-9775-0083-8. ЭБС РУКОНТ: <http://rucont.ru/efd/133783?cldren=0>

8.Перечень ресурсов Информационно- телекоммуникационной сети «Интернет»

Интернет- ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru>

2. Электронно-библиотечная система ЭБС ZNANIUM.COM <http://www.znanium.com>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: LibreOffice, Multisim, Octave.

Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды Университета

2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Радиотехнические системы и комплексы»

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

Практические занятия:

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения и проведения лекций в форме слайд-презентаций,;
- программа для моделирования электрических цепей и электронных схем Multisim; офисные программы LibreOffice ;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине**

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЙ***

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ
«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ»**

(Приложение 1 к рабочей программе)

**Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах
Профиль: Информационные системы и средства управления
технологическими процессами
Уровень высшего образования: бакалавриат
Форма обучения: очная**

Королев
2023

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№	компет енции	Содержание компетенции	Раздел дисциплин обеспечивающий формирование компетенций	В результате разделы дисциплины обучающихся делятся		
				Необходимы е знания	Необходимые умения	Трудовые действия
1.	ПК-2	Способен осуществлять проектирование электронных средств и электронных систем БКУ АКА	Тема 2.1. Основы теории помехоустойчивос ти Тема 2.2. Основы теории информации Тема 2.3. Передача дискретных и непрерывных сообщений	Знает стандарты Единой системы программной документации и (ЕСПД), ЕСКД и ЕСТД. Межгосударс твенные и национальны е стандарты РКТ, стандарты организации. Электротехн ику и электронику.	Умее т выявлять причины неисправносте й и отказов в работе оборудования. Использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для корректного проектировани я электронных средств и электронных систем. На научной основе организовыват ь свой труд самостоятельно о оценивать результаты своей деятельности. Осваивать новые образцы программных, технических средств и информационн ых технологий.	Владеет навыками разработки и корректиров ки программно й и конструктор ской документаци и на электронные средства и электронные системы БКУ АКА. Анализирует результаты моделирован ия и тестировани я электронных средств и электронных систем БКУ АКА.
2.	ПК-5	Способен составлять паспорта проекта или программы в РКП	Тема 3.1 Радиопередающие устройства Тема 3.2. Радиоприемные устройства Тема 3.3. Длинные линии. Антенны.	Элементна я основа радиотехн ических цепей и методы их расчета	Определять комплексну ю оценку характеристик цепей, определять их устойчивост ь	Методы имитацио нного моделиров ания цепей в системе Matlab

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерий оценки
ПК-2 ПК-5	Доклад в форме презентации	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</i> • <i>компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</i> <p><i>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</i></p>	<p>Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств Время, отведенное на процедуру – 10-15 мин.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самой представленной презентации (1 балл). 5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл). <p>Неявка – 0 баллов.</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
ПК-5	Письменное задание	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 90% правильных ответов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 70% правильных ответов;</i> • <i>компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – от 51% правильных ответов;</i> <p><i>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – менее 50% правильных ответов</i></p>	<p>Проводится письменно с использованием технических средств для расчета (калькулятор, программа Excel). Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задача решена (5 баллов). 2. Задача решена с ошибкой (4 балла). 3. Решение задачи не закончено (3 балла). 4. Задача не решена (2 балла). <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,

**характеризующих этапах формирования компетенций в процессе
освоения образовательной программы**

Примерная тематика докладов в презентационной форме:

1. Электромагнитные волны, их характеристики, международная система деления на радиодиапазоны.
2. Элементная база радиотехнических цепей. Линейные, нелинейные и параметрические цепи.
3. Принцип определения видов сигналов после прохождения цепей.
4. Случайные сигналы, их характеристики, энтропия случайных сигналов.
5. Основы приема смеси сигнала и шума.
6. Нелинейные цепи. Методы расчета нелинейных цепей.
7. Работа нелинейного элемента в режиме отсечки. Коэффициенты Берга.
8. Детектирование АМ колебаний.
9. Угловая модуляция. Математическое описание модулированных сигналов.
10. Взаимосвязь частотной и фазовой модуляции. Полоса частот модулированного сигнала.
11. Основы помехозащитного приема. Понятие потенциальной помехоустойчивости приема непрерывных и дискретных сигналов.
12. Формирование цифровых сигналов. АЦП.
13. Шумы квантования.
14. Синхронизация цифрового потока.
15. Параметры кодов. Контроль, обнаружение и исправление ошибок.
16. Положение и перспективы развития радиорелейной и тропосферной связи
17. Радиолокация.
18. Радионавигация.
19. Радиотехническая разведка
20. Радиотехническая система связи.
21. История беспроводной связи.
22. Системы цифрового наземного телевизионного вещания.
23. Системы цифрового спутникового телевизионного вещания.
24. Транкинговые системы радиосвязи.
25. Радиотехнические системы история развития.
- 26.** Дискретная фильтрация непрерывного сигнала
27. Оптимальная фильтрация цифровых сигналов.
28. Системы передачи с фазовым разделением каналов
29. Системы связи с частотным разделением каналов
30. Системы связи с временным разделением каналов.

Примерная тематика письменного задания:

Задача 1.

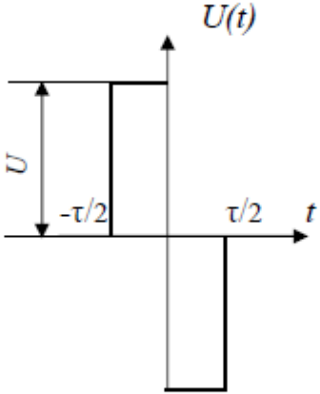
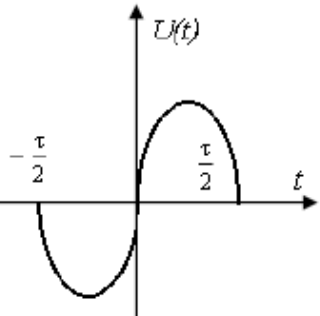
Заданы одиночные (непериодические) сигналы различной формы. Исходные данные для расчёта приведены в табл. 1 и 2.

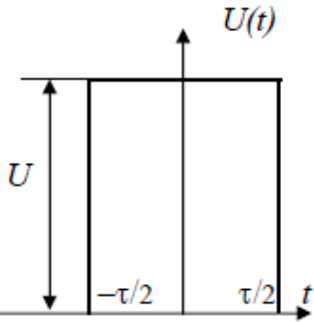
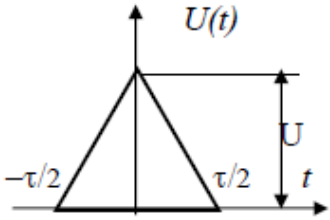
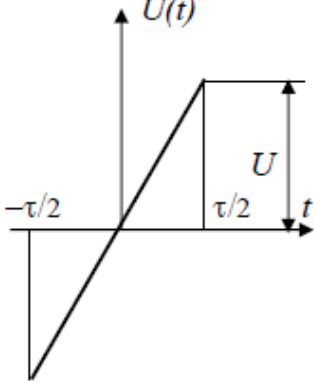
Требуется:

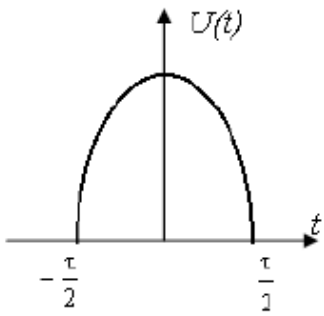
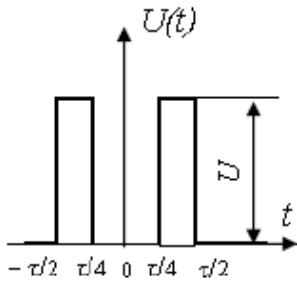
1. Вывести выражение для модуля спектральной плотности сигнала и сравнить результат с табличным значением.

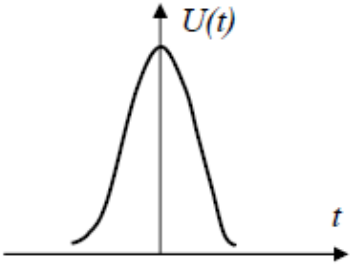
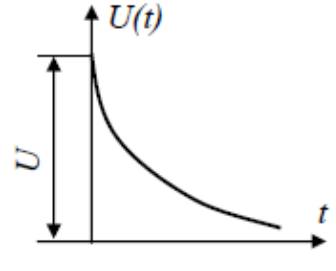
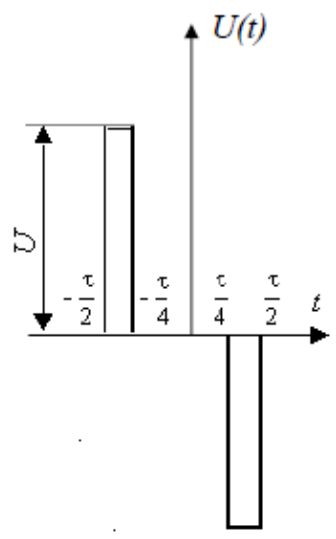
2. Вычислить модуль спектральной плотности сигнала с обязательным вычислением характерных точек (т. е. тех точек, где значения модуля спектральной плотности имеют максимальные значения и равны нулю).
3. Построить график модуля спектральной плотности как функции частоты.

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Вид сигнала	Аналитическое задание временной функции сигнала	Модуль спектральной плотности
0		$u(t) = U$ <p>при $-\tau/2 \leq t \leq 0$;</p> <hr/> $u(t) = -U$ <p>при $0 \leq t \leq \tau/2$</p>	$U \tau \frac{\sin^2 \frac{\omega \tau}{4}}{\frac{\omega \tau}{4}}$
1		$u(t) = U \sin \pi \frac{2t}{\tau}$ <p>при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$;</p> <hr/> $u(t) = 0$ <p>при $-\tau/2 > t > \tau/2$</p>	$U \tau 4\pi \frac{\left \sin \frac{\omega \tau}{2} \right }{4\pi^2 - \omega^2 \tau^2}$

2		$u(t) = U$ при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$;	$U\tau \left \frac{\sin \frac{\omega\tau}{2}}{\frac{\omega\tau}{2}} \right $
		$u(t) = 0$ при $-\tau/2 > t > \tau/2$	
3		$u(t) = \frac{2U}{\tau} \left(t + \frac{\tau}{2} \right)$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$;	$\frac{U\tau}{2} \left(\frac{\sin \frac{\omega\tau}{4}}{\frac{\omega\tau}{4}} \right)^2$
		$u(t) = \frac{2U}{\tau} \left(\frac{\tau}{2} - t \right)$ при $0 \leq t \leq \tau/2$;	
		$u(t) = 0$ при $\tau/2 < t < -\tau/2$	
4		$u(t) = \frac{2U}{\tau} t$ при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$;	$U\tau \left \frac{\cos \frac{\omega\tau}{2}}{\frac{\omega\tau}{2}} - \frac{\sin \frac{\omega\tau}{2}}{\left(\frac{\omega\tau}{2} \right)^2} \right $
		$u(t) = 0$ при $-\tau/2 > t > \tau/2$	

5		$u(t) = U \cos \pi \frac{t}{\tau}$ <p>при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$;</p> $u(t) = 0$ <p>при $\tau/2 < t < -\tau/2$</p>	$\frac{U \pi \tau}{2} \cdot \frac{\left \cos \frac{\omega \tau}{2} \right }{\left(\frac{\pi}{2} \right)^2 - \left(\frac{\omega \tau}{2} \right)^2}$
6		$u(t) = U$ <p>при $\frac{\tau}{4} \leq t \leq \frac{\tau}{2}$,</p> $-\frac{\tau}{2} \leq t \leq -\frac{\tau}{4}$ $u(t) = 0$ <p>при $-\frac{\tau}{2} > t > \frac{\tau}{2}$,</p> $\frac{\tau}{4} > t > -\frac{\tau}{4}$	$\frac{U \tau}{2} \left \frac{\sin \omega \frac{\tau}{8}}{\frac{\omega \tau}{8}} \times \cos \omega \tau \right $

7		$u(t) = u e^{-\alpha t^2}$	$U \sqrt{\pi/\alpha} \cdot e^{-\frac{\omega^2}{4\alpha}}$
8		$u(t) = U e^{-\alpha t}$ при $t > 0$;	$\frac{U}{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}$
$u(t) = 0$ при $t < 0$			
9		$u(t) = U$ при $-\tau/2 \leq t \leq -\tau/4$;	$\frac{U\tau}{2} \left \frac{\sin \frac{\omega\tau}{8}}{\frac{\omega\tau}{8}} \times \sin \frac{3\omega\tau}{8} \right $
$u(t) = 0$ при $-\tau/4 < t < \tau/4$;			
$u(t) = -U$ при $\tau/4 \leq t \leq \tau/2$			

4. По графику модуля спектральной плотности определить ширину спектра видеоимпульса для уровня 0,1 от максимального значения модуля спектральной плотности.

Таблица 2

Предпоследняя цифра шифра	Максимальное напряжение сигнала U , В	$\alpha \times 10^3$, $\frac{1}{c}$	Длительность сигнала, мкс
0	10	45	100
1	20	40	90
2	30	35	80
3	40	30	70
4	50	25	60
5	60	25	50
6	70	20	40
7	80	15	30
8	90	10	20
9	100	5	10

Задача 2.

Задан сигнал. Исходные данные для расчёта такие же, как и в задаче 1.

Требуется:

1. Вычислить автокорреляционную функцию.
2. Построить график автокорреляционной функции.
3. Определить время корреляции.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапах формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Радиотехнические системы и комплексы» являются две текущие аттестации в виде тестовых заданий и зачетов, одна итоговая аттестация в виде экзамена.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов

Согласно графику учебного процесса	тестирование	ПК-2 ПК-5	25 вопросов	Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%.
Согласно графику учебного процесса	тестирование	ПК-2 ПК-5	25 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.
Согласно графику учебного процесса	Зачет	ПК-2 ПК-5	2 вопроса	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру - 20 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: «Зачтено»: • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета. «Не зачтено»: » демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на

						<p>практических занятиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> • не отвечает на вопросы.
Согласно графику учебного процесса	Экзамен	ПК-2 ПК-5	3 вопроса	Экзамен проводится, путем ответа на вопросы и решения задачи. Время, отведенное на процедуру- 30 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	<p>Критерии оценки:</p> <p>«Отлично»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета. <p>"Хорошо»:</p> <p>знание основных понятий предмета;</p> <ul style="list-style-type: none"> • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответы на вопросы билета • неправильно решено практическое задание <p>«Удовлетворительно»</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; <p>«Неудовлетворительно»:</p>

						<ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	--

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

Примеры тестовых заданий:

Тесты используются в режиме промежуточного контроля. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа.

1. На конденсатор, емкость, которого изменяется по закону $C(t)=C_0(1+m\sin\Omega t)$, воздействует напряжение $U(t)=u_1\sin\omega_1 t$. Определить спектральный состав тока, отбираемого от источника напряжения.

- А) ω_1 ;
- Б) $\omega_1, \omega_1-\Omega, \omega_1+\Omega$;
- В) $\omega_1; \omega_1-2\Omega; \omega_1+2\Omega$;
- Г) Другой ответ.

2) На диод с нелинейной вольт-амперной характеристикой (ВАХ) воздействует гармоническое колебание $U_1(t)=U_1\cos\omega_1 t$. В пределах $(U_1(t)) < U_0$ характеристику (ВАХ) аппроксимирует выражением:

$$I=i(U_0)+ a_1 U_1(t)+ a_2 U_1^2(t)$$

Определить постоянную составляющую тока $I(1)$ и наивысшую частоту спектра.

- А) $i(U_0), \omega_1$;
- Б) $i(U_0)+ , 3\omega_1$;
- В) $, 2\omega_1$;
- Г) $i(U_0)+ , 2\omega_1$;

3) Собственный шум приемника имеет мощность $P_{ш}=10^{-4}$ Вт. Распределенную в полосе частот $\Delta f_1=1$ МГц. Какой должна быть мощность сигнала на выходе приемника, чтобы при полосе пропускания $\Delta f_2=10$ кГц обеспечить отношение С/Ш 10 дБ.

А). 10^{-3} Вт; Б). 10^{-4} Вт; В). 10^{-5} Вт; Г). 10^{-6} Вт.

4) Полоса пропускания приемника составляет $\Delta f=5$ кГц. Определить относительную стабильность частоты передатчика с волной $\lambda=1000$ м, чтобы уход частоты σf не превышал 0,01 от полосы пропускания приемника:

А). 10^{-4} ; Б). $1,7\omega^{-4}$; В). $1,5 \cdot 10^{-5}$; Г). $4,2 \omega^{-5}$

5) Прием радиосигналов с $f=300$ кГц осуществляется в четырех пунктах, удаленных от передатчика на расстояния r_0, r_0+250 м, r_0+500 м, r_0+1000 м. Определить разность фаз между напряжениями на входах приемников 1-2, 1-3 и 1-4.

А) $1/2, \pi, 2\pi$;
 Б) $\pi, 2\pi, 4\pi$;
 В) $0, \pi; 2\pi$;
 Г) Другой ответ.

6) Определить амплитудную и фазовую характеристики напряжения:

	А	Б	В	Г
f	$10^6; 10^6$	$10^6; 2 \cdot 10^6;$	$2 \cdot 10^6; 2 \cdot 10^6;$	$10^6; 2 \cdot 10^6$
A	1;1	1;	;	; 1
Ф	$\pi;$	$\pi;$	$\pi;$	$2\pi; -\pi;$

7) Провести спектральный анализ колебаний:

	А	Б	В	Г
f	$0; 10^3; 3 \cdot 10^6$	$0; 10^3$	$0; 10^3; 2 \cdot 10^3$	$0; 10^3; 2 \cdot 10^3$
A	1;;	1;	::	1; ;
φ	$0; ;\pi$	0;	0;	0; ;

8) На вход приемника, настроенного на $f_0=500$ кГц, воздействует помеха в виде последовательности импульсов с периодом $T=50$ мкс. Определить номер гармоники периодической последовательности, попадающей в полосу пропускания приемника:

А). 20; Б). 25; В). 30; Г). 40.

9) Определить корреляционную функцию экспоненциального импульса $S(t)=e^{-at}$; $0 \leq t < \infty$.

А) Б) В) Г)

10) Определить спектральную плотность прямоугольного импульса с длительностью τ_u и амплитудой $u=1$ в:

А) ;
Б) ;
В) ;
Г)

11) Определить число радиовещательных (РВ), радиотелефонных (РТЛФ), телевизионных (ТВ), телеграфных каналов (ТЛГ), которые могут работать в диапазоне волн $\lambda=2-5$ м при условии: максимальные частоты спектра для телеграфных каналов 300 Гц, радиотелефонных 3 кГц, радиовещательных 10 кГц, телевизионных 6 мГц (передача ТВ-сигнала ведется на одной боковой полосе АМК); между каналами предусмотрены защитные интервалы шириной 10% от максимальной частоты спектра сигналов:

А). ТВ-11	Б). ТВ-17
РВ-9401	РВ- 7777
РТЛФ – 14710	РТЛФ - 12452
ТЛГ- 149857	ТЛГ- 129756

В). ТВ – 13	Г). Другой ответ
РВ - 8182	
РТЛФ - 27272	
ТЛГ – 72727	

12) Аналитическое выражение АМК

Определить ширину спектра и среднюю мощность, выделяемую на сопротивление 1 Ом.

А) $2 \cdot 10^4$ Гц, 250 Вт;
Б) 10^4 Гц, 190 Вт;
В) $2 \cdot 10^4$ Гц, 209 Вт;
Г) 10^5 Гц, 234 Вт.

13) Записать аналитическое выражение АМК, если известно, что период несущей частоты $T_0=2$ мкс, период модулирующего колебания $T_\Omega=2$ мс, максимальная амплитуда АМК $U_1=3.2$ в, минимальная амплитуда АМК $U_2=0.8$ в.

А) ;

Б) ;

В)

Г) Другой ответ.

14) Для канала радиосвязи с применением фазовой модуляции отведена полоса частот 100кГц при несущей частоте $f_0=10\text{МГц}$. Какая высшая частота модуляции F , если индекс угловой модуляции $m=5$.

А) 10 кГц; Б) 15 кГц; В) 20 кГц; Г) 25 кГц.

15) Частота ФМК изменяется по закону рад/с. Найти аналитическое выражение этого колебания при амплитуде 1 в;

А) ;

Б) ;

В) ;

Г) Другой ответ.

16) Стационарное случайное напряжение $U(t)$ задано плотность вероятности

Найти матожидание, дисперсию и среднеквадратичное значение стационарного случайного напряжения.

	А	Б	В	Г
$M[u(t)]$	5 в	4в	5 в	6 в
D_u	10 в ²	7,5 в ²	8,33 в ²	12,1 в ²
	3,2 в	2,7 в	2,88 в	3,33 в

17) Дифференциальная цепь состоит из конденсатора $C=1$ мкф и резистора $R=10\text{кОм}$. Определить передаточную характеристику и постоянную времени цепи τ .

А) 10^{-1} с

Б) 10^{-2} с

В) 10^{-3} с

Г) $5 \cdot 10^{-2}$ с

18) Дифференциальная цепь состоит из индуктивности $L=10$ мГн, и резистора $R=10$ кОм.

Определить передаточную характеристику и постоянную времени цепи τ .

А) 10^{-4} с

Б) 10^{-5} с

В) 10^{-6} с

Г) $5 \cdot 10^{-6}$ с

19) Интегрирующая цепь состоит из конденсатора $C=10$ мкф и резистора $R=10$ кОм.

Определить передаточную характеристику и постоянную времени цепи τ .

- А) 10^{-1} с
- Б) 10^{-2} с
- В) 10^{-3} с
- Г) 10^{-4} с

20) Интегрирующая цепь состоит из индуктивности $L=40$ мГн и резистора $R=10$ кОм.

Определить передаточную характеристику и постоянную времени цепи τ .

- А) 10^{-6} с
- Б) $4 \cdot 10^{-6}$ с
- В) 10^{-5} с
- Г) 10^{-5} с

21) На последовательный колебательный контур воздействует АМ сигнал . резонансная частота $f_0=1$ МГц, $C_k=200$ пф, коэффициент модуляции тока в контуре 0,6. Определить добротность контура.

- А) 34;
- Б) 44;
- В) 50;
- Г) 54.

22) На последовательный колебательный контур воздействует АМ сигнал . Частота несущего колебания равна резонансной частоте контура. Найти добротность контура, при которой амплитуда боковой составляющей спектра тока равна 40% амплитуде несущего колебания.

- А) 30;
- Б) 37,5;
- В) 45;
- Г) 47,5.

23) Индекс модуляции АМК на входе резонансного усилителя $m_1=1$, на выходе $m_2=0,71$. Контура настроена на несущую частоту. Параметры контура $Q=150$, $f_0=1$ МГц. Определить частоту модуляции.

- А) 2 кГц;
- Б) 3,3 кГц;
- В) 4 кГц;
- Г) 4,5 кГц.

24) Полос, частот и вид модуляции радиовещания в диапазонах ДВ, СВ, КВ

- А). 12 кГц; АМ;
- Б). 6 кГц; АМ;
- В). 16 кГц; АМ;
- Г). 16 кГц; ЧМ.

25) Полоса частот и вид модуляции радиовещания в диапазонах УКВ.

- А). 12 кГц; АМ;
- Б). 16 кГц; ЧМ;
- В). 16 кГц; АМ;
- Г). 20 кГц; АМ.

26) Чересстрочная передача цветных сигналов ТВ применяется в системе:

- А). ПАЛ;
- Б). НТСЦ;
- В). СЕКАМ.

27) Квадратурная модуляция при передаче цветных сигналов ТВ применяется в системах:

- А). ПАЛ и СЕКАМ;
- Б). НТСЦ и СЕКАМ;
- В). ПАЛ и НТСЦ

28) При магнитной записи сигналов система «Лента-головка» основана на применении материалов:

- А). Магнитомягких;
- Б). Магнито жестких;
- В). Магнитомягких и магнито жестких.

29. Глубина «питов» в рабочем слое CD- дисков составляет от длины волны лазера:

- А). ; Б) ; В) λ ; Г)

30) Спутники ТВ вещания располагаются на орбитах с высотой:

- А). 20000 км;
- Б). 30000 км;
- В). 36000 км;
- Г). 40000 км.

31) Частота временной дискретизации непрерывного сигнала с верхней частотой спектра F_m должна выбираться из неравенства:

- А). $\geq F_m$;
- Б). $\geq 2F_m$;
- В). $\geq 3F_m$;

Г). Другой ответ.

32) Точность квантования отсчетов непрерывного сигнала $f(t)$ должна быть не хуже 1 % от $\max f(t)$. В цифровом коде один отсчет содержит:

- А). 6 бит;
- Б). 7 бит;
- В). 8 бит;
- Г). 9 бит.

33) Параметры аналого-цифрового преобразования непрерывного сигнала- частота дискретизации 8 кГц, разрядность одного отсчета 16 бит, служебная информация составляет 15 % от объема передаваемой. Определить скорость передачи цифрового потока:

- А). 100кБит/с;
- Б). 135 кБит/с;
- В). 147кБит/с;
- Г). 182 кБит/с.

34) Цифровой поток передается со скоростью 1 Мбит/с. Служебная информация (синхронизация) составляет 15 % от объема потока. При передаче применяется помехоустойчивый код с параметрами (8,5). Определить скорость передачи измерительной информации:

- А). $4 \cdot 10^5$ бит/с;
- Б). $5,35 \cdot 10^5$ бит/с;
- В). $6,5 \cdot 10^5$ бит/с;
- Г). $7,5 \cdot 10^5$ бит/с.

4.2 Типовые вопросы, выносимые на зачеты

- 1) Электрические сигналы. Виды и характеристики.
- 2) Основы помехоустойчивости приема по Котельникову
- 3) Временное и частотное представления сигналов. Понятие амплитуды, частоты, фазы и длины волны монохроматического сигнала.
- 4) Характеристики белого шума,
- 5) Спектральное представление периодических, непериодических сигналов.
- 6) Радиоканал связи. Расчет отношения $R_c/R_{ш}$ на входе приемника.
- 7) Прямое и обратное преобразование Фурье. Свойство преобразования.
- 8) Основные параметры радиолинии. Уравнение радиосвязи.
- 9) Корреляционный анализ сигналов. Теорема Винера-Хинчина.

- 10) Классификация диапазонов радиосвязи. Особенности распространения радиоволн в различных диапазонах.
- 11) Амплитудная модуляция сигналов. Представление во временной и частотной областях. Связь спектра передаваемого сигнала со спектром информационного сигнала.
- 12) Антенны различных частотных диапазонов. Основные характеристики.
- 13) Угловая модуляция сигналов, представляемая во временной и частотной областях. Связь спектра информационного сигнала со спектром передаваемого сигнала.
- 14) Диаграмма направления антенны. Особенности диаграмм направленности антенн различного назначения.
- 15) Цифровое представление сигналов. Дискретизация по времени, квантование по уровню. Шумы квантования.
- 16) Цифровые системы передачи. Плезихронная цифровая иерархия- PDH
- 17) Цифровые системы передачи. Синхронная цифровая иерархия- SDN.
- 18) Прохождение сигналов через избирательные цепи. Передаточная и импульсная характеристика.
- 19) Волоконно-оптическая система передачи. Основные характеристики. Принцип построения.
- 20) Характеристики случайных сигналов.
- 21) Шумы канала связи и аппаратуры. Шумовая температура. Определение отношения $P_c/P_{ш}$.
- 22) Источник информации. Алфавит, распределение алфавита, скорость формирования информации источника.
- 23) Требования к пропускной способности канала по Шеннону. Энтропия белого шума. Энтропия аддитивной смеси сигнала и шума.
- 24) Особенности формирования и передачи цифровых сигналов от многих источников. Временные, частотные и кодовые методы мультиплексирования.
- 25) Модуляция цифровых сигналов
- 26) Случайные сигналы и их характеристики. Спектральная плотность мощности. Функция корреляции.
- 27) Длинная линия. Коэффициент передачи. Волновое сопротивление.
- 28) Операторный метод анализа сигналов и цепей. Прямое и обратное преобразование Лапласа.
- 29) Нелинейные элементы в электрических цепях. Детектирование колебаний. Коэффициенты Берга.
- 30) Резонанс электрических цепей. Последовательный и параллельный контур. Графики токов и напряжения.
- 31) Определение выходного сигнала схемы на основе теоремы вычетов. Выходной сигнал интегрирующей цепи при подаче прямоугольного импульса.
- 32) Электрические фильтры. Основные характеристики передачи в полосе прозрачности и вне полосы.
- 33) АЦП и ЦАП. Принципы построения и функционирования. Виды неравномерного квантования.

- 34) Тестовые сигналы электрических схем. Дельта функции $\delta(t)$, её свойства. Функция включения и её спектр.
- 35) Передаточная функция цепи, спектральный метод определения выходного сигнала.
- 36) Радио каналы космической связи. Основные характеристики спутникового TV.
- 37) Импульсная характеристика цепи. Временной метод определения выходного сигнала на основе интеграла свертки.
- 38) 4-х полюсники. Виды. Схемы соединения 4-х полюсников параллельная, последовательная, каскадная.
- 39) Частотный критерий устойчивости 4-х полюсника с обратной связью. Построение годографа разомкнутой цепи.
- 40) Дифференциальные и интегральные цепи на элементах RC и RL.

Типовые вопросы, выносимые на экзамен

- 1) Сигнал как случайный процесс.
- 2) Статистические характеристики флуктуационной помехи.
- 3) Спектральное представление сигналов. Энергетический спектр. Временное представление сигналов. Геометрическое представление сигналов. Различимость сигналов.
- 4) Модулированные сигналы.
- 5) Основные виды аналоговой модуляции.
- 6) Сигналы при дискретной модуляции.
- 7) Сигналы при импульсной модуляции.
- 8) Методы накопления.
- 9) Когерентный и некогерентный приемы.
- 10) Оптимальная фильтрация непрерывных сигналов.
- 11) Прием сигналов как статистическая задача
- 12) Мера количества информации.
- 13) Энтропия источника дискретных сообщений.
- 14) Оптимальное статистическое кодирование сообщений.
- 15) Теорема Шеннона для дискретного канала с помехами.
- 16) Скорость передачи и пропускная способность непрерывного канала связи.
- 17) Эффективность систем передачи информации.
- 18) Классификация корректирующих кодов.
- 19) Принципы помехоустойчивого кодирования.
- 20) Систематические коды.
- 21) Код с четным числом единиц.
- 22) Инверсионный код
- 23) Код Хэмминга.
- 24) Циклические коды.
- 25) Коды с постоянным весом.
- 26) Системы с частотной манипуляцией.

- 27) Системы с фазовой манипуляцией.
- 28) Эффективность систем передачи дискретных сообщений.
- 29) Параллельная передача.
- 30) Системы с обратной связью.
- 31) Прерывистая связь.
- 32) Потенциальная помехоустойчивость систем передачи непрерывных сообщений.
- 33) Аналоговые способы передачи.
- 34) Порог помехоустойчивости и способы его снижения.
- 35) Системы с поднесущими.
- 36) Импульсные способы передачи.
- 37) Идеальная система связи.
- 38) Автогенераторы. Кратковременная и долговременная стабильность частоты.
- 39) Кварцевые генераторы.
- 40) Генераторы с внешним возбуждением.
- 41) Модуляционная характеристика.
- 42) Формирователи сигналов с амплитудной модуляцией.
- 43) Формирователи частотно – и фазово-модулированных сигналов.
- 44) Мощность сигнала и коэффициент полезного действия передатчика.
- 45) Структурная схема приемника прямого усиления.
- 46) Чувствительность приемника. Избирательность приемника.
- 47) Супергетеродинный приемник.
- 48) Дополнительные каналы приема. Зеркальный канал.
- 49) Коэффициент шума четырехполюсника.
- 50) Реальная чувствительность радиоприемного устройства.
Прохождение сигналов через блоки радиоприемного устройства.
- 51) Прохождение случайных сигналов через функциональные узлы радиоприемника.
- 52) Понятие длинной линии. Телеграфные уравнения длинной линии.
- 53) Процесс распространения волн в линии.
- 54) Режим бегущих волн. Режим стоячих волн в линии, разомкнутой на конце. Режим стоячих волн в короткозамкнутой линии.
- 55) Коэффициент отражения. Входное сопротивление длинной линии.
- 56) Процесс излучения электромагнитных волн полуволновым вибратором.
- 57) Диаграмма направленности антенны.
- 58) Коэффициент направленного действия антенны.
- 59) Параболические антенны.
- 60) Фазированные антенные решетки.

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЙ***

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ»**

(Приложение 2 к рабочей программе)

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

**Профиль: Информационные системы и средства управления
технологическими процессами**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

1. Общие положения

Цель дисциплины:

- приобретение студентами знаний и представлений об основных принципах, закономерностях, методах построения радиотехнических устройств и систем;

- приобретение студентами теоретических сведений и практических навыков, позволяющих проводить расчет основных параметров и характеристик каналов передачи аналоговой и цифровой передачи.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при проектировании устройств радио связи.

- получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач в области беспроводного обмена информацией.

2. Указания по проведению практических занятий.

Практические занятия 1-10

Тема 1.1. Информационные сигналы. Методы обработки сигналов в приемнике

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Тема и содержание практического занятия:

Цель работы: получить практические знания по принципам представления непрерывных и дискретных сигналов во временной и частотной областях, расчет основных характеристик сигналов-спектра, требуемой полосы частот для передачи, корреляционных характеристик.

Основные понятия темы занятия:

1. Представление сигналов с применением прямого и обратного преобразований Фурье. Расчет корреляционных характеристик.
2. Оценка информационных характеристик источников информации, их энтропия и избыточность.

Вопросы для обсуждения:

1. Прямое и обратное преобразования Фурье.
2. Представление сигналов рядом Котельникова.
3. Спектр сигнала и занимаемая полоса частот.
4. Характеристики случайных сигналов.
5. Вычисление математического ожидания заданных сигналов.
6. Вычисление дисперсии заданных сигналов
7. Сравнение спектров одиночных и периодических сигналов
8. Геометрическое представление конкретных сигналов
9. Решение задач на различение сигналов

Продолжительность занятий 20 ч

Практические занятия 11-16

Тема 1.1. Информационные сигналы. Методы обработки сигналов в приемнике

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Тема и содержание практического занятия:

Цель работы: закрепить полученные знания путем расчета характеристик качества приема при обработке сигналов в приемном устройстве

Основные понятия темы занятия:

Методы обработки сигналов в радиоприемном устройстве

Вопросы для обсуждения:

1. Расчет отношения сигнал/шум методом накопления
2. Численное сравнение методов когерентного и некогерентного приема
3. Расчет отношения сигнал/шум в случае корреляционного приема
4. Расчет отношения сигнал/шум в случае автокорреляционного приема
5. Расчет характеристик согласованного с сигналом фильтра
6. Сравнение численных характеристик при различных методах приема

Продолжительность занятия 12 ч

Практические занятия 17-20

Тема 2.1. Основы теории помехоустойчивости

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Тема и содержание практического занятия.

Цель работы: закрепление теоретического материала путем численного анализа различных критериев оптимального приема

Основные понятия темы занятия:

Критерии оптимального приема сигналов.

Вопросы для обсуждения:

1. Расчет параметров оптимального приемника дискретных сигналов
2. Расчет вероятности ошибки при когерентном приеме двоичных сигналов
3. Расчет вероятности ошибки при когерентном приеме многопозиционных сигналов
4. Расчет вероятности ошибки при некогерентном приеме двоичных сигналов
5. Расчет параметров оптимального приемника при заданных характеристиках сигнала

Продолжительность занятий 8 ч

Тема 2.2. Основы теории информации

Практические занятия 21-27

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Тема и содержание практического занятия.

Цель работы: получить практические навыки кодирования сообщений и формирования корректирующих кодов

Основные понятия темы занятия:

Информационные характеристики сообщений. Статистическое и помехоустойчивое кодирование

Вопросы для обсуждения:

1. Вычисление количества информации при заданных законах распределения
2. Вычисление энтропии источника при заданном законе распределения вероятностей
3. Построение кода Шеннона-Фано для заданного сообщения
4. Формирование кода с четным числом единиц для заданного сообщения
5. Формирование кода Хэмминга для заданного сообщения
6. Формирование циклического кода для заданного сообщения
7. Сравнение сформированных кодов

Продолжительность занятий 14 ч

Практические занятия 28-32

Тема 2.3. Передача дискретных и непрерывных сигналов

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Тема и содержание практического занятия.

Цель работы: получить практические навыки численного вычисления характеристик системы связи для различных систем

Основные понятия темы занятия:

Системы передачи дискретных и непрерывных сигналов

Вопросы для обсуждения:

1. Вычисление вероятности ошибки в приемнике с частотной манипуляцией
2. Вычисление вероятности ошибки в приемнике с фазовой манипуляцией и фильтром низкой частоты
3. Вычисление вероятности ошибки в приемнике с фазовой манипуляцией и интегратором
4. Вычисление вероятности ошибки в автокорреляционном приемнике с относительной фазовой манипуляцией
5. Вычисление вероятности ошибки в корреляционном приемнике с относительной фазовой манипуляцией
6. Вычисление вероятности ошибки в когерентном приемнике с относительной фазовой манипуляцией
7. Численное вычисление эффективности различных систем передачи
8. Вычисление отношения сигнал/помеха на выходе приемника
9. Вычисление потенциальной помехоустойчивости в системах с амплитудной модуляцией

10. Вычисление потенциальной помехоустойчивости в системах с частотной амплитудной модуляцией

Продолжительность занятия 10 ч

Практические занятия 33-36

Тема 3.1. Радиопередающие устройства

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Тема и содержание практического занятия.

Цель работы: получить практические навыки расчета и моделирования узлов радиопередающих устройств

Основные понятия темы занятия:

Функциональные узлы радиопередающих устройств

Вопросы для обсуждения:

1. Разработка структурной схемы передатчика по заданным техническим условиям
2. Разработка и расчет автогенератора по схеме емкостной трехточки
3. Разработка и расчет автогенератора по схеме индуктивной трехточки
4. Моделирование рассчитанных автогенераторов
5. Расчет амплитудного модулятора на биполярном транзисторе
6. Моделирование рассчитанного амплитудного модулятора и построение его модуляционной характеристики
7. Расчет частотного модулятора на биполярном транзисторе
8. Моделирование рассчитанного частотного модулятора и построение его модуляционной характеристики
9. Расчет генератора с внешним возбуждением
10. Моделирование рассчитанного генератора с внешним возбуждением

Продолжительность занятия 8 ч

Практические занятия 37-42

Тема 3.2. Радиоприемные устройства

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах. Тема и содержание практического занятия.

Цель работы: получить практические навыки численного вычисления и моделирования функциональных узлов радиоприемного устройства

Основные понятия темы занятия:

Функциональные узлы радиоприемного устройства

Вопросы для обсуждения:

1. Расчет чувствительности и избирательности радиоприемного устройства
2. Расчет параметров и избирательности входной цепи в случае емкостной связи с антенной
3. Расчет характеристик перестраиваемой входной цепи в диапазоне ДВ

4. Моделирование входных цепей при различных типах связи с антенной
5. Расчет преобразователя частоты
6. Моделирование работы преобразователя частоты
7. Расчет коэффициента шума резистивного УВЧ
8. Вычисление мощности шума на выходе резистивного УВЧ
9. Моделирование фильтров сосредоточенной селекции

Продолжительность занятия 12 ч

Практические занятия 43-48

Тема 3.3. Длинные линии. Антенны

Вид практического занятия: смешанная форма ведения практического занятия.

Образовательные технологии: практическая работа в группах.

Тема и содержание практического занятия.

Цель работы: получить практические навыки численного вычисления характеристик фидеров и антенн

Основные понятия темы занятия:

Длинные линии в качестве фидеров и резонаторов

Вопросы для обсуждения:

1. Расчет распределения токов и напряжений в сечении длинной линии в режиме бегущих волн
2. Расчет токов и напряжений по длине линии в режиме бегущих волн
3. Расчет токов и напряжений по длине линии в линии, разомкнутой на конце
4. Расчет токов и напряжений по длине короткозамкнутой линии
5. Расчет входного сопротивления короткозамкнутой линии
6. Расчет входного сопротивления линии, разомкнутой на конце
7. Расчет токов и напряжений по длине линии в режиме смешанных волн
8. Расчет коэффициента направленного действия антенны по ее диаграмме направленности
9. Расчет коэффициента усиления антенны
10. Расчет диаграммы направленности полуволнового вибратора

Продолжительность занятия 12 ч

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрен учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Сигналы источников	Самостоятельное изучение разделов. Геометрическое представление сигналов.

	информации. Виды сигналов	Различимость сигналов.
2.	Основы теории помехоустойчивости.	Самостоятельное изучение разделов. Оптимальный прием дискретных сигналов. Вероятность ошибки при когерентном приеме двоичных сигналов. Вероятность ошибки при когерентном приеме многопозиционных сигналов. Некогерентный прием дискретных сигналов. Оптимальный прием непрерывных сообщений.
3.	Основы теории информации.	Самостоятельное изучение разделов. Эффективность систем передачи информации.
4.	Передача дискретных и непрерывных сообщений.	Самостоятельное изучение разделов. Системы с поднесущими. Импульсные способы передачи. Идеальная система связи.
5.	Радиопередающие устройства.	Самостоятельное изучение разделов. Мощность сигнала и коэффициент полезного действия передатчика.
6.	Радиоприемные устройства.	Самостоятельное изучение разделов. Прохождение сигналов через блоки радиоприемного устройства. Прохождение случайных сигналов через функциональные узлы радиоприемника.
7.	Длинные линии. Антенны.	Самостоятельное изучение разделов. Телеграфные уравнения длинной линии

5. Указания по проведению контрольных работ

Учебным планом данного курса для обучающихся очной/заочной формы обучения предусмотрено написание одной контрольной работы, что является одним из условий успешного освоения ими основных положений данной дисциплины и служит допуском к сдаче зачета по курсу во время зачетной сессии.

Задания в контрольной работе разрабатываются преподавателем кафедры «Информационные технологии и управляющие системы» УНИВЕРСИТЕТА.

Цель выполняемой работы: продемонстрировать знания и умения в области изучения дисциплины «**Радиотехнические системы и комплексы**».

Основные **задачи** выполняемой работы:

1. Закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. Выяснение подготовленности бакалавра к будущей практической работе;

Процесс написания контрольной работы делится на следующие этапы:

1. Определение установленной темы контрольной работы
2. Изучение литературы, относящейся к теме контрольной работы
3. Оформление контрольной работы
4. Представление ее на кафедру для регистрации
5. Защита контрольной работы

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующих разделов учебника, учебных пособий, конспектов лекций.

Требования к содержанию контрольной работы:

В содержании контрольной работы необходимо показать знание рекомендованной литературы по данному заданию, при этом правильно пользоваться первоисточником и избегать чрезмерного цитирования. При использовании цитат необходимо указывать точные ссылки на используемый источник: указание автора (авторов), название работы, место издания, страницы. Кроме основной литературы рекомендуется использовать дополнительную литературу и источники сети Интернет (с детальным указанием сайта, т.е. копирование ссылки и даты обращения). Если в период выполнения контрольной работы были приняты новые законы или нормативно-правовые акты, относящиеся к излагаемой теме, их необходимо изучить и использовать при ее выполнении. Важно обратить внимание на различные концептуальные подходы по исследуемой тематике.

В конце контрольной работы приводится полный библиографический перечень использованных нормативно-правовых актов (если они использовались) и источников.

Оформление библиографического списка осуществляется в соответствии с установленными нормами и правилами ГОСТ.

Порядок выполнения контрольной работы:

Контрольная работа излагается логически последовательно, грамотно, разборчиво. Работа должна иметь титульный лист. Он содержит полное название высшего учебного заведения, кафедра, реализующая данную дисциплину, название (тема) контрольной работы, фамилию, инициалы автора, также необходимо указать номер группы, фамилию и инициалы, а также должность, ученое звание и степень научного руководителя (преподавателя), проверяющего контрольную работу.

На следующем листе излагается план контрольной работы, который включает в себя: название всех разделов, введение и заключение, а также список литературы. Излагая вопрос (раздел) каждый смысловой абзац необходимо начать с красной строки. Закончить изложение вопроса следует выводом, итогом по содержанию данного раздела.

В конце работы ставится подпись магистранта и дата сдачи. Страницы контрольной работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится в нижнем правом углу.

Объем контрольной работы должен составлять 10-15 страниц машинописного текста. Размер шрифта №14 (Times New Roman), полуторный интервал, стандартный лист формата А4. Поля: верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, левое – 30 мм, правое – 15 мм.

Дополнительно контрольная работа может иметь приложения (схемы, графики, диаграммы).

По всем возникающим вопросам обучающемуся следует обращаться за консультацией на кафедру. Срок выполнения контрольной работы определяется кафедрой. Срок проверки контрольной работы – 3 дня с момента необходимой фиксированной даты сдачи.

Порядок защиты контрольной работы:

Контрольная работа подлежит обязательной защите. В установленной преподавателем срок магистрант должен сдать контрольную работу и быть готов ответить на вопросы и замечания. Оценка работы производится по четырех бальной системе: «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВОЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВОЛЕТВОРИТЕЛЬНО». После сдачи работы не возвращаются и хранятся в фонде кафедры.

Примерная тематика контрольных работ:

Рассчитать активные фильтры I-го и II-го порядков, имеющие заданные параметры:

- максимальный коэффициент усиления по напряжению K_u ;
- граничную частоту $f_{гр}$ (либо центральную частоту f_0 и полосу пропускания $2 \Delta f_n$, либо две граничные частоты $f_{гр м}$ и $f_{гр в}$ – в зависимости от варианта) и

проанализировать прохождение через него идеального прямоугольного импульса

длительностью τ_u .

Схема фильтра определяется предпоследней цифрой шифра табл. 6 (рис. 1, а, б, в, г, д, е, ж, з). Последняя цифра шифра в табл. 5 определяет параметры филт-

ра.

1. Используя схему замещения идеального ОУ, составить и начертить эквивалентную схему рассчитываемой цепи по переменному току.
2. Найти комплексный коэффициент передачи по напряжению $K_u(j\omega)$ двумя способами: составив и решив систему уравнений электрического равновесия и руководствуясь принципом виртуального замыкания.
3. На основании данных табл. 4 подобрать тип операционного усилителя, подходящий для реализации требуемых характеристик схемы.
4. Рассчитать номиналы элементов, позволяющих реализовать заданные в табл. 5 параметры активного фильтра.
5. Рассчитать модуль и фазу коэффициента передачи $K_u(j\omega)$ (АХЧ и ФХЧ) активного фильтра в зависимости от частоты. Построить графики.

6. Записать выражение для коэффициента передачи $K_u(P)$, используя которое с помощью теоремы разложения рассчитать переходную характеристику цепи и построить её график.
7. Используя результаты анализа в п. 6, рассчитать и изобразить на графике форму импульса на выходе фильтра при идеальном прямоугольном видеоимпульсе длительностью $t_{и}$ на входе. Пояснить, какими особенностями АХЧ обуславливается вид импульса на выходе. Определить время нарастания фронта, время спада импульса или декремент затухания (при колебательном характере отклика).
8. Изобразить на графике функцию спектральной плотности $S1(\omega)$ идеально-прямоугольного видеоимпульса на входе активного фильтра и функцию спектральной плотности отклика $S2(\omega)$ на выходе.
9. Используя параметры реального ОУ, взятые из табл. 4, составить задание для расчёта коэффициента передачи схемы на ЭВМ. По данным расчёта построить графики АХЧ, ФХЧ. Сравнить графики АХЧ и ФХЧ с рассчитанными в п. 5.
10. Ориентируясь на выбранный ОУ, изобразить полную принципиальную схему рассчитанного активного фильтра, показав на ней цепи питания и фазовой коррекции.

Таблица 4

Тип ОУ	Параметры ОУ				
	K	f_B , кГц	f_1 , МГц	$R_{вх.}$, кОм	$R_{вых.}$, кОм
К140УД5	400	35	14	50	1
К140УД6	30000	35	1	1000	0,2
К140УД7	50000	20	0,8	400	0,2
К140УД8	50000	20	1	1	0,2
К140УД10	50000	300	15	1000	0,2
К140УД12	200000	1,5	0,3	5000	1
К284УД1	20000	100	0,5	5000	0,2
К284УД2	5000	100	0,5	200000	0,01
К544 УД2	150000	100	15	10000	0,2
К553УД1	15000	65	1	200	0,15

Таблица 5

Параметры	Последняя цифра шифра										Примечание
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$ K_u $, дБ	15	60	20	55	26	50	32	45	40	20	
f_{cp} , кГц	1000	20	800	30	400	40	100	60	80	900	кроме схем а, г, д, з
f_0 , кГц	300	10	250	15	150	25	45	25	40	200	для схем а, г
$2\Delta f_n$, кГц	30	4	30	4	10	1	5	5	5	20	для схем ж, г
$f_{гр.н}$, кГц	100	3	100	5	30	15	15	10	20	70	для схем д, з
$f_{гр.в}$, кГц	400	15	450	25	200	55	75	40	80	300	для схем д, з
τ_n , мкс	5	200	10	150	10	50	30	50	40	10	

Таблица 6

Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Схема рисунка	а	б	в	г	д	е	ж	з	а	б

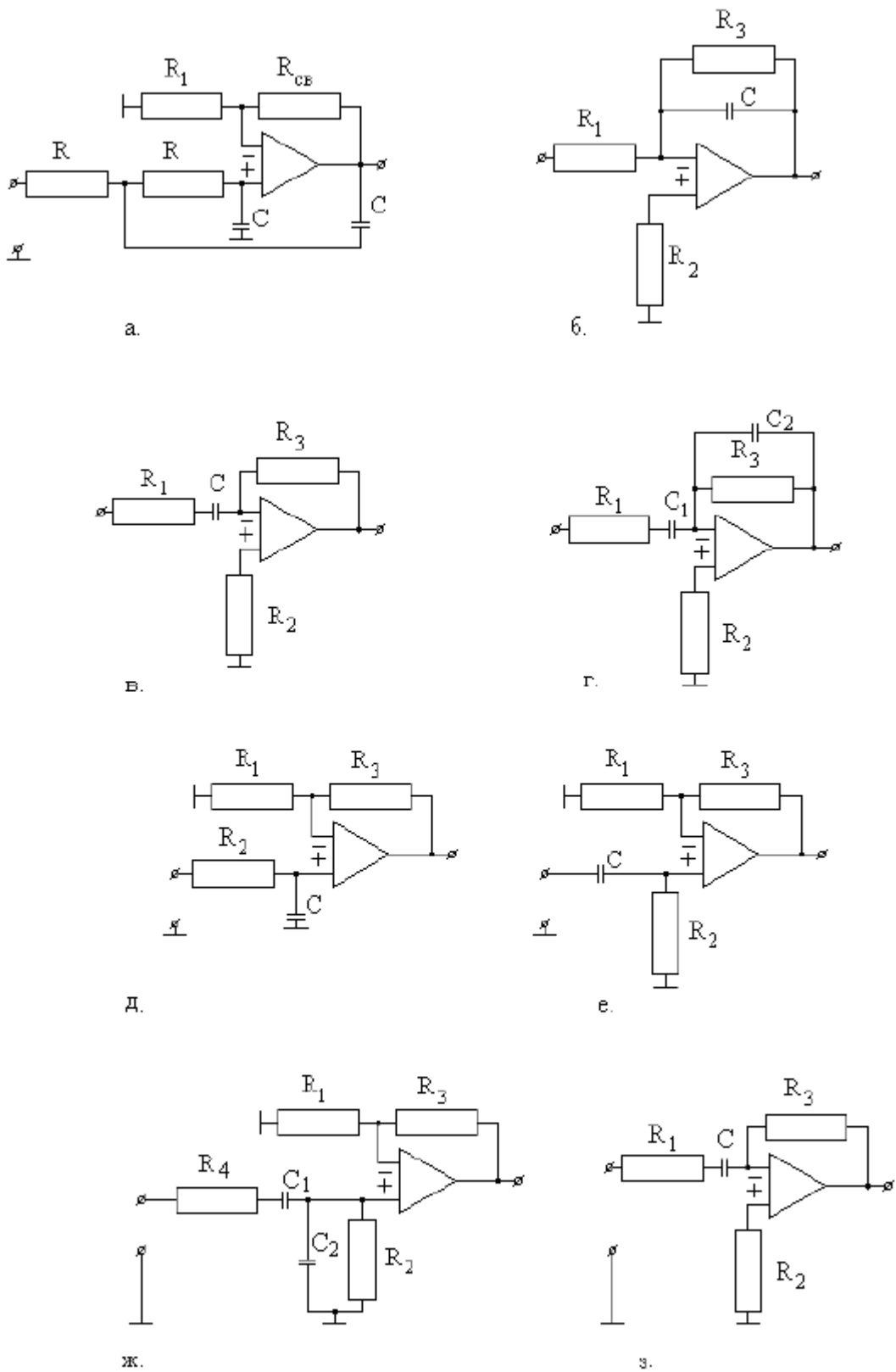


Рис. 1

5.3. Требования к оформлению

Объем контрольной работы - 10 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

6. Указания по проведению курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Каганов В. И.

Радиотехника: от истоков до наших дней : учеб. пособие / В.И. Каганов. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 352 с. — (Высшее образование: Бакалавриат)<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=881429>

2. Каганов В. И. Колебания и волны в природе и технике. Компьютеризированный курс: Учебное пособие для вузов / Каганов В.И., - 2-е изд. - М.:Гор. Линия-Телеком, 2020. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=560595>

Дополнительная литература:

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум : учеб. пособие / ред.: А. Н. Яковлев .— Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014 .— ISBN 978-5-7782-2395-0. ЭБС РУКОНТ: <http://rucont.ru/efd/246676?cldren=0>

2. Спектор, А.А. Статистическая теория радиотехнических систем : учебное пособие / А.А. Спектор. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 82 с. - ISBN 978-5-7782-2180-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228842>

3. Алешечкин, А.М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем: монография / А.М. Алешечкин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 176 с.: табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7638-2930-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364550>

Рекомендуемая литература:

1. Васин В.А., Калмыков В.В., Себекин Ю.Н. Радиосистемы передачи информации И. Горячая линия Телеком, 2005г.

2. Бессонов Л.А. Теоритические основы электротехники: Электрические цепи. И. Гардарики 2007г.

3. Каганов В.И. Радиотехнические цепи и сигналы. И. Акадэма. 2008г.

4. Гадзиловский В.Л. Цифровая обработка сигналов. И. Солон-Пресс. 2013г.

5. Рекус Г.Г. Основы электротехники и электроники в задачах с решениями. И. Директ-Медиа. 2014г.

6. Титов В.С., Иванов М.В., и др. Проектирование аналоговых и цифровых устройств. И. НИЦИНФРА 2014г.

7. Б. Скляр Цифровая связь. И. Вильямс 2013г.

8. Перечень ресурсов Информационно- телекоммуникационной сети «Интернет»

Интернет- ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru>
2. Электронно-библиотечная система ЭБС ZNANIUM.COM
<http://www.znanium.com>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: LibreOffice, Multisim, Octave.

Информационные справочные системы: не предусмотрены курсом дисциплины.

Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:
Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине
«Радиотехнические системы и комплексы»