

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физического факультета



И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Теоретические основы радиотехники»**

Направление подготовки  
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль)  
Искусственный интеллект и инфокоммуникации

Форма обучения  
Очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от «17» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года.

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются формирование способности применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования сигналов и элементов систем передачи информации.

Курс знакомит с основными моделями сигналов, сообщений, помех, основными моделями каналов передачи информации на физическом уровне их описания, работой простейших устройств систем связи и методами исследования сигналов, сообщений, элементов систем связи.

Задачи курса – способствовать формированию у студентов понятий об основных моделях и методах общей теории связи, умений и навыков получать информацию о различных свойствах сигналов и устройств, а также вырабатывать стратегию при построении систем передачи информации и их элементов, пользуясь моделями источников и каналов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина является обязательной для изучения и относится к обязательной части Блока 1.

Дисциплина требует знаний, умений и навыков, полученных при изучении дисциплин «Электричество и магнетизм», «Физический практикум по электричеству и магнетизму» (или «Методы измерений в электричестве»), «Теория электрических цепей (Часть 1)», а также базовых математических знаний и умений из курсов «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Теория функций комплексной переменной». Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются студентами при изучении «Теории телетрафика», «Сетей коммутации» и других специальных дисциплин и в НИРС.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-ОПК-1.1 Осуществляет постановку задачи, выбирает способ ее решения	Уметь: – находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи; – рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки Владеть: – навыками определения ожидаемых результатов решения типичных задач в области анализа и синтеза радиотехнических цепей и сигналов.
	ИД-ОПК-1.2 Применяет математический аппарат, физические законы и теории для решения	Знать: – математический аппарат спектрального и корреляционного анализа сигналов; – методы синтеза цепей;

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
	прикладных и теоретических задач.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– требования к физически реализуемой цепи.</li> </ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>– описывать сигналы с помощью специальных функций;</li> <li>– выбирать параметры схем, реализующих модуляцию, детектирование, преобразование и умножение частоты, генерацию сигналов;</li> <li>– рассчитывать спектры и их параметры для аналоговых сигналов;</li> <li>– описывать четырёхполюсники эквивалентными параметрами.</li> </ul>
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки и представления полученных данных	ИД-ОПК-2.1. Осуществляет обоснованный выбор способов и средств измерений и применяет их при проведении экспериментальных исследований	Знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методы определения параметров модуляции модулированных сигналов по результатам измерений, методы спектрального анализа сигналов,</li> </ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования: спектральный анализ сигналов, определение основных характеристик амплитудного модулятора, амплитудного детектора, простейшего LC-генератора.</li> </ul> Владеть: <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с осциллографом, анализатором спектра.</li> </ul>
	ИД-ОПК-2.2. Проводит обработку и представление полученных данных и оценку погрешности результатов измерений	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> <li>– способами обработки и представления полученных данных.</li> </ul>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа.

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ), предоставляемых образовательной площадкой MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline).

Отдельные элементы курса преподаются в дистанционной форме в рамках онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)», размещённого по ссылке:

<https://demidonline.uni-yar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.2x+2020/about>

### Очная форма обучения

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Контактная работа						самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания			
1	Общие сведения о системах электросвязи.	4	3	1				4	контрольная работа	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							3	<i>Домашняя работа №1 (в ЭУК в LMS Moodle)</i>	
2	Модели и методы исследования сигналов	4	12	7	7	2		12	защита лабораторных работ №№1-3, контрольная работа	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							6	<i>Домашняя работа №2 (в ЭУК в LMS Moodle) Тест по Модулю 3 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»</i>	
3	Модели и методы исследования каналов	4	7	2	3	2		8	защита лабораторных работ №№4, 5, контрольная работа	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							4	<i>Домашняя работа №3 (в ЭУК в LMS Moodle)</i>	
4	Простейшие устройства систем передачи информации и методы их исследования	4	12	7	7	2		8	защита лабораторных работ №№6, 7, контрольная работа	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							4	<i>Домашняя работа №4 (в ЭУК в LMS Moodle) Тесты по Модулям 1-2 и 4-6 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»</i>	
		4				2	0,5	33,5	Экзамен	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							27	<i>Итоговый тест онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)» Итоговый тест в ЭУК в Moodle ЯрГУ</i>	
	<b>Всего за 4 семестр 144 часа</b>		<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>0,5</b>	<b>67,5</b>		
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							44		
	<b>ИТОГО</b>		<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>0,5</b>	<b>67,5</b>		
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							44		

## Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1

#### *Общие сведения о системах электросвязи*

Сообщения, их источники и получатели. Сигнал как носитель сообщения. Сообщение и информация. Система связи и канал связи. Структурная схема системы связи. Дискретные и непрерывные каналы, их основные характеристики. Диапазон частот электромагнитных колебаний, используемых в системах передачи информации. Многоканальные системы передачи.

Физические принципы передачи и приёма информации. Дискретизация и квантование непрерывных сообщений. Кодирование. Равномерные и неравномерные коды, корректирующие коды. Модуляция. Структурная схема системы передачи дискретных сообщений, модем и кодек. Передача непрерывных сообщений. Демодуляция и декодирование. Решающее устройство. Понятие синхронизации и принципы ее обеспечения в системах электросвязи. Симплексный, полудуплексный и дуплексный режимы связи.

Основные характеристики систем передачи информации: помехоустойчивость и скорость передачи. Пропускная способность системы передачи информации.

Энергетический расчёт радиолинии.

### Раздел 2

#### *Модели и методы исследования сигналов*

Классификация сигналов и сообщений. Детерминированные и случайные процессы.

Методы спектрального анализа сигналов. Представление сообщений и сигналов в различных метрических пространствах. Разложение функций в ортогональные ряды по базисным функциям пространства сигналов. Обобщенный ряд Фурье, равенство Парсеваля, неравенство Бесселя. Спектральное и временное представление сигналов.

Спектры периодических и непериодических сигналов. Свойства спектров. Спектр прямоугольного импульса. Спектр пачки импульсов.

Математические модели детерминированных сигналов. Их спектры.

Измерение спектров.

Корреляционный анализ. Корреляционные свойства детерминированных сигналов. АКФ, ВКФ, интервал корреляции. Ортогональность сигналов.

Представление цифровых сигналов векторами пространства Хемминга. Скалярное произведение и расстояние между сигналами. Норма сигнала.

Теорема Котельникова. Условия восстановления аналогового сигнала по дискретизированному.

Основные параметры сигналов: длительность, ширина спектра и динамический диапазон. Примеры: речевые (телефонные), вещательные, телевизионные, телеграфные сигналы, сигналы передачи данных.

Помехи и искажения в каналах. Аддитивные и мультипликативные помехи. Классификация помех по физическим свойствам и происхождению.

Статистический анализ сигналов. Характеристики случайных процессов (СП). Функции корреляции случайных процессов и их свойства. Процесс с равномерной функцией плотности вероятности. Гауссовский СП. Спектр плотности мощности и его связь с функцией корреляции. Понятие белого шума. Квазибелый шум, его функция корреляции. Эффективная ширина спектра. Случайные последовательности.

Информационные характеристики сообщений. Энтропия дискретного источника. Энтропия непрерывного источника. Производительность источника. Аддитивный белый гауссовский шум (АБГШ) как наилучший тестовый помеховый сигнал.

### Раздел 3

#### *Модели и методы исследования каналов*

Классификация каналов электросвязи. Физические характеристики каналов. Динамический диапазон канала.

Особенности распространения сигналов в проводных и радиоканалах. Многолучевое распространение. Явления замирания.

Модели непрерывных каналов. Идеальный канал без помех, канал с аддитивным гауссовым шумом. Канал с неопределенной фазой сигнала, однолучевой канал с замираниями. Канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом. Модель многолучевого распространения.

Модели дискретных каналов.

Модели волоконно-оптических каналов связи. Квантовый шум. Распределение фонового излучения на выходе фотодетектора и смеси сигнала с фоновым излучением.

Многоканальная связь. Основные положения теории разделения сигналов в системах многоканальной связи. Условия делимости сигналов.

Частотный, временной, фазовый методы разделения каналов. Структурные схемы многоканальных систем. Особенности формирования групповых сигналов и построения разделяющих устройств.

Разделение сигналов по форме (кодовое). Комбинационное разделение сигналов. Многочастотные и многофазовые сигналы. Многопозиционные сигналы с амплитудно-фазовой модуляцией.

Система передачи с многостанционным доступом (ММО). Свойства псевдослучайных (шумоподобных) сигналов. Методы расширения спектра.

Поляризационное разделение каналов. Пространственное разделение каналов.

Информационные характеристики каналов. Информационная ёмкость и пропускная способность непрерывного канала, их зависимость от частоты. Формула Шеннона. Возможность обмена полосы пропускания на мощность сигнала. Сравнение пропускной способности дискретных и непрерывных каналов. Пропускная способность систем многоканальной связи. Влияние взаимных помех на пропускную способность канала.

### Раздел 4

#### *Простейшие устройства систем передачи информации и методы их исследования*

Цепи с обратной связью (ОС). Положительная и отрицательная обратная связь. ОС по току и напряжению. Коэффициент передачи цепи с обратной связью. Влияние обратной связи на характеристики цепи. Исследование устойчивости цепи с обратной связью.

Генераторы. Классификация генераторов. Автогенераторы. Условие баланса амплитуд и фаз. Физика работы автогенератора гармонических колебаний. Колебательная характеристика. Методы определения уровня генерируемого сигнала. Уравнение автогенератора. Нестабильность частоты в различных схемах генераторов. Экспериментальное исследование свойств генератора сигналов.

Преобразование частоты. Схема и физика работы.

Умножение частоты. Схема и физика работы.

Модуляция. Классификация типов модуляции. Аналоговые виды модуляции. Импульсные виды модуляции. Радиоимпульсы и их спектры.

Формирование сигналов амплитудной модуляции, однополосной АМ, АМ с подавленной несущей. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных

типов АМ-сигналов. Коэффициент модуляции. Модуляционная характеристика. Выбор режима нелинейного элемента.

Формирование сигналов угловой модуляции. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов сигналов угловой модуляции.

Идентификация вида модуляции. Исследование свойств модулированного сигнала по его спектру, по осциллограмме.

Детектирование. Детектирование АМ-сигналов. Квадратичное детектирование – схема, физика работы, коэффициент детектирования, коэффициент нелинейных искажений. Детектирование сильного сигнала – схема, физика работы. Экспериментальное исследование модулятора и его режимов работы, исследование детектора.

Детектирование сигналов угловой модуляции. Схемы, физика работы. Настройки схем. Принцип когерентного и некогерентного детектирования.

### Лабораторный практикум

Перечень лабораторных работ по курсу:

*Лабораторная работа №1 «Исследование спектров простейших сигналов».*

*Лабораторная работа №2 «Исследование свойств ортогональности сигналов».*

*Лабораторная работа №3 «Дискретизация сигналов (теорема Котельникова)».*

*Лабораторная работа №4 «Передача дискретных сигналов».*

*Лабораторная работа №5 «Передача аналоговых сигналов».*

*Лабораторная работа №6 «Амплитудная модуляция и детектирование».*

*Лабораторная работа №7 «LC- и RC-генераторы»*

**Итоговое тестирование по курсу** проводится дистанционно на площадке DemidOnline в рамках курса «Линейные электрические цепи (часть 2)».

### 5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения проводятся практические и лабораторные занятия, в ходе которых используются следующие типы занятий и образовательные технологии.

1) **Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

2) **Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Задействованы:

– интерактивная лекция.

3) **Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению знаний, полученных на лекциях.

Задействованы:

- решение задач;
- коллективная мыслительная деятельность, в т.ч. мозговой штурм;
- анализ конкретных ситуаций.

4) **Лабораторная работа** – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

Задействованы:

- допуск к выполнению экспериментальных исследований,
- коллективная работа в ходе выполнения лабораторной работы,
- командная защита отчёта.

5) **Консультация** – занятие перед проведением зачёта, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий итогового контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

6) **Асинхронная консультация** (в рамках онлайн курса) – занятие по окончании модуля, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий текущего контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

7) **Контрольная работа** – письменное решение задач, аналогичных отработанным ранее в ходе практических занятий и самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Радиотехнические цепи и сигналы (часть 1)» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины и организован сбор выполненных домашних работ;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены презентации и записи лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

**Онлайн курс «Линейные электрические цепи (часть 2)», размещённый на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова DemidOnline по ссылке:**

<https://demidonline.uniyar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.2x+2020/about>

в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего и промежуточного контроля успеваемости студентов (компьютерное тестирование);
- представлены видео-лекции по отдельным темам дисциплины.

**6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader;

для моделирования электрических цепей – QUCS 0.0.18 (GNU GPL), LTspice XVII (freeware, Copyright by Analog Devices).

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Андреев, Р. Н. Теория электрической связи: курс лекций: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]/ Андреев Р. Н. , Краснов Р. П. , Чепелев М. Ю. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. - 230 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203814.html>
2. Васильев, К. К. Теория электрической связи: учебное пособие [Электронный ресурс]/ К. К. Васильев. В. А. Глушков, А. Г. Нестеренко. - Москва: Инфра-Инженерия, 2021. - 468 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972907267.html>

### **б) дополнительная литература:**

3. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи. – М.: Лань, 2010. – 233 с. [http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=757080&cat\\_cd=YARSU](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=757080&cat_cd=YARSU)  
<https://e.lanbook.com/book/10853> (электронная версия)
4. Артёмова Т.К., Гвоздарёв А.С. Основы радиоэлектроники: задачник. – Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 56 с. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100745.pdf> (электронная версия) [http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=847360&cat\\_cd=YARSU](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=847360&cat_cd=YARSU)
5. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 2003. - 462 с. [http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=305228&cat\\_cd=YARSU](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=305228&cat_cd=YARSU)
6. Кловский Д. Д., Шилкин В. А. Теория электрической связи: сборник задач и упражнений: учеб. пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1990. - 280 с. [http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=766614&cat\\_cd=YARSU](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=766614&cat_cd=YARSU)
7. Жуков В. П. Сборник задач по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы": учеб. пособие для вузов. / В. П. Жуков, В. Г. Карташев, А. М. Николаев; под. ред. А. М. Николаева; М-во высш. и сред. спец. образования СССР. - М.: Советское радио, 1972. - 190 с. [http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=375562&cat\\_cd=YARSU](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=375562&cat_cd=YARSU)
8. Денисенко А.Н. Сигналы. Теоретическая радиотехника. – М.: Горячая линия-телеком, 2005. – 704 с. [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=350571&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=350571&cat_cd=YARSU).
9. Радиотехнические цепи и сигналы. Примеры и задачи: учеб. пособие. / под ред. И. С. Гоноровского; Гос. комитет СССР по народному образованию - М: Радио и связь, 1989. - 248 с. [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=657542&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=657542&cat_cd=YARSU)

### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Материалы онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) по ссылке: <https://demidonline.uniya.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.2x+2020/about>
1. Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Павлов О.А., Распаев Ю.А., Стародубцев В.Г., Хворов И.А. Теория электрической связи. Конспект лекций. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2012. - 148 с. <http://books.ifmo.ru/file/pdf/1009.pdf> (электронная версия, свободный доступ)
2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
3. Калькулятор цветовой маркировки резисторов <https://www.chipdip.ru/info/rescale>
4. Ряды номиналов радиодеталей / статья в Интернет-энциклопедии «Википедия» [http://Wikipedia.org/Ряды\\_номиналов\\_радиодеталей](http://Wikipedia.org/Ряды_номиналов_радиодеталей)

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, а также материалам онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline).

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся. (Для проведения лабораторных работ группа обучающихся делится на две подгруппы).

Автор:

Доцент кафедры инфокоммуникаций и  
радиофизики, к.ф.-м.н.

*должность, ученая степень*

\_\_\_\_\_

*подпись*

Т.К. Артёмова  
*И.О. Фамилия*

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Теоретические основы радиотехники»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы**

*(данные задания выполняются студентом самостоятельно  
и преподавателем в обязательном порядке не проверяются)  
(проверка сформированности ОПК-1, индикаторы ИД\_ОПК1\_1 и ИД\_ОПК1\_2)*

**Домашние задания**

**Задания по теме № 1 «Общие сведения о системах электросвязи» – Домашнее задание №1 (27 баллов)**

Решить задачи

1. Мощность передатчика 50 Вт, потери в каждом из джамперов 0,1 дБ, погонное затухание в кабеле на выбранной частоте 0,05 дБ/м, длина кабеля 30 м. Определите суммарные потери в фидере и мощность, подведённую к антенне, в Вт и дБм.

2. КСВ в питающем антенну кабеле равно 1,5. Определите потери на рассогласование, а также коэффициент отражения от антенны и КПД соединения «кабель – антенна».

3. Антенна соединена с передатчиком без магистрального кабеля, потерями в очень коротком соединительном кабеле можно пренебречь. К антенне поступает мощность 10 Вт, максимальный коэффициент усиления антенны 18 дБ, КСВ равен 1,5. Выразите максимальный коэффициент усиления в раз, определите потери мощности и эффективную излучаемую мощность в дБм и раз.

4. Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости круговая, в вертикальной – описывается законом  $F(\theta) = |\sin\theta|$ . Максимальная эффективная излучаемая мощность равна 20 дБм. Определите, какая эффективная мощность излучается в направлении 60 градусов к горизонту, к земле.

5. Эффективная излучаемая мощность составляет 10 дБм. Потери на трассе распространения сигнала 100 дБ. Какова мощность сигнала, проходящего на вход приёмной антенны?

6. На входе антенны мощность сигнала равна -70 дБм. Потери в антенно-фидерном тракте приёмника составляют 1 дБ, а коэффициент усиления антенны на центральной частоте сигнала равен 15 дБ. Определите уровень сигнала в дБм и Вт на входе приёмника.

7. На входе приёмника отношение сигнал-шум меньше необходимого для поддержания заданного уровня качества приёма на 3 дБ. Во сколько раз следует изменить коэффициент усиления передающей антенны, чтобы качество было заданным?

8. На входе приёмника отношение сигнал-шум меньше необходимого для поддержания заданного уровня качества приёма на 5 дБ. Во сколько раз следует изменить мощность передатчика, чтобы качество было заданным?

9. При некотором расстоянии R между передатчиком и приёмником на входе приёмника отношение сигнал-шум меньше необходимого для поддержания заданного уровня качества приёма на 10 дБ. На каком расстоянии качество будет заданным?

**Задания по теме № 2 «Модели и методы исследования сигналов» – Домашнее задание №2 (66 баллов)**

1. Решить задачи 1 – 14 из раздела №1 сборника задач «Основы радиоэлектроники: задачник» / Т. К. Артемова, А. С. Гвоздарев; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та. - Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 56 с., рекомендованного в списке дополнительной литературы.
2. Решить задачи 1 – 8 из раздела №2 сборника задач «Основы радиоэлектроники: задачник» / Т. К. Артемова, А. С. Гвоздарев; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та. - Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 56 с. рекомендованного в списке дополнительной литературы.
3. Решить задачи 1 – 10 из раздела №3 сборника задач «Основы радиоэлектроники: задачник» / Т. К. Артемова, А. С. Гвоздарев; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та. - Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 56 с. рекомендованного в списке дополнительной литературы.

**Задания по теме № 3 «Модели и методы исследования каналов» – Домашнее задание №3 (45 баллов)**

**Решите задачи**

1. В канале связи действует помеха со средней мощностью 1 мкВт, а предельно допустимая мощность сигнала равна 1 Вт. Определите динамический диапазон канала.
2. В точке приёма сигнала уровень помехи в среднем равен 1 мкВт, уровень полезного сигнала 10 мВт. Определите отношение сигнал-помеха в этой точке.
3. Источник выдаёт 10 символов в секунду, энтропия источника 0,5 бит/символ в среднем. Определите скорость работы (в Бод) и производительность источника.
4. Максимальное количество информации, которое можно передать по каналу за 10 секунд, равно 200 Мб. Определите пропускную способность источника. Оцените максимальную скорость передачи информации.
5. Определите информационный объём канала с динамическим диапазоном из задачи 1, если он имеет полосу пропускания 5 МГц, и для передачи предоставляется время 2 мс.
6. Определите пропускную способность канала, имеющего полосу пропускания 25 МГц при отношении сигнал-шум на входе приёмника 10 дБ.
7. В канале из задачи 6 уровень помех в некоторый момент возрос в 10 раз. Определите, как изменится текущая скорость передачи информации по каналу.
8. Определите ёмкость системы с частотным разделением каналов, если число каналов равно 10, а каждому абоненту обещала скорость не ниже 10 Мбит/с.
9. Помеха типа АБГЛ имеет среднюю мощность 1 мкВт. Определите дифференциальную энтропию такого источника. Сравните её с энтропией источника с равномерным распределением плотности вероятности уровней на единичном интервале значений.
10. Постоянная времени канала 1 мкс. Определите величину защитного интервала для системы с временным разделением каналов.
11. Система с ВРК построена на канале из задачи 10. Сигнал дискретизирован с интервалом 20 мкс, и его отсчёты передаются импульсами длительностью 0,1 мкс. Определите, какое количество каналов формируется в такой системе.
12. Многоканальная система с частотным разделением каналов использует сигнал в виде прямоугольного импульса длительностью 2 мс. Защитный интервал равен 1 кГц. Определите ширину спектра группового сигнала, если число каналов равно 25.
13. Для кодирования сигналов используются кодовые комбинации  $x_1=(1\ 0\ 1\ 1\ 1)$  и  $x_2=(1\ 1\ 0\ 1\ 1)$ . Определите величину их скалярного произведения и укажите, являются ли они ортогональными.

14. Для кодовых комбинаций из задачи 13 определите величину расстояния между кодовыми комбинациями и оцените их различимость приёмником.

15. Определите возможное число абонентов системы связи с кодовым разделением каналов, если система кодирует символы источника (импульсы длительностью 1 мкс, прямоугольные) пятисимвольным кодом.

#### **Задания по теме № 4 «Простейшие устройства систем передачи информации и методы их исследования» – Домашнее задание №4 (69 баллов)**

1. Решить следующие задачи.

1.1. Определить, во сколько раз уменьшается коэффициент усиления усилителя с коэффициентом передачи по напряжению 200 при охвате его последовательной отрицательной обратной связью по напряжению в виде четырехполосника с коэффициентом передачи  $\beta=R_1/(R_1+R_2)=0,05$ .

1.2. В схеме усилителя с цепью обратной связи, как в задаче 1, с коэффициентом усиления 10 произошло случайное короткое замыкание резистора  $R_1=0,5$  кОм. До какой величины изменится коэффициент усиления схемы, если второй резистор цепи ООС имеет сопротивление 10 кОм?

1.3. Определить входное напряжение, необходимое для получения выходного напряжения 25 В в схеме усилителя из задачи 1. Коэффициент усиления усилителя без обратной связи 200. Резисторы в цепи обратной связи имеют сопротивления 0,5 ( $R_1$ ) и 10 кОм.

1.4. Определить напряжение на выходе усилителя с последовательной обратной связью (как в задаче 1) и коэффициентом усиления без обратной связи 10, если на вход усилителя одновременно с входным сигналом с напряжением 0,2 В поступает напряжение обратной связи 0,1 В, действующее в противофазе с входным.

1.5. Какой величины необходимо подать сигнал на вход усилителя, охваченного ООС с  $\beta=0,05$ , для того, чтобы получить на выходе усилителя сигнал с напряжением 2 В, если коэффициент усиления цепи без обратной связи равен 10.

1.6. Определить напряжение обратной связи, если при подключении последовательной отрицательной обратной связи с коэффициентом передачи  $\beta=0,2$  выходное напряжение усилителя стало равным 2 В.

1.7. Определить напряжение обратной связи, если при подключении цепи отрицательной последовательной обратной связи коэффициент усиления усилителя с  $K_u=10$  уменьшился в два раза, а выходное напряжение стало равным 3 В.

1.8. Определить входной ток, входное напряжение и коэффициент усиления усилителя, работающего от генератора напряжения с э.д.с. 0,6 В и внутренним сопротивлением 0,5 кОм, если выходное напряжение 10 В. Коэффициент усиления усилителя без обратной связи равен 100, а его входное сопротивление 0,5 кОм. Вы-

1.9. На вход каскада усилителя, охваченного ООС, поступает сигнал с напряжением 1 В. Чему равны выходное напряжение, напряжение на входе основного блока, напряжение обратной связи и общий коэффициент усиления цепи по напряжению, если без обратной связи коэффициент усиления равен 60, а иных,  $U$ ,  $U_{ос}$  и  $K_u$  ее, если  $K=60$ , а  $\beta=0,07$ ?

2. Решить задачи 6 – 8 из раздела №9 сборника задач «Основы радиотехники: задачник» / Т. К. Артемова, А. С. Гвоздарев; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та. - Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 56 с. рекомендованного в списке дополнительной литературы.

3. Решить следующие задачи

3.1. Однотональный АМ-сигнал описывается моделью  $u(t)=500(1+0,8\cos(10^4t+45^\circ))\cos(10^7t+90^\circ)$ . Постройте в масштабе векторную диаграмму данного сигнала, отвечающую моменту времени  $t=0$ .

3.2. Амплитудно-модулированный сигнал описывается моделью

$$u(t)=12(1+0.6\cos 10^3t+0.2\cos 2000t)\cos 10^5t.$$

Найдите наибольшее и наименьшее значения огибающей сигнала.

3.3. Однотональный АМ-сигнал характеризуется тем, что  $U_{\max}=130$  В,  $U_{\min}=20$  В. Найдите коэффициент модуляции, а также амплитуду несущего колебания.

3.4. Оцените ширину полосы частот, занимаемую телеграфным радиоканалом, работающим по принципу АМ со скоростью передачи 300 знаков/мин, если передаваемый сигнал – периодическая последовательность точек кода Морзе, а длительность паузы равна длительности передаваемого импульса.

3.5. Колебание с угловой модуляцией описывается выражением

$$u(t)=15\cos(10^8t+3\sin 10^6t+1.4\sin 10^5t+45^\circ).$$

Найдите величину мгновенной частоты сигнала в момент времени  $t=1$  мкс.

3.6. Найдите максимальное и минимальное значения мгновенной частоты ЧМ-сигнала, представляемого выражением

$$u(t)=2(3\cdot 10^9t+2\sin 10^7t+30^\circ).$$

3.7. Однотональный ЧМ-сигнал имеет несущую частоту 50 МГц и частоту модуляции 7 кГц. Определите, в каких пределах должна изменяться мгновенная частота этого колебания для того, чтобы индекс модуляции был равен 40.

3.8. Однотональный ЧМ-сигнал имеет частоту модуляции 12 кГц и индекс модуляции 25. Определите практическую ширину спектра этого колебания.

3.9. Радиосигнал с фазовой модуляцией имеет индекс 16. Оцените число боковых колебаний, присутствующих в пределах полосы частот, центр которой совпадает с несущей частотой, а ширина соответствует практической ширине спектра сигнала.

3.10. Прямоугольный ЛЧМ-импульс с длительностью 40 мкс имеет базу 500. Определите девиацию частоты.

3.11. ЛЧМ-импульс с огибающей прямоугольной формы имеет длительность 15 мкс. Девиация частоты за время импульса 25 МГц. Определите базу сигнала и скорость нарастания частоты.

### Задания для самостоятельной работы заочной формы обучения

Задания включают задания, предназначенные для самопроверки (задание 1.1, задание 2.1 и т.п., ответы на которые либо имеются в тексте учебной литературы, либо представляют собой обобщение сведений источников и опытных фактов, либо имеются в рекомендованных интернет-источниках или электронных базах данных), и домашние задания, приведённые в этом же разделе выше, которые необходимо сдать на проверку преподавателю.

#### Задания по теме №1 «Общие сведения о системах электросвязи» (21 балл)

##### Задание 1.1 (18 баллов)

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по темам «физические принципы передачи и приёма информации», «виды систем связи». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Изобразите структурную схему системы передачи информации.
3. Объясните роль каждого блока в этой системе.
4. Укажите, какими блоками можно пренебречь в модели системы, если это система проводной связи; аналоговой связи.
5. Назовите показатели качества функционирования системы связи.
6. Приведите примеры различных режимов связи в форме таблицы: режим – пример использования.
7. Какие есть правила при осуществлении дискретизации и квантования сигналов?

*Задание 1.2 (3 балла)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «энергетический расчёт радиолинии». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Составьте алгоритм расчёта: укажите перечень исходных данных, последовательность действий, искомый результат.

**Задания по теме №2 «Модели и методы исследования сигналов» (54 балла)**

*Задание 2.1 (27 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «спектральный анализ сигналов». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Выпишите формулы для расчётного определения спектра периодического и непериодического сигналов.
3. Чем отличаются спектры периодического и непериодического сигналов?
4. Назовите свойства спектров.
5. Приведите примеры изменения спектров сигналов в ходе их преобразования цепями в форме таблицы: изменение (свойство) – пример.
6. Выпишите формулу спектра одиночного прямоугольного импульса.
7. Запишите выражение для ширины спектра прямоугольного импульса по первым нулям.
8. Какая доля энергии заключена в части спектра прямоугольного импульса, расположенной между первыми нулями спектра?
9. Какую информацию несёт спектр сигнала?
10. Каким оборудованием можно измерить спектр?

*Задание 2.2 (9 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «корреляционный анализ сигналов». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Что показывает функция взаимной корреляции двух сигналов (её модуль и знак)?
3. Приведите примеры построения устройств или методов, основанных на вычислении взаимной корреляционной функции.
4. Какую информацию несёт автокорреляционная функция сигнала?

*Задание 2.3 (18 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «статистический анализ сигналов». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Какая компонента сигнала обеспечивает рабочую точку обрабатывающих его устройств?
3. Приведите примеры использования белых моделей шумов в форме таблицы: модель – пример.
4. Объясните, почему в качестве спектра случайного процесса используют спектральную плотность мощности, а не напряжения или тока.
5. Приведите примеры использования нормального и равномерного законов распределения вероятности в системах передачи информации в форме таблицы: закон – пример.
6. Какую информацию о случайном процессе даёт его спектр?
7. Укажите способ определения мощности помехи, попадающей в основной канал приёмника, если известен спектр помехи.

**Задания по теме №3 «Модели и методы исследования каналов» (30 баллов)**

*Задание 3.1 (12 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «непрерывные каналы связи». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Опишите процесс распространения сигнала в радиоканале в условиях: а) прямой видимости; б) многолучевого распространения.
3. Какова физическая модель канала в каждом из этих случаев?
4. Приведите примеры применения моделей взаимодействия полезного сигнала и шума в различных точках системы связи в форме таблицы: модель – пример применения (точка системы).
5. Перечислите, какими физическими характеристиками описывается непрерывный канал связи.

*Задание 3.2 (9 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «многоканальная связь». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Выпишите критерий проверки, являются ли сигналы подходящими кандидатами на роль носителей в многоканальной системе связи.
3. Опишите особенности реализации аппаратуры объединения и аппаратуры разделения каналов для различных методов разделения каналов в форме таблицы: метод разделения – особенности построения аппаратуры.
4. Сравните различные методы разделения каналов между собой.

*Задание 3.3 (9 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «информационные характеристики каналов». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Сравните между собой непрерывные и дискретные каналы с различными размерами алфавита по их информационным характеристикам.
3. Перечислите факторы, определяющие пропускную способность канала.
4. Укажите способы передачи широкополосных сигналов по узкополосным каналам.

**Задания по теме №4 «Простейшие устройства систем передачи информации и методы их исследования» (66 баллов)**

*Задание 4.1 (12 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «цепи с обратной связью». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Приведите примеры использования положительной и отрицательной обратной связи в форме таблицы: вид обратной связи – пример.
3. На какие характеристики цепи оказывает влияние введение обратной связи?
4. При каких условиях цепь с обратной связью может выполнять функции автогенератора?
5. Как определяют устойчивость цепи с обратной связью?

*Задание 4.2 (15 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «генераторы». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Изобразите схему LC-автогенератора.
3. Опишите назначение каждого элемента в схеме.
4. Укажите необходимые настройки настраиваемых цепей и режимы работы нелинейного элемента.
5. Чем определяется форма сигнала с выхода автогенератора?
6. Чем определяется уровень сигнала, генерируемого автогенератором?

*Задание 4.3 (15 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «модуляция». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Приведите примеры применения аналоговых видов модуляции в форме таблицы: вид модуляции – пример применения.
3. Приведите примеры применения импульсных видов модуляции в форме таблицы: вид модуляции – пример применения.
4. Укажите хотя бы один способ экспериментального определения коэффициента модуляции: а) амплитудной, б) угловой.
5. Выпишите формулы для практической ширины спектра АМ, ЧМ, ФМ-сигналов.
6. Опишите экспериментальный выбор условий работы для амплитудного модулятора.

*Задание 4.4 (12 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по теме «детектирование». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Сравните амплитудное детектирование сильного и слабого сигналов в форме таблицы: уровень сигнала – особенности детектирования, используя критерии: режим работы нелинейного элемента (модель его ВАХ), тип используемого фильтра.
3. Сравните различные виды модуляции по помехоустойчивости.
4. Какие возможности управления процессом детектирования существуют?
5. Как определить качество детектирования сигнала экспериментально?

*Задание 4.5 (12 баллов)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы по темам «преобразование частоты», «умножение частоты». При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Опишите, в чём сходство, а в чём различие построения устройств, реализующих умножение частоты и преобразование частоты.
3. Какими характеристиками описываются эти устройства?
4. Изобразите схему преобразователя частоты вверх и укажите настройки, необходимые для качественной работы схемы.
5. Укажите способ получения некоторой промежуточной частоты в системе связи.

**Критерии оценивания задач  
в рамках выполнения домашних работ №1-4, заданий для самостоятельной работы  
студентов заочного отделения и контрольной работы**

По каждому заданию оценивается соответствие нижеследующим критериям, по результатам присваиваются баллы:

полное соответствие	– 3 балла,
с незначительными недостатками	– 2 балла,
с существенными недостатками	– 1 балл,
не соответствует или задание не выполнено	– 0 баллов.

<b>Показатели</b>	<b>Критерии</b>
Формулы	Корректные, в стандартных обозначениях или обозначения раскрыты
Ход решения	Имеется не только правильный ответ с правильными единицами измерения (для размерных величин), но и приводящие к ответу выкладки или критерии
Объяснения	Развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к

<b>Показатели</b>	<b>Критерии</b>
	наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.
Графики (если необходимо)	Верный вид зависимости, по осям указаны аргумент и имя функции со своими единицами, есть шкалы на осях, нанесены контрольные метки, соответствующие заданию.
Схемы (если необходимо)	Представлен правильный набор элементов или блоков в стандартных обозначениях, правильно соединённых друг с другом, указаны их номиналы (если это возможно по имеющимся данным), указаны места соединения или шины

Суммируются баллы за каждое задание.

Оценка за работу проставляется по количеству набранных баллов:  
 менее 60% от максимально возможного количества баллов – неудовлетворительно,  
 60-75% от максимально возможного количества баллов – удовлетворительно,  
 76-85% от максимально возможного количества баллов – хорошо,  
 86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.

### **Контрольная работа**

*(проверка сформированности ОПК-1, индикаторы ИД-ОПК-1\_1, ИД\_ОПК1\_2)*

Контрольная работа рассчитана на 2 часа решения задач по всем темам курса. Задачи аналогичны задачам для самостоятельной работы (см. выше).

В условии к каждому заданию перечислено по пунктам, что именно необходимо получить. За каждый пункт можно набрать до 3-х баллов в соответствии с критериями выполнения заданий для самостоятельной работы

Пример. Задание содержит в условии 2 пункта, за него можно получить максимально 6 баллов.

*Составить матрицу  $A$  для  $CL$ -цепи при условии, что реактивные сопротивления равны: сопротивление катушки 20 Ом, конденсатора – 10 Ом. Выполнить двумя способами: а) записывая уравнения в  $a$ -параметрах для режима холостого хода и короткого замыкания; б) выражая коэффициенты через предварительно вычисленные сопротивления холостого хода и короткого замыкания.*

Баллы за работу рассчитываются как сумма баллов за каждое из заданий.

Оценка за работу проставляется по количеству набранных баллов:  
 менее 40% от максимально возможного количества баллов – неудовлетворительно,  
 40-65% от максимально возможного количества баллов – удовлетворительно,  
 66-85% от максимально возможного количества баллов – хорошо,  
 86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.

### **Задания для контрольной работы**

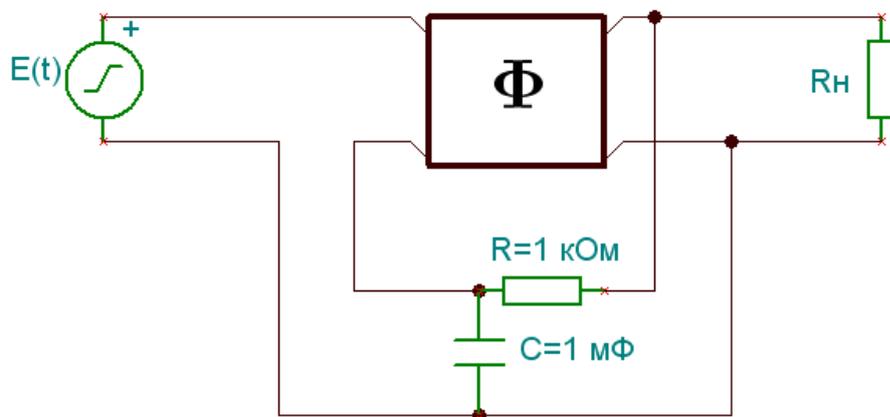
Приводятся для варианта №1

**№1.1** Для одиночного симметричного относительно начала отсчёта экспоненциально спадающего радиоимпульса со скоростью спадания огибающей  $\lambda$ , частотой заполнения  $\Omega$  и максимальным значением огибающей  $U$  найти: 1) комплексный спектр, 2) амплитудный спектр, 3) фазовый спектр, 4) графики амплитудного и фазового спектра, 5) постоянную составляющую, 6) нули огибающей, 7) ширину спектра по уровню  $-6$  дБ.

**№1.2** В спектре сигнала с угловой модуляцией существенными оказались компоненты на частотах (5 кГц, 10 кГц, 15 кГц) с амплитудами (0,1 мВ, 0,1 В, 0,1 мВ). Приведите 1) аналитическую форму записи сигнала, 2) амплитудную и фазовую спектральные диаграммы, 3) индекс модуляции, 4) практическую полосу частот, занимаемую таким сигналом, 5) укажите, как она изменится, при увеличении глубины модуляции в  $10^4$  раз.

**Указание:** для функций Бесселя можно использовать асимптотическое представление  $J_n(x)|_{x=0} \simeq \frac{x^n}{2^n n!}$

**№1.3** Фильтрующее звено  $\Phi$ , охваченное обратной связью, представляет собой каскадное соединение ФНЧ первого порядка с постоянной времени 1 с/рад. и ФВЧ первого порядка с постоянной времени  $\alpha$ . Для данной цепи: 1) охарактеризуйте обратную связь, 2) укажите как её введение влияет на входное и выходное сопротивления, 3) укажите как её введение влияет на граничные частоты, 4) определите при каких  $\alpha$  цепь будет устойчивой (используя критерий Рауса-Гурвица), 5) определите при каких  $\alpha$  цепь будет устойчивой (используя критерий Михайлова).



## Лабораторные работы

(проверка сформированности ОПК-2, индикаторы ИД-ОПК-2\_1, ИД\_ОПК-2\_2)

Лабораторные работы должны быть выполнены, по ним должен быть оформлен отчёт, и пройдена успешная защита.

### Примерные вопросы к защите лабораторных работ

#### *Лабораторная работа №1 «Исследование спектров простейших сигналов».*

1. Какие сигналы называются периодическими?
2. Приведите примеры периодических сигналов.
3. В чём состоит особенность описания периодических сигналов?
4. Что такое спектр?
5. Приведите три формы записи спектрального разложения для периодических сигналов.
6. Что понимается под отрицательными частотами в спектре сигналов?
7. Какова размерность спектра периодических сигналов?
8. Чем отличается спектр непериодического сигнала от спектра периодического?
9. Как количественно связаны эти спектры?
10. Перечислите свойства спектров.
11. Необходим ли анализ фазового спектра сигналов в дополнение к амплитудному?
12. Чему равно расстояние между спектральными составляющими в спектре периодического сигнала?
13. Изобразите амплитудную и фазовую спектральные диаграммы одиночного прямоугольного импульса заданной амплитуды и длительности.
14. Изобразите амплитудную и фазовую спектральные диаграммы последовательности прямоугольных импульсов заданной амплитуды и длительности.
15. В какой полосе частот заключена основная доля энергии прямоугольного импульса?
16. Что такое эффективная полоса частот сигнала?
17. Как связаны эффективная полоса частот и эффективная длительность сигнала?
18. Если при обработке сигнала изменяется его спектр, какие изменения в форме это влечёт?
19. За какие элементы формы отвечают НЧ, ВЧ, СЧ в спектре сигнала?
20. Что происходит со спектром сигнала при его задержке?
21. Чем отличаются спектры прямоугольного и трапецеидального импульсов?
22. Как преобразуется спектр сигнала при прохождении разделительной цепи?
23. Каков физический смысл постоянной составляющей в спектре сигнала?
24. Для чего нужно знать полосу частот, занимаемую сигналом?
25. Для чего нужно знать спектр сигнала?

#### *Лабораторная работа №2 «Исследование свойств ортогональности сигналов».*

1. Какие способы представления сигналов Вам известны?
2. Каков смысл понятий «норма», «расстояние», «скалярное произведение» применительно к сигналам?
3. Приведите примеры ортогональных и неортогональных сигналов.
4. Какую роль в оценке ортогональности сигналов играет время интегрирования?
5. Как с помощью понятия «расстояние» можно оценить помехоустойчивость системы связи?

*Лабораторная работа №3 «Дискретизация сигналов (теорема Котельникова)».*

1. Каков практический смысл в дискретизации аналоговых сигналов?
2. Сформулируйте теорему отсчётов (Котельникова).
3. При каких условиях теорема отсчётов гарантирует двойное преобразование сигналов (дискретизация и восстановление) без искажений?
4. Каков алгоритм восстановления дискретизированного сигнала?
5. Назовите причины, вызывающие искажения при восстановлении дискретизированных сигналов.

*Лабораторная работа №4 «Передача дискретных сигналов».*

1. Изобразите структурную схему системы передачи дискретных сообщений, объясните назначение всех блоков.
2. Приведите пример такой системы с указанием расположения и назначения основных структурных блоков.
3. Для указанной преподавателем кодовой комбинации изобразить АМ/ЧМ/ФМ/ОФМ сигналы.

*Лабораторная работа №5 «Передача аналоговых сигналов».*

1. Объяснить понятие помехоустойчивости систем связи.
2. Записать выражения и построить графики для плотности вероятности шумовых воздействий с распределениями: нормальным, равномерным, Пуассоновским, экспоненциальным.
3. Привести примеры использования моделей этих шумов на практике.
4. Изобразите структурную схему системы передачи аналоговых сообщений.

*Лабораторная работа №6 «Амплитудная модуляция и детектирование»*

1. Дайте определение модуляции.
2. Изобразите временные диаграммы АМ-сигналов с различными коэффициентами модуляции.
3. Что такое коэффициент модуляции и как его экспериментально измерить?
4. В чём заключается эффект перемодуляции?
5. Каковы энергетически выгодные разновидности АМ?
6. Изобразите схему и объясните физику работы амплитудного модулятора.
7. Что такое оптимальный режим работы модулятора? Как его обеспечить?
8. Необходим ли линейный режим для нормальной работы модулятора?
9. Каковы должны быть настройки фильтра в составе модулятора?
10. Назовите характеристики модуляторов.
11. Дайте определение детектирования.
12. Изобразите схему и объясните физику работу амплитудного детектора.
13. Каковы особенности детектирования сильных и слабых сигналов?
14. Что такое детекторная характеристика?
15. Как уменьшить величину пульсаций выходного напряжения?
16. Какие искажения вносит детектор в извлекаемый из АМ-сигнала НЧ сигнал и как их количественно оценить?
17. Назовите характеристики детекторов.

Лабораторная работа №7 «LC- и RC- генераторы»

1. Изобразите принципиальную схему LC-генератора.
2. Поясните назначение функциональных узлов этой схемы.
3. Чем определяется настройка колебательного контура в составе генератора?
4. В каком режиме должен находиться транзистор?
5. Как влияет величина обратной связи на характеристики генератора?
6. Чем определяется время входа в рабочий режим?
7. Дайте сравнительную характеристику мягкого и жёсткого режимов самовозбуждения колебаний в генераторе.
8. Изобразите принципиальную схему RC-генератора.
9. Чем определяется форма колебаний, создаваемых генератором?

**Критерии оценивания отчётов по лабораторным работам и защиты работ**

<b>Критерий</b>	<b>Пороговый уровень</b>	<b>Продвинутый уровень</b>	<b>Высокий уровень</b>
<b>Качество модели</b>	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям
<b>Методика</b>	Соблюдена не полностью, есть отступления, повлекшие погрешности или выход в режимы, не описываемые моделью	Соблюдена, однако выясняется, что студент не понимает, почему именно предписанные действия следует предпринимать	Соблюдена полностью и осмысленно
<b>Отчёт</b>	Имеет 1-2 недостатка, однако в целом соответствует требованиям к отчёту по лабораторным работам и читабелен	Имеет некоторые незначительные недостатки в оформлении или представлении результатов	Соответствует всем требованиям к отчёту по лабораторным работам, аккуратно оформлен
<b>Результаты исследования</b>	В целом соответствуют заданию и адекватны объекту, однако погрешность результатов не контролировалась	Соответствуют заданию, адекватны объекту, имеется статистическая обработка результатов	Полностью соответствуют заданию, корректно отображают объект исследования в заданных условиях, погрешность контролировалась, обработка результатов проведена
<b>Объяснения и выводы</b>	Объяснения отрывочны, выводы бессодержательные, причины расхождения с теорией (если требовалось) не объяснены	В объяснениях есть гипотезы и аргументы в их пользу, однако не продемонстрировано уверенное владение методологией и терминологией в данной области	Объяснения проводятся с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная, сделанные выводы соответствуют свойствам исследуемого объекта
<b>Ответы на</b>	Правильные ответы на	Полные ответы	Развёрнутые, корректные

<b>Критерий</b>	<b>Пороговый уровень</b>	<b>Продвинутый уровень</b>	<b>Высокий уровень</b>
<b>вопросы при допуске и защите</b>	большинство вопросов, однако, излишне краткие или с ошибками в терминологии.	практически на все вопросы с незначительными недостатками и некоторой нехваткой терминологической лексики	ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.

После выполнения работы и оформления отчёта проводится защита полученных результатов. Защита лабораторных работ осуществляется путём собеседования по отчёту о лабораторной работе, в ходе которого проверяются знания теоретических основ (по вопросам из методических указаний к выполнению работ), умение соблюдать методику эксперимента, работать с оборудованием, а также защищаются результаты работы.

Защита считается успешной, если все критерии выполнены не хуже, чем на пороговом уровне.

### **Тестовые задания для самопроверки**

(тесты проводятся в онлайн-курсе «Линейные электрические цепи (Часть 2)» на платформе DemidOnline)

*(проверка сформированности ОПК-1, индикаторы ИД-ОПК-1\_1, ИД\_ОПК-1\_2)*

Курс содержит 6 модулей, каждый из которых оканчивается тестом. В каждом тесте в зависимости от сложности темы от 6 до 21 вопроса. Максимальный балл за правильный ответ составляет в основном 1 балл (другое количество баллов указано рядом с номером задания, более сложные задания оцениваются большим количеством баллов). На каждый вопрос дается одна попытка ответа. Примеры выполнения заданий приведены в видеолекциях курса. На прохождение тестов по модулям (темам) время не ограничено.

Помимо этих тестов, курс включает в себя итоговый тест, обобщающий материал всех 6 модулей. Он содержит 27 заданий и рассчитан на 35 баллов. Задания схожи с заданиями по модулям.

Примеры некоторых из тестовых заданий можно найти в примере итогового теста, размещённом ниже.

**Критерии оценивания** выполнения тестов в онлайн-курсе «Линейные электрические цепи (Часть 2)» на платформе DemidOnline:

- процент правильно выполненных заданий от 90% до 100% соответствует оценке «отлично»;
- процент правильно выполненных заданий от 76% до 89% соответствует оценке «хорошо»;
- процент правильно выполненных заданий от 50% до 75% соответствует оценке «удовлетворительно»;
- процент правильно выполненных заданий меньше 50% от максимального соответствует оценке «незачтено».

## 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к зачёту

(зачёт выставляется по результатам выполнения домашних заданий, лабораторных работ и ответов на вопросы)

#### Вопрос 1

*(проверка сформированности ОПК-1, индикаторы ИД-ОПК-1\_1, ИД\_ОПК-1\_2)*

1. Сообщения, их источники и получатели. Сигнал как носитель сообщения. Сообщение и информация. Система связи и канал связи. Структурная схема системы связи. Дискретные и непрерывные каналы, их основные характеристики. Решающее устройство. Понятие синхронизации и принципы ее обеспечения в системах электросвязи. Симплексный, полудуплексный и дуплексный режимы связи. Основные характеристики систем передачи информации: помехоустойчивость и скорость передачи. Пропускная способность системы передачи информации.
2. Энергетический расчёт радиолинии.
3. Физические принципы передачи и приёма информации.
4. Классификация сигналов и сообщений с примерами.
5. Представление сообщений и сигналов в различных метрических пространствах. Скалярное произведение и расстояние между сигналами. Норма сигнала.
6. Обобщенный ряд Фурье. Спектры периодических и непериодических сигналов.
7. Спектр прямоугольного импульса. Описание спектров: уровень постоянной составляющей, уровень боковых лепестков, огибающая, нули, ширина спектра. Равенство Парсевала. Неравенство Бесселя.
8. Свойства спектров.
9. Спектр пачки импульсов.
10. Математические модели детерминированных сигналов. Их спектры.
11. Корреляционные свойства детерминированных сигналов. АКФ, ВКФ, интервал корреляции. Ортогональность сигналов.
12. Основные параметры сигналов: длительность, ширина спектра и динамический диапазон. Примеры: речевые (телефонные), вещательные, телевизионные, телеграфные сигналы, сигналы передачи данных.
13. Помехи и искажения в каналах. Аддитивные и мультипликативные помехи. Классификация помех по физическим свойствам и происхождению.
14. Цепи с обратной связью. Положительная и отрицательная обратная связь. ОС по току и напряжению. Коэффициент передачи цепи с обратной связью. Влияние обратной связи на коэффициент передачи, входное и выходное сопротивление цепи.
15. Генераторы. Классификация генераторов. Автогенераторы. Условие баланса амплитуд и фаз. Физика работы автогенератора гармонических колебаний. Колебательная характеристика. Методы определения уровня генерируемого сигнала. Уравнение автогенератора. Нестабильность частоты в различных схемах генераторов.
16. Преобразование частоты. Схема и физика работы. Умножение частоты. Схема и физика работы.
17. Классификация типов модуляции. Аналоговые виды модуляции. Импульсные виды модуляции. Роль модуляции в системе связи, в радиолокации, в системах другого назначения. Сравнение различных видов модуляции.
18. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов АМ-сигналов. Коэффициент модуляции.
19. Формирование сигналов амплитудной модуляции, однополосной АМ, АМ с подавленной несущей. Модуляционная характеристика. Выбор режима нелинейного элемента.

20. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов сигналов угловой модуляции.
21. Формирование сигналов угловой модуляции.
22. Детектирование. Детектирование АМ-сигналов. Детектирование сильного сигнала – схема, физика работы.
23. Квадратичное детектирование – схема, физика работы, коэффициент детектирования, коэффициент нелинейных искажений.
24. Детектирование сигналов угловой модуляции. Схемы, физика работы. Настройки схем. Принцип когерентного и некогерентного детектирования.
25. Радиоимпульсы и их спектры.
26. Классификация каналов электросвязи. Модели непрерывных каналов. Идеальный канал без помех, канал с аддитивным гауссовым шумом. Канал с неопределенной фазой сигнала, однолучевой канал с замираниями. Канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом.
27. Многолучевое распространение. Модель многолучевого распространения.
28. Модели дискретных каналов.
29. Информационные характеристики дискретных и непрерывных источников сообщений.
30. Информационная ёмкость и пропускная способность непрерывных и дискретных каналов связи. Формула Шеннона. Возможность обмена полосы пропускания на мощность сигнала. Сравнение пропускной способности дискретных и непрерывных каналов.
31. Основные положения теории разделения сигналов в системах многоканальной связи. Условия делимости сигналов. Обобщённая схема многоканальной системы передачи. Виды многоканальных систем. Пропускная способность систем многоканальной связи. Влияние взаимных помех на пропускную способность канала.
32. Частотное, временное и фазовые разделения сигналов. Структурные схемы многоканальных систем. Особенности формирования групповых сигналов и построения разделяющих устройств.
33. Разделение сигналов по форме, возможности, структурная схема. Комбинационное разделение сигналов. Многочастотные и многофазовые сигналы. Многопозиционные сигналы с амплитудно-фазовой модуляцией. Поляризационное разделение каналов.
34. Системы передачи с многостанционным доступом. Примеры псевдослучайных (шумоподобных) сигналов: последовательности Баркера и другие, шумоподобные сигналы на основе частотно-временных матриц. Методы расширения спектра. Прямое расширение спектра. Частотно-временные скачки.

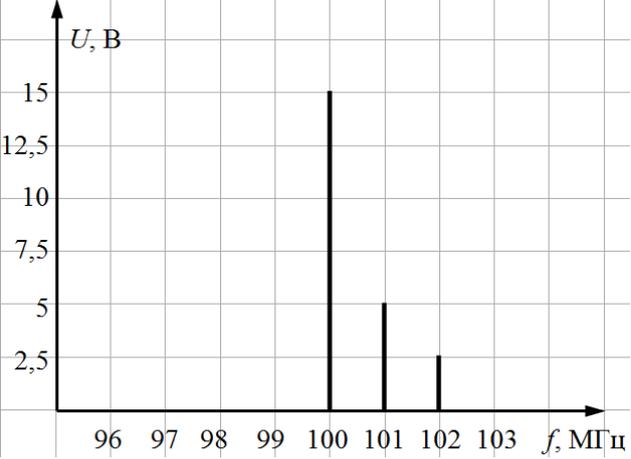
## Вопрос 2

*(проверка сформированности ОПК-2, индикаторы ИД-ОПК-2\_1, ИД\_ОПК-2\_2)*

1. Измерения спектра. Порядок действий. Выбор аппаратуры.
2. Особенности измерения спектра с помощью цифровых приборов.
3. Измерение функций авто- и взаимной корреляции сигналов, скалярного произведения сигналов.
4. Измерение частотных характеристик цепи.
5. Измерение временных характеристик цепи.
6. Измерение амплитудной характеристики четырёхполюсника.
7. Измерение модуляционной характеристики модулятора.
8. Измерение детекторной характеристики детектора.
9. Измерение колебательной характеристики генератора.
10. Измерение эквивалентных параметров четырёхполюсников.
11. Определение параметров модуляции по спектру модулированного колебания.
12. Определение параметров модуляции по осциллограмме модулированного колебания.
13. Определение параметров аналитической модели сигнала по его осциллограмме.





<p><b>20. Спектр модулированного напряжения приведён на рисунке. Какой это тип модуляции и сколько тонов в модулирующем сигнале?</b>  а) однополосная ЧМ; 1  б) ФМ; 1  в) однополосная АМ; 2  г) однополосная БАМ; 2</p>		20
<p><b>21. Спектр модулированного напряжения приведён на рисунке. Амплитуда несущей и коэффициент модуляции верхнего тона равны</b>  а) 5 В; 0,67  б) 15 В; 0,33  в) 5 В; 23/35  г) 6,25 В; 0,5</p>		21
<p><b>22. Амплитудные модулятор и детектор построены на биполярных транзисторах. Какие оптимальные углы отсечки должны обеспечивать настройки этих схем?</b>  а) 180°; 180°      б) 180°; 90°      в) 0°; 90°      г) 45°; 45°</p>		22
<p><b>23. На вход квадратичного детектора поступают однотоновый АМ-сигнал с амплитудой несущей 1 В и коэффициентом модуляции 0,6. Какого значения коэффициента нелинейных искажений следует ожидать?</b>  а) 0,15      б) 0,09      в) 0,3      г) 0,18</p>		23
<p><b>24. Коэффициент нелинейных искажений схемы 0,5. Какова суммарная мощность паразитных гармоник, порождаемых схемой, если номинальное значение мощности полезного сигнала 1 мВт? Считать сопротивление схемы для всех гармоник близким.</b>  а) 250 мкВт      б) 500 мкВт      в) 1 мВт      г) 2 мВт</p>		24
<p><b>25. Два четырёхполюсника соединены последовательно-параллельно, при этом сигнал второго противофазен сигналу первого. По какой физической величине и какого знака обратная связь таким образом организована?</b>  а) по току; ПОС      б) по току; ООС      в) по напряжению; ПОС      г) по напряжению; ООС</p>		25
<p><b>26. При последовательно-параллельном соединении двух четырёхполюсников на некоторой частоте значения их АЧХ и ФЧХ <math>A_1(f_1) = 4</math>, <math>\varphi_1(f_1) = \pi</math>, <math>A_2(f_1) = 0,25</math>, <math>\varphi_2(f_1) = \pi</math>. Схема организует:</b>  а) усилитель с ПОС      б) усилитель с ООС      в) автогенератор      г) аттенюатор</p>		26
<p><b>27. При последовательно-параллельном соединении двух четырёхполюсников на некоторой частоте значения их АЧХ и ФЧХ <math>A_1(f_1) = 4</math>, <math>\varphi_1(f_1) = 0</math>, <math>A_2(f_1) = 0,125</math>, <math>\varphi_2(f_1) = \pi</math>. Отношение амплитуд и разность фаз в такой цепи:</b>  а) 2; 180      б) 2,67; 0      в) 32; 0°      г) 0,67; 180°</p>		27
<p><b>28. Автогенератор гармонических колебаний содержит высокодобротный колебательный контур, выполненный на конденсаторе из партии с ёмкостью <math>1000 \pm 50</math> нФ и катушки и из партии с индуктивностью <math>1000 \pm 100</math> мкГн, что обеспечивает относительную нестабильность частоты</b>  а) 7,5%      б) 15%      в) 10%      г) 5%</p>		28
<p><b>29. Абсолютная нестабильность частоты генератора с относительной нестабильностью <math>10^{-6}</math> и номинальной частотой 1 ГГц</b>  а) 2 МГц      б) 0,1 МГц      в) 2 кГц      г) 1 кГц</p>		29
<p><b>30. Сигнал со спектром от 0 до 4 кГц подвергают преобразованию частоты вверх с использованием гетеродина 100 МГц. Настройки схемы – резонансная частота и полоса пропускания – при этом</b>  а) 100 МГц; 2 кГц      б) 100,002 МГц; 3 кГц      в) 99,998 МГц; 1 кГц      г) 100 МГц; 1,5 кГц</p>		30
<p><b>31. Для умножения частоты в три раза требуется нелинейный элемент с аппроксимацией ВАХ</b>  а) квадратичной      б) билинейной</p>		31

в) кубической	г) кусочно-линейной без отсечки	
32. Значение взаимно-корреляционной функции сигналов $s_1(t)$ и $s_2(t)$ с нулевым аргументом равно -1. Это означает		32
а) $s_2(t) \equiv s_1(t)$	б) $s_2(t) = -s_1(t)$	в) $s_2(t) \sim s_1(t)$
		г) $s_2(t) \sim 1/s_1(t)$
33. Автокорреляционная функция напряжения имеет вид $K(\tau) = 2 \cos(10^3 \tau)$ . Средняя мощность такого сигнала на резисторе 1 Ом равна		33
а) 2 Вт	б) 1 Вт	в) $\sqrt{2}$ Вт
		г) $2/\sqrt{2}$ Вт
34. Сигнал NRZ A(1 -1 1 -1 1 -1) является линейной независимым от сигнала		34
а) (1 1 1 -1 1 -1)	б) (-1 1 -1 1 -1 1)	в) (1 1 1 -1 -1 -1)
		г) (1 -1 1 1 -1 1)
35. NRZ-сигналы представляют собой последовательность (без пауз) прямоугольных импульсов высоты 2 В и длительности 1 мкс. Скалярное произведение и расстояние по Хэммингу между сигналами A(1 1 -1 1 -1) и B(-1 1 -1 -1 1) равны		35
а) $-4 \text{ В}^2; 3$	б) $25 \text{ В}^2; 2$	в) $10 \text{ В}^2; 5$
		г) $-20 \text{ В}^2; 1$
36. Погрешность измерения напряжения равномерно распределена в диапазоне от -0,5 мкВ до 0,5 мкВ. Вероятность того, что показания прибора будут завышены вплоть до 0,5 мкВ, равна		36
а) 0,125	б) 0,25	в) 0,5
		г) 0,75
37. Единицы ИКМ-сигнала в приёмнике отображаются прямоугольными импульсами с амплитудой 1 мкВ. Каким должен быть порог в решающем устройстве, чтобы вероятности принять в присутствии АБГШ 1 за 0 и 0 за 1 были равны?		37
а) 2 мкВ	б) 1 мкВ	в) 0,75 мкВ
		г) 0,5 мкВ
38. Погрешность измерения напряжения вольтметром с ценой деления $C=1$ мкВ равномерно распределена в диапазоне от $-C/2$ до $C/2$ . Вероятность того, что погрешность по модулю не превзойдёт $1/4$ цены деления, равна		38
а) 0,125	б) 0,25	в) 0,5
		г) 0,75
39. Широкополосный шум с эквивалентной шумовой полосой частот 10 кГц и спектральной плотностью мощности 2 мкВт/Гц имеет среднюю мощность		39
а) 0,2 мВт	б) 0,2 нВт	в) 0,1 мВт
		г) 0,1 нВт
40. Широкополосный шум имеет эквивалентную шумовую полосу частот 10 кГц и спектральную плотность мощности 2 мкВт/Гц. Минимальный интервал между отсчётами, при котором они оказываются независимыми		40
а) 0,1 мс	б) 0,2 мс	в) 0,4 мс
		г) 0,5 мс
41. Режим связи, при котором по одной линии корреспонденты говорят по-очереди		41
а) симплексный	б) полудуплексный	
в) дуплексный	г) с временным разделением каналов	
42. Проводная экранированная линия для передачи цифровых сигналов описывается моделью канала		42
а) двоичного симметричного	б) двоичного несимметричного	
в) со стиранием	г) 16-ричный симметричный	
43. Для цифровой мобильной связи в условиях города используют модель канала		43
а) двоичного симметричного	б) двоичного несимметричного	
в) со стиранием	г) 16-ричный симметричный	
44. Одна из причин уменьшения энтропии источника		44
а) связь между символами	б) наличие пауз	
в) действие помех	г) высокая скорость передачи	
45. Двоичные источники А, В, С имеют разные вероятности «единицы»: $p_A = 0,9$ , $p_B = 0,5$ , $p_C = 0,1$ . Их энтропии соотносятся		45
а) $H(A) > H(B) > H(C)$	б) $H(A) = H(C) < H(B)$	
в) $H(B) > H(A) > H(C)$	г) $H(B) < H(A) = H(C)$	
46. Энтропия дискретного источника 5 бит/символ. Техническая скорость символов 60000 Бод. Производительность источника равна		46
а) 15 кбит/с	б) 83 бит/с	в) 300 кбит/с
		г) 293 кбит/с

<b>47. В подъездной сети Интернет с пропускной способностью 450 Мбит/с 15 рукавов по числу квартир. Скорость передачи при условии равноправных одновременно потребляющих квартир можно гарантировать не выше</b> а) 75 Мбит/с                      б) 15 Мбит/с                      в) 50 Мбит/с                      г) 30 Мбит/с	47
<b>48. В канале с полосой пропускания 10 МГц отношение сигнал-шум 15. Пропускная способность такого канала примерно</b> а) 20 Мбит/с                      б) 40 Мбит/с                      в) 80 Мбит/с                      г) 160 Мбит/с	48
<b>49. В системе с ВРК, использующей импульсы длительностью 1 нс и интервал дискретизации 1 мкс, состояние канала, при котором длительность переходных процессов составляет 0,5 нс, позволяет организовать число каналов</b> а) 666                      б) 667                      в) 1000                      г) 1001	49
<b>50. Групповая полоса частот сигнала в системе ЧРК из 16 каналов с защитным интервалом 1 кГц и абонентскими полосами 4 кГц составляет</b> а) 49 кГц                      б) 64 кГц                      в) 79 кГц                      г) 80 кГц	50

### Критерии оценивания выполнения итогового теста

- процент правильно выполненных заданий от 92% до 100% соответствует оценке «отлично»;
- процент правильно выполненных заданий от 84% до 91% соответствует оценке «хорошо»;
- процент правильно выполненных заданий от 76% до 84% соответствует оценке «удовлетворительно»;
- процент правильно выполненных заданий меньше 75% от максимального соответствует оценке «незачтено».

### 3 Описание процедуры выставления оценки

Для успешного освоения дисциплины обязательно:

- прохождение онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) (является формой самостоятельной работы студентов и допуском к прохождению процедуры промежуточной аттестации),
- выполнение всех домашних заданий (являются формой текущей аттестации),
- выполнение и защита всех лабораторных работ (являются формой текущей аттестации).

Оценка за экзамен складывается из оценки за домашние задания и оценки за ответы на вопросы на экзамене. См. ниже таблицу требований.

На «3»	На «4», продвинутый уровень	На «5», высокий уровень
1. Сертификат о прохождении онлайн курса Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 40%. 2. Ответ на вопрос экзамена не хуже 2-х из 5 баллов. ИЛИ Верные ответы не менее чем на 50% из заданий теста	1. Сертификат о прохождении онлайн курса Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 60%. 2. Ответ на вопрос экзамена 3-4 из 5 баллов. ИЛИ Верные ответы не менее чем на 70% из заданий теста	1. Сертификат о прохождении онлайн курса Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 80%. 2. Ответ на вопрос экзамена 4-5 из 5 баллов. ИЛИ Верные ответы не менее чем на 85% из заданий теста

На «3»	На «4», продвинутый уровень	На «5», высокий уровень
3. Домашние задания выполнены на 40-59% в сумме. 4. Лабораторные работы выполнены (не менее 2-х из работ №1-3, не менее одной из работ №4-5, не менее одной из работ №6-7) 5. Задания контрольной работы выполнены на 40-59% в сумме верно	3. Домашние задания выполнены на 60-79% в сумме. 4. Лабораторные работы выполнены (не менее 2-х из работ №1-3, не менее одной из работ №4-5, не менее одной из работ №6-7) и защищены 5. Задания контрольной работы выполнены на 60-79% в сумме верно	3. Домашние задания выполнены на 80% в сумме. 4. Все лабораторные работы выполнены и защищены 5. Задания контрольной работы выполнены на 80% в сумме верно

При условии достижения высоких результатов при прохождении онлайн-курса «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) – на уровне не менее 90% эти результаты могут быть засчитаны как эквивалент ответов на вопросы билета, если все лабораторные работы выполнены и успешно защищены.

Ответы на вопросы билета могут быть заменены прохождением итогового теста в системе Мудл ЯрГУ при условии, что набрано не менее 75% от максимально возможного числа баллов за тест.

## Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Теоретические основы радиотехники»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой занятий по дисциплине являются практические занятия. Поэтому решение задач – основной навык, который необходимо приобрести.

В курсе даются также основы спектрального и корреляционного анализа сигналов, а также синтеза и анализа цепей, преобразующих сигнал: фильтров, модуляторов, детекторов, генераторов. Необходимо знать их структурные схемы, примеры электрических принципиальных схем, уметь обоснованно выбрать и обеспечить режим работы нелинейного элемента или нелинейного каскада в составе устройства.

Эффективно практиковаться в решении относительно простых, отрабатывающих основные понятия, задач, можно, выполняя задания в МООК «Линейные электрические цепи (Часть 2)» на платформе DemidOnline ЯрГУ. Время выполнения заданий не ограничено. Это в первую очередь ресурс для тренировки и наработки практического опыта. В случае затруднений Вы можете задать вопрос как на форуме этого курса, так и в системе Moodle ЯрГУ или на электронную почту преподавателя. Там же, в курсе, имеются видеолекции, содержащие теоретические основы методологии анализа и синтеза радиотехнических линейных устройств, а также примеры решения всех основных типов задач.

Более сложные задачи, а также задачи на нелинейную часть радиотехнических устройств собраны в домашние задания. Для успешного освоения дисциплины обязательно выполнение всех домашних заданий, они являются формой текущей аттестации.

Многие характеристики и параметры устройств и сигналов могут быть получены экспериментальным путём. С методами и аппаратурой, позволяющими проделать это, Вы знакомитесь в ходе лабораторного практикума. Для успешного освоения дисциплины выполнение и успешная защита лабораторных работ обязательны. Отчёт о выполнении работ должен содержать: цель работы, методы, ход работы, результаты измерений, обработку результатов, выводы.

Критерии оценивания каждого из элементов самостоятельной работы, лабораторных работ, тестов в зависимости от уровня освоения смотрите в тексте рабочей программы, а также в электронном курсе «Теоретические основы радиотехники» в Moodle ЯрГУ.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Критерии выставления оценки за экзамен смотрите в рабочей программе.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать издания, указанные в списке основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniylar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniylar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

## **2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ**

([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

## **3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»**

([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.

**4. Электронные библиотечные системы**, на которые имеется подписка ЯрГУ, перечень см. [http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net\\_res\(1\).php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res(1).php)