

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета


И.С. Огнев
(подпись)

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Радиотехнические цепи и сигналы (Часть 1)»

Направление подготовки
«11.03.01 Радиотехника»

Направленность (профиль)
«00 Радиотехника»

Форма обучения
очная

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

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

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование способности решать задачи анализа и расчёта характеристик линейных и нелинейных электрических цепей, и способности реализовывать программы экспериментальных исследований радиотехнических цепей и сигналов.

Курс знакомит с основными моделями детерминированных сигналов, принципами построения устройств генерации и преобразования сигналов, методами анализа и расчёта характеристик цепей, реализующих преобразования детерминированных сигналов.

Задачи курса – способствовать формированию у студентов умений и навыков решать задачи анализа радиотехнических цепей и генерируемых или обрабатываемых ими сигналов, в том числе теоретическими и экспериментальными методами, навыков работы с измерительным оборудованием для измерения свойств сигналов и характеристик цепей.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (Б1.О.22.01) относится к обязательной части Блока 1 образовательной программы и входит в модуль «Теоретические основы электротехники».

Для освоения материала дисциплины требуются знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплин: «Электричество и магнетизм», «Физический практикум», «Основы теории 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 специальных дисциплин и в НИРС.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые 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
Общепрофессиональные компетенции		
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 прикладных и	Знать: – математический аппарат спектрального и корреляционного анализа сигналов; – методы синтеза цепей; – требования к физически реализуемой

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
	теоретических задач.	цепи. Уметь: – описывать сигналы с помощью специальных функций; – выбирать параметры схем, реализующих модуляцию, детектирование, преобразование и умножение частоты, генерацию сигналов; – рассчитывать спектры и их параметры для аналоговых сигналов; – описывать четырёхполосники эквивалентными параметрами.
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: – Методы определения параметров модуляции модулированных сигналов по результатам измерений, методы спектрального анализа сигналов, Уметь: – выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования: спектральный анализ сигналов, определение основных характеристик амплитудного модулятора, амплитудного детектора, простейшего LC-генератора. Владеть: – навыками работы с осциллографом, анализатором спектра.
	ИД-ОПК-2.2. Проводит обработку и представление полученных данных и оценку погрешности результатов измерений	Владеть: – способами обработки и представления полученных данных.

4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачёт. ед., 144 акад. час.

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>

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоёмкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Спектральные и корреляционные и свойства детерминированных сигналов	4	8	6	3	1		19	Защита лабораторной работы №1, контрольная работа
	в том числе с ЭО и ДОТ							12	Домашняя работа №1 (в ЭУК в LMS Moodle) Тест по Модулю 3 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»
2	Особенности описания четырёхполюсников	4	8	4		1		10	
	в том числе с ЭО и ДОТ					1		8	Домашняя работа №2 (в ЭУК в LMS Moodle) Тест по Модулю 1 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»
3	Методы и схемотехника формирования и преобразования сигналов. Генерация, преобразование и умножение частоты, модуляция и детектирование	4	10	5	14	3		19	Защита лабораторных работ №2-5 Контрольная работа
	в том числе с ЭО и ДОТ					2		12	Домашняя работа №3 (в ЭУК в LMS Moodle) Тесты по Модулям 2,5 и 6 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»
4	Синтез пассивных двухполюсников	4	8	2		1			Контрольная работа
	в том числе с ЭО и ДОТ					1		10	Домашняя работа №4 (в ЭУК в LMS Moodle) Тест по Модулю 4 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»
	Промежуточная аттестация						0,3	10,7	Зачёт
	в том числе с ЭО и ДОТ							8	Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины – тест «Итоговый» онлайн-курса «Линейные электрические

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоёмкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)	
			Контактная работа					самостоятельная работа		
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания			
										цепи (часть 2)» Тест для самопроверки по результатам частичного освоения дисциплины в LMS Moodle
	ИТОГО	4	34	17	17	5	0,3	70,7	144	
	в том числе с ЭО и ДОТ					4		44		

Содержание разделов дисциплины

Тема №1

Спектральные и корреляционные свойства детерминированных сигналов

Классификация сигналов. Детерминированные и случайные процессы. Представление сигналов в различных метрических пространствах. Разложение функций в ортогональные ряды по базисным функциям пространства сигналов. Обобщенный ряд Фурье, равенство Парсеваля, неравенство Бесселя.

Спектры периодических и непериодических сигналов. Свойства спектров. Спектр прямоугольного импульса. Спектр пачки импульсов. Математические модели детерминированных сигналов. Их спектры.

Измерение спектров. Описание спектров: уровень постоянной составляющей, уровень боковых лепестков, огибающая, ширина спектра. Спектральная плотность энергии, спектральная плотность мощности. Представление спектров энергии и мощности в логарифмическом и двойном логарифмическом масштабах.

Основные параметры сигналов: длительность, пик-фактор, динамический диапазон, среднее, средневыврявленное, среднеквадратическое значения. Примеры: речевые (телефонные), вещательные, телевизионные, телеграфные сигналы, сигналы передачи данных, сигналы другого назначения.

Теорема Котельникова. Условия восстановления аналогового сигнала по дискретизированному.

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

Разложение аналогового сигнала в различных базисах. Представление цифровых сигналов векторами пространства Хемминга. Скалярное произведение и расстояние между сигналами. Норма сигнала. Их физический смысл.

Тема №2

Особенности описания четырёхполюсников

Индуктивно-связанные цепи. Явление взаимной индукции, его описание. Взаимная индуктивность двух катушек. Встречное и согласное соединения катушек. Обеспечение

развязывания катушек в индуктивно-связанных цепях. Расчёт цепей со связанными катушками.

Связь матричных параметров четырёхполюсников друг с другом. Характеристическое сопротивление цепи. Расчёт различных соединений четырёхполюсников.

Тема №3

Методы и схемотехника формирования и преобразования сигналов. Генерация, преобразование и умножение частоты, модуляция и детектирование

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 коэффициент передачи, входное и выходное сопротивление цепи.

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.

Преобразование частоты. Схема и физика работы.

Умножение частоты. Схема и физика работы. К.п.д. схемы.

Классификация типов модуляции. Аналоговые виды модуляции. Импульсные виды модуляции. Формирование сигналов амплитудной модуляции, однополосной АМ, АМ с подавленной несущей: схемотехника, настройки, физика работы схем. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов АМ-сигналов. Коэффициент модуляции. Модуляционная характеристика. Выбор режима нелинейного элемента.

Формирование сигналов угловой модуляции: схемотехника, настройки, физика работы схем. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов сигналов угловой модуляции.

Детектирование. Детектирование АМ-сигналов. Квадратичное детектирование – схема, физика работы, коэффициент детектирования, коэффициент нелинейных искажений. Детектирование сильного сигнала – схема, физика работы, настройки схемы.

Детектирование сигналов угловой модуляции. Схемы, физика работы. Настройки схем.

Принцип когерентного и некогерентного детектирования.

Импульсные виды модуляции. Их отличие от аналоговых видов.

Радиоимпульсы и их спектры.

Тема №4

Синтез пассивных двухполюсников

Условие физической реализуемости. Импеданс (проводимость) физически реализуемого двухполюсника. Минимальный двухполюсник. Синтез трансформаторов сопротивлений. Синтез фильтров. Функции аппроксимации АЧХ фильтров.

Цепные (лестничные) дроби.

Метод Кауэра 1-я и 2-я формы.

Простейшие эквивалентные звенья радиотехнических цепей.

Метод Фостера.

Лабораторный практикум

Перечень лабораторных работ по курсу:

Лабораторная работа №1 «Исследование спектров простейших сигналов».

Лабораторная работа №2 «Амплитудная модуляция»

Лабораторная работа №3 «Амплитудное детектирование»

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

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

а) основная литература:

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 2003. - 462 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=305228&cat_cd=YARSU.
2. Жуков В. П. Задачник по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы": учеб. пособие для вузов. / В. П. Жуков, В. Г. Карташев, А. М. Николаев; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - М.: Высшая школа, 1986.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=375562&cat_cd=YARSU.

б) дополнительная литература:

3. Харкевич А.А. Основы радиотехники. М: Физматлит, 2007.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=372029&cat_cd=YARSU.
 4. 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.
 5. 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.
 6. 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
- 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.uniyar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.2x+2020/about>
 7. Михайлов В.И., Членова Е.Д. Расчёт электрических LC-фильтров по рабочим параметрам. – Самара: ПСУТИ, 2010. URL:
http://tors.psuti.ru/metod_web/kursTEC_filtr.pdf
 2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
(http://www.lib.uniyar.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

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).

Авторы:

Доцент кафедры интеллектуальных
информационных радиofизических
систем, к.ф.-м.н.

Т.К. Артёмова

Доцент кафедры
интеллектуальных информационных
радиofизических систем, к.ф.-м.н.

А.А. Очиров

Доцент кафедры интеллектуальных
информационных радиofизических
систем, к.ф.-м.н., доцент

А.С. Гвоздарев

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины
«Радиотехнические цепи и сигналы (Часть 1)»**

**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)

**Задания по теме № 1 «Спектральные и корреляционные и свойства
детерминированных сигналов» – Домашнее задание №1** (максимум 75 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 22, 24, 28 из раздела №1 сборника задач «Задачник по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы"» / В. П. Жуков, В. Г. Карташев, А. М. Николаев; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - М.: Высшая школа, 1986, рекомендованного в списке дополнительной литературы.

Задания по теме № 2 «Особенности описания четырёхполюсников» – Домашнее задание №2 (максимум 24 балла)

Решить задачи:

1. 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.
2. Определить напряжение на разомкнутых выходных выводах при напряжении на входе, имеющем амплитуду 20 В.
3. Найти элементы матриц A , Z , Y , H симметричного T -образного четырёхполюсника с одинаковыми сопротивлениями, равными 5 Ом.
4. Определить элементы матрицы A идеального трансформатора, понижающего напряжение в 2 раза.
5. Найти коэффициенты матрицы A для четырёхполюсника, представляющего собой Γ -образную цепь, в горизонтальном плече которого последовательно соединены конденсатор с реактивным сопротивлением 35 Ом и катушка с реактивным сопротивлением 20 Ом, а в выходном вертикальном плече – катушка с реактивным сопротивлением 60 Ом. Сопротивление взаимной индуктивности равно 10 Ом. Включение катушек согласное.
6. Измерены первичный и вторичный токи симметричного аттенюатора (представлен чёрным ящиком) при замкнутом рубильнике, подключенном параллельно нагрузке

- на выходе: $I_{1к}=3,2$ мА, $I_{2к}=1,6$ мА. Определите токи при разомкнутом рубильнике, если э.д.с. источника, подключенного к выводам 1, равна 48 В, а внутреннее сопротивление источника 5 кОм. Изобразите электрическую схему цепи.
7. Для реального трансформатора (согласно включённые обмотки с разным числом витков обладают индуктивностью и активным сопротивлением) определите коэффициент y_{21} .
 8. П-образный симметричный четырёхполюсник задан двумя сопротивлениями (сопротивление горизонтальной части $j50$ Ом, вертикальных – по $-j10$ Ом). Определите характеристическое сопротивление и постоянную передачи. Найдите напряжение на сопротивлении согласованной нагрузки при напряжении питания 10 В.

Задания по теме № 3 «Методы и схемотехника формирования и преобразования сигналов. Генерация, преобразование и умножение частоты, модуляция и детектирование» – Домашнее задание №3 (максимум 171 балл)

1. Решить задачи 4 – 8 из раздела №9 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 40 – 52 из раздела №1 сборника задач «Задачник по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы"» / В. П. Жуков, В. Г. Карташев, А. М. Николаев; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - М.: Высшая школа, 1986, рекомендованного в списке дополнительной литературы.
3. Решить задачи 23 – 25, 27 – 29, 31, 33, 34 из раздела №5 сборника задач «Задачник по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы"» / В. П. Жуков, В. Г. Карташев, А. М. Николаев; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - М.: Высшая школа, 1986, рекомендованного в списке дополнительной литературы.
4. Решить задачи 12, 15, 16, 24, 30, 31, 34 из раздела №6 сборника задач «Задачник по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы"» / В. П. Жуков, В. Г. Карташев, А. М. Николаев; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - М.: Высшая школа, 1986, рекомендованного в списке дополнительной литературы.
5. Решить задачи 38, 43, 45, 46, 56 из раздела №6 сборника задач «Задачник по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы"» / В. П. Жуков, В. Г. Карташев, А. М. Николаев; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - М.: Высшая школа, 1986, рекомендованного в списке дополнительной литературы.
6. Решить следующие задачи.
 - 6.1. 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 четырёхполюсника с коэффициентом передачи $\beta=R_1/(R_1+R_2)=0,05$.
 - 6.2. 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?
 - 6.3. 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.
 - 6.4. 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.

6.5. 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.

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

6.7. 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.

6.8. 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.

6.9. 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 $\beta=0,07$?

7. Решить задачи 38, 43, 45, 46, 56 из раздела №6 сборника задач «Задачник по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы"» / В. П. Жуков, В. Г. Карташев, А. М. Николаев; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - М.: Высшая школа, 1986, рекомендованного в списке дополнительной литературы.
8. Решить задачи 1, 2, 4 и 19 из раздела №7 сборника задач «Задачник по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы"» / В. П. Жуков, В. Г. Карташев, А. М. Николаев; М-во высш. и сред. спец. образования СССР - М.: Высшая школа, 1986, рекомендованного в списке дополнительной литературы.

Задания по теме № 4 «Синтез пассивных двухполюсников» – Домашнее задание №4
(максимум 27 баллов)

Решить следующие задачи.

1. Определить порядок фильтра Баттерворта, необходимый для обеспечения заданных характеристик фильтра нижних частот: граничная частота полосы пропускания 4 кГц, граничная частота полосы подавления 8 кГц, минимальное ослабление в полосе подавления 15 дБ, максимальная неравномерность АЧХ в полосе пропускания 2 дБ.
2. Определите корни полинома знаменателя передаточной функции для аппроксимации Баттерворта из задачи 9.1, лежащие в левой полуплоскости комплексной плоскости p .
3. Получите выражение для операторной передаточной функции ФНЧ Баттерворта из задачи 9.1.
4. Получите выражение для рабочего ослабления ФНЧ Баттерворта из задачи 9.1. Выполните проверку достигнутого ослабления.
5. Постройте ФНЧ-прототип с аппроксимацией Баттерворта для ФВЧ со следующими характеристиками: граничная частота полосы пропускания 20 кГц, граничная частота полосы подавления 10 кГц, минимальное ослабление в полосе подавления 20 дБ, коэффициент отражения 43,3%.
6. Определите порядок фильтра Чебышёва, необходимый для обеспечения заданных характеристик полосового фильтра: граничные частоты полосы пропускания 14,43 и 20 кГц, одна из граничных частот полосы подавления 5 кГц, минимальное ослабление в полосе подавления 28 дБ, максимальная неравномерность АЧХ в полосе пропускания 1,1 дБ. Выполнить с симметризацией АЧХ прототипа.
7. Получить выражение для входного операторного сопротивления ФНЧ из №9.1.

8. Реализовать фильтр из №9.1, разложив входное операторное сопротивление в цепную дробь по Кауэру. Изобразить схему цепи с нормированными номиналами.
9. Выполнить денормирование схемы, полученной в 9.8, для случая сопротивления генератора, равного сопротивлению нагрузки фильтра 800 Ом.

**Критерии оценивания задач
в рамках выполнения домашних работ №1-4 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.

Показатели	Критерии
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 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 А для СL-цепи при условии, что реактивные сопротивления равны: сопротивление катушки 20 Ом, конденсатора – 10 Ом. Выполнить двумя способами: а) записывая уравнения в а-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.

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 «Амплитудная модуляция» и лабораторная работа №3 «Амплитудное 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 №4 «Исследование LC автогенератора»

Лабораторная работа №5 «Исследование RC автогенератора»

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

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Качество модели	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям
Методика	Соблюдена не полностью, есть отступления, повлекшие погрешности или	Соблюдена, однако выясняется, что студент не понимает, почему именно предписанные	Соблюдена полностью и осмысленно

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
	выход в режимы, не описываемые моделью	действия следует предпринимать	
Отчёт	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
Результаты исследования	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
Объяснения и выводы	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
Ответы на вопросы при допуске и защите	Правильные ответы на большинство вопросов, однако, излишне краткие или с ошибками в терминологии.	Полные ответы практически на все вопросы с незначительными недостатками и некоторой нехваткой терминологической лексики	Развёрнутые, корректные 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. Классификация сигналов.
2. Представление сигналов в различных метрических пространствах. Разложение функций в ортогональные ряды по базисным функциям пространства сигналов. Обобщенный ряд Фурье, равенство Парсеваля, неравенство Бесселя.
3. Спектры периодических и непериодических сигналов.
4. Свойства спектров.
5. Спектр прямоугольного импульса. Спектр пачки импульсов.
6. Математические модели детерминированных сигналов. Их спектры.
7. Описание спектров: уровень постоянной составляющей, уровень боковых лепестков, огибающая, ширина спектра. Спектральная плотность энергии, спектральная плотность мощности. Представление спектров энергии и мощности в логарифмическом и двойном логарифмическом масштабах.
8. Основные параметры сигналов: длительность, пик-фактор, динамический диапазон, среднее, средневыпрямленное, среднеквадратическое значения. Примеры: речевые

- (телефонные), вещательные, телевизионные, телеграфные сигналы, сигналы передачи данных, сигналы другого назначения.
9. Корреляционные свойства детерминированных сигналов. АКФ, ВКФ, интервал корреляции. Ортогональность сигналов.
 10. Скалярное произведение и расстояние между сигналами. Нормы сигнала. Их физический смысл.
 11. Согласное и встречное соединение катушек индуктивности. Метод развязывания катушек в индуктивно-связанных цепях.
 12. Связь матричных параметров четырёхполюсников друг с другом.
 13. 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.
 14. Классификация генераторов. Автогенераторы. Условие баланса амплитуд и фаз. Физика работы автогенератора гармонических колебаний.
 15. 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. К.п.д. схемы.
 17. Классификация типов модуляции. Аналоговые виды модуляции. Импульсные виды модуляции.
 18. Различные типы АМ. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов АМ-сигналов.
 19. Формирование сигналов амплитудной модуляции: схемотехника, настройки, физика работы схем. Коэффициент модуляции. Модуляционная характеристика. Выбор режима нелинейного элемента.
 20. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов сигналов угловой модуляции.
 21. Формирование сигналов угловой модуляции: схемотехника, настройки, физика работы схем.
 22. Детектирование. Детектирование АМ-сигналов. Квадратичное детектирование – схема, физика работы, коэффициент детектирования, коэффициент нелинейных искажений.
 23. Детектирование сильного сигнала – схема, физика работы, настройки схемы.
 24. Детектирование сигналов угловой модуляции. Схемы, физика работы. Настройки схем. Принцип когерентного и некогерентного детектирования.
 25. Импульсные виды модуляции. Их отличие от аналоговых видов. Радиоимпульсы и их спектры.
 26. Условие физической реализуемости цепи. Импеданс (проводимость) физически реализуемого двухполюсника. Минимальный двухполюсник. Цепные (лестничные) дроби.
 27. Метод Кауэра синтеза пассивного двухполюсника, 1-я и 2-я формы.
 28. Простейшие эквивалентные звенья радиотехнических цепей.
 29. Метод Фостера синтеза пассивного двухполюсника.

Вопрос 2

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

30. Измерения спектра. Порядок действий. Выбор аппаратуры.
31. Особенности измерения спектра с помощью цифровых приборов.
32. Измерение функций авто- и взаимной корреляции сигналов, скалярного произведения сигналов.
33. Измерение частотных характеристик цепи.
34. Измерение временных характеристик цепи.

35. Измерение амплитудной характеристики четырёхполосника.
36. Измерение модуляционной характеристики модулятора.
37. Измерение детекторной характеристики детектора.
38. Измерение колебательной характеристики генератора.
39. Измерение эквивалентных параметров четырёхполосников.
40. Определение параметров модуляции по спектру модулированного колебания.
41. Определение параметров модуляции по осциллограмме модулированного колебания.
42. Определение параметров аналитической модели сигнала по его осциллограмме.
43. Определение параметров быстродействия цепи по измеренным характеристикам.
44. Определение параметров частотной модели цепи по измеренным характеристикам.

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (<i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i>)	Полное	Полное
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
Содержание ответа	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Исчерпывающий полный ответ

Тест содержит 35 заданий (они могут быть разбиты на части). Максимальный балл за правильный ответ составляет 1 балл. На каждый вопрос даётся одна попытка ответа. Время на прохождение теста ограничено (в сумме не более часа на все части). Примеры заданий, демонстрирующие в первую очередь набор практических ситуаций, решение которых должно быть отработано, приведены ниже в виде сформированного теста, который можно распечатать.

1. Квадратичную аппроксимацию ВАХ применяют для а) диода в режиме слабого сигнала б) резистора при любых сигналах в) источника напряжения г) биполярного транзистора в режиме сильного сигнала с большим смещением	1
2. Максимальное число составляющих в спектре тока через нелинейный элемент с квадратичной ВАХ при гармоническом воздействии а) 3 б) 5 в) 7 г) ∞	2

3. Косинус угла отсечки тока при гармоническом воздействии на нелинейный элемент с кусочно-линейной аппроксимацией ВАХ	3
а) $\frac{E_n - U}{U_0}$ б) $\frac{U_0}{E_n}$ в) $\frac{U_0 - U}{E_n}$ г) $\frac{E_n - U_0}{U}$	
4. Прямоугольный импульс имеет высоту 2 В и длительность 3 мс. Постоянная составляющая в его спектре	4
а) 2 В б) 6 мВ/Гц в) 2/3 В г) 3/2 В/Гц	
5. Прямоугольный импульс имеет высоту 2 В и длительность 3 мс. Ширина его спектра по первым нулям	5
а) 333 Гц б) 3 кГц в) 6 кГц г) 667 Гц	
6. В процессе формирования сигнала $s(t)$ сигнал $s_1(t)$ усиливается в 10 раз и затем синфазно смешивается с сигналом $s_2(t)$. Связь спектров этих сигналов имеет вид	6
а) $\dot{S}(\omega) = 10\dot{S}_1 + \dot{S}_2$ б) $\dot{S}(\omega) = 10\dot{S}_1 - \dot{S}_2$ в) $\dot{S}(\omega) = 10(\dot{S}_1 + \dot{S}_2)$ г) $\dot{S}(\omega) = 10(\dot{S}_1 - \dot{S}_2)$	
7. Спектры на входе и выходе цепи, выполняющей дифференцирование, связаны	7
а) $\dot{S}_{\text{вых}}(\omega) = i\omega\dot{S}_{\text{вх}}(\omega)$ б) $\dot{S}_{\text{вых}}(\omega) = \omega\dot{S}_{\text{вх}}(\omega)$ в) $\dot{S}_{\text{вых}}(\omega) = \dot{S}_{\text{вх}}(\omega)/(i\omega)$ г) $\dot{S}_{\text{вых}}(\omega) = -\dot{S}_{\text{вх}}(\omega)/\omega$	
8. Символ кодируется восемью чипами. При этом спектр	8
а) усиливается в 8 раз б) расширяется в 8 раз в) сужается в 16 раз г) наклоняется на 8°	
9. Средние значения сигналов $u_1(t) = 2\cos(10^3 t + \pi/4)$, В и $u_2(t) = 1 + 4\cos(10^3 t - \pi/4)$, В равны	9
а) 1 В; 5 В б) 1 В; 3 В в) 2 В; 5 В г) 0; 1 В	
10. Среднеквадратические значения сигналов $u_1(t) = 2\cos(10^3 t + \pi/4)$, В и $u_2(t) = 1 + 4\cos(10^3 t - \pi/4)$, В равны	10
а) 0 В; 1 В б) $2\sqrt{2}$ В; $1 + 4\sqrt{2}$ в) $2/\sqrt{2}$ В; 3В г) 2 В; 5В	
11. Максимальная мгновенная мощность сигнала 10 мВт, средняя - 1 мВт, минимально отличимая от нуля – 1 нВт. Динамический диапазон и пик-фактор сигнала	11
а) 70 дБ; 10 дБ б) 10 дБ; 70 дБ в) 40 дБ; 20 дБ г) 20 дБ; 40 дБ	
12. Наиболее помехоустойчивая из перечисленных модуляция	12
а) частотная б) амплитудная в) фазовая г) относительная фазовая	
13. Верхняя частота в спектре модулирующего напряжения 10 кГц. Коэффициент 0,7. Ширины спектров полной и балансной амплитудной модуляции	13
а) 10 кГц; 10 кГц б) 20 кГц; 20 кГц в) 24 кГц; 12 кГц г) 24 кГц; 24 кГц	
14. Верхняя частота в спектре модулирующего напряжения 20 кГц. Коэффициент модуляции 1000. Ширины спектров однополосной ФМ и полной ЧМ равны	14
а) 20 кГц; 40 кГц б) 10 МГц; 20 МГц в) 20,01 МГц; 40,02 МГц г) 20,01 МГц; 20,01 МГц	
15. Ширина спектра модулирующего напряжения 4 кГц, коэффициент модуляции 0,7, несущая частота 100 МГц. Ширина спектра однополосной балансной амплитудной модуляции	15
а) 4 кГц б) 8 кГц в) 9,6 кГц г) 4,8 кГц	
16. На осциллограмме амплитудно-модулированного напряжения видно, что амплитуда изменяется от 2 до 4 В по гармоническому закону. Напряжение несущей и коэффициент модуляции равны	16
а) 2 В; 0,5 б) 3 В; 3 в) 6 В; 2 г) 3 В; 0,33	
17. Девиация частоты однотонального ЧМ-сигнала с модулирующей частотой 10 кГц и несущей 100 МГц равна 100 кГц. Коэффициент модуляции и диапазон перестройки частоты равны	17
а) 1000; от 100 до 100,1 МГц б) 10; от 99,95 до 100,05 МГц в) 10,001; от 0 до 100 кГц г) 10000; от 99,9 до 100,1 МГц	

29. Абсолютная нестабильность частоты генератора с относительной нестабильностью 10^{-6} и номинальной частотой 1 ГГц а) 2 МГц б) 0,1 МГц в) 2 кГц г) 1 кГц	29
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 а) 100 МГц; 2 кГц б) 100,002 МГц; 3 кГц в) 99,998 МГц; 1 кГц г) 100 МГц; 1,5 кГц	30
31. Для умножения частоты в три раза требуется нелинейный элемент с аппроксимацией ВАХ а) квадратичной б) билинейной в) кубической г) кусочно-линейной без отсечки	31
32. Значение взаимно-корреляционной функции сигналов $s_1(t)$ и $s_2(t)$ с нулевым аргументом равно -1. Это означает а) $s_2(t) \equiv s_1(t)$ б) $s_2(t) = -s_1(t)$ в) $s_2(t) \sim s_1(t)$ г) $s_2(t) \sim 1/s_1(t)$	32
33. Автокорреляционная функция напряжения имеет вид $K(\tau) = 2\cos(10^3\tau)$. Средняя мощность такого сигнала на резисторе 1 Ом равна а) 2 Вт б) 1 Вт в) $\sqrt{2}$ Вт г) $2/\sqrt{2}$ Вт	33
34. Сигнал NRZ A(1 -1 1 -1 1 -1) является линейной независимым от сигнала 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)	34
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 а) -4 В^2 ; 3 б) 25 В^2 ; 2 в) 10 В^2 ; 5 г) -20 В^2 ; 1	35

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).

Зачёт по дисциплине ставится, если:

1. Пройдены онлайн курс «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 50%.
2. Домашние задания №1-5 выполнены не менее чем на 60% в сумме.
3. Задания контрольной работы верно выполнены в сумме не менее чем на 40%.
4. Лабораторные работы выполнены и успешно защищены.
5. Ответы на вопросы билета соответствуют уровню не ниже порогового.

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 «Радиотехнические цепи и сигналы (Часть 1)»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой занятий по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы (Часть 1)» 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 всех 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 «Радиотехнические цепи и сигналы (Часть 1)» в Moodle ЯрГУ.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

Зачёт по дисциплине ставится, если:

1. Пройдены онлайн курс «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке МООК ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 50%.
2. Домашние задания №1-5 выполнены не менее чем на 60% в сумме.
3. Задания контрольной работы верно выполнены в сумме не менее чем на 40%.
4. Лабораторные работы выполнены и успешно защищены.
5. Ответы на вопросы билета соответствуют уровню не ниже порогового.

При условии достижения высоких результатов при прохождении онлайн-курса «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке МООК 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.

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.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) даёт 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) 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) 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)