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

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
_____ И.С. Огнев
(подпись)

«17» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«Радиоэлектроника»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и технологии

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «28» апреля 2022 года, протокол № 9

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Радиоэлектроника» являются формирование способности к овладению базовыми знаниями в области естественных наук (в частности, радиоэлектроники), их дальнейшему использованию в профессиональной деятельности.

Курс знакомит с основными цепями, преобразующими сигналы, методами их анализа и расчёта, методами получения информации о временных, спектральных, корреляционных свойствах сигналов, которые эти цепи преобразуют, а также с основными модулированными сигналами, нелинейными и параметрическими преобразованиями сигналов, генерацией гармонических колебаний.

Задачи курса – способствовать формированию у студентов навыка использовать методы анализа сигналов и цепей в будущей профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина требует знаний, умений и навыков, полученных при изучении дисциплин «Электричество и магнетизм», «Физический практикум по электричеству», 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, 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**
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности	ИД-ОПК-1.2 Применяет математический аппарат, физические законы и теории для решения прикладных и теоретических задач, в том числе педагогической деятельности	**Знать:** – принципы работы простейших цепей и их элементов; – методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей; – назначение, виды модулированных сигналов и их основные характеристики; – назначение, виды, способы реализации и принцип действия преобразователей сигналов и генераторов гармонических сигналов. **Уметь:** – получать информацию о временных, спектральных свойствах сигналов; – решать задачи анализа цепей; – рассчитывать спектры модулированных сигналов и основные характеристики

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
		преобразователей сигналов. **Владеть навыками:** – использования методов анализа цепей и сигналов; – сравнительного анализа характеристик модулированных сигналов; – выбора и расчета схем преобразователей сигналов и генераторов гармонических сигналов.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

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

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

Отдельные элементы курса изучаются в дистанционной форме в рамках онлайн курсов «Линейные электрические цепи (часть 1)», размещённого по ссылке: https://demidonline.uniyar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.1x+2020/about и «Линейные электрические цепи (часть 2)», размещённого по ссылке: https://demidonline.uniyar.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 трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Детерминированные сигналы, их спектральные и корреляционные и свойства	3	4	4	5	1		2	Домашняя работа №1, контрольная работа №1, защита лабораторной работы №1
	в том числе с ЭО и ДОТ							*1,5*	*Тест по Модулю 3 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»*
2	Анализ и синтез резистивных цепей	3	2	2	4	1		3,5	Домашняя работа №2, контрольная работа №1, защита лабораторной работы №2
	в том числе с ЭО и ДОТ							*3*	*Тест по Модулям 1-3 онлайн курса «Линейные электрические цепи*

									(часть 1)»
3	Линейные пассивные цепи	3	5	5	19	1		4,5	Домашняя работа №3, контрольная работа №1, защита лабораторных работ №3-6
	в том числе с ЭО и ДОТ							*4*	*Тесты по Модулям 4-6 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»*
4	Нелинейные элементы цепей	3	3	3		1		0,5	Домашняя работа №4, контрольная работа №1
5	Четырёхполюсники и фильтры. Длинные линии	3	3	3	6	0,5		2,5	Домашняя работа №5, контрольная работа №1, защита лабораторной работы №7
	в том числе с ЭО и ДОТ							*2,5*	*Тесты по Модулям 1-2 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»*
6	Введение. Сигналы с амплитудной модуляцией	3	1	3				4	Коллоквиум по темам №№ 6-8
7	Сигналы с угловой модуляцией	3	2	3		1		4	Коллоквиум по темам №№ 6-8
8	Безынерционные нелинейные преобразования сигналов	3	4	3		1		6	Коллоквиум по темам №№ 6-8
9	Получение модулированных сигналов	3	3	3	*10*			4	Контрольная работа №2, защиты лабораторных работ №6 и 9
10	Детектирование модулированных сигналов	3	3	3	*10*	1		4	Контрольная работа №2, защиты лабораторных работ №7 и 10
11	Преобразования сигналов в линейных параметрических цепях	3	2	3	*5*			4	Контрольная работа №2, защита лабораторной работы №8
12	Генерация гармонических колебаний	3	2		*9*	1,5		4	Контрольная работа №2, защиты лабораторных работ №11 и 12
		3					0,3	4,7	Зачёт
	в том числе с ЭО и ДОТ							*2*	*Итоговый тест онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)» Итоговый тест в ЭУК в Moodle ЯрГУ*
	Всего за 3 семестр 144 часа		**34**	**34**	**68**	**9**	**0,3**	**34,7**	
	в том числе с ЭО и ДОТ							*13*	
	ИТОГО		**34**	**34**	**68**	**9**	**0,3**	**34,7**	
	в том числе с ЭО и ДОТ							*13*	

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1

Детерминированные сигналы, их спектральные и корреляционные свойства

Радиоэлектроника. Радиоэлектронные системы. Классификация радиотехнических сигналов. Формы представления сигналов. Среднее, средневыпрямленное, среднеквадратическое значения, средняя мощность сигнала.

Понятие спектра. Спектры периодических и непериодических сигналов. Основные свойства спектров. Спектры последовательности импульсов. Эффективная длительность импульса и эффективная ширина спектра. Описание спектра: уровень постоянной составляющей, уровень боковых лепестков, огибающая, ширина спектра. Спектральная плотность мощности и спектральная плотность энергии.

Основные важные функции в теории сигналов: дельта-функция Дирака, гармонический сигнал, постоянная функция, короткий произвольный импульс, сигма-функция Хэвисайда, их свойства, спектры.

Синфазная и квадратурная компоненты сигнала. Представление узкополосных сигналов на векторной диаграмме.

Корреляционные функции сигналов, интервал корреляции. Линейная независимость сигналов.

Раздел 2

Анализ и синтез резистивных цепей

Классификация электрических цепей и их элементов. Схемы цепей.

Резистивные цепи, синтез и анализ делителей, расчёт разветвлённых цепей, правила Кирхгофа.

Расчёт резистивных цепей при гармоническом воздействии.

Раздел 3

Линейные пассивные цепи

Линейные цепи с сосредоточенными параметрами. Частотные и временные характеристики линейных систем.

Классический метод анализа линейной цепи. Дифференцирующие цепи. Интегрирующие цепи. Импульсная характеристика. Анализ процессов в цепях методом интеграла наложения. Метод анализа процессов в частотной области. Фильтры и их классификация. Задачи синтеза фильтров. Анализ цепей с помощью преобразования Лапласа. Устойчивость цепей.

Четырехполюсники, их эквивалентные схемы. y, z, h, a-параметры. Соединения четырёхполюсников, их описание и применение.

Последовательный колебательный контур. Режимы работы, явление резонанса. Анализ колебательного контура. Добротность, полоса пропускания. Параллельный колебательный контур. Связанные контуры. Виды связей. Характеристики и параметры связанных контуров.

Раздел 4

Нелинейные элементы цепей

Общие свойства нелинейных элементов. Примеры их характеристик. Эквивалентная модель p-n-перехода, диода. Работа диода с нагрузкой. Варикап. Биполярный транзистор.

Параметры нелинейных элементов по постоянной и переменной компонентам. Аппроксимации ВАХ нелинейных элементов. Отклик квадратичного нелинейного элемента на гармоническое и бигармоническое воздействия.

Раздел 5

Четырехполюсники и фильтры. Длинные линии

Анализ четырехполюсников. Основные уравнения и системы эквивалентных параметров четырехполюсников. Физический смысл, основные свойства и методы определения первичных параметров. Связь между различными системами параметров. Схемы замещения четырехполюсников. Типы соединений четырёхполюсников, их свойства и примеры использования. Матрица передачи каскадного соединения.

Индуктивно связанные цепи. Согласное и встречное включение катушек.

Цепи с обратной связью. Обратная связь по току или напряжению. Положительная и отрицательная обратная связь. Коэффициент передачи цепи с обратной связью. Влияние обратной связи свойства схемы. Условия самовозбуждения колебаний в схеме с обратной связью: баланс амплитуд и фаз.

Цепи с распределенными параметрами. Телеграфные уравнения. Бегущие волны в длинной линии. Коэффициент отражения. Стоячие и смешанные волны. КСВ и КБВ. Машинный анализ частотных характеристик на ЭВМ.

Лабораторный практикум к разделам 1-5

Лабораторная работа № 1 «Исследование линейных резистивных цепей»

Лабораторная работа № 2 «Исследование свободных процессов в электрических цепях»

Лабораторная работа № 3 «Исследование переходных процессов в линейных цепях»

Лабораторная работа №4 «Исследование установившегося синусоидального режима в простых цепях»

Лабораторная работа № 5 «Исследование резонансных явлений в простых электрических цепях»

Лабораторная работа №6 «Исследование спектров простейших сигналов».

Лабораторная работа № 7 «Исследование линейных резистивных четырехполюсников»

Итоговое тестирование по разделам 1-5 проводится дистанционно на площадке DemidOnline в рамках курсов «Линейные электрические цепи (часть 1)» и «Линейные электрические цепи (часть 2)».

Раздел 6

***Сигналы с* амплитудной модуляцией**

1. Исходные положения
2 Сигналы с амплитудной модуляцией

Раздел 7

Сигналы с угловой модуляцией

1. Сигналы с фазовой модуляцией
2, Сигналя с частотной модуляцией.
3. Сравнение сигналов с фазовой и частотной модуляцией

4. Спектр сигналов с гармонической угловой модуляцией при $m << 1$.
5. Общее выражение для спектра сигналов с гармонической угловой модуляцией.

Раздел 8

Безынерционные нелинейные преобразования сигналов

1 Безынерционные нелинейные элементы. Характеристики и параметры

- Вольт-амперные характеристики безынерционных нелинейных элементов.
- Сопротивление нелинейного двухполюсника.
- Способы описания характеристик нелинейных элементов.
- Кусочно-линейная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
- Степенная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.

2. Спектральный состав тока в безынерционном нелинейном элементе при гармоническом внешнем воздействии

- Основной принцип решения задачи.
- Кусочно-линейная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
- Степенная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
- Нелинейные искажения в усилителе с резистивной нагрузкой.

3. Безынерционные нелинейные преобразования суммы двух гармонических сигналов

- Исходные положения
- Бигармоническое воздействие на нелинейный элемент со степенной характеристикой.

Раздел 9

Получение модулированных сигналов

1. Принцип работы амплитудного модулятора.
2. Аналитическое рассмотрение амплитудной модуляции.
3. Получение сигналов с угловой модуляцией. Схема Армстронга, схема модулятора ЧМ-сигналов с использованием варикапа.

Раздел 10

Детектирование модулированных сигналов

1. Принцип детектирования АМ-сигналов (на примере линейного коллекторного амплитудного детектора)
2. Квадратичное детектирование АМ-сигналов.
3. Диодный детектор АМ-сигналов.
4. Детектирование сигналов с фазовой модуляцией.
5. Детектирование сигналов с частотной модуляцией.

Раздел 11

Преобразования сигналов в линейных параметрических цепях

1. Общие сведения.
2.. Прохождение сигналов через резистивные параметрические цепи
3. Реализация резистивных параметрических элементов;
4. Преобразование частоты (выражение для дифференциальной крутизны характеристики

смесителя, составляющие выходного тока преобразователя частоты, выражение для тока промежуточной частоты, схема смесителя).
5. Преобразование частоты в радиоприемных устройствах супергетеродинного типа: структурная схема и принцип действия супергетеродинного приемника.

Раздел 12
Генерация гармонических колебаний

1. Исходные положения.
2. Возбуждение и существование гармонических колебаний: схема, поясняющая компенсацию потерь; структурная схема, поясняющая принцип работы автогенератора; условия баланса амплитуд и баланса фаз.
3. Анализ *LC*-автогенератора

- Исходные положения: принципиальная схема и принцип действия автогенератора с трансформаторной связью;
- Самовозбуждение простейшего автогенератора: дифференциальные уравнения, описывающие работу автогенератора; - условие существования незатухающих гармонических колебаний;
- Амплитуда и частота автоколебаний в стационарном режиме.

Лабораторный практикум к разделам 6-12

*Лабораторная работа № 8 «*Амплитудная модуляция*»*
*Лабораторная работа № 9 «*Детектирование АМ колебаний*»*
*Лабораторная работа № 10 «*Преобразование частоты*»*
*Лабораторная работа № 11 «*Исследование частотного модулятора*»*
*Лабораторная работа № 12 «*Исследование детектора ЧМ колебаний*»*
*Лабораторная работа № 13 «*Исследование *LC* автогенератора*»*
*Лабораторная работа № 14 «*Исследование *RC* автогенератора*»*

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 экзамена, 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 окончанию 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.

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

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- материалы онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова DemidOnline по ссылке: https://demidonline.uniyar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.1x+2020/about
- 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
- материалы курса «Электроника и схемотехника», размещённого в LMS Moodle ЯрГУ,
- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – Acdmc 021-10232 Microsoft Open License № программы Microsoft Office (Microsoft Office Std 2013 OfficeSTD 2013 RUS OLP NL 0005279522 Лицензионый договор №Л - 1703 от 10/12/2013; акт №1647 от 26/12/2013);
- 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. Нефедов В. И. Основы радиоэлектроники и связи: учебник для вузов. / В. И.Нефедов; М-во образования РФ - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2002. - 510 с.
2. Артемова Т. К. 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. Электронный вариант: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100745.pdf
3. Артемова Т. К. Основы радиоэлектроники: Учебное пособие для вузов / Т. К. Артемова, К. С. Артемов, В. И. Ярмоленко; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова - Ярославль: ЯрГУ, 2002. - 158с. Электронный вариант: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20020781.pdf
4. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие для вузов. / С. И. Баскаков; М-во образования РФ - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2003. - 462 с.

б) дополнительная литература:

1. Каганов В. И. Основы радиоэлектроники и связи: учеб. пособие для вузов. / В. И. Каганов, В. К. Битюгов; М-во образования и науки РФ - М.: Горячая линия-Телеком, 2007. - 542 с.
2. Иванов М. Т. Теоретические основы радиотехники: Учеб.пособие. / М.Т. Иванов, А.Б. Сергиенко, В.Н. Ушаков; Мин. образов. РФ. - М.: Высш. шк., 2002. – 305 с.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Материалы онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) по ссылке: https://demidonline.uniyar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.1x+2020/about
2. 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
3. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
4. Калькулятор цветовой маркировки резисторов https://www.chipdip.ru/info/rescalc
5. 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 курсов «Линейные электрические цепи (часть 1)» и «Линейные электрические цепи (часть 2)», размещённых 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 инфокоммуникаций и радиофизики, к.ф.-м.н.	Т.К. Артёмова
должность, ученая степень	*И.О. Фамилия*
Доцент кафедры инфокоммуникаций и радиофизики, к.ф.-м.н.	А.С. Гвоздарев
должность, ученая степень	*И.О. Фамилия*
Профессор кафедры инфокоммуникаций и радиофизики, д.т.н.	Ю.А. Брюханов
должность, ученая степень	*И.О. Фамилия*
Доцент кафедры инфокоммуникаций и радиофизики, к.т.н.	М.А. Дубов
должность, ученая степень	*И.О. Фамилия*

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины «Радиоэлектроника»

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)

Задания по теме № 1 «Спектральные и корреляционные свойства сигналов электрических цепей» – Домашнее задание №1 (42 балла)

Решить задачи 1.1 – 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 литературы.

Задания по теме № 2 «Анализ и синтез резистивных цепей на постоянном токе и при гармоническом воздействии» – Домашнее задание №2 (42 балла)

Решить задачи 4.1 – 4.12 из раздела №4 и задачи 5.2, 5.3 из раздела №5 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 литературы.

Задания по теме № 3 «Линейные пассивные цепи и методы их анализа» – Домашнее задание №3 (48 баллов)

Решить задачи 5.1, 5.4 – 5.8 из раздела №5 и задачи 6.1 – 6.10 из раздела №6 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 литературы.

Задания по теме № 4 «Нелинейные элементы и цепи» – Домашнее задание №4 (39 баллов)

Решить задачи 7.1 – 7.13 из раздела №7 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 литературы.

Задания по теме № 5 «Четырёхполюсники и фильтры. Длинные линии» – Домашнее задание №5 (18 баллов)

Решить задачи 8.1 – 8.6 из раздела №8 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 литературы.

Примерные задания для контрольной работы №1

№1. (12 баллов) Для представленного контура методом уравнений Кирхгофа: *1) составить систему уравнений, 2) найти все токи, 3) все напряжения, 4) проверить баланс мощности.*

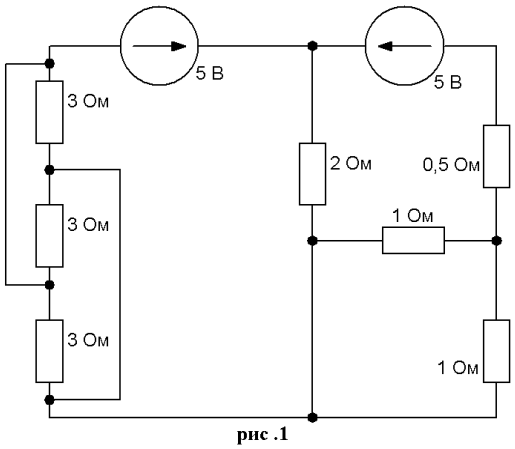


рис .1

№2. **(66 баллов)** Для представленной цепочки найти: *1)* $\dot{Z}вх$, *2)* $\dot{Z}вых$, *3)* $\dot{K}_u(j\omega)$, *4)* $A(\omega)$, *5)* $\varphi(\omega)$, *6)* $\max\{A(\omega)\}$, *7)* $\omega_{гр}$, *8) тип фильтра (обосновать), 9)* $\Delta\omega$, *10)* $A(\omega_{гр})$, *11)* $\varphi(\omega_{гр})$, *12)* τ, *13)* $\tau_{п.пр}$, *14) правила коммутации, 15) составить ДУ, 16) начальные условия (зависимые и независимые), 17) порядок цепи (по ДУ), 18) график АЧХ, 19) график ФЧХ, 20)* $H(p)$, *21) составить ОУ, 22) проверить на устойчивость.*

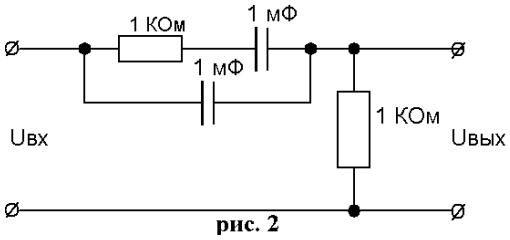
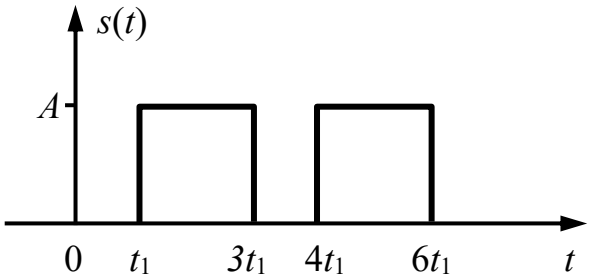


рис. 2

№3. (12 баллов) Дан НЭ с началом характеристики 3,1 В и крутизной характеристики 0,2 мСм. На него воздействует сигнал $u(t) = 1 + 2Cos(2\pi 10^4 t)$ В. Найти: *1) угол отсечки, 2) количество компонент в спектре выходного тока, 3) амплитуду первой гармоники тока, 4) какая крутизна ВАХ НЭ обеспечит амплитуду первой гармоники выходного сигнала в 50 мА.*

№4. *(15 баллов)* Для сигнала, изображённого на рисунке 3, найти: *1) спектр, 2) амплитудный спектр, 3) фазовый спектр, 4) постоянную составляющую, 5) нули спектра.*



Критерии оценивания задач
в рамках выполнения домашних работ №1-5 и контрольной работы №1

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.

Вопросы для коллоквиума по темам 6-9

1. Сигналы с амплитудной модуляцией
2. Сигналы с фазовой модуляцией
3. Сигналя с частотной модуляцией. Сравнение сигналов с фазовой и частотной модуляцией.
4. Спектр сигналов с гармонической угловой модуляцией при $m \ll 1$. Общее выражение для спектра сигналов с гармонической угловой модуляцией.
5. Безынерционные нелинейные элементы. Характеристики и параметры:
   - Вольт-амперные характеристики безынерционных нелинейных элементов.
   - Сопротивление нелинейного двухполюсника.
   - Способы описания характеристик нелинейных элементов.
   - Кусочно-линейная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
   - Степенная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.

6. Спектральный состав тока в безынерционном нелинейном элементе при гармоническом

внешнем воздействии:

- Основной принцип решения задачи.
- Кусочно-линейная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
- Степенная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
- Нелинейные искажения в усилителе с резистивной нагрузкой.

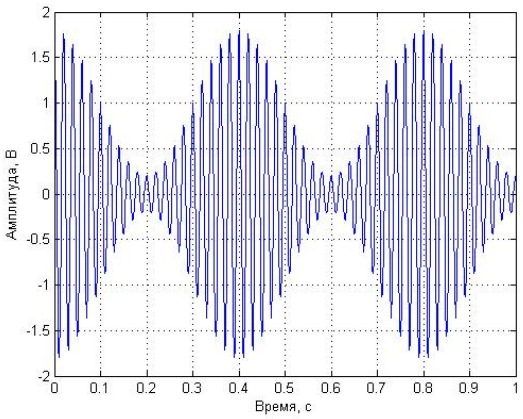
7. Безынерционные нелинейные преобразования суммы двух гармонических сигналов

Критерии оценивания ответов на вопросы коллоквиума

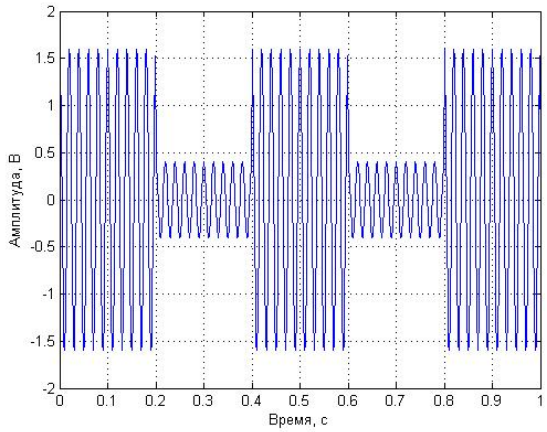
Критерий	**Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)**	**Продвинутый уровень (на «хорошо»)**	**Высокий уровень (на «отлично»)**
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (*не относящееся к вопросу не подлежит проверке*)	Полное	Полное
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть 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	Исчерпываю-щий полный ответ

Контрольная работа №2 (30 баллов)

1. На рисунке приведена осциллограмма классического АМ-сигнала. Запишите формулу, описывающую данный сигнал. Изобразите в частотной области спектр модулированного колебания. Какова ширина этого спектра?



2. На рисунке приведена осциллограмма классического АМ-сигнала. Запишите формулу, описывающую данный сигнал. Изобразите в частотной области спектр модулированного колебания. Какова ширина этого спектра?



3. У вас есть идеальный преобразователь частоты. Можно ли с помощью него получить балансную модуляцию (АМ с подавленной несущей)? Поясните ответ в спектральной области.
4. Дан сигнал с однополосной АМ, частота несущей 100 кГц. В качестве модулирующего колебания используется чистый тон 1 кГц. Изобразите осциллограмму и спектр такого сигнала. Можно ли с помощью обычного диодного детектора демодулировать такой сигнал? Что получится на его выходе?
5. При аналоговых преобразованиях радиосигналов часто используются термины «режим сильного сигнала» и «режим слабого сигнала». Что они означают?
6. Частота радиосигнала 144 МГц. Вы проектируете супергетеродинный приемник и у вас есть фильтр на стандартную промежуточную частоту 10,7 МГц. Какую частоту гетеродина нужно выбрать в таком случае?
7. Почему супергетеродинный приемник с несколькими преобразованиями частоты считают лучшим аналоговым решением в задаче приема узкополосных радиосигналов?
8. Почему синхронный детектор является универсальным детектором АМ-сигналов?
9. Какова роль напряжения смещения в транзисторном усилителе радиосигналов?
10. Какова роль колебательного контура в коллекторной цепи транзисторного усилителя/модулятора/преобразователя частоты?

Критерии оценивания контрольной работы №2

Совпадают с критериями оценивания контрольной работы №1 (см. выше)

Лабораторные работы к разделам 1-5

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

Примеры вопросов к защите лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 «Исследование спектров простейших сигналов»

1. В чём состоит особенность описания периодических сигналов?
2. Что такое спектр?
3. Приведите три формы записи спектрального разложения для периодических сигналов.
4. Что понимается под отрицательными частотами в спектре сигналов?
5. Какова размерность спектра периодических сигналов?
6. Чем отличается спектр непериодического сигнала от спектра периодического?

7. Перечислите свойства спектров.
8. Необходим ли анализ фазового спектра сигналов в дополнение к амплитудному?
9. Чему равно расстояние между спектральными составляющими в спектре периодического сигнала?
10. Изобразите амплитудную и фазовую спектральные диаграммы одиночного прямоугольного импульса заданной амплитуды и длительности.
11. В какой полосе частот заключена основная доля энергии прямоугольного импульса?
12. Если при обработке сигнала изменяется его спектр, какие изменения в форме это влечёт?
13. За какие элементы формы отвечают НЧ, ВЧ, СЧ в спектре сигнала?
14. Как преобразуется спектр сигнала при прохождении разделительной цепи?
15. Каков физический смысл постоянной составляющей в спектре сигнала?

Лабораторная работа № 2 «Исследование линейных резистивных цепей»

1. Какие функциональные роли могут выполнять линейные резистивные цепи?
2. Каково сопротивление цепи в режиме холостого хода на выходе (покажите на примере)?
3. Каково сопротивление той же цепи в режиме короткого замыкания на выходе (покажите на примере)?

Лабораторная работа № 3 «Исследование свободных процессов в электрических цепях»

1. Какие процессы в цепях являются свободными?
2. Чем они отличаются от вынужденных?
3. Какую информацию можно получить по свободным процессам в цепи?
4. Получите уравнения, описывающие дифференцирующую и интегрирующую цепи.
5. Что такое постоянная времени цепи?
6. При каких значениях постоянной времени соотношение между составляющими в спектре обработанного цепью сигнала отличается от исходного?
7. Что такое коммутация?
8. Дайте определение и приведите пример корректных и некорректных коммутаций.
9. Сформулируйте принцип непрерывности потокосцепления и электрического заряда.
10. Как формулируются законы коммутации?
11. В чем их физический смысл?
12. Назовите основные методы анализа электрических цепей.
13. Укажите их основные достоинства и недостатки.
14. Из каких компонент состоит реакция цепи на произвольное входное воздействие?
15. Дайте определение свободным процессам на выходе электрической цепи.
16. Как определяется порядок цепи?
17. Дайте определение и приведите пример индуктивного сечения и емкостного контура.
18. Что является причиной возникновения колебаний при переходных процессах в электрических цепях второго порядка?
19. Как определяется порядок дифференциального уравнения, описывающего переходный процесс?
20. Как связаны между собой компоненты реакции цепи на произвольное входное воздействие и составляющие решения дифференциального уравнения данной цепи?
21. Какие корни характеристического уравнения возможны в цепи второго порядка, как они связаны с видом переходного процесса?
22. Укажите режимы работы электрических цепей второго порядка.

23. Как они связаны с корнями характеристического полинома для этих цепей?
24. Как они связаны с добротностью системы?
25. Какое сопротивление называется критическим, как оно вычисляется?
26. Что такое декремент затухания, как его определить и от чего он зависит?
27. Какими будут колебания в цепи второго порядка при сопротивлении контура равном нулю?
28. Дайте определение добротности колебательной системы.
29. Из каких компонент состоит реакция цепи на произвольное входное воздействие?
30. Дайте определение свободным процессам на выходе электрической цепи.
31. Дайте определение вынужденным процессам на выходе электрической цепи.
32. Как связаны между собой компоненты реакции цепи на произвольное входное воздействие и составляющие решения дифференциального уравнения данной цепи?
33. Какие корни характеристического уравнения возможны в цепи второго порядка, как они связаны с видом переходного процесса?
34. Чем определяется свободная составляющая реакции цепи на произвольное входное воздействие?
35. Сформулируйте критерий устойчивости линейной цепи с постоянными сосредоточенными параметрами.
36. В чем его физический смысл?
37. Укажите режимы работы электрических цепей второго порядка.
38. Как по осциллограмме определить постоянную затухания цепи и частоту квазиколебаний переходных процессов для цепей второго порядка?

Лабораторная работа № 4 «Исследование переходных процессов в линейных цепях»

1. Какую функциональную роль выполняет LR-цепь с малой постоянной времени?
2. Напишите, как связаны друг с другом спектры входного и выходного сигналов для цепи, выполняющей дифференцирование.
3. Дайте определение переходной характеристики.
4. Как связаны импульсная характеристики и операторная передаточная функция?
5. Какими схемами осуществляется дифференцирование сигналов? Интегрирование сигналов?
6. Опишите, как происходит интегрирование/дифференцирование сигнала в этих схемах.
7. Чем определяется скорость интегрирования? Скорость дифференцирования?
8. Подтвердились ли эти зависимости Вашими результатами эксперимента?
9. Изобразите переходные характеристики ДЦ и ИЦ, объясните, как их вид зависит от постоянной времени.
10. Каков вид переходной характеристики RC, CR, RL, LR-цепей, если цепь является разделительной?
11. Каково назначение разделительной цепи?
12. Приведите примеры использования ДЦ, ИЦ, разделительной цепи.
13. Встречаются ли на практике паразитные ДЦ и ИЦ? В чем их вредность?
14. Можно ли ДЦ превратить в ИЦ? Объясните свое мнение.
15. Какова методика экспериментального определения переходной характеристики цепи?

Лабораторная работа №5 «Исследование установившегося синусоидального режима в простых цепях»

1. Почему важно знать время и характер установления режима в цепи?
2. Если на выходе линейной цепи установился синусоидальный режим, то каков сигнал на входе?
3. Что такое частотный коэффициент передачи цепи, АЧХ, ФЧХ?

4. Получите выражение для КП, АЧХ, ФЧХ, RC, CR, RL, LR цепей и изобразите примерные графики.
5. Сформулируйте критерий идеальности цепи как фильтра.
6. Что такое полоса пропускания цепи? Как и почему именно так ее определяют?
7. Как определить постоянную времени цепи по переходной характеристике? По АЧХ? По ФЧХ?
8. Как изменяется вид АЧХ и ФЧХ ДЦ и ИЦ с изменением постоянной времени?
9. Какова методика экспериментального определения ФЧХ цепи?
10. Какова методика экспериментального определения АЧХ цепи?
11. Что такое ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ? Приведите примеры цепей, являющихся этими фильтрами.

Лабораторная работа № 6 «Исследование резонансных явлений в простых электрических цепях»

1. Запишите выражение для экспериментального определения добротности колебательного контура.
2. Запишите выражение для резонансной частоты колебательного контура, если выходной элемент его - конденсатор.
3. Опишите превращения энергии в колебательном контуре.
4. Что такое резонанс?
5. Является ли колебательный контур линейной цепью? Почему?
6. Каков и почему вид сигнала на выходе колебательного контура?
7. Какими могут быть колебательные контуры?
8. Каково применение колебательных контуров? Приведите примеры.
9. На какой частоте происходит резонанс в колебательном контуре? От чего это зависит?
10. Что такое расстройка, относительная расстройка?
11. Чем определяется затухание колебаний в контуре?
12. Какова методика экспериментального определения АЧХ контура?
13. Какова методика экспериментального определения ФЧХ контура?
14. Как зависит вид АЧХ и ФЧХ от параметров контура?
15. Как и почему определяется полоса пропускания контура?
16. Что такое добротность контура?
17. Какую добротность вы считаете «хорошей»? можно ли построить контур одновременно высокодобротный и с достаточно широкой полосой? Почему?
18. Какими способами можно определить экспериментально добротность контура?
19. Что такое характеристическое сопротивление?
20. Назовите по меньшей мере 5 отличий в характеристиках последовательного и параллельного контуров.
21. Постройте график зависимости реактивного сопротивления последовательного и параллельного контура от частоты и определите его характер (емкостный, индуктивный) на НЧ и ВЧ (относительно частоты его собственных колебаний)
22. Как соотносятся резонансные частоты в последовательном КК при снятии выходного сигнала с различных элементов контура?
23. Каково значение импеданса последовательного и параллельного КК при резонансе?
24. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений в последовательном контуре при резонансе.
25. Чем отличается резонанс токов от резонанса напряжений?
26. Для чего связывают контуры?
27. Как можно осуществить связь между контурами? Приведите примеры.
28. Каков вид АЧХ связанных контуров? Чем он отличается от АЧХ одиночного контура?

29. Что такое коэффициент связи? Чем он определяется?
30. Что такое сильная связь? Слабая связь?
31. При двугорбой АЧХ связанных контуров какой из «горбов» выше? Почему?
32. Как отличаются резонансные частоты от частоты собственных колебаний одиночного контура в случае если контуры одинаковы? Отличны?
33. Объясните энергетику процессов в связанных контурах.
34. Может ли полоса пропускания фильтра быть неодносвязной? Если да, то где такое можно использовать? Если нет, то почему?

Лабораторная работа № 7 «Исследование линейных резистивных четырехполюсников»

1. Что такое четырехполюсник?
2. Что такое частотный КП, АЧХ, ФЧХ? Какова связь между ними?
3. Какие искажения вносит четырехполюсник в обрабатываемый сигнал?
4. Что такое переходная и импульсная характеристики?
5. Как и почему они связаны друг с другом?
6. Почему они важны при описании четырехполюсника?
7. Какими параметрами характеризуется вид ПХ? Что влияет на формирование подобного импульса?
8. Каковы ФЧХ, АЧХ, ПХ идеального фильтра, не искажающего сигнал?
9. Какими способами можно определить реакцию цепи на воздействие?
10. Как связаны АЧХ и ИХ цепи?
11. Опишите методы получения частотных и временных характеристик четырёхполюсника.
12. Какие существуют способы матричного описания линейной цепи? Сколько их существует? Почему?
13. Запишите систему для определения z-параметров и объясните их физический смысл.
14. Как организовать режимы короткого замыкания и холостого хода? Какие параметры измеряются в режиме КЗ, а какие в режиме ХХ?
15. Объясните физический смысл Z, Y, H, A-параметров.
16. В каких случаях используют Z, Y, H, A параметры?
17. Какими способами можно соединять четырехполюсники?
18. Какова методика экспериментального определения y-параметров?
19. Какова методика экспериментального определения z-параметров?
20. Как и почему определяется полоса пропускания цепи?
21. Почему линейный активный четырехполюсник на средних частотах можно вместо частотного коэффициента передачи характеризовать коэффициентом усиления?
22. Дайте определение следующим видам четырехполюсников: активные/пассивные; линейные/нелинейные; взаимные/невзаимные; автономные/неавтономные; симметричные/несимметричные; уравновешенные/неуравновешенные/предельно уравновешенные.
23. Является ли активный четырехполюсник взаимным?

Лабораторные работы к разделам 6-12

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

Примеры вопросов к защите лабораторных работ

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

1. Что такое амплитудная модуляция? Запишите аналитическое выражение АМ сигнала.
2. Какая форма ВАХ нелинейного элемента является наилучшей для получения АМ сигналов?
3. Что такое глубина модуляции?
4. Как измерить глубину модуляции по временной диаграмме АМ сигнала или по спектру?
5. Как связаны между собой ширина спектра модулирующего и ширина спектра модулированного сигнала при АМ?
6. Как распределяется мощность между составляющими АМ сигнала?
7. Изобразите простейшую схему амплитудного модулятора.
8. Какова роль нагрузки амплитудного модулятора?
9. Что такое статическая модуляционная характеристика? Как по статической модуляционной характеристике выбрать режим работы модулятора?
10. Как по статической модуляционной характеристике определить максимальную девиацию амплитуды? Максимальную глубину модуляции?
11. Изобразите спектр сложного АМ сигнала, в котором модулирующий сигнал состоит из первых трех гармоник частоты 1 кГц.
12. Изобразите векторные диаграммы для сигналов обычной АМ, балансной АМ, однополосной АМ.
13. Дайте определение балансной модуляции (БМ). Изобразите временную и спектральную диаграммы БМ сигнала с тональной модуляцией.
14. Изобразите простейшую схему балансного модулятора.
15. Дайте определение однополосной модуляции. Изобразите временную и спектральную диаграммы сигнала однополосной модуляции при модуляции одним гармоническим колебанием.
16. Изобразите схему для получения однополосной модуляции.

*Лабораторная работа № 7 «*Детектирование АМ колебаний*»*

1. Что такое детектирование? Поясните процесс детектирования АМ сигнала, пользуясь временными и спектральными представлениями.
2. Изобразите схему коллекторного детектора на транзисторе.
3. Какова характеристика детектирования диодного детектора при подаче слабых сигналов?
4. Каковы условия линейного детектирования в схеме диодного детектора?
5. Изобразите схему диодного детектора. Поясните работу диодного детектора соответствующими временными диаграммами.
6. С каким углом отсечки работает диод в схеме диодного детектора? От чего зависит величина этого угла?
7. Из каких условий выбирается постоянная времени нагрузки при детектировании АМ сигналов?
8. Можно ли детектировать диодным детектором:
    - АМ колебания при т> 1;
    - АМ колебания с подавленной несущей;
    - колебания с однополосной модуляцией?
9. Что такое синхронный детектор и в каких случаях он может быть использован?
10. Как детектировать колебания с полярной модуляцией?
11. Чем отличается диодный детектор от выпрямителя?
12. Как экспериментально получить форму тока, протекающего через диод в схеме детектора АМ колебаний?

*Лабораторная работа № 8 «*Преобразование частоты*»*

1. Какова роль полевого транзистора в схеме преобразователя частоты?
2. Какая форма ВАХ нелинейного элемента наиболее удобна для преобразования частоты?
3. Какова роль избирательной нагрузки в схеме преобразования частоты?
4. Какие требования предъявляются к нагрузке нелинейного элемента преобразователя частоты?
5. Изобразить схемы преобразователей частоты.
6. В каких устройствах и почему применяется преобразователь, транспонирующий (преобразующий) спектр сигнала?
7. Отличаются ли огибающие транспонированного и входного сигналов по форме?
8. Что такое характеристика преобразования преобразователя частоты? Как снять ее экспериментально?
9. Какую роль играют напряжение и частота гетеродина в процессе преобразования частоты?
10. Чем отличаются формы и спектры сигналов на входе и выходе преобразователя частоты?
11. Объясните происхождение «зеркальной» помехи при работе преобразователя частоты.

*Лабораторная работа № 9 «*Исследование частотного модулятора*»*

1. Дайте определение ЧМ-колебания. Приведите пример записи тонального ЧМ-колебания.
2. Опишите принцип действия частотного модулятора. Какие способы получения ЧМ-колебаний Вам известны?
3. Дайте определение статической модуляционной характеристики и поясните ее смысл.
4. Что такое угловая модуляция?
5. Как рассчитать спектр ЧМ-колебания?
6. Какое отношение имеют функции Бесселя к частотной модуляции?
7. Сколько спектральных линий надо учесть в практической ширине спектра ЧМ при Мчм = 4?
8. Назовите известные Вам области применения ЧМ сигналов.

*Лабораторная работа № 10 «*Исследование детектора ЧМ колебаний*»*

1. Как работает частотный детектор на расстроенном контуре?
2. Как работает дробный частотный детектор?
3. Какие характеристики ЧМ детектора влияют на качество восстановления информационного сигнала?

*Лабораторная работа № 11 «*Исследование *LC* автогенератора*»*

1. Изобразите обобщенную схему автогенератора.
2. Сформулируйте критерии устойчивости.
3. Что такое баланс фаз и баланс амплитуд на примере изучаемой цепи?
4. Какие колебания дают начало процессу самовозбуждения?
5. Какова роль усилительного элемента в схеме автогенератора?
6. Какова роль обратной связи?
7. Какова роль нелинейного элемента?
8. От чего зависит частота генерации?
9. От чего зависит форма колебаний?
10. В чем суть квазилинейного метода?
11. Как получить зависимость Sср от амплитуды?

12. Перечислите особенности «мягкого» режима.
13. Перечислите особенности «жесткого» режима.
14. Поясните принцип действия автоматического смещения.
15. Что такое колебательная характеристика?
16. Изобразите схему трехточечного автогенератора.

*Лабораторная работа № 12 «*Исследование *RC* автогенератора*»*

1. Нарисовать схему RC генератора с фазобалансной цепью.
2. Объяснить назначение фазобалансной цепи. Изобразите ее АЧХ и ФЧХ.
3. Записать условие самовозбуждения.
4. Как определить частоту генерируемых колебаний?
5. От чего зависит форма генерируемых колебаний?
6. В чем идея работы АРУ?
7. Можно ли построить RC генератор на одном транзисторе?
8. Как с помощью осциллографа наблюдать процессы самовозбуждения и стационарный режим генератора?
9. Как получить релаксационные колебания? Почему частота таких колебаний (в изучаемой схеме) весьма нестабильна?
10. Что такое фазовый портрет автогенератора и как его получить на практике?

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 выход в режимы, не описываемые моделью	Соблюдена, однако выясняется, что студент не понимает, почему именно предписанные действия следует предпринимать	Соблюдена полностью и осмысленно
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	В объяснениях есть гипотезы и аргументы в их пользу, однако не продемонстрировано	Объяснения проводятся с отсылками к наименованиям и формулировкам законов,

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
	с теорией (если требовалось) не объяснены	уверенное владение методологией и терминологией в данной области	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 путём собеседования по отчёту о лабораторной работе. По нему проверяются знания теоретических основ, 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 по темам 1-5

(тесты проводятся в онлайн-курсах «Линейные электрические цепи (Часть 1)» и «Линейные электрические цепи (Часть 2)» на платформе DemidOnline)

Курсы содержит 6 модулей, каждый из которых оканчиваются тестом. 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, курсы включают в себя итоговые тесты, обобщающие материал всех 6 модулей. 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-курсах «Линейные электрические цепи (Часть 1)» и «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 «неудовлетворительно».

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

Список вопросов к зачёту

Вопрос 1 (по темам 1-5)

1. Классификация р/т цепей и их элементов. Схемы цепей.
2. Резистивные цепи, синтез и анализ делителей, расчёт разветвлённых цепей.
3. Основные теоремы теории цепей и их применение к расчёту резистивной цепи: правила Кирхгофа, метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод эквивалентного источника.
4. Сигналы в электрических цепях. Среднее, средневыпрямленное, среднеквадратическое значения, средняя мощность сигнала. Баланс мощности в резистивной цепи по постоянному току.
5. Описание гармонических сигналов. Действующее значение, комплексная амплитуда. Представление узкополосных сигналов на векторной диаграмме. Расчёт резистивных цепей при гармоническом воздействии.
6. Энергетические соотношения в простейших цепях при гармоническом воздействии.
7. Согласование источника энергии с нагрузкой. Согласованная нагрузка. Модели источников.
8. Простейшие линейные элементы. Связь между током и напряжением для них, выражения для запасаемой или преобразуемой энергии.
9. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость двухполюсников. Импедансы простейших линейных элементов. Характер импеданса.
10. Временные и векторные диаграммы для тока, напряжения, мощности и энергии на простейших линейных элементах.
11. Описание четырёхполюсников. Входной и выходной импедансы и проводимости. Векторная диаграмма токов и напряжений в цепи (на примере).
12. Комплексный частотный коэффициент передачи цепи. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики электрических цепей. Формы представления АЧХ, в том числе логарифмические АЧХ. Комплексный коэффициент передачи, АЧХ и ФЧХ простейших *RC*- и *RL*- фильтров.
13. Электрические фильтры. Фильтры низких частот, верхних частот, полосовые и режекторные фильтры. Идеальный фильтр. Полоса пропускания, полоса подавления. Формулировка задач синтеза фильтров.
14. Характеристика методов анализа линейных электрических цепей.
15. Основные важные функции в теории сигналов: дельта-функция Дирака, гармонический сигнал, постоянная функция, сигма-функция Хэвисайда, их свойства. Временные характеристики цепей – ИХ и ПХ.
16. Порядок цепи. Классический метод анализа линейной цепи. Переходные процессы в дифференцирующих, интегрирующих цепях и колебательном контуре. Постоянная времени цепи. Длительность переходных процессов. Влияние потерь на характер свободного процесса.
17. Анализ процессов в цепях методом интеграла наложения (2 формы).
18. Метод анализа процессов в частотной области. Фильтры и их классификация с примерами. Задачи синтеза фильтров.
19. Анализ цепей с помощью преобразования Лапласа. Устойчивость цепей.
20. Четырехполюсники, их эквивалентные схемы. *y*, *z*, *h, a*-параметры. Соединения четырёхполюсников, их описание и применение.
21. Последовательный колебательный контур. Режимы работы, явление резонанса. Анализ последовательного колебательного контура: входной импеданс, частотные характеристики, характеристическое сопротивление, добротность, полоса пропускания, резонансная частота.

22. Параллельный колебательный контур. Связанные контуры. Виды связей. Характеристики и параметры связанных контуров.
23. Системы эквивалентных параметров четырехполюсников: z, y, h, a. Физический смысл и методы определения этих параметров. Связь между различными системами параметров. Схемы замещения четырехполюсников в этих параметрах.
24. Типы соединений четырёхполюсников, их свойства и примеры использования. Матрица передачи каскадного соединения.
25. Цепи с обратной связью. Обратная связь по току или напряжению. Положительная и отрицательная обратная связь. Коэффициент передачи цепи с обратной связью. Влияние обратной связи на входное и выходное сопротивления схемы. Условия самовозбуждения колебаний в схеме с обратной связью: баланс амплитуд и фаз.
26. Параметры нелинейных резистора, конденсатора, катушки по постоянной и переменной компонентам сигнала. Управление параметрами нелинейных элементов. Эквивалентная модель варикапа и диода.
27. Работа диода с нагрузкой. Варикап, примеры его использования. Биполярный транзистор, его возможности.
28. Аппроксимации ВАХ нелинейных элементов: степенная, квадратичная, кусочно-линейная, примеры их использования. Отклик элемента с кусочно-линейной аппроксимацией ВАХ на гармоническое воздействие.
29. Отклик квадратичного нелинейного элемента на гармоническое и бигармоническое воздействия.
30. Распределенные системы. Направленные системы и процессы в них. Линии с ТЕМ-волной. Двухпроводная линия, коаксиальный кабель. Модель отрезка двухпроводной линии. Телеграфные уравнения.
31. Волновые уравнения. Решения волновых уравнений. Бегущие и стоячие волны в линии. Коэффициент стоячей волны, коэффициент отражения, сопротивление участка линии в разных режимах. Понятие волновода, резонатора. Применение отрезков линий.
32. Классификация сигналов.
33. Представление сигналов в различных метрических пространствах. Разложение функций в ортогональные ряды по базисным функциям пространства сигналов. Обобщенный ряд Фурье, равенство Парсеваля, неравенство Бесселя.
34. Спектры периодических и непериодических сигналов.
35. Свойства спектров.
36. Спектр прямоугольного импульса. Спектр пачки импульсов.
37. Математические модели детерминированных сигналов. Их спектры.
38. 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.
39. 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.
40. Корреляционные свойства детерминированных сигналов. АКФ, ВКФ, интервал корреляции. Ортогональность сигналов.
41. Скалярное произведение и расстояние между сигналами. Норма сигнала. Их физический смысл.
42. Согласное и встречное соединение катушек индуктивности. Метод развязывания катушек в индуктивно-связанных цепях.
43. Связь матричных параметров четырёхполюсников друг с другом.

44. 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.
45. Измерения спектра. Порядок действий. Выбор аппаратуры.
46. Особенности измерения спектра с помощью цифровых приборов.
47. Измерение функций авто- и взаимной корреляции сигналов, скалярного произведения сигналов.
48. Измерение частотных характеристик цепи.
49. Измерение временных характеристик цепи.
50. Измерение амплитудной характеристики четырёхполюсника.
51. Измерение эквивалентных параметров четырёхполюсников.
52. Определение параметров аналитической модели сигнала по его осциллограмме.
53. Определение параметров быстродействия цепи по измеренным характеристикам.
54. Определение параметров частотной модели цепи по измеренным характеристикам.

Вопрос 2 (по темам 6-12)

1. Сигналы с амплитудной модуляцией
2. Сигналы с фазовой модуляцией
3, Сигналя с частотной модуляцией. Сравнение сигналов с фазовой и частотной модуляцией.
4. Спектр сигналов с гармонической угловой модуляцией при $m \ll 1$. Общее выражение для спектра сигналов с гармонической угловой модуляцией.
5. Безынерционные нелинейные элементы. Характеристики и параметры:
   - Вольт-амперные характеристики безынерционных нелинейных элементов.
   - Сопротивление нелинейного двухполюсника.
   - Способы описания характеристик нелинейных элементов.
   - Кусочно-линейная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
   - Степенная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
6. Спектральный состав тока в безынерционном нелинейном элементе при гармоническом внешнем воздействии:
   - Основной принцип решения задачи.
   - Кусочно-линейная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
   - Степенная аппроксимация вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
   - Нелинейные искажения в усилителе с резистивной нагрузкой.
7. Безынерционные нелинейные преобразования суммы двух гармонических сигналов
8. Получение модулированных сигналов:
   - Принцип работы амплитудного модулятора.
   - Аналитическое рассмотрение амплитудной модуляции.
   - Получение сигналов с угловой модуляцией. Схема Армстронга, схема модулятора ЧМ-сигналов с использованием варикапа.
9. Детектирование модулированных сигналов
   - Принцип детектирования АМ-сигналов (на примере линейного коллекторного амплитудного детектора)
   - Квадратичное детектирование АМ-сигналов.
   - Диодный детектор АМ-сигналов.
   - Детектирование сигналов с фазовой модуляцией.
   - Детектирование сигналов с частотной модуляцией.
10. Преобразования сигналов в линейных параметрических цепях

- Прохождение сигналов через резистивные параметрические цепи
- Реализация резистивных параметрических элементов;
- Преобразование частоты (выражение для дифференциальной крутизны характеристики смесителя, составляющие выходного тока преобразователя частоты, выражение для тока промежуточной частоты, схема смесителя).
- Преобразование частоты в радиоприемных устройствах супергетеродинного типа: структурная схема и принцип действия супергетеродинного приемника.

11. Возбуждение и существование гармонических колебаний: схема, поясняющая компенсацию потерь; структурная схема, поясняющая принцип работы автогенератора; условия баланса амплитуд и баланса фаз.

12. Анализ *LC*-автогенератора
- Принципиальная схема и принцип действия автогенератора с трансформаторной связью.
- Самовозбуждение простейшего автогенератора: дифференциальные уравнения, описывающие работу автогенератора;
- Условие существования незатухающих гармонических колебаний.
- Амплитуда и частота автоколебаний в стационарном режиме.

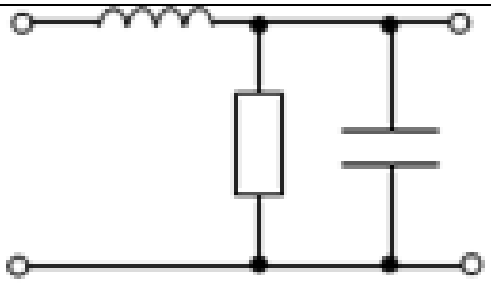
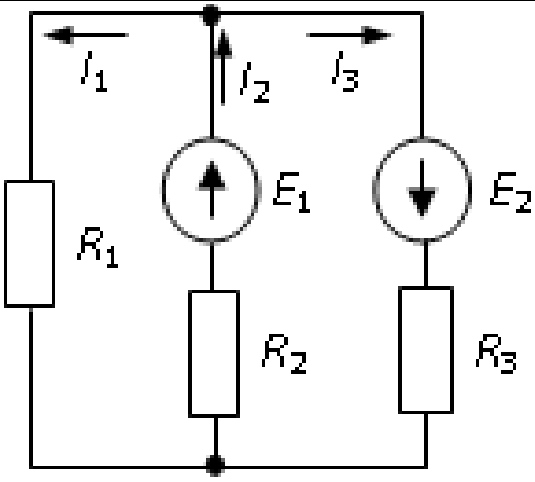
Критерии оценивания ответов на вопросы билета

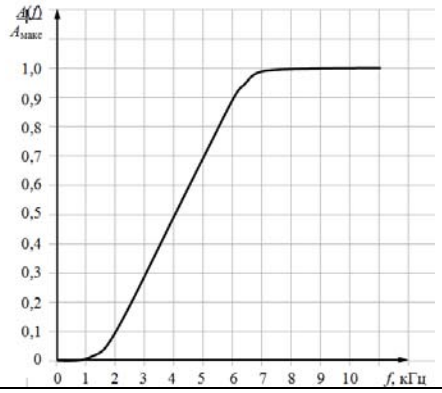
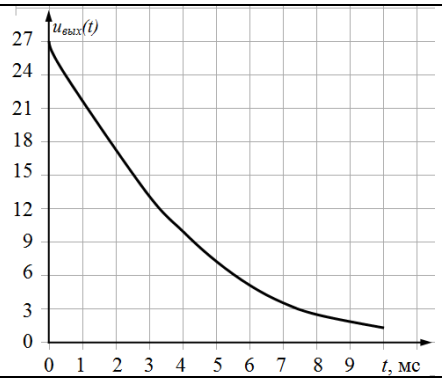
Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (*не относящееся к вопросу не подлежит проверке*)	Полное	Полное
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически 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	Исчерпываю-щий полный ответ

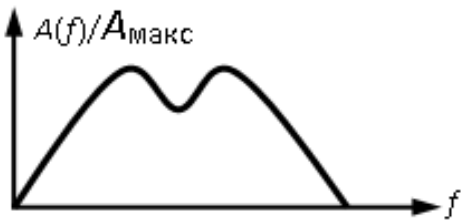
Примеры заданий для итогового тестового контроля по темам 1-5 в ЭУК «Теоретические основы электротехники» в Moodle ЯрГУ

В тесте 30 заданий (могут быть разбиты на части). Максимальный балл за правильный ответ составляет 1 балл. На каждый вопрос дается 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.

Указание: впишите в правом столбце под номером букву, соответствующую верному из ответов

1. Цепь на рисунке является а) активной, линейной, с сосредоточенными параметрами б) пассивной, линейной, с распределёнными параметрами в) пассивной, линейной, с сосредоточенными параметрами г) активной, нелинейной, с распределёнными параметрами		1
2. Система электрического равновесия для цепи на рисунке а) $I_2 - I_1 - I_3 = 0$; $I_1R_1 + I_2R_2 = -E_1$; $I_2R_2 + I_3R_3 = E_1 - E_2$ б) $I_1 - I_2 + I_3 = 0$; $I_1R_1 + I_2R_2 = E_1$; $I_2R_2 + I_3R_3 = E_1 + E_2$ в) $-I_1 + I_2 - I_3 = 0$; $I_1R_1 + I_2R_2 = E_1$; $-I_2R_2 + I_3R_3 = E_1 - E_2$ г) $I_2 + I_1 + I_3 = 0$; $I_1R_1 + I_2R_2 = E_1$; $I_1R_1 - I_3R_3 = -E_1$		2
3. Номиналы элементов делителя напряжения с входным сопротивлением 1 кОм и одним из коэффициентов деления 1/5 а) $R_1 = 400$ Ом, $R_2 = 100$ Ом; б) $R_1 = 5$ кОм, $R_2 = 1250$ Ом; в) $R_1 = 4$ кОм, $R_2 = 5$ кОм; г) $R_1 = 800$ Ом, $R_2 = 200$ Ом		3
4. Формула, связывающая ток через конденсатор и напряжение на его выводах а) $i(t) = C\dfrac{du(t)}{dt}$; б) $i(t) = \dfrac{1}{C}\int_0^t u(t_1)dt_1$; в) $u(t) = C\dfrac{di(t)}{dt}$; г) $u(t) = C\int_0^t i(t_1)dt_1$		4
5. Ток через катушку по отношению к напряжению а) опережает его на π/2; б) отстаёт от него на π/2 в) опережает его на π/4; г) синфазен ему		5
6. Частотная зависимость и характер входного сопротивления RC-цепи а) $\dfrac{1}{i\omega C}$ ёмкостный; б) R активный; в) $R + \dfrac{i}{\omega C}$ индуктивный; г) $R - \dfrac{i}{\omega C}$ ёмкостный		6
7. Комплексный частотный коэффициент передачи LR-цепи а) $\dfrac{1}{1 + i\omega L/R}$; б) $\dfrac{i\omega L}{R + i\omega L}$; в) $i\omega\dfrac{R}{L} + 1$; г) $\dfrac{1}{1 + i\omega R/L}$		7
8. Цепь на рисунке – это фильтр а) ФНЧ б) ФВЧ в) ПФ г) заградительный		8

9. Граничная частота и полоса пропускания цепи на рисунке а) 4 кГц; $[4;+\infty)$ кГц б) 6 кГц; $[4;+\infty)$ кГц в) 5 кГц; $[5;+\infty)$ кГц г) 2 кГц; $[0;2]$ кГц		9
10. RC-цепь с большой постоянной времени а) разделяет предыдущую и последующую цепи б) усиливает входной сигнал в) дифференцирует входной сигнал г) интегрирует входной сигнал		10
11. Сопротивление нагрузки, обеспечивающее короткое замыкание источника а) $r_{ист}$ б) 50 Ом в) 0 г) ∞		11
12. С графиком на рисунке совпадает по форме переходная характеристика а) интегрирующей цепи б) колебательного контура \ в) дифференцирующей цепочки г) активной цепи 2-го порядка		12
13. Постоянная времени цепи, реакция которой на включение постоянного напряжения 27 В изображена на рисунке, приблизительно равна а) 0,5 мс б) 8 мс в) 4 мс г) 2,7 мс		13
14. Импульсную характеристику цепи можно определить а) по переходной характеристике, выполнив дифференцирование б) по частотному коэффициенту передачи, выполнив прямое преобразование Фурье в) по операторной передаточной функции, выполнив интегрирование г) по выходному сопротивлению, выполнив Z-преобразование		14
15. Операторная передаточная функция RC-цепи а) $\frac{pRC}{1+pRC}$ б) $1-pRC$ в) $pRC\left(1-\frac{p}{RC}\right)$ г) $\frac{1}{1+pRC}$		15
16. Выберите операторную передаточную функцию устойчивой цепи а) $\frac{p+1}{(p+2)(p+4)}$ б) $\frac{p-1}{(p+3)(p-3)}$ в) $\frac{2p+1}{p-3-3i}$ г) $\frac{5p-4}{(p+2i)(p-2i)}$		16
17. Операторное сопротивление конденсатора а) pC б) $1/pC$ в) p/C г) C/p		17
18. Сигнал на выходе линейной цепи с импульсной характеристикой $h(t)$ при воздействии $s_{вх}(t)$ а) $s_{вх}+h$ б) $s_{вх}\cdot h$ в) $s_{вх}-h$ г) $s_{вх}\otimes h$		18
19. Нелинейный элемент а) биполярный транзистор б) резистор в) катушка г) кабель		19
20. Для анализа нелинейных цепей нельзя применять метод а) частотный б) классический в) преобразований Лапласа г) интеграла наложения		20

21. Амплитуда и фаза тока, описываемого комплексной амплитудой $1+i$ мА а) $2\sqrt{2}$ мА, $\pi/4$ рад б) 1 мА, $\pi/2$ рад в) 2 мА, $-\pi/3$ г) $1/\sqrt{2}$ мА, 0 рад	21
22. Сумма токов $i_1(t)=2\cos(10^3 t+\pi/4)$, мА и $i_2(t)=2\cos(10^3 t-\pi/4)$, мА имеет амплитуду и фазу а) 4 мА, 0 рад б) $2\sqrt{2}$ мА, 0 рад в) 2 мА, $\pi/2$ рад г) 8 мА, π рад	22
23. Максимальный (в режиме КЗ) коэффициент передачи по току описывается а) h_{21} б) z_{21} в) y_{21} г) a_{21}	23
24. Матрицы передачи перемножаются при соединении четырёхполюсников а) последовательно-последовательном в) параллельно-последовательном б) каскадном г) параллельно-параллельном	24
25. Если отражённая волна в линии отсутствует, КСВ равен а) 1/2 б) 2 в) 1 г) ∞	25
26. Коэффициент отражения в линии с сопротивлением 50 Ом при нагрузке 50 Ом а) ∞ б) -1 в) 1 г) 0	26
27. Добротность колебательного контура с полосой пропускания $\Delta\omega$ а) $\omega_{рез}/\Delta\omega$ б) $2\Delta\omega/\omega_{рез}$ в) $\omega_{рез}\cdot\Delta\omega$ г) $\omega_{рез}\cdot 2\Delta\omega$	27
28. Характеристическое сопротивление последовательного колебательного контура а) RL/C б) $\sqrt{L/C}$ в) $R/\sqrt{LC}$ г) $\sqrt{LC}$	28
29. На рисунке приведена АЧХ связанных колебательных контуров при связи а) слабой б) критической в) сильной г) закритической 	29
30. Нелинейный элемент с возможностью управления ёмкостью а) электролитический конденсатор б) вакуумный диод в) трансформатор с ферромагнитным сердечником г) варикап	30

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 курсов «Линейные электрические цепи (часть 1)» и «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке МООК ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) (является допуском к прохождению процедуры промежуточной аттестации),

– выполнение и защита всех лабораторных работ (являются формой текущей аттестации).

Оценка «зачтено» ставится, если:

1. Пройдены онлайн курсы «Линейные электрические цепи (часть 1)» и «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке МООК ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 50%.
2. Лабораторные работы выполнены и успешно защищены.
2. Итоговый тест в ЭУК «Теоретические основы электротехники» в Moodle ЯрГУ пройден не хуже, чем на 50%.
3. Контрольные работы №1 и №2 выполнены не хуже, чем на 40%.

ИЛИ

1. Лабораторные работы выполнены и успешно защищены.
2. Даны ответы на вопросы билета не хуже, чем на пороговом уровне.

В противном случае ставится оценка «незачтено».

При условии достижения высоких результатов при прохождении онлайн-курса «Линейные электрические цепи (часть 1)» на площадке МООК ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) – на уровне не менее 90% эти результаты могут быть засчитаны как эквивалент ответов на вопрос 1 билета, если все лабораторные работы выполнены и успешно защищены.

Ответы на вопросы 1 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 «Радиоэлектроника»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основная задача изучения курса – овладение основами терминологии и методологии профессиональной деятельности, а именно анализа и синтеза электрических цепей, устройств генерирования и преобразования сигналов.

Терминология в области электрических цепей регламентируется нормативными документами, поэтому важно их изучить и запомнить.

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

Эффективно практиковаться в решении относительно простых, отрабатывающих основные понятия разделов 1-5 задач можно, выполняя задания в МООК «Линейные электрические цепи (Часть 1)» и «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 линейных электрических цепей, а также примеры решения всех основных типов задач.

Более сложные задачи, а также задачи на свойства нелинейных элементов 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 «Радиоэлектроника» в Moodle ЯрГУ.

Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Критерии выставления оценки за зачёт 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.uniyar.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) 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 бибилиотечные системы, на которые имеется подписка ЯрГУ, перечень см. http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res(1).php