

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

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета

\_\_\_\_\_  
Нестеров П.Н.

23 мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Электротехника**

Направление подготовки (специальности)  
10.03.01 Информационная безопасность

Направленность (профиль)  
«Безопасность компьютерных систем (в сфере информационных технологий)»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 17.04.2023, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от 25.04.2023

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электротехника» является подготовка студентов в области основ построения радиоэлектронной аппаратуры, используемой компьютерах и в более сложных информационных системах. Это достигается обучением студентов принципам работы, важнейшим количественным соотношениям и методам анализа радиоэлектронных устройств в системах обработки и защиты информации.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Требуется знание, полученных при изучении дисциплин "Математический анализ", "Теория вероятностей и математическая статистика", а также базовых навыков работы с комплексными числами. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются обучаемыми при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, в том числе «Теория информации».

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

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

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-4</b> Способен применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	<b>И-ОПК-4.2</b> Анализирует физические явления и процессы при решении задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - принципы работы простейших цепей и методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей; <b>Уметь:</b> - получать информацию о временных, и спектральных свойствах сигналов и решать задачи анализа цепей; <b>Владеть навыками:</b> - использования методов анализа цепей и сигналов.
<b>ОПК-11</b> Способен проводить эксперименты по заданной методике и обработку их результатов	<b>И-ОПК-11.1</b> Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	<b>Знать:</b> - порядок работы с осциллографом и вольтметром; - методы экспериментального получения частотных, временных и амплитудных характеристик цепей; - методы экспериментального определения граничной частоты, ширины полосы частот, постоянной времени цепи, добротности и резонансной частоты (для цепей второго порядка).

	<b>И-ОПК-11.4</b> Проводит экспериментальные измерения и обрабатывает полученные результаты	<b>Уметь:</b> - выбирать средства измерений; - выбирать метод измерений; - определить последовательность действий в ходе экспериментального получения характеристик или параметров электрических цепей.
	<b>И-ОПК-11.3</b> Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	<b>Владеть навыками:</b> - определения параметров цепи по данным экспериментальных исследований; - определения свойств и возможностей цепи по данным экспериментальных исследований; - графического представления частотных зависимостей в линейном и логарифмическом масштабах, в ненормированном и нормированном видах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетных единицы, **72** акад. часа.

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

Отдельные элементы курса реализуются в дистанционной форме в рамках онлайн курсов: 1. «Линейные электрические цепи (часть 1)», размещённого по ссылке:

<https://demidonline.uniyar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.1x+2020/about>

2. «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)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Анализ и синтез резистивных цепей на постоянном токе и при гармоническом воздействии	4	4		4	0,5		2	защита лабораторных работ №1-2
	в том числе с ЭО и ДОТ					0,5		1,5	Тесты по модулям 2-3 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»
2	Линейные пассивные	4	10		8	1		4	защита лабораторных работ

	цепи и методы их анализа								№3-6
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					1		3	Тесты по модулям 4-6 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»
3	Спектральные и корреляционные и свойства детерминированных сигналов	4	8			1		3	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					1		2	Тест по Модулю 3 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»
4	Нелинейные элементы цепей	4	3			0,5		2	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	Тест для самопроверки по результатам частичного освоения дисциплины в LMS Moodle
5	Четырёхполюсники и фильтры. Длинные линии	4	3		4	1		3	Защита лабораторной работы №7
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					1		1,5	Тест по Модулю 1 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»
6	Методы и схемотехника формирования и преобразования сигналов. Генерация, преобразование и умножение частоты, модуляция и детектирование	4	4			2		1	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					2		1	Тест для самопроверки по в LMS Moodle
							0,3	2,7	Зачёт
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							2,7	Тесты для самопроверки по результатам освоения дисциплины: тест «Итоговый» онлайн-курса «Линейные электрические цепи (часть 1)» тест «Итоговый» онлайн-курса «Линейные электрические цепи (часть 2)» Тест для самопроверки по результатам частичного освоения дисциплины в LMS Moodle
	<b>ИТОГО</b>		<b>32</b>		<b>16</b>	<b>6</b>	<b>0,3</b>	<b>17,7</b>	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					<b>6</b>		<b>13,7</b>	

### Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. Анализ и синтез резистивных цепей на постоянном токе и при

## **гармоническом воздействии**

Классификация элементов цепей. Классификация цепей. Математические модели пассивных элементов электрических цепей. Идеализированные пассивные элементы электрических цепей. Модели источников. Идеализированные источники тока и напряжения. Зависимые и независимые источники. Структурные, принципиальные схемы и схемы замещения электрических цепей. Формулировка задач анализа и синтеза электрических цепей. Анализ свойств цепи по составу её элементов.

Анализ резистивных цепей по постоянному току. Последовательное, параллельное и смешанное соединение двухполюсных элементов. Закон Ома. Делители тока и напряжения. Анализ и синтез делителей. Основы топологии цепей. Ветвь, узел и контур электрической схемы. Правила Кирхгофа. Основная система уравнений электрического равновесия цепи.

Понятие об эквивалентных (дуальных) участках цепи. Эквивалентные преобразования цепей с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов.

Основные теоремы теории цепей и их применение для решения задач анализа. Принцип наложения. Теорема взаимности. Теоремы об эквивалентных источниках.

Методы расчёта распределения токов и напряжений в резистивной цепи: метод уравнений Кирхгофа, метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод эквивалентного источника э.д.с., метод эквивалентного источника тока, метод наложения. Баланс мощности по постоянному току.

Согласование источника энергии с нагрузкой по критериям максимума передаваемой средней мощности и максимума коэффициента полезного действия. Согласованная нагрузка.

Описание гармонического сигнала. Аналитический сигнал как комплексный аналог вещественного, комплексная амплитуда, действующее значение, квадратурные компоненты гармонического сигнала. Представление гармонического сигнала на векторной диаграмме. Закон Ома и правила Кирхгофа для цепей при гармоническом воздействии. Анализ резистивных цепей при гармоническом воздействии. Энергетические соотношения в простейших цепях при гармоническом воздействии. Мгновенная, средняя (активная), реактивная, полная и комплексная мощности. Баланс мощностей.

## **Раздел 2. Линейные пассивные цепи и методы их анализа**

Простейшие линейные элементы. Связь между током и напряжением для них, выражения для запасаемой или преобразуемой энергии.

Комплексное сопротивление и комплексная проводимость двухполюсников. Импедансы простейших линейных элементов. Характер импеданса. Получение информации об элементе и построение его модели по характеру импеданса.

Временные и векторные диаграммы для тока, напряжения, мощности и энергии на простейших линейных элементах.

Описание четырёхполюсников. Расчётное и экспериментальное получение информации о частотных свойствах четырёхполюсника. Входные и выходные импедансы и проводимости. Векторная диаграмма токов и напряжений в простейшей цепи. Комплексный частотный коэффициент передачи цепи. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики электрических цепей. Формы представления АЧХ, в том числе логарифмические АЧХ. Электрические фильтры. Фильтры низких частот, верхних частот, полосовые и режекторные фильтры. Идеальный фильтр. Полоса пропускания, полоса подавления. Комплексный коэффициент передачи, АЧХ и ФЧХ простейших  $RC$ - и  $RL$ - фильтров. Определение граничной частоты, полосы пропускания, типа частотно-избирательной цепи по её АЧХ.

Методы расчёта отклика линейной цепи на заданное воздействие. Единичный скачок (сигма-функция Хэвисайда) и единичный импульс (дельта-функция Дирака), их свойства. Установившиеся и переходные процессы. Непрерывность изменения энергии

электрического и магнитного полей. Правила коммутации. Зависимые и независимые начальные условия. Порядок цепи. Свободные и вынужденные составляющие токов и напряжений. Классический метод анализа переходных процессов. Дифференциальные уравнения простейших цепей и методы их решения. Переходные процессы в цепях первого и второго порядков. Зависимость характера переходных процессов в цепи от типа корней характеристического уравнения. Постоянная времени цепи и время установления колебаний. Влияние потерь на характер свободного процесса. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Временные характеристики линейных цепей. Переходная и импульсная характеристики. Связь между ними. Анализ постоянной времени цепи и длительности переходных процессов по АЧХ и по осциллограммам реакции на модель скачка сигнала.

Метод интеграла Дюамеля (наложения), его две формы, особенности применения.

Операторный метод анализа переходных процессов. Понятие о комплексной частоте. Прямое и обратное преобразование Лапласа. Оригинаты и изображения. Операторное сопротивление и операторная проводимость. Операторные схемы замещения элементарных двухполюсников при нулевых и ненулевых начальных условиях. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Операторная схема замещения цепи. Системная (операторная передаточная) функция линейной цепи. Операторный метод анализа линейной цепи.

Нули и полюсы системной функции. Связь между операторными и временными характеристиками цепи. Годограф (диаграмма) Найквиста. Получение информации об устойчивости состояния линейной цепи. Признаки устойчивости состояния покоя.

Метод анализа цепей в частотной области. Связь характеристик цепи друг с другом. Связь между импульсной характеристикой и комплексным коэффициентом передачи цепи.

Резонансные явления в электрических цепях. Одиночный колебательный контур. Классификация одиночных колебательных контуров по способу включения источника энергии. Определение и критерии резонанса. Резонанс токов и резонанс напряжений. Резонансная частота, характеристическое и резонансное сопротивления, добротность и обобщенная расстройка одиночного колебательного контура. Входные и передаточные частотные характеристики одиночных колебательных контуров различных типов. Избирательность и полоса пропускания. Коэффициент прямоугольности АЧХ. Контур с неполным включением. Связанные колебательные контуры. Виды связи, сопротивление связи, коэффициент и фактор связи. Сильная, слабая и критическая связь. Частотные характеристики системы двух связанных колебательных контуров, полоса пропускания и коэффициент прямоугольности.

### **Раздел 3. 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, средневыврожденное, 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. Нормы сигналов. Их физический смысл.

#### **Раздел 4. Нелинейные элементы цепей**

Общие свойства нелинейных элементов. Примеры их характеристик.

Параметры нелинейных резистора, конденсатора, катушки по постоянной и переменной компонентам сигнала. Управление параметрами нелинейных элементов. Эквивалентная модель варикапа и диода.

Работа диода с нагрузкой. Варикап, примеры его использования. Биполярный транзистор, его возможности.

Аппроксимации ВАХ нелинейных элементов: степенная, квадратичная, кусочно-линейная. Получение информации о свойствах нелинейного элемента по результатам измерений. Расчёт отклика квадратичного нелинейного элемента на гармоническое и бигармоническое воздействия. Расчёт отклика элемента с кусочно-линейной аппроксимацией ВАХ на гармоническое воздействие.

#### **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 четырехполюсников, 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.

#### **Раздел 6. Методы и схемотехника формирования и преобразования сигналов. Генерация, преобразование и умножение частоты, модуляция и детектирование**

Генераторы. Классификация генераторов. Автогенераторы. Условия 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.

### **Лабораторный практикум**

Перечень лабораторных работ по курсу:

*Лабораторная работа №1 «Исследование характеристик элементов электрических цепей»*

*Лабораторная работа № 2 «Исследование линейных резистивных цепей»*

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

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

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

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

*Лабораторная работа № 7 «Исследование линейных резистивных четырехполюсников»*

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

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

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

**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.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

**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.

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

## **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;
- издательская система LaTeX;
- 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.uniyl.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyl.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
- Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>
- Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>
- Электронная библиотечная система «Консультант студента»  
<https://www.studentlibrary.ru>

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

### **а) основная литература**

1. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника : учебник и практикум для вузов / С. А. Миленина ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05078-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514159>
2. Артёмов Т. К., Гвоздарёв А. С. Основы радиоэлектроники: задачник. — Ярославль: ЯрГУ, 2010. <http://www.lib.uniyl.ac.ru/edocs/iuni/20100745.pdf>

### **б) дополнительная литература**

1. Кучумов А. И. Электроника и схемотехника: учебное пособие – М.: Гелиос АРВ, 2005.
2. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие для вузов - М.: Высшая школа, 2003.
3. Каганов, В. И. Основы радиоэлектроники и связи : учебное пособие для вузов / Каганов В. И. , Битюков В. К. - 2 изд. , стереотип. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. - 542 с. - ISBN 978-5-9912-0252-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202527.html>
4. Богомоллов С. А. Основы электроники и цифровой схемотехники: учебник для студентов учреждений сред. проф. образования – М.: Академия, 2016.

### **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.uni-yar.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.uni-yar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.2x+2020/about>

3. Калькулятор цветовой маркировки резисторов <https://www.chipdip.ru/info/rescalc>

4. Ряды номиналов радиодеталей / статья в Интернет-энциклопедии «Википедия» [http://Wikipedia.org/Ряды\\_номиналов\\_радиодеталей](http://Wikipedia.org/Ряды_номиналов_радиодеталей)

5. Материалы курса «Электроника и схемотехника», размещённого в LMS Moodle ЯрГУ

## **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 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).

### **Авторы:**

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

Т.К. Артёмова

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

А.С. Гвоздарев

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Электротехника»**

**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**

**Лабораторные работы**

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 характеристик элементов электрических цепей»*

1. Приведите примеры линейных элементов.
2. Изобразите их вольт-амперные характеристики.
3. Приведите примеры применения различных радиодеталей.

*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?

*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 характеристика и операторная передаточная функция?

*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?

*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.

*Лабораторная работа № 7 «Исследование линейных резистивных четырехполюсников»*

1. Какими параметрами описывают линейный четырёхполюсник?
2. Опишите методы получения характеристик четырёхполюсника.
3. Какие системы эквивалентных параметров рекомендуется использовать в каких ситуациях?

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

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

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
<b>Ответы на вопросы при допуске и защите</b>	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-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 «незачтено».

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

### **Список вопросов к зачёту**

(зачёт выставляется по результатам выполнения лабораторных работ, тестов в онлайн-курсах и в ЭУК в Moodle ЯрГУ или ответов на вопросы)

## Вопрос 1

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. Четырёхполюсники, 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 четырехполосников:  $z$ ,  $y$ ,  $h$ ,  $a$ . Физический смысл и методы определения этих параметров. Связь между различными системами параметров. Схемы замещения четырехполосников в этих параметрах.
24. Типы соединений четырёхполосников, 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. Нормы сигнала. Их физический смысл.
42. Согласное и встречное соединение катушек индуктивности. Метод развязывания катушек в индуктивно-связанных цепях.
43. Связь матричных параметров четырёхполосников 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. Классификация генераторов. Автогенераторы. Условие баланса амплитуд и фаз. Физика работы автогенератора гармонических колебаний.
46. Колебательная характеристика. Методы определения уровня генерируемого сигнала. Уравнение автогенератора. Нестабильность частоты в различных схемах генераторов.
47. Преобразование частоты. Схема и физика работы. Умножение частоты. Схема и физика работы. К.п.д. схемы.
48. Классификация типов модуляции. Аналоговые виды модуляции. Импульсные виды модуляции.
49. Различные типы АМ. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов АМ-сигналов.
50. Формирование сигналов амплитудной модуляции: схемотехника, настройки, физика работы схем. Коэффициент модуляции. Модуляционная характеристика. Выбор режима нелинейного элемента.
51. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов сигналов угловой модуляции.
52. Формирование сигналов угловой модуляции: схемотехника, настройки, физика работы схем.
53. Детектирование. Детектирование АМ-сигналов. Квадратичное детектирование – схема, физика работы, коэффициент детектирования, коэффициент нелинейных искажений.
54. Детектирование сильного сигнала – схема, физика работы, настройки схемы.
55. Детектирование сигналов угловой модуляции. Схемы, физика работы. Настройки схем. Принцип когерентного и некогерентного детектирования.
56. Импульсные виды модуляции. Их отличие от аналоговых видов. Радиоимпульсы и их спектры.
57. Условие физической реализуемости цепи. Импеданс (проводимость) физически реализуемого двухполюсника. Минимальный двухполюсник. Цепные (лестничные) дроби.
58. Метод Кауэра синтеза пассивного двухполюсника, 1-я и 2-я формы.
59. Простейшие эквивалентные звенья радиотехнических цепей.
60. Метод Фостера синтеза пассивного двухполюсника.

## **Вопрос 2**

61. Измерения спектра. Порядок действий. Выбор аппаратуры.
62. Особенности измерения спектра с помощью цифровых приборов.
63. Измерение функций авто- и взаимной корреляции сигналов, скалярного произведения сигналов.
64. Измерение частотных характеристик цепи.
65. Измерение временных характеристик цепи.
66. Измерение амплитудной характеристики четырёхполюсника.
67. Измерение модуляционной характеристики модулятора.
68. Измерение детекторной характеристики детектора.
69. Измерение колебательной характеристики генератора.
70. Измерение эквивалентных параметров четырёхполюсников.
71. Определение параметров модуляции по спектру модулированного колебания.
72. Определение параметров модуляции по осциллограмме модулированного колебания.
73. Определение параметров аналитической модели сигнала по его осциллограмме.
74. Определение параметров быстродействия цепи по измеренным характеристикам.
75. Определение параметров частотной модели цепи по измеренным характеристикам.



### Критерии оценивания ответов на вопросы билета

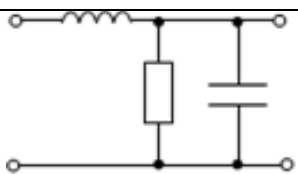
Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
<b>Соответствие ответа вопросу</b>	Хотя бы частичное ( <i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i> )	Полное	Полное
<b>Наличие примеров</b>	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
<b>Содержание ответа</b>	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

### Примеры заданий для итогового тестового контроля в ЭУК «Электроника и схемотехника» в Moodle ЯрГУ


В тесте 65 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 полутора часов 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.

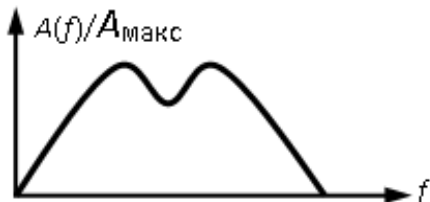
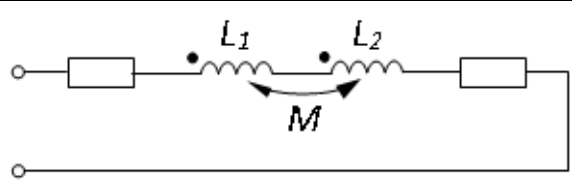
*Указание: впишите в правом столбце под номером букву, соответствующую верному из ответов*

#### Часть 1

<b>1. Цепь на рисунке является</b> 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
<b>2. Система электрического равновесия для цепи на рисунке</b> а) $I_2 - I_1 - I_3 = 0$ $I_1 R_1 + I_2 R_2 = -E_1$ $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 - E_2$ б) $I_1 - I_2 + I_3 = 0$ $I_1 R_1 + I_2 R_2 = E_1$ $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 + E_2$ в) $I_2 - I_1 - I_3 = 0$ $I_1 R_1 + I_2 R_2 = -E_1$ $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 - E_2$ г) $I_1 - I_2 + I_3 = 0$ $I_1 R_1 + I_2 R_2 = E_1$ $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 + E_2$		2

<div><math display="block">\begin{aligned} -I_1 + I_2 - I_3 &amp;= 0 \\ I_1 R_1 + I_2 R_2 &amp;= E_1 \\ -I_2 R_2 + I_3 R_3 &amp;= E_1 - E_2 \end{aligned}</math></div> <div><math display="block">\begin{aligned} I_2 + I_1 + I_3 &amp;= 0 \\ I_1 R_1 + I_2 R_2 &amp;= E_1 \\ I_1 R_1 - I_3 R_3 &amp;= -E_1 \end{aligned}</math></div>		
<div><b>3. Номиналы элементов делителя напряжения с входным сопротивлением 1 кОм и одним из коэффициентов деления 1/5</b></div> <div><div>а) <math>R_1 = 400 \text{ Ом}</math> <math>R_2 = 100 \text{ Ом}</math></div><div>б) <math>R_1 = 5 \text{ кОм}</math> <math>R_2 = 1250 \text{ Ом}</math></div><div>в) <math>R_1 = 4 \text{ кОм}</math> <math>R_2 = 5 \text{ кОм}</math></div><div>г) <math>R_1 = 800 \text{ Ом}</math> <math>R_2 = 200 \text{ Ом}</math></div></div>	3	
<div><b>4. Формула, связывающая ток через конденсатор и напряжение на его выводах</b></div> <div><div>а) <math>i(t) = C \frac{du(t)}{dt}</math></div><div>б) <math>i(t) = \frac{1}{C} \int_0^t u(t_1) dt_1</math></div><div>в) <math>u(t) = C \frac{di(t)}{dt}</math></div><div>г) <math>u(t) = C \int_0^t i(t_1) dt_1</math></div></div>	4	
<div><b>5. Ток через катушку по отношению к напряжению</b></div> <div><div>а) опережает его на <math>\pi/2</math></div><div>б) отстает от него на <math>\pi/2</math></div><div>в) опережает его на <math>\pi/4</math></div><div>г) синфазен ему</div></div>	5	
<div><b>6. Частотная зависимость и характер входного сопротивления RC-цепи</b></div> <div><div>а) <math>\frac{1}{i\omega C}</math> ёмкостный</div><div>б) <math>R</math> активный</div><div>в) <math>R + \frac{i}{\omega C}</math> индуктивный</div><div>г) <math>R - \frac{i}{\omega C}</math> ёмкостный</div></div>	6	
<div><b>7. Комплексный частотный коэффициент передачи LR-цепи</b></div> <div><div>а) <math>\frac{1}{1 + i\omega L / R}</math></div><div>б) <math>\frac{i\omega L}{R + i\omega L}</math></div><div>в) <math>i\omega \frac{R}{L} + 1</math></div><div>г) <math>\frac{1}{1 + i\omega R / L}</math></div></div>	7	
<div><b>8. Цепь на рисунке – это фильтр</b></div> <div><div>а) ФНЧ</div><div>б) ФВЧ</div><div>в) ПФ</div><div>г) заградительный</div></div>	8	
<div><b>9. Граничная частота и полоса пропускания цепи на рисунке</b></div> <div><div>а) 4 кГц; <math>[4; +\infty)</math> кГц</div><div>б) 6 кГц; <math>[4; +\infty)</math> кГц</div><div>в) 5 кГц; <math>[5; +\infty)</math> кГц</div><div>г) 2 кГц; <math>[0; 2]</math> кГц</div></div>	<div></div>	9
<div><b>10. RC-цепь с большой постоянной времени</b></div> <div><div>а) разделяет предыдущую и последующую цепи входной сигнал</div><div>б) усиливает входной сигнал</div><div>в) дифференцирует</div><div>г) интегрирует входной сигнал</div></div>	10	
<div><b>11. Сопротивление нагрузки, обеспечивающее короткое замыкание источника</b></div> <div><div>а) <math>r_{ист}</math></div><div>б) 50 Ом</div><div>в) 0</div><div>г) <math>\infty</math></div></div>	11	

<b>12. С графиком на рисунке совпадает по форме переходная характеристика</b> а) интегрирующей цепи б) колебательного контура в) дифференцирующей цепочки г) активной цепи 2-го	 <p>порядка</p>	12
<b>13. Постоянная времени цепи, реакция которой на включение постоянного напряжения 27 В изображена на рисунке, приблизительно равна</b> а) 0,5 мс      б) 8 мс      в) 4 мс      г) 2,7 мс		13
<b>14. Импульсную характеристику цепи можно определить</b> 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
<b>15. Операторная передаточная функция RC-цепи</b> а) $\frac{pRC}{1+pRC}$ б) $1-pRC$ в) $pRC\left(1-\frac{p}{RC}\right)$ г) $\frac{1}{1+pRC}$		15
<b>16. Выберите операторную передаточную функцию устойчивой цепи</b> 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
<b>17. Операторное сопротивление конденсатора</b> а) $pC$ б) $1/pC$ в) $p/C$ г) $C/p$		17
<b>18. Сигнал на выходе линейной цепи с импульсной характеристикой <math>h(t)</math> при воздействии <math>s_{ex}(t)</math></b> а) $s_{ex} + h$ б) $s_{ex} \cdot h$ в) $s_{ex} - h$ г) $s_{ex} \otimes h$		18
<b>19. Нелинейный элемент</b> а) биполярный транзистор      б) резистор      в) катушка      г) кабель		19
<b>20. Для анализа нелинейных цепей нельзя применять метод</b> а) частотный      б) классический в) преобразований Лапласа      г) интеграла наложения		20
<b>21. Амплитуда и фаза тока, описываемого комплексной амплитудой <math>1+i</math> мА</b> 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
<b>22. Сумма токов <math>i_1(t) = 2\cos(10^3t + \pi/4)</math>, мА и <math>i_2(t) = 2\cos(10^3t - \pi/4)</math>, мА имеет амплитуду и фазу</b> а) 4 мА, 0 рад      б) $2\sqrt{2}$ мА, 0 рад      в) 2 мА, $\pi/2$ рад      г) 8 мА, $\pi$ рад		22
<b>23. Максимальный (в режиме КЗ) коэффициент передачи по току описывается</b> а) $h_{21}$ б) $z_{21}$ в) $y_{21}$ г) $a_{21}$		23
<b>24. Матрицы передачи перемножаются при соединении четырёхполюсников</b> а) последовательно-последовательном      в) параллельно-последовательном б) каскадном      г) параллельно-параллельном		24
<b>25. Если отражённая волна в линии отсутствует, КСВ равен</b> а) 1/2      б) 2      в) 1      г) $\infty$		25
<b>26. Коэффициент отражения в линии с сопротивлением 50 Ом при нагрузке 50</b>		26

<b>Ом</b>				
а) $\infty$	б) -1	в) 1	г) 0	
<b>27. Добротность колебательного контура с полосой пропускания <math>\Delta\omega</math></b>				27
а) $\omega_{рез} / \Delta\omega$	б) $2\Delta\omega / \omega_{рез}$	в) $\omega_{рез} \cdot \Delta\omega$	г) $\omega_{рез} \cdot 2\Delta\omega$	
<b>28. Характеристическое сопротивление последовательного колебательного контура</b>				28
а) $RL/C$	б) $\sqrt{L/C}$	в) $R/\sqrt{LC}$	г) $\sqrt{LC}$	
<b>29. На рисунке приведена АЧХ связанных колебательных контуров при связи</b>				29
а) слабой б) критической в) сильной г) закритической				30
<b>30. Взаимосвязанные катушки на рисунке включены</b>				
а) встречно б) параллельно в) каскадно г) согласно				

## Часть 2

<b>1. Квадратичную аппроксимацию ВАХ применяют для</b>				1
а) диода в режиме слабого сигнала      б) резистора при любых сигналах в) источника напряжения г) биполярного транзистора в режиме сильного сигнала с большим смещением				
<b>2. Максимальное число составляющих в спектре тока через нелинейный элемент с квадратичной ВАХ при гармоническом воздействии</b>				2
а) 3	б) 5	в) 7	г) $\infty$	
<b>3. Косинус угла отсечки тока при гармоническом воздействии на нелинейный элемент с кусочно-линейной аппроксимацией ВАХ</b>				3
а) $\frac{E_n - U}{U_0}$	б) $\frac{U_0}{E_n}$	в) $\frac{U_0 - U}{E_n}$	г) $\frac{E_n - U_0}{U}$	
<b>4. Прямоугольный импульс имеет высоту 2 В и длительность 3 мс. Постоянная составляющая в его спектре</b>				4
а) 2 В	б) 6 мВ/Гц	в) 2/3 В	г) 3/2 В/Гц	
<b>5. Прямоугольный импульс имеет высоту 2 В и длительность 3 мс. Ширина его спектра по первым нулям</b>				5
а) 333 Гц	б) 3 кГц	в) 6 кГц	г) 667 Гц	
<b>6. В процессе формирования сигнала <math>s(t)</math> сигнал <math>s_1(t)</math> усиливается в 10 раз и затем синфазно смешивается с сигналом <math>s_2(t)</math>. Связь спектров этих сигналов имеет вид</b>				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) $\dot{S}(\omega) = 10(\dot{S}_1 - \dot{S}_2)$	
<b>7. Спектры на входе и выходе цепи, выполняющей дифференцирование, связаны</b>				7
а) $\dot{S}_{вых}(\omega) = i\omega\dot{S}_{вх}(\omega)$	б) $\dot{S}_{вых}(\omega) = \omega\dot{S}_{вх}(\omega)$	в) $\dot{S}_{вых}(\omega) = -i\omega\dot{S}_{вх}(\omega)$	г) $\dot{S}_{вых}(\omega) = -\omega\dot{S}_{вх}(\omega)$	

в) $\dot{S}_{\text{вых}}(\omega) = \dot{S}_{\text{вх}}(\omega)/(i\omega)$	г) $\dot{S}_{\text{вых}}(\omega) = -\dot{S}_{\text{вх}}(\omega)/\omega$		
<b>8. Символ кодируется восемью чипами. При этом спектр</b>		8	
а) усиливается в 8 раз	б) расширяется в 8 раз		
в) сужается в 16 раз	г) наклоняется на 8°		
<b>9. Средние значения сигналов <math>u_1(t) = 2\cos(10^3t + \pi/4)</math>, В и <math>u_2(t) = 1 + 4\cos(10^3t - \pi/4)</math>, В равны</b>		9	
а) 1 В; 5 В	б) 1 В; 3 В	в) 2 В; 5 В	г) 0; 1 В
<b>10. Среднеквадратические значения сигналов <math>u_1(t) = 2\cos(10^3t + \pi/4)</math>, В и <math>u_2(t) = 1 + 4\cos(10^3t - \pi/4)</math>, В равны</b>		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
<b>11. Максимальная мгновенная мощность сигнала 10 мВт, средняя - 1 мВт, минимально отличимая от нуля – 1 нВт. Динамический диапазон и пик-фактор сигнала</b>		11	
а) 70 дБ; 10 дБ	б) 10 дБ; 70 дБ	в) 40 дБ; 20 дБ	г) 20 дБ; 40 дБ
<b>12. Наиболее помехоустойчивая из перечисленных модуляция</b>		12	
а) частотная	б) амплитудная	в) фазовая	г) относительная фазовая
<b>13. Верхняя частота в спектре модулирующего напряжения 10 кГц. Коэффициент 0,7. Ширины спектров полной и балансной амплитудной модуляции</b>		13	
а) 10 кГц; 10 кГц	б) 20 кГц; 20 кГц	в) 24 кГц; 12 кГц	г) 24 кГц; 24 кГц
<b>14. Верхняя частота в спектре модулирующего напряжения 20 кГц. Коэффициент модуляции 1000. Ширины спектров однополосной ФМ и полной ЧМ равны</b>		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
<b>15. Ширина спектра модулирующего напряжения 4 кГц, коэффициент модуляции 0,7, несущая частота 100 МГц. Ширина спектра однополосной балансной амплитудной модуляции</b>		15	
а) 4 кГц	б) 8 кГц	в) 9,6 кГц	г) 4,8 кГц
<b>16. На осциллограмме амплитудно-модулированного напряжения видно, что амплитуда изменяется от 2 до 4 В по гармоническому закону. Напряжение несущей и коэффициент модуляции равны</b>		16	
а) 2 В; 0,5	б) 3 В; 3	в) 6 В; 2	г) 3 В; 0,33
<b>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</b>		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
<b>18. Модуляция, при которой изменяется положение несущих импульсов на временной оси</b>		18	
а) АИМ	б) ЧИМ	в) ШИМ	г) ФИМ
<b>19. У радиоимпульса с прямоугольной (амплитуда 1 В, длительность 1 нс) огибающей и гармоническим (2 В, 100 ГГц) несущим сигналом максимальное мгновенное значение напряжения и ширина спектра равны</b>		19	

а) 1 В; 10 ГГц В; 1 МГц		б) 3 В; 2 ГГц		в) 2 В; 2 ГГц		г) 4			
<b>20. Спектр модулированного напряжения приведён на рисунке. Какой это тип модуляции и сколько тонов в модулирующем сигнале?</b> а) однополосная ЧМ; 1 б) ФМ; 1 в) однополосная АМ; 2 г) однополосная БАМ; 2								20	
<b>21. Спектр модулированного напряжения приведён на рисунке. Амплитуда несущей и коэффициент модуляции верхнего тона равны</b> а) 5 В; 0,67 б) 15 В; 0,33 в) 5 В; 23/35 г) 6,25 В; 0,5								21	
<b>22. Амплитудные модулятор и детектор построены на биполярных транзисторах. Какие оптимальные углы отсечки должны обеспечивать настройки этих схем?</b> а) 180°; 180°                      б) 180°; 90°                      в) 0°; 90°                      г) 45°; 45°								22	
<b>23. На вход квадратичного детектора поступают однотоновый АМ-сигнал с амплитудой несущей 1 В и коэффициентом модуляции 0,6. Какого значения коэффициента нелинейных искажений следует ожидать?</b> а) 0,15                      б) 0,09                      в) 0,3                      г) 0,18								23	
<b>24. Коэффициент нелинейных искажений схемы 0,5. Какова суммарная мощность паразитных гармоник, порождаемых схемой, если номинальное значение мощности полезного сигнала 1 мВт? Считать сопротивление схемы для всех гармоник близким.</b> а) 250 мкВт                      б) 500 мкВт                      в) 1 мВт                      г) 2 мВт								24	
<b>25. Два четырёхполюсника соединены последовательно-параллельно, при этом сигнал второго противофазен сигналу первого. По какой физической величине и какого знака обратная связь таким образом организована?</b> а) по току; ПОС                      б) по току; ООС                      в) по напряжению; ПОС                      г) по напряжению; ООС								25	
<b>26. При последовательно-параллельном соединении двух четырёхполюсников на некоторой частоте значения их АЧХ и ФЧХ <math>A_1(f_1) = 4</math>, <math>\varphi_1(f_1) = \pi</math>, <math>A_2(f_1) = 0,25</math>, <math>\varphi_2(f_1) = \pi</math>. Схема организует:</b> а) усилитель с ПОС                      б) усилитель с ООС                      в) автогенератор                      г) аттенуатор								26	
<b>27. При последовательно-параллельном соединении двух четырёхполюсников на некоторой частоте значения их АЧХ и ФЧХ <math>A_1(f_1) = 4</math>, <math>\varphi_1(f_1) = 0</math>, <math>A_2(f_1) = 0,125</math>, <math>\varphi_2(f_1) = \pi</math>. Отношение амплитуд и разность фаз в такой цепи:</b> а) 2; 0                      б) 2,67; 0                      в) 32; 180°                      г) 0,67; 180°								27	
<b>28. Автогенератор гармонических колебаний содержит высокочастотный</b>								28	

<b>колебательный контур, выполненный на конденсаторе из партии с ёмкостью <math>1000 \pm 50</math> нФ и катушки и из партии с индуктивностью <math>1000 \pm 100</math> мкГн, что обеспечивает относительную нестабильность частоты</b> а) 7,5%                      б) 15%                      в) 10%                      г) 5%		
<b>29. Абсолютная нестабильность частоты генератора с относительной нестабильностью <math>10^{-6}</math> и номинальной частотой 1 ГГц</b> а) 2 МГц                      б) 0,1 МГц                      в) 2 кГц                      г) 1 кГц		29
<b>30. Сигнал со спектром от 0 до 4 кГц подвергают преобразованию частоты вверх с использованием гетеродина 100 МГц. Настройки схемы – резонансная частота и полоса пропускания – при этом</b> а) 100 МГц; 2 кГц      б) 100,002 МГц; 3 кГц      в) 99,998 МГц; 1 кГц      г) 100 МГц; 1,5 кГц		30
<b>31. Для умножения частоты в три раза требуется нелинейный элемент с аппроксимацией ВАХ</b> а) квадратичной                      б) билинейной в) кубической                      г) кусочно-линейной без отсечки		31
<b>32. Значение взаимно-корреляционной функции сигналов <math>s_1(t)</math> и <math>s_2(t)</math> с нулевым аргументом равно -1. Это означает</b> 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
<b>33. Автокорреляционная функция напряжения имеет вид <math>K(\tau) = 2 \cos(10^3 \tau)</math>. Средняя мощность такого сигнала на резисторе 1 Ом равна</b> а) 2 Вт                      б) 1 Вт                      в) $\sqrt{2}$ Вт                      г) $2/\sqrt{2}$ Вт		33
<b>34. Сигнал NRZ A(1 -1 1 -1 1 -1) является линейной независимым от сигнала</b> 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
<b>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</b> а) $-4 B^2$ ; 3                      б) $25 B^2$ ; 2                      в) $10 B^2$ ; 5                      г) $-20 B^2$ ; 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 курсов «Линейные электрические цепи (часть 1)» и «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) (является допуском к прохождению процедуры промежуточной аттестации),

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

Зачёт по дисциплине (4 семестр) ставится, если:

1. Пройдены онлайн курсы «Линейные электрические цепи (часть 1)» и «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 50%.
2. Лабораторные работы выполнены и успешно защищены.
2. Итоговый тест в ЭУК «Электроника и схемотехника» в Moodle ЯрГУ пройден не хуже, чем на 50%.

ИЛИ

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



### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой занятий по дисциплине являются лекции и лабораторные занятия.

В курсе даются 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 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 радиотехнических линейных устройств, а также примеры решения всех основных типов задач.

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 «Электроника и схемотехника» в Moodle ЯрГУ.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

Зачёт по дисциплине (4 семестр) ставится, если:

3. 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%.
4. Лабораторные работы выполнены и успешно защищены.
3. Итоговый тест в ЭУК «Электроника и схемотехника» в Moodle ЯрГУ пройден не хуже, чем на 50%.

ИЛИ

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