

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета



(подпись)

И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины  
**«Основы теории цепей (Часть 1)»**

Направление подготовки  
«11.03.01 Радиотехника»

Направленность (профиль)  
«00 Радиотехника»

Форма обучения  
очная

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

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

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины являются формирование способности решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

Курс знакомит с основными электрическими цепями, преобразующими сигналы, методами их расчёта, методами получения информации о характеристиках цепей, в том числе экспериментальными. Задачи курса – способствовать формированию у студентов представления о моделях цепей и их элементов, возможностях различных элементов и схем, умения получать характеристики цепей в ходе расчётов и экспериментально, навыка решать задачи анализа и расчёта характеристик цепей.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина является обязательной дисциплиной и относится к обязательной части Блока 1 образовательной программы и входит в модуль «Теоретические основы электротехники».

Для освоения данной дисциплины студенты должны владеть математическим аппаратом в объёме: умение вычислять основные производные и интегралы, знание правил комплексных вычислений и представления комплексного числа, свойств логарифмической, экспоненциальной, тригонометрических и обратных тригонометрических функций, решение линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений первого и второго порядков, умение выполнять операции над векторами и матрицами; знать основы электричества и магнетизма, в том числе: законы Ома и Кирхгофа, закон электромагнитной индукции, свойства проводников, диэлектриков, полупроводников, резисторов, конденсаторов, катушек; а также владеть навыками обработки и представления результатов измерений и работы с вольтметром и амперметром, знать правила электробезопасности.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются студентами при изучении курса «Радиотехнические цепи и сигналы (часть 1)» и других профильных дисциплин, а также в ходе НИРС.

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

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

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-1</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-1ОПК-1Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	Знает: <input type="checkbox"/> основные положения и законы теории электрических цепей; <input type="checkbox"/> математические модели источников, линейных и нелинейных элементов; <input type="checkbox"/> физику работы радиодеталей и особенности их применения для создания простейших цепей; <input type="checkbox"/> характеристики элементов и цепей; <input type="checkbox"/> условные графические обозначения основных элементов электрических цепей согласно ГОСТ.
	ИД-2ОПК-1 Умеет применять физические	Умеет: <input type="checkbox"/> применять методы анализа линейных

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
	законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	цепей и нелинейных элементов для получения их характеристик расчётным путём; <input type="checkbox"/> получать одни характеристики с помощью других, используя взаимосвязь между ними.
	ИД-3ОПК-1 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	Владеет навыками: <input type="checkbox"/> построения электрической принципиальной схемы цепи; <input type="checkbox"/> выбора элементной базы для построения простейших электрических цепей; <input type="checkbox"/> определения функционального назначения простейших электрических цепей по схеме.
<b>ОПК-2</b> Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИД-5ОПК-2 Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	Знает: <input type="checkbox"/> порядок работы с осциллографом и вольтметром; <input type="checkbox"/> методы экспериментального получения частотных, временных и амплитудных характеристик цепей; <input type="checkbox"/> методы экспериментального определения граничной частоты, ширины полосы частот, постоянной времени цепи, добротности и резонансной частоты (для цепей второго порядка).
	ИД-6ОПК-2 Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования	Умеет: <input type="checkbox"/> выбирать средства измерений; <input type="checkbox"/> выбирать метод измерений; <input type="checkbox"/> определить последовательность действий в ходе экспериментального получения характеристик или параметров электрических цепей.
	ИД-7ОПК-2 Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	Владеет: <input type="checkbox"/> навыками определения параметров цепи по данным экспериментальных исследований; <input type="checkbox"/> навыками определения свойств и возможностей цепи по данным экспериментальных исследований; <input type="checkbox"/> навыками графического представления частотных зависимостей в линейном и логарифмическом масштабах, в ненормированном и нормированном видах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 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 курса «Линейные электрические цепи (часть 1)» (далее сокращённо «ЛЭЦ1»), размещённого по ссылке:

<https://demidonline.uni-yar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.1x+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		
1	Введение	3	6			0,5		2	Задания для самостоятельной работы
	в том числе с ЭО и ДОТ					0,5		1	Тест по модулю 1 онлайн-курса «ЛЭЦ1»
2	Анализ и синтез резистивных цепей на постоянном токе и при гармоническом воздействии	3	4	4		0,5		6	Домашняя работа №1, контрольная работа
	в том числе с ЭО и ДОТ					0,5		4	Тесты по разделам 2.4-2.5 онлайн-курса «ЛЭЦ1» Тесты по модулям 3 и 4 онлайн- курса «ЛЭЦ1»
3	Линейные пассивные цепи и методы их анализа	3	18	8	34	3		6	Домашняя работа №2 лабораторные работы №1-5 контрольная работа
	в том числе с ЭО и ДОТ					2		6	Тесты по разделам 4.5, 5.3, 6.3 онлайн-курса «ЛЭЦ1» Тест по модулям 3 онлайн-курса «ЛЭЦ1»
4	Нелинейные элементы цепей	3	3	3		0,5		1	Домашняя работа №3, контрольная работа
	в том числе с ЭО и ДОТ					0,5			
5	Элементы с распределёнными параметрами	3	3	2		0,5		1	Домашняя работа №4, контрольная работа
	в том числе с ЭО и ДОТ					0,5			
	Промежуточная аттестация					2	0,5	33,5	Экзамен
	в том числе с ЭО и ДОТ							20	При подготовке к экзамену: Зачётный тест онлайн-курса «ЛЭЦ1» Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины в Moodle ЯрГУ
	ИТОГО	3	34	17	34	7	0,5	51,5	144
	в том числе с ЭО и ДОТ					4		31	

Примечание: объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК «Основы теории цепей (Часть 1)» в LMS Moodle и в онлайн-курсе «Линейные

*электрические цепи (Часть 1)» на платформе DemidOnline), определяется каждым студентом в зависимости от уровня его подготовки и способов выполнения данного вида работ.*

## **Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1**

#### ***Введение***

Введение в курс.

Понятие об электрической цепи. Основные электрические величины: ток, напряжение, мощность и энергия.

Понятие о методах теории цепей. Пределы применимости методов теории цепей.

Способы получения информации о цепях и их элементах, о выходных сигналах цепей. Математические модели теории цепей.

Измерения в теории цепей. Индицируемые основными приборами величины. Среднее, средневывпрямленное, среднеквадратическое значения, средняя мощность сигнала. Косвенное получение информации о характеристиках цепей и их элементов по данным экспериментов.

### **Раздел 2**

#### ***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 3

#### *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.

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.

#### 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

##### *Элементы с распределёнными параметрами*

Распределенные системы. Направленные системы и процессы в них. Линии с ТЕМ-волной. Двухпроводная линия, коаксиальный кабель. Модель отрезка двухпроводной линии. Телеграфные и 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. Микрополосковое исполнение резистивных, ёмкостных и индуктивных элементов. Анализ режима работы элемента с распределёнными параметрами.

## Лабораторный практикум

Перечень лабораторных работ по курсу:

*Лабораторная работа №1 «Исследование свободных процессов в электрических цепях».*

*Лабораторная работа №2 «Исследование переходных процессов в линейных цепях».*

*Лабораторная работа №3 «Исследование установившегося синусоидального режима в простейших цепях».*

*Лабораторная работа №4 «Исследование резонансных явлений в простых электрических цепях».*

*Лабораторная работа №5 «Исследование линейных резистивных четырёхполюсников».*

**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.

**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.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Задействованы:

- ☐ интерактивная лекция.

**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.

**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.

**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 окончанию модуля, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий текущего контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

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

**Электронный учебный курс «Основы теории цепей (Часть 1)» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

Онлайн курс «Линейные электрические цепи (часть 1)» авторов Артёмовой Т.К., Гвоздарева А.С., размещённый 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>, в котором:

- представлены мультимедиа и видео лекции по отдельным темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

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

- программы MicrosoftOffice;
- издательская система LaTeX;
- AdobeAcrobatReader.

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

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

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

### **а) основная литература:**

1. Бакалов В. П. Основы теории цепей: Учебник для направления подготовки бакалавров и магистров "Телекоммуникации" / В.П. Бакалов, В.Ф. Дмитриков, Б.И. Крук; М-во образования РФ. - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Радио и связь, 2000. – 589 с.
2. [Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие для вузов / С. И. Баскаков; М-во образования РФ. - М.: Высшая школа, 2003. - 462 с.](#)
3. Артёмова Т.К., Гвоздарёв А.С. Основы радиоэлектроники: задачник. – Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 56 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100745.pdf> (электронный ресурс)

### **б) дополнительная литература:**

4. [Новиков Ю. Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях: учеб. пособие для вузов. / Ю. Н. Новиков; УМО по университет. политех. образованию. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.: Лань, 2011. - 362 с.](#)
5. [Атабеков Г. И. Основы теории цепей: учебник для вузов. / Г. И. Атабеков - 3-е изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2009. - 424 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. Калькулятор цветовой маркировки резисторов <https://www.chipdip.ru/info/rescalc>
3. Ряды номиналов радиодеталей / статья в Интернет-энциклопедии «Википедия» [http://Wikipedia.org/Ряды номиналов радиодеталей](http://Wikipedia.org/Ряды_номиналов_радиодеталей)
4. ГОСТ Р 52002-2003 Электротехника. Термины и определения основных понятий [http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=366295#udhRjbSDO\\_HSHAIUF](http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=366295#udhRjbSDO_HSHAIUF) Режим доступа: по рабочим дням с 20-00 до 24-00 (время московское), в выходные и праздничные дни в любое время.
5. ГОСТ 2.721-74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения <https://rosstandart.msk.ru/gost/001.001.080.040/gost-2.721-74/>

## **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.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ, а также материалам онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline).

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

Автор:

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

Т.К. Артёмова

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Основы теории цепей (Часть 1)»**

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

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

Задания включают задания, предназначенные для самопроверки (задание 1.1, ответы к которому имеются в тексте учебной литературы), и домашние задания, которые необходимо сдать на проверку преподавателю.

**Задания по теме №1 «Введение» - задание для самопроверки**

*Задание 1.1*

*(проверка сформированности ОПК-2, индикаторы ИД\_ОПК2\_1 и ИД\_ОПК2\_2)*

1. Ознакомьтесь с литературой из списка основной литературы. При необходимости воспользуйтесь дополнительной литературой.
2. Вспомните и перечислите способы получения информации о свойствах цепей и их элементов, реакций цепей на заданное воздействие.
3. Ознакомьтесь с описаниями измерительных приборов, предназначенных для измерения характеристик электрических цепей и свойств их элементов.
4. Составьте табличку, какие величины каким прибором измеряют.

**Критерии оценивания выполнения**

Выполнение работы оценивается бинарно («зачтено»/«незачтено»):

«Зачтено» – выполнены все условия задания, результаты адекватные.

«Незачтено» – задание выполнено не полностью, результаты неадекватные.

**Домашние задания**

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

**Задания по теме № 2 «Анализ и синтез резистивных цепей на постоянном токе и при гармоническом воздействии» – Домашнее задание №1**

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 основной литературы.

**Задания по теме № 3 «Линейные пассивные цепи и методы их анализа» – Домашнее задание №2**

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 основной литературы.

#### Задания по теме № 4 «Нелинейные элементы цепей» – Домашнее задание №3

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 основной литературы.

#### Задания по теме № 5 «Элементы с распределёнными параметрами» – Домашнее задание №4

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 основной литературы.

#### Задания для контрольной работы (пример, 118 баллов максимум)

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

##### Вариант №1

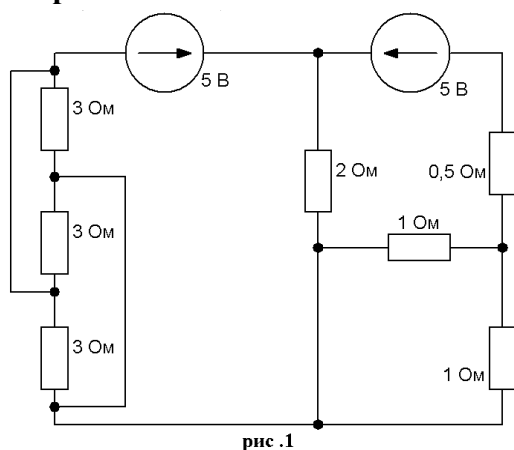


рис. 1

о контура методом уравнений Кирхгофа: 1) составить все токи (4 балла), 3) все падения напряжений (6 балла).

**№2 (80 баллов).** Для представленной цепочки найти: 1) выражение для  $\dot{Z}_{вх}$  (4 балла), 2)  $Z_{вых}$  (4 балла), 3)  $K_u(j\omega)$  (4 балла), 4)  $A(\omega)$  (4 балла), 5)  $\phi(\omega)$  (4 балла), 6)  $\max\{A(\omega)\}$  (4 балла), 7)  $\omega_{рп}$  (4 балла), 8) тип фильтра (обосновать, 4 балла), 9)  $\Delta\omega$  (4 балла), 10)  $A(\omega_{рп})$  (4 балла), 11)  $\phi(\omega_{рп})$  (4 балла), 12)  $\tau$  (4 балла), 13)  $\tau_{н.пр}$  (4 балла), 14) правила коммутации (2 балла), 15) составить ДУ (4 балла), 16) начальные условия (зависимые и независимые) (4 балла), 17) порядок цепи (по ДУ) (2 балла), 18) график АЧХ (2 балла), 19) график ФЧХ (2 балла), 20)  $H(p)$  (4 балла), 21) составить ОУ (4 балла), 22) проверить на устойчивость (4 балла).

рис. 2

**№3 (18 баллов).** Дан НЭ с началом характеристики 3,1 В и крутизной характеристики 0,2 мСм. На него воздействует сигнал  $u(t) = 1 + 2\cos(2\pi 10^4 t)$  В. 1) Найти угол отсечки (4 балла), 2) количество компонент в спектре выходного тока (2 балла), 3) амплитуду первой гармоники тока (6 баллов), 4) какая крутизна ВАХ НЭ обеспечит амплитуду первой гармоники выходного сигнала в 50 мА (6 баллов).

## Критерии оценивания домашних заданий и заданий контрольной работы

Показатели	Критерии
Ответ	Верный, с правильными единицами измерения (для размерных величин).
Формулы	Корректные, применимые в условиях данной задачи, в стандартных обозначениях или обозначения раскрыты.
Решение	Имеются приводящие к ответу выкладки.
Графики	Построенная зависимость имеет верный вид, по осям указаны аргумент и имя функции со своими единицами, есть шкалы на осях, нанесены контрольные метки, соответствующие заданию.
Схемы	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.
Объяснения (ответы на смысловые вопросы)	Даны развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.

Шкала оценивания:

0 баллов – полное отсутствие критерия;

1 балл – частичное выполнение критерия;

2 балла – полное выполнение критерия

Суммируются баллы за каждое задание.

Оценка 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.

### Лабораторные работы

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

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

### Вопросы к защите лабораторных работ (примеры)

*Лабораторная работа №1 «Исследование свободных процессов в электрических цепях».*

1. Для цепи, приведённой на рисунке:

○



●



○

●

- а) получите выражение для входного импеданса;
- б) получите выражение для выходного импеданса;
- в) определите их характер (активный/реактивный/комплексный, ёмкостный/индуктивный для двух последних);
- г) получите выражения и постройте графики АЧХ и ФЧХ.

2. Для цепи, приведённой на рисунке:

○



●



○

●

- а) получите выражение для входного импеданса;
- б) получите выражение для выходного импеданса;
- в) определите их характер (активный/реактивный/комплексный, ёмкостный/индуктивный для двух последних);
- г) получите выражения и постройте графики АЧХ и ФЧХ.

*Лабораторная работа №2 «Исследование переходных процессов в линейных цепях».*

1. Дайте определение импульсной характеристики.
2. Дайте определение переходной характеристики.
3. Как связаны импульсная и переходная характеристики?
4. Как связаны импульсная характеристики и операторная передаточная функция?
5. Докажите, является ли цепь с операторной передаточной функцией  $\frac{2p-1}{(p+3)(p-1)}$  устойчивой.
6. Напишите характеристический полином цепи, имеющей операторную передаточную функцию  $\frac{3p}{(p-2)(p+3)}$ .
7. Для цепи, приведённой на рисунке, запишите выражения для выходного и входного операторного сопротивлений.





8. Какую функциональную роль выполняет RC цепь с большой постоянной времени?

9. Какую функциональную роль выполняет LR-цепь с малой постоянной времени?

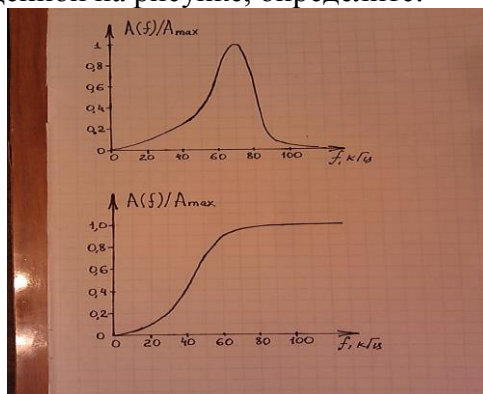
*Лабораторная работа №3 «Исследование установившегося синусоидального режима в простейших цепях».*

1. Приведите пример пассивного нелинейного двухполюсника.
2. Кабель длиной 2 м работает на частоте 100 МГц. Определите, является ли он:
  - а) элементом с сосредоточенными или с распределёнными параметрами;
  - б) активным или пассивным элементом;
  - в) линейным или нелинейным элементом.
3. Запишите выражение для импеданса конденсатора.
4. Запишите выражение для импеданса катушки индуктивности.
5. Напишите формулу связи тока и напряжения на катушке индуктивности (без сердечника).
6. Напишите формулу связи тока и напряжения на электролитическом конденсаторе.

*Лабораторная работа №4 «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. По АЧХ цепи, приведённой на рисунке, определите:



- а) граничную частоту,
- б) полосу пропускания,
- в) тип фильтра.

*Лабораторная работа №5 «Исследование линейных резистивных четырёхполюсников».*

1. Делитель тока построен на резисторах 3 и 6 Ом. Определите:
  - а) чему равен ток, протекающий через резистор 3 Ом, если входной ток равен 30 мкА;
  - б) величину коэффициента деления напряжения для этого резистора.
2. Какую максимальную мощность может отдать в нагрузку источник с э.д.с. 16 В и внутренним сопротивлением 1 Ом.
3. Приведите пример пассивного линейного четырёхполюсника.
4. Постройте (изобразите схему и найдите номиналы элементов) делитель напряжения на двух резисторах, имеющий входное сопротивление 500 Ом и один из коэффициентов деления 1/5.
5. Определите величину тока короткого замыкания для источника с э.д.с. 3 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом.

**Критерии оценивания ответов на вопросы при защите лабораторной работы**

Показатели	На «Зачтено»	На «Не зачтено»
Формулы	Корректные, применимые в условиях данной задачи, в стандартных обозначениях или обозначения раскрыты.	В базовых выражениях допущены ошибки
Графики	Построенная зависимость имеет верный вид, по осям указаны аргумент и имя функции со своими единицами, есть шкалы на осях, нанесены контрольные метки, соответствующие заданию.	Вид зависимостей неверный
Схемы	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.	Неверный набор элементов или неверное их соединение, в том числе неверная полярность включения

Показатели	На «Зачтено»	На «Не зачтено»
Объяснения (ответы на смысловые вопросы)	Даны развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.	Объяснение отсутствует

### Задания для самопроверки

(эквивалентны заданиям по разделам и модулям онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline), примеры см. в п. 2 «Задания для тестового контроля»)

### Критерии оценивания выполнения тестовых заданий для самопроверки

Выполнение каждого отдельного задания оценивается бинарно («зачтено»/«незачтено»):

«Зачтено» – дан верный ответ.

«Незачтено» – дан неверный или неполный ответ.

На «3»	На «4», продвинутый уровень	На «5», высокий уровень
Верные ответы на 50% из заданий теста	Верные ответы на 70% из заданий теста	Верные ответы на 85% из заданий теста

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

### Список вопросов к экзамену

(экзамен выставляется по результатам выполнения домашних заданий, контрольной работы, лабораторных работ и ответов на вопросы)

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, средневывпрямленное, 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 четырёхполюсников:  $z$ ,  $y$ ,  $h$ ,  $a$ . Физический смысл и методы определения этих параметров. Связь между различными системами параметров. Схемы замещения четырёхполюсников 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.

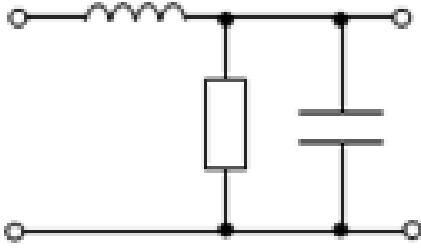
31. Волновые уравнения. Решения волновых уравнений. Бегущие и стоячие волны в линии. Коэффициент стоячей волны, коэффициент отражения, сопротивление участка линии в разных режимах. Понятие волновода, резонатора. Применение отрезков линий.

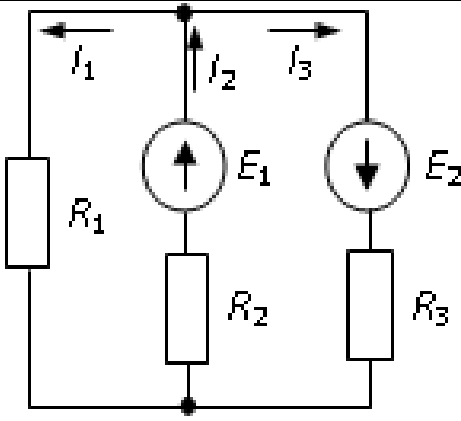
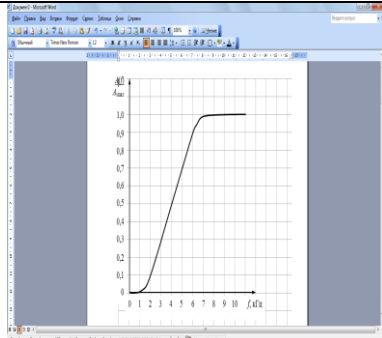
#### Критерии оценивания ответов на вопросы билета

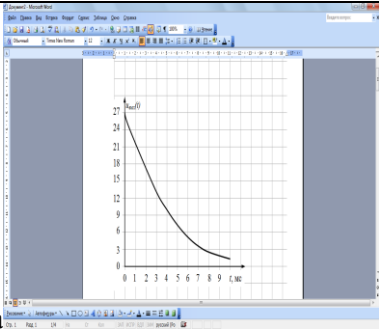
Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
<b>Соответствие ответа вопросу</b>	Хотя бы частичное ( <i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i> )	Полное	Полное
<b>Наличие примеров</b>	Имеются отдельные примеры	Много примеров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

#### Задание для тестового контроля

Впишите в правом столбце букву, соответствующую верному из ответов

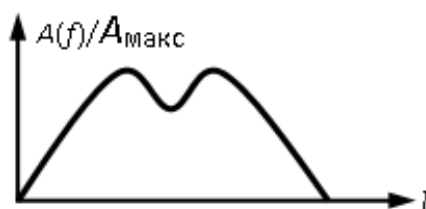
<p><b>1. Цепь на рисунке является</b></p> <p>а) активной, линейной, с сосредоточенными параметрами</p> <p>б) пассивной, линейной, с распределёнными параметрами</p> <p>в) пассивной, линейной, с сосредоточенными параметрами</p> <p>г) активной, нелинейной, с распределёнными параметрами</p>		
<p><b>2. Система электрического равновесия для цепи на рисунке</b></p> <p>а) <math>I_2 - I_1 - I_3 = 0</math>      б) <math>I_1 - I_2 + I_3 = 0</math></p> <p><math>I_1 R_1 + I_2 R_2 = -E_1</math>    <math>I_1 R_1 + I_2 R_2 = E_1</math></p> <p><math>I_2 R_2 + I_3 R_3 =</math>      <math>I_2 R_2 + I_3 R_3 =</math></p> <p><math>= E_1 - E_2</math>              <math>= E_1 + E_2</math></p> <p>в) г)</p>		

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

<p><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>	 <p>порядка</p>		
<p><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</p>			
<p><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</p>			
<p><b>15. Операторная передаточная функция RC-цепи</b> а) <math>\frac{pRC}{1 + pRC}</math>      б) <math>1 - pRC</math>      в) <math>pRC\left(1 - \frac{p}{RC}\right)</math>      г) <math>\frac{1}{1 + pRC}</math></p>			
<p><b>16. Выберите операторную передаточную функцию устойчивой цепи</b> а) <math>\frac{p + 1}{(p + 2)(p + 4)}</math>      б) <math>\frac{p - 1}{(p + 3)(p - 3)}</math>      в) <math>\frac{2p + 1}{p - 3 - 3i}</math>      г) <math>\frac{5p - 4}{(p + 2i)(p - 2i)}</math></p>			
<p><b>17. Операторное сопротивление конденсатора</b> а) <math>pC</math>      б) <math>\frac{1}{pC}</math>      в) <math>\frac{p}{C}</math>      г) <math>\frac{C}{p}</math></p>			
<p><b>18. Сигнал на выходе линейной цепи с импульсной характеристикой <math>h(t)</math> при воздействии <math>s_{ex}(t)</math></b> а) <math>s_{ex} + h</math>      б) <math>s_{ex} \cdot h</math>      в) <math>s_{ex} - h</math>      г) <math>s_{ex} \otimes h</math></p>			
<p><b>19. Нелинейный элемент</b> а) биполярный транзистор      б) резистор      в) катушка      г) кабель</p>			
<p><b>20. Для анализа нелинейных цепей нельзя применять метод</b> а) частотный      б) классический в) преобразований Лапласа      г) интеграла наложения</p>			
<p><b>21. Амплитуда и фаза тока, описываемого комплексной амплитудой <math>1 + i</math> мА</b> а) <math>2\sqrt{2}</math> мА, <math>\pi / 4</math> рад      б) 1 мА, <math>\pi / 2</math> рад      в) 2 мА, <math>-\pi / 3</math>      г) <math>1 / \sqrt{2}</math> мА, 0 рад</p>			
<p><b>22. Сумма токов <math>i_1(t) = 2 \cos(10^3 t + \pi / 4)</math>, мА и <math>i_2(t) = 2 \cos(10^3 t - \pi / 4)</math>, мА имеет амплитуду и фазу</b> а) 4 мА, 0 рад      б) <math>2\sqrt{2}</math> мА, 0 рад      в) 2 мА, <math>\pi / 2</math> рад      г) 8 мА, <math>\pi</math> рад</p>			
<p><b>23. Добротность колебательного контура с полосой пропускания <math>\Delta\omega</math></b> а) <math>\omega_{рез} / \Delta\omega</math>      б) <math>2\Delta\omega / \omega_{рез}</math>      в) <math>\omega_{рез} \cdot \Delta\omega</math>      г) <math>\omega_{рез} \cdot 2\Delta\omega</math></p>			
<p><b>24. Характеристическое сопротивление последовательного колебательного контура</b> а) <math>RL / C</math>      б) <math>\sqrt{L / C}</math>      в) <math>R / \sqrt{LC}</math>      г) <math>\sqrt{LC}</math></p>			

**25. На рисунке приведена АЧХ связанных колебательных контуров при связи**

- а) слабой
- б) критической
- в) сильной
- г) закритической



**Критерии оценивания выполнения тестовых заданий для самопроверки**

Выполнение каждого отдельного задания оценивается бинарно («зачтено»/«незачтено»):

«Зачтено» – дан верный ответ.

«Незачтено» – дан неверный или неполный ответ.

На «3»	На «4», продвинутый уровень	На «5», высокий уровень
Верные ответы на 50% из заданий теста	Верные ответы на 70% из заданий теста	Верные ответы на 85% из заданий теста



### 3 Описание процедуры выставления оценки

Для успешного освоения дисциплины обязательно:

- ☐ прохождение онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) в объёме тестирования по модулям, по разделам и итогового (зачётного) тестирования (является допуском к прохождению процедуры промежуточной аттестации),
- ☐ выполнение всех домашних заданий (являются формой текущей аттестации),
- ☐ выполнение и защита всех лабораторных работ (являются допуском к прохождению промежуточной аттестации).

Оценка за экзамен складывается из допуска до экзамена, оценки за домашние задания, оценки за ответы на вопросы на экзамене. См. ниже таблицу требований.

На «3»	На «4», продвинутый уровень	На «5», высокий уровень
1. Сертификат о прохождении онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 40%. 2. Ответ на вопрос экзамена не хуже 2-х из 5 баллов. 3. Домашние задания №1-4 выполнены на 40-59% в сумме. 4. Задания контрольной работы №1-3 выполнены на 40-59% в сумме верно  ИЛИ  Верные ответы на 50% из заданий теста	1. Сертификат о прохождении онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 60%. 2. Ответ на вопрос экзамена 3-4 из 5 баллов. 3. Домашние задания №1-4 выполнены на 60-79% в сумме.  4. Задания контрольной работы №1-3 выполнены на 60-79% в сумме верно  ИЛИ  Верные ответы на 70% из заданий теста	1. Сертификат о прохождении онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 80%. 2. Ответ на вопрос экзамена 4-5 из 5 баллов. 3. Домашние задания №1-4 выполнены на 80% в сумме.  4. Задания контрольной работы №1-3 выполнены на 80% в сумме верно  ИЛИ  Верные ответы на 85% из заданий теста

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

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

## Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Основы теории цепей (Часть 1)»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

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

В курсе даются также основы терминологии в области электрических цепей. Многие регламентируются нормативными документами, поэтому важно их изучить и запомнить.

Курс также учит методам анализа электрических цепей, как аналитическим, так и экспериментальным.

Эффективно практиковаться в решении относительно простых, отрабатывающих основные понятия, задач, можно, выполняя задания в МООК «Линейные электрические цепи (Часть 1)» 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 «Основы теории цепей (Часть 1)» в Moodle ЯрГУ.

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

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

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

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](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.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniya.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/пароллю.

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

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

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