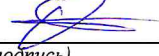


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра инфокоммуникаций и радиофизики

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана физического факультета


(подпись)

И.С. Огнев

« 9 » сентября 2020 г.

Рабочая программа дисциплины
«Электротехника»

Направление подготовки
10.03.01 Информационная безопасность

Направленность (профиль)
«Безопасность компьютерных систем»

прием 2019

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
протокол № 1 от «28» сентября 2020 года

Зав.кафедрой 
(подпись) Ю.А. Брюханов
(ФИО)

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 1 от «9» октября 2020 года

Председатель НМК 
(подпись) Т.К. Артёмова
(ФИО)

Ярославль
2020

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 ОП специалитета

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

Требует знаний, 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 "Электротехника", используются обучаемыми при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, в том числе «Теория информации».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

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:

Код компетенции	Формулировка компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1	Способность анализировать физические явления и процессы для решения профессиональных задач	Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы
ОПК-2	Способность применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач	Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера
ОПК-3	Способность применять положения электротехники, электроники и схемотехники для решения профессиональных задач	Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач

4. Объем, форма реализации, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 акад. часов.

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

Отдельные элементы курса преподаются 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)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1.	Сигналы и их спектры	4	9			2		3	Тестирование, задания для самостоятельной работы Тесты по Модулям 5-6 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)» Тест по Модулю 3 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»
2	Основные определения и законы теории электрических цепей	4	5			1		2	Тестирование, задания для самостоятельной работы Тест по Модулю 1 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»
3	Сложные электрические цепи	4	6		8	1		3	Тестирование, задания для самостоятельной работы Тест по Модулю 1 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»
4	Электрические цепи при гармоническом воздействии	4	7		8	1		3	Тестирование, задания для самостоятельной работы Тест по Модулям 3-4 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»
5	Четырехполюсники и фильтры. Длинные линии	4	5			1		2	Тестирование, задания для самостоятельной работы, контрольная работа Тест по Модулям 1-2 онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»
								2	Итоговый тест
		4					0,3	2,7	Зачет
	Всего		32		16	6	0,3	17,7	

Содержание разделов дисциплины (с указанием формы проведения)

Раздел 1 Основы теории электрических цепей и сигналов

Тема 1.1 Сигналы и их спектры

Дистанционно на площадке DemidOnline в рамках курса «Линейные электрические цепи (часть 2)»: Периодический сигнал и ряд Фурье. Комплексная форма ряда Фурье. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Отрицательные частоты. Физический и двусторонний спектры. Интеграл Фурье и спектр непериодического сигнала. Теоремы о спектрах. Радиотехнические сигналы и их спектры. Модулированные сигналы и их применение.

Очно, или дистанционно в рамках собственной внутренней образовательной среды LMS Moodle ЯрГУ: Амплитудная, фазовая и частотная модуляции. Спектры модулированных сигналов. Элементы статистической радиотехники.

Дистанционно на площадке DemidOnline в рамках курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»: Воздействие сигналов на линейные электрические цепи. Спектральный метод. Операторный метод анализа динамики цепей, основанный на преобразовании Лапласа. Основные теоремы операторного метода. Расчет динамики электрических цепей на ЭВМ.

Тема 1.2 Основные определения и законы теории электрических цепей (дистанционно на площадке DemidOnline в рамках курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»)

Задачи и программа курса. Основные понятия теории электрических цепей. Ток и напряжение, как основные величины, определяющие состояние электрической цепи и как сигналы, переносящие информацию. Основные положения теории электрических цепей. Идеальные элементы цепей. Уравнения пассивных элементов цепей. Источники тока и напряжения. Зависимые источники. Электрические и эквивалентные схемы электрических цепей. Классификация электрических цепей. Топологические понятия: узел, контур и граф цепи. Уравнения соединений. Задача анализа и синтеза.

Тема 1.3 Сложные электрические цепи (дистанционно на площадке DemidOnline в рамках курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»)

Особенности анализа сложных электрических цепей. Методы контурных токов и узловых напряжений. Учет зависимых источников в цепях с активными элементами. Теоремы электрических цепей. Теоремы об эквивалентных источниках напряжения и тока. Программы машинного анализа электрических схем на ЭВМ.

Тема 1.4 Электрические цепи при гармоническом воздействии (дистанционно на площадке DemidOnline в рамках курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»)

Гармоническое колебание. Комплексная амплитуда гармонического сигнала. Комплексная форма уравнений элементов. Комплексные сопротивления и проводимости. Частотные свойства реактивных элементов цепей. Комплексная форма уравнений соединений. Метод комплексных амплитуд. Векторные диаграммы токов и напряжений. Анализ цепей в частотной области. Мощность переменного тока. Активная и реактивная мощности.

Тема 1.5 Четырехполюсники и фильтры. Длинные линии

Дистанционно на площадке DemidOnline в рамках курса «Линейные электрические цепи (часть 1)»: Четырехполюсники, их уравнения и параметры. Коэффициенты передачи по напряжению и току, входные и выходные сопротивления четырехполюсника.

Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики. Фильтры: классификация, основные параметры, применение. Колебательные контуры и их частотные характеристики.

Очно, или дистанционно в рамках собственной внутренней образовательной среды LMS Moodle ЯрГУ: Цепи с распределенными параметрами. Телеграфные уравнения. Бегущие волны в длинной линии. Коэффициент отражения. Стоячие и смешанные волны. КСВ и КБВ. Машинный анализ частотных характеристик на ЭВМ.

Лабораторный практикум (проводится очно)

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, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

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

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

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

Задействованы:

– интерактивная лекция.

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

Задействованы:

– решение задач;

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

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

Задействованы:

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

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

б) **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.

6. Перечень электронных ресурсов и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- материалы онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова DemidOnline по ссылке: <https://demidonline.uniyar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.1x+2020/about>
- материалы онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова DemidOnline по ссылке: <https://demidonline.uniyar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.2x+2020/about>
- материалы курса «Электроника и схемотехника», размещённого в LMS Moodle ЯрГУ,
- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office (Microsoft Office Std 2013 OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc 021-10232 Microsoft Open License №0005279522 Лицензионный договор №Л - 1703 от 10/12/2013; акт №1647 от 26/12/2013);
- для моделирования электрических цепей – Qucs 0.0.18 (GNU GPL), LTspice XVII (freeware, Copyright by Analog Devices)
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Миленина С.А. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / С.А. Миленина; под ред. Н.К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп.. – М.: Юрайт, 2018. – 70 с.
<https://biblio-online.ru/book/A6FBF178-314B-4255-96C7-9116BF1296EE/elektronika-i-shemotehnika>
2. Каганов В.И., Битюгов В.К. Основы радиоэлектроники и связи: учебник для вузов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2012. – 542 с.
http://opac.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=691441&cat_cd=YARSU
3. Богомолов С.А. Основы электроники и цифровой схемотехники: учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / С.А. Богомолов. - 3-е изд., стереотип.. – М.: Академия, 2016. – 204 с.

http://opac.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=2039480&cat_cd=YARSU

4. Артёмов Т.К., Гвоздарёв А.С. Основы радиоэлектроники: задачник. – Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 56 с.

http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=847360&cat_cd=YARSU

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

б) дополнительная литература

1. Кучумов А.И., Электроника и схемотехника: учебное пособие - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 336 с.

http://opac.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=309101&cat_cd=YARSU

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.

http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=305228&cat_cd=YARSU

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Материалы онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) по ссылке: <https://demidonline.uniyar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.1x+2020/about>

2. Материалы онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 2)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) по ссылке: <https://demidonline.uniyar.ac.ru/courses/course-v1:DemidOnline+LECh001.2x+2020/about>

3. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru).

5. Калькулятор цветовой маркировки резисторов <https://www.chipdip.ru/info/rescale>

6. Ряды номиналов радиодеталей / статья в Интернет-энциклопедии «Википедия» http://Wikipedia.org/Ряды_номиналов_радиодеталей

8. 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.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, а также материалам онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 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).

Авторы:

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



Т.К. Артёмова

**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 или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущей аттестации**

Задания для самостоятельной работы

Задания по теме № 1 «Сигналы и их спектры» – Домашнее задание №1

Решить задачи 1.1 – 1.14 из раздела №1 сборника задач «Основы радиоэлектроники: задачник» / Т. К. Артемова, А. С. Гвоздарев; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та. - Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 56 с., рекомендованного в списке основной литературы.

Задания по темам № 2 и №3 «Основные определения и законы теории электрических цепей», «Сложные электрические цепи» – Домашнее задание №2

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 № 4 «Электрические цепи при гармоническом воздействии» –
Домашнее задание №3**

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.

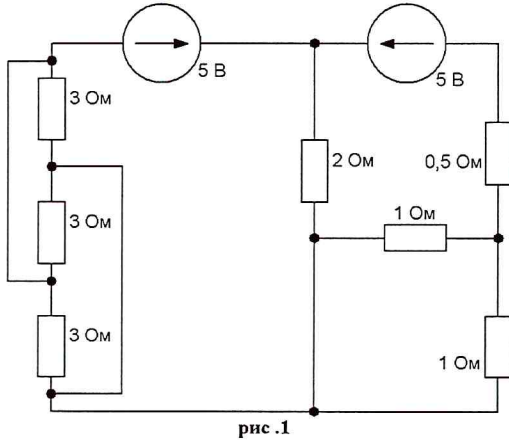
Задания по теме № 5 «Четырехполюсники и фильтры. Длинные линии» – Домашнее задание №4

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.

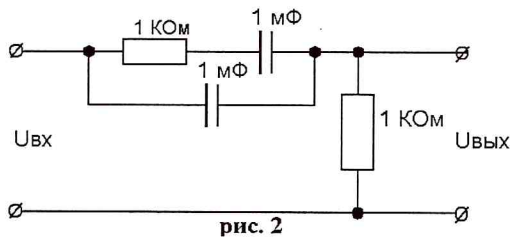
Задания для контрольной работы по разделу №1

Вариант №1

№1. Для представленного контура методом уравнений Кирхгофа: 1) составить систему уравнений, 2) найти все токи, 3) все падения напряжений, 4) проверить баланс мощности.

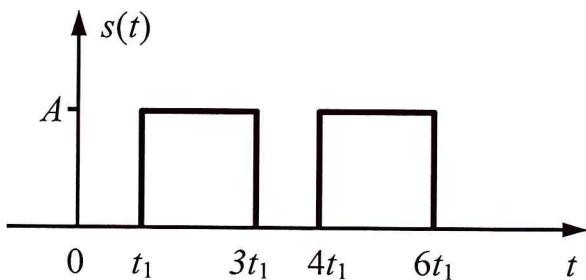


№2. Для представленной цепочки найти: 1) $\dot{Z}_{вх}$, 2) $\dot{Z}_{вых}$, 3) $\dot{K}_u(j\omega)$, 4) $A(\omega)$, 5) $\varphi(\omega)$, 6) $\max\{A(\omega)\}$, 7) ω_{zp} , 8) тип фильтра (обосновать), 9) $\Delta\omega$, 10) $A(\omega_{zp})$, 11) $\varphi(\omega_{zp})$, 12) τ , 13) $\tau_{н.пр}$,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



№3. 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. Найти: 1) угол отсечки, 2) количество компонент в спектре выходного тока, 3) амплитуду первой гармоники тока, 4) какая крутизна ВАХ НЭ обеспечит амплитуду первой гармоники выходного сигнала в 50 мА.

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

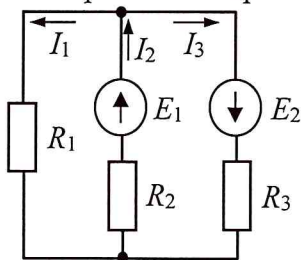


Задания для самопроверки

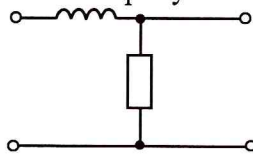
(эквивалентные заданиям по разделам и модулям онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline))

Вариант 1

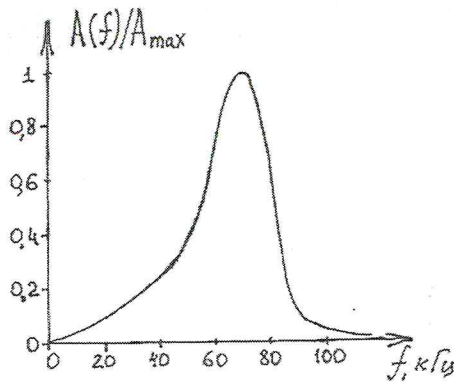
1. Дайте определение дискретного сигнала.
2. Напишите формулы для нахождения спектра периодического сигнала (любой вариант из 3-х).
3. Определите ширину спектра прямоугольного импульса высотой 2 В и длительностью 3 мс по первым нулям.
4. Приведите пример пассивного нелинейного двухполюсника.
5. Кабель 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.
6. Запишите уравнения по правилам Кирхгофа для цепи, приведённой на рисунке.



7. 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.
8. Напишите формулу связи тока и напряжения на катушке индуктивности (без сердечника).
9. Запишите выражение для импеданса конденсатора.
10. 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).
11. Для своей цепи из задания 10, получите выражения и постройте графики АЧХ и ФЧХ.
 12. По АЧХ цепи, приведённой на рисунке, определите:



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

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

14. В процессе преобразования сигнал $s_1(t)$ усиливается в 10 раз и к результату прибавляется через тройник сигнал $s_2(t)$, формируя в итоге сигнал $s(t)$. Напишите, как связаны друг с другом спектры этих сигналов.

15. Дайте определение импульсной характеристики.

16. Как связаны импульсная и переходная характеристики?

17. Докажите, является ли цепь с операторной передаточной функцией $\frac{2p-1}{(p+3)(p-1)}$ устойчивой.

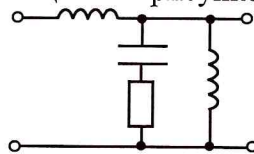
18. Для цепи из задания 10 запишите выходное операторное сопротивление.

19. Какую максимальную мощность может отдать в нагрузку источник с э.д.с. 16 В и внутренним сопротивлением 1 Ом.

20. Запишите выражение для экспериментального определения добротности колебательного контура.

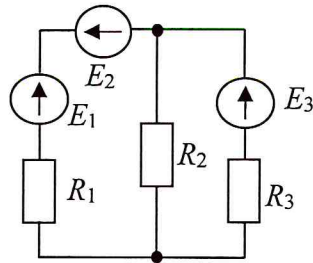
Вариант 2

1. Дайте определение цифрового сигнала.
2. Напишите формулы для нахождения спектра непериодического сигнала.
3. Определите величину постоянной составляющей в спектре прямоугольного импульса высотой 2 В и длительностью 3 мс.
4. Приведите пример пассивного активного четырёхполюсника.
5. Определите, является ли цепь на рисунке:



- а) с сосредоточенными или с распределёнными параметрами;
- б) активной или пассивной;
- в) линейной или нелинейной.

6. Запишите уравнения по правилам Кирхгофа для цепи, приведённой на рисунке.

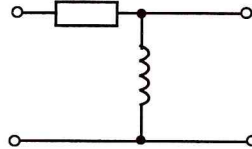


7. Постройте (изобразите схему и найдите номиналы элементов) делитель напряжения на двух резисторах, имеющий входное сопротивление 500 Ом и один из коэффициентов деления 1/5.

8. Напишите формулу связи тока и напряжения на электролитическом конденсаторе.

9. Запишите выражение для импеданса катушки индуктивности.

10. Для цепи, приведённой на рисунке:



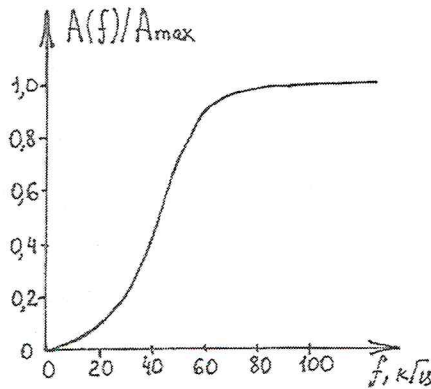
а) получите выражение для входного импеданса;

б) получите выражение для выходного импеданса;

в) определите их характер (активный/реактивный/комплексный, ёмкостный/индуктивный для двух последних).

11. Для своей цепи из задания 10, получите выражения и постройте графики АЧХ и ФЧХ.

12. По АЧХ цепи, приведённой на рисунке, определите:



а) граничную частоту,

б) полосу пропускания,

в) тип фильтра.

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

14. Напишите, как связаны друг с другом спектры входного и выходного сигналов для цепи, выполняющей дифференцирование.

15. Дайте определение переходной характеристики.

16. Как связаны импульсная характеристика и операторная передаточная функция?

17. Напишите характеристический полином цепи, имеющей операторную передаточную функцию $\frac{3p}{(p-2)(p+3)}$.

18. Для цепи из задания 10 запишите входное операторное сопротивление.

19. Определите величину тока короткого замыкания для источника с э.д.с. 3 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом.

20. Запишите выражение для резонансной частоты колебательного контура, если выходной элемент его - конденсатор.

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

Список вопросов к зачёту

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

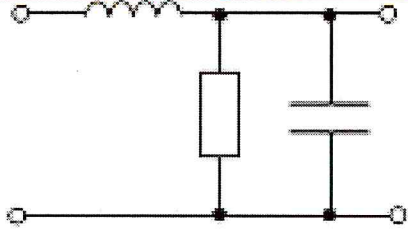
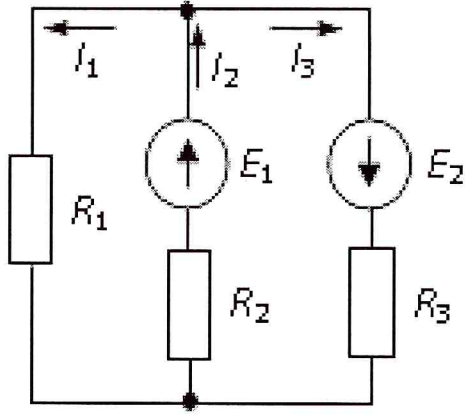
1. Классификация r/t цепей и их элементов. Схемы цепей.
2. Резистивные цепи, синтез и анализ делителей, расчёт разветвлённых цепей.
3. Основные теоремы теории цепей и их применение к расчёту резистивной цепи: правила Кирхгофа, метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод эквивалентного источника.
4. Сигналы в электрических цепях. Среднее, среднев्यпрямленное, 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). Операция свёртки. Корреляционные функции сигналов: АКФ, ВКФ, интервал корреляции, их применение.
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.

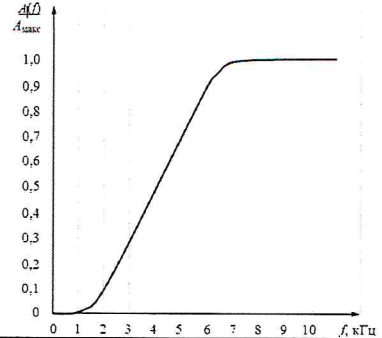
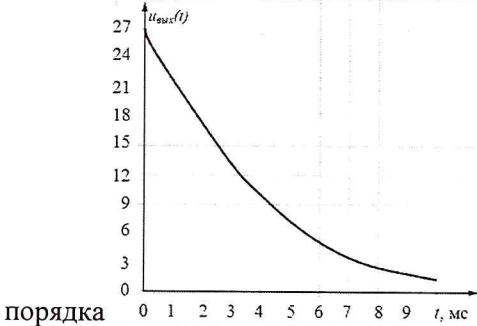
20. Четырехполосники, их эквивалентные схемы. y , z , h , a -параметры. Соединения четырёхполосников, их описание и применение.
21. Последовательный колебательный контур. Режимы работы, явление резонанса. Анализ последовательного колебательного контура: входной импеданс, частотные характеристики, характеристическое 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 четырёхполосников в этих параметрах.
24. Типы соединений четырёхполосников, их свойства и примеры использования. Матрица передачи каскадного соединения.
25. Индуктивно-связанные цепи. Взаимная индуктивность. Эквивалентные схемы на гармоническом сигнале. Эквивалентные формулы развязывания для индуктивно-связанных цепей.
26. 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.
27. Параметры нелинейных резистора, конденсатора, катушки по постоянной и переменной компонентам сигнала. Управление параметрами нелинейных элементов. Эквивалентная модель варикапа и диода.
28. Работа диода с нагрузкой. Варикап, примеры его использования. Биполярный транзистор, его возможности.
29. Аппроксимации ВАХ нелинейных элементов: степенная, квадратичная, кусочно-линейная, примеры их использования. Отклик элемента с кусочно-линейной аппроксимацией ВАХ на гармоническое воздействие.
30. Отклик квадратичного нелинейного элемента на гармоническое и бигармоническое воздействия.
31. Классификация генераторов. Автогенераторы. Условие баланса амплитуд и фаз. Физика работы автогенератора гармонических колебаний. Колебательная характеристика. Методы определения уровня генерируемого сигнала.
32. Преобразование частоты. Схема и физика работы. Умножение частоты. Схема и физика работы. К.п.д. схемы.
33. Классификация типов модуляции. Аналоговые виды модуляции. Импульсные виды модуляции.
34. Различные типы АМ. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов АМ-сигналов.
35. Формирование сигналов амплитудной модуляции: схемотехника, настройки, физика работы схем. Коэффициент модуляции. Модуляционная характеристика. Выбор режима нелинейного элемента.
36. Осциллограммы, временные и спектральные диаграммы различных типов сигналов угловой модуляции.
37. Формирование сигналов угловой модуляции: схемотехника, настройки, физика работы схем.
38. Детектирование. Детектирование АМ-сигналов. Квадратичное детектирование – схема, физика работы, коэффициент детектирования, коэффициент нелинейных искажений.
39. Детектирование сигналов угловой модуляции. Схемы, физика работы. Настройки схем. Принцип когерентного и некогерентного детектирования.

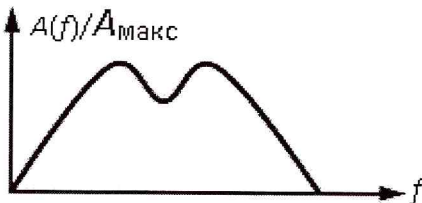
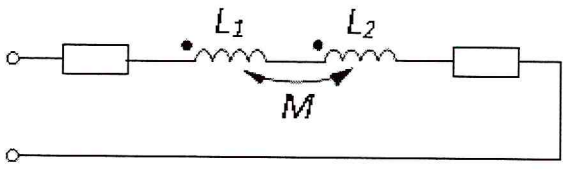
40. Импульсные виды модуляции. Их отличие от аналоговых видов. Радиоимпульсы и их спектры.
41. Распределенные системы. Направленные системы и процессы в них. Линии с ТЕМ-волной. Двухпроводная линия, коаксиальный кабель. Модель отрезка двухпроводной линии. Телеграфные уравнения.
42. Волновые уравнения. 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.

Задание для тестового контроля

Впишите в правом столбце под номером букву, соответствующую верному из ответов

<p>1. Цепь на рисунке является</p> <p>а) активной, линейной, с сосредоточенными параметрами б) пассивной, линейной, с распределёнными параметрами в) пассивной, линейной, с сосредоточенными параметрами г) активной, нелинейной, с распределёнными параметрами</p>		1
<p>2. Система электрического равновесия для цепи на рисунке</p> <p>а) $I_2 - I_1 - I_3 = 0$ б) $I_1 - I_2 + I_3 = 0$ $I_1 R_1 + I_2 R_2 = -E_1$ $I_1 R_1 + I_2 R_2 = E_1$ $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 - E_2$ $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 + E_2$</p> <p>в) $-I_1 + I_2 - I_3 = 0$ г) $I_2 + I_1 + I_3 = 0$ $I_1 R_1 + I_2 R_2 = E_1$ $I_1 R_1 + I_2 R_2 = E_1$ $-I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 - E_2$ $I_1 R_1 - I_3 R_3 = -E_1$</p>		2
<p>3. Номиналы элементов делителя напряжения с входным сопротивлением 1 кОм и одним из коэффициентов деления 1/5</p> <p>а) $R_1 = 400 \text{ Ом}$ б) $R_1 = 5 \text{ кОм}$ в) $R_1 = 4 \text{ кОм}$ г) $R_1 = 800 \text{ Ом}$ $R_2 = 100 \text{ Ом}$ $R_2 = 1250 \text{ Ом}$ $R_2 = 5 \text{ кОм}$ $R_2 = 200 \text{ Ом}$</p>		3
<p>4. Формула, связывающая ток через конденсатор и напряжение на его выводах</p> <p>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) $u(t) = C \int_0^t i(t_1) dt_1$</p>		4
<p>5. Ток через катушку по отношению к напряжению</p> <p>а) опережает его на $\pi/2$ б) отстает от него на $\pi/2$ в) опережает его на $\pi/4$ г) синфазен ему</p>		5
<p>6. Частотная зависимость и характер входного сопротивления RC-цепи</p> <p>а) $\frac{1}{i\omega C}$ б) R в) $R + \frac{i}{\omega C}$ г) $R - \frac{i}{\omega C}$ ёмкостный активный индуктивный ёмкостный</p>		6
<p>7. Комплексный частотный коэффициент передачи LR-цепи</p> <p>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) $\frac{1}{1 + i\omega R/L}$</p>		7
<p>8. Цепь на рисунке – это фильтр</p> <p>а) ФНЧ б) ФВЧ в) ПФ г) заградительный</p>		8

<p>9. Граничная частота и полоса пропускания цепи на рисунке</p> <p>а) 4 кГц; [4;+∞) кГц б) 6 кГц; [4;+∞) кГц в) 5 кГц; [5;+∞) кГц г) 2 кГц; [0;2] кГц</p>		9
<p>10. RC-цепь с большой постоянной времени</p> <p>а) разделяет предыдущую и последующую цепи б) усиливает входной сигнал в) дифференцирует входной сигнал г) интегрирует входной сигнал</p>		10
<p>11. Сопротивление нагрузки, обеспечивающее короткое замыкание источника</p> <p>а) $r_{ист}$ б) 50 Ом в) 0 г) ∞</p>		11
<p>12. С графиком на рисунке совпадает по форме переходная характеристика</p> <p>а) интегрирующей цепи б) колебательного контура в) дифференцирующей цепочки г) активной цепи 2-го порядка</p>		12
<p>13. Постоянная времени цепи, реакция которой на включение постоянного напряжения 27 В изображена на рисунке, приблизительно равна</p> <p>а) 0,5 мс б) 8 мс в) 4 мс г) 2,7 мс</p>		13
<p>14. Импульсную характеристику цепи можно определить</p> <p>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>		14
<p>15. Операторная передаточная функция RC-цепи</p> <p>а) $\frac{pRC}{1+pRC}$ б) $1-pRC$ в) $pRC\left(1-\frac{p}{RC}\right)$ г) $\frac{1}{1+pRC}$</p>		15
<p>16. Выберите операторную передаточную функцию устойчивой цепи</p> <p>а) $\frac{p+1}{(p+2)(p+4)}$ б) $\frac{p-1}{(p+3)(p-3)}$ в) $\frac{2p+1}{p-3-3i}$ г) $\frac{5p-4}{(p+2i)(p-2i)}$</p>		16
<p>17. Операторное сопротивление конденсатора</p> <p>а) pC б) $1/pC$ в) p/C г) C/p</p>		17
<p>18. Сигнал на выходе линейной цепи с импульсной характеристикой $h(t)$ при воздействии $s_{ex}(t)$</p> <p>а) $s_{ex} + h$ б) $s_{ex} \cdot h$ в) $s_{ex} - h$ г) $s_{ex} \otimes h$</p>		18
<p>19. Нелинейный элемент</p> <p>а) биполярный транзистор б) резистор в) катушка г) кабель</p>		19
<p>20. Для анализа нелинейных цепей нельзя применять метод</p> <p>а) частотный б) классический в) преобразований Лапласа г) интеграла наложения</p>		20
<p>21. Амплитуда и фаза тока, описываемого комплексной амплитудой $1+i$ мА</p> <p>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</p>		21

<p>22. Сумма токов $i_1(t) = 2 \cos(10^3 t + \pi / 4)$, мА и $i_2(t) = 2 \cos(10^3 t - \pi / 4)$, мА имеет амплитуду и фазу</p> <p>а) 4 мА, 0 рад б) $2\sqrt{2}$ мА, 0 рад в) 2 мА, $\pi / 2$ рад г) 8 мА, π рад</p>	22
<p>23. Максимальный (в режиме КЗ) коэффициент передачи по току описывается</p> <p>а) h_{21} б) z_{21} в) y_{21} г) a_{21}</p>	23
<p>24. Матрицы передачи перемножаются при соединении четырёхполюсников</p> <p>а) последовательно-последовательном в) параллельно-последовательном б) каскадном г) параллельно-параллельном</p>	24
<p>25. Если отражённая волна в линии отсутствует, КСВ равен</p> <p>а) 1/2 б) 2 в) 1 г) ∞</p>	25
<p>26. Коэффициент отражения в линии с сопротивлением 50 Ом при нагрузке 50 Ом</p> <p>а) ∞ б) -1 в) 1 г) 0</p>	26
<p>27. Добротность колебательного контура с полосой пропускания $\Delta\omega$</p> <p>а) $\omega_{рез} / \Delta\omega$ б) $2\Delta\omega / \omega_{рез}$ в) $\omega_{рез} \cdot \Delta\omega$ г) $\omega_{рез} \cdot 2\Delta\omega$</p>	27
<p>28. Характеристическое сопротивление последовательного колебательного контура</p> <p>а) RL/C б) $\sqrt{L/C}$ в) R/\sqrt{LC} г) \sqrt{LC}</p>	28
<p>29. На рисунке приведена АЧХ связанных колебательных контуров при связи</p> <p>а) слабой б) критической в) сильной г) закритической</p>	<p>29</p> 
<p>30. Взаимосвязанные катушки на рисунке включены</p> <p>а) встречно б) параллельно в) каскадно г) согласно</p>	<p>30</p> 

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 всех домашних заданий (являются формой текущей 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. Домашние задания №1-4 выполнены на 40-59% в сумме.

3. Задание №4 контрольной работы верно выполнено в сумме на 40-59%

4. Лабораторные работы выполнены и успешно защищены.

- ИЛИ

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. Верные ответы на 50% из заданий №№ 1, 2, 4, 5, 8, 10, 11, 14, 16-20, 23, 24, 27, 28, 30 теста

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
<p>1. Сертификат о прохождении онлайн курсов «Линейные электрические цепи (часть 1)» и «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 40%.</p> <p>2. Ответ на вопрос экзамена не хуже 2-х из 5</p>	<p>1. Сертификат о прохождении курсов «Линейные электрические цепи (часть 1)» и «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 60%.</p> <p>2. Ответ на вопрос экзамена 3-4 из 5 баллов.</p>	<p>1. Сертификат о прохождении онлайн курсов «Линейные электрические цепи (часть 1)» и «Линейные электрические цепи (часть 2)» на площадке MOOK ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline) на уровне не менее 80%.</p> <p>2. Ответ на вопрос экзамена 4-5 из 5 баллов.</p>