

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА MULTISIM В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И ЭЛЕКТРОНИКЕ

Быковский Н.А., Успенская Н.Н.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», филиал в г. Стерлитамаке, Стерлитамак, e-mail: nbikovsky@list.ru

В современном мире для изучения технических дисциплин все чаще используются, описаны возможности проведения лабораторных работ и приведен пример организации одной из них. Сочетание лабораторного практикума на традиционных лабораторных стендах с виртуальными лабораторными работами позволяет глубже осваивать изучаемый материал. Следует отметить, что при применении виртуальных лабораторных работ возможно изучение процессов, протекающих в течение короткого промежутка времени, в частности переходных процессов в электрических и электронных схемах. Исследование таких процессов с использованием традиционных лабораторных стендов представляет значительные трудности. Данная статья посвящена описанию программного пакета Multisim и его применение для разработки и исследования работы электрических и электронных схем. В статье кратко описана программа Multisim для создания и моделирования электрических, электронных и цифровых устройств, а также разработаны виртуальные лабораторные работы для проектирования виртуальных электрических и электронных схем и изучения их работы. Предлагаемый лабораторный практикум может применяться для всех специальностей, в учебном графике которых предусмотрено изучение курса электротехники и электроники.

Ключевые слова: программа Multisim, электрические схемы, электронные схемы, студент, бакалавр, лабораторные работы.

APPLICATION OF THE MULTISIM PROGRAM PACKAGE IN LABORATORY PRACTICES ON ELECTRICAL ENGINEERING AND ELECTRONICS

Bykovsky N.A., Uspenskaya N.N.

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education "Ufa State Petroleum Technological University", Sterlitamak Branch, Sterlitamak, e-mail: nbikovsky@list.ru

In the modern world, virtual laboratory works are increasingly being used to study technical disciplines. The combination of laboratory practice on traditional laboratory benches with virtual laboratory works allows to deeper master the studied material. It should be noted that when virtual laboratory works are used, it is possible to study processes that take place over a short period of time, in particular, transient processes in electrical and electronic circuits. The study of such processes by the use of traditional laboratory benches presents significant difficulties. This article is devoted to the description of the software package Multisim and its application for the development and study of the operation of electrical and electronic circuits. The article briefly describes the Multisim program for creating and modeling electrical, electronic and digital devices; also virtual laboratory works for the design of virtual electrical and electronic circuits and the study of their operation were developed. The proposed laboratory practice can be applied for all specialties, in the training schedule which provides for the study of the course of electrical engineering and electronics.

Keywords: Multisim program, electrical circuits, electronic circuits, student, bachelor, laboratory works.

В современном мире одним из растущих перспективных направлений обучения в вузах является применение компьютерных технологий, которые являются новым этапом развития обучения. Для реализации поставленных технологических целей, таких как разработка и моделирование электрических и электронных цепей, применяются различные технические и программные средства. Программа Multisim подразделения Electronics Workbench Group компании National Instruments является одной из наиболее простых и легко осваиваемых программ, содержащих контрольно-измерительные приборы для логического моделирования электрических, электронных схем и цифровых устройств. Особенность

данной программы – это наличие в ней контрольно-измерительных приборов, которые по организации управления, характеристикам и внешнему виду максимально приближены к их промышленным аналогам.

Организация учебного процесса на основе использования возможностей программы Multisim позволила повысить уровень познавательной активности студентов при выполнении самостоятельных заданий, осуществить индивидуальный подход при планировании образовательной траектории каждого студента в зависимости от его возможностей, дифференцировать количество информации и уровень сложности заданий по данному предмету без потери качества усвоения материала каждым отдельным студентом.

Описание программы

Multisim – это программа моделирования и расчета электронных и электрических схем устройств [1]. Широкий набор приборов позволяет задавать входные воздействия, производить измерения различных величин и строить графики [2]. Все приборы изображаются максимально приближенными к реальным. На рисунке 1 приведено главное окно программы Multisim. Интерфейс Multisim состоит из таких базовых элементов, как стандартная инструментальная панель (кнопки для наиболее часто применимых функций), меню (команды для всех функций), инструментальная панель компонентов (выбор компонентов из базы данных программы Multisim для размещения их в схеме), панель разработки (панель для отображения разработанных схем), панель вида (кнопки для увеличения, уменьшения масштаба), панель симуляции (кнопки старта, паузы, остановки и других функций симуляции), основная модель, список используемого, закладка активной схемы (закладка, где расположена текущая схема), панель инструментов (кнопки для каждого инструмента), окно схемы (текущее окно, где разрабатывается схема), вид ячеек (для быстрого обозревания и редактирования таких деталей, как параметры, включая ссылки, атрибуты и прочее), прокрутка влево/вправо [3].

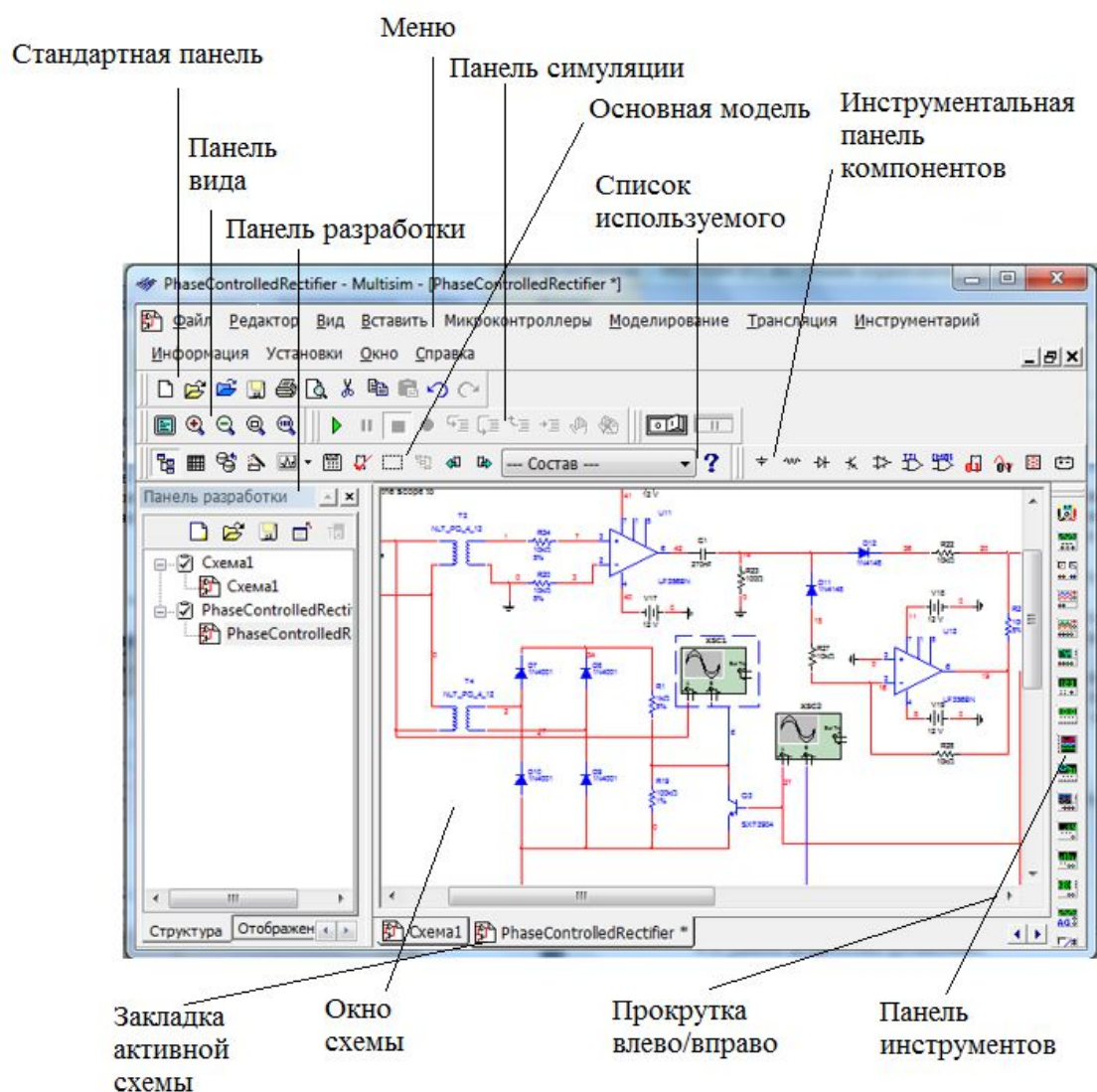


Рис. 1. Интерфейс программы Multisim

Используя программный пакет Multisim, нами разработан лабораторный практикум по электротехнике и электронике. По электротехнике разработаны виртуальные лабораторные работы на темы: исследование резонансных контуров, исследование переходных процессов в линейных электрических цепях на постоянном токе, исследование переходных процессов в линейных электрических цепях с неидеальным источником синусоидального напряжения, исследование переходных процессов в колебательных контурах. По электронике разработаны виртуальные лабораторные работы на темы: исследование работы емкостного фильтра на выходе выпрямителя, исследование биполярного транзистора, исследование характеристик операционного усилителя, исследование логических функций.

Ниже приведен пример виртуальной лабораторной работы по электротехнике на тему «Исследование переходных процессов в RCL цепи при ее отключении от источника постоянного напряжения».

Цель работы: Исследовать переходный процесс в RCL цепи при ее отключении от источника постоянного напряжения. Оборудование: IBM-совместимый компьютер с модификацией процессора не ниже 486, Pentium III и выше. Задание: собрать схему, показанную на рисунке 2; задать параметры время и напряжение на канале А и В; получить осциллограмму переходного процесса; измерить величины амплитуд U_0 и U_1 и периода T ; вычислить период колебания T и коэффициент затухания β ; сравнить полученные теоретические и практические данные; сделать вывод.

В среде моделирования электронных схем Multisim выполнена сборка и отладка электрической схемы [4], представленной на рисунке 2. Схема содержит генератор постоянного тока V1, переключатель J1, катушку индуктивности L1, резистор R1 и конденсатор C1. Используя окно свойств для каждого элемента, были заданы параметры: генератор постоянного тока с напряжением 200 В, катушка с индуктивностью 1 Гн, резистор с сопротивлением 20 Ом, конденсатор с емкостью 300 мкФ.

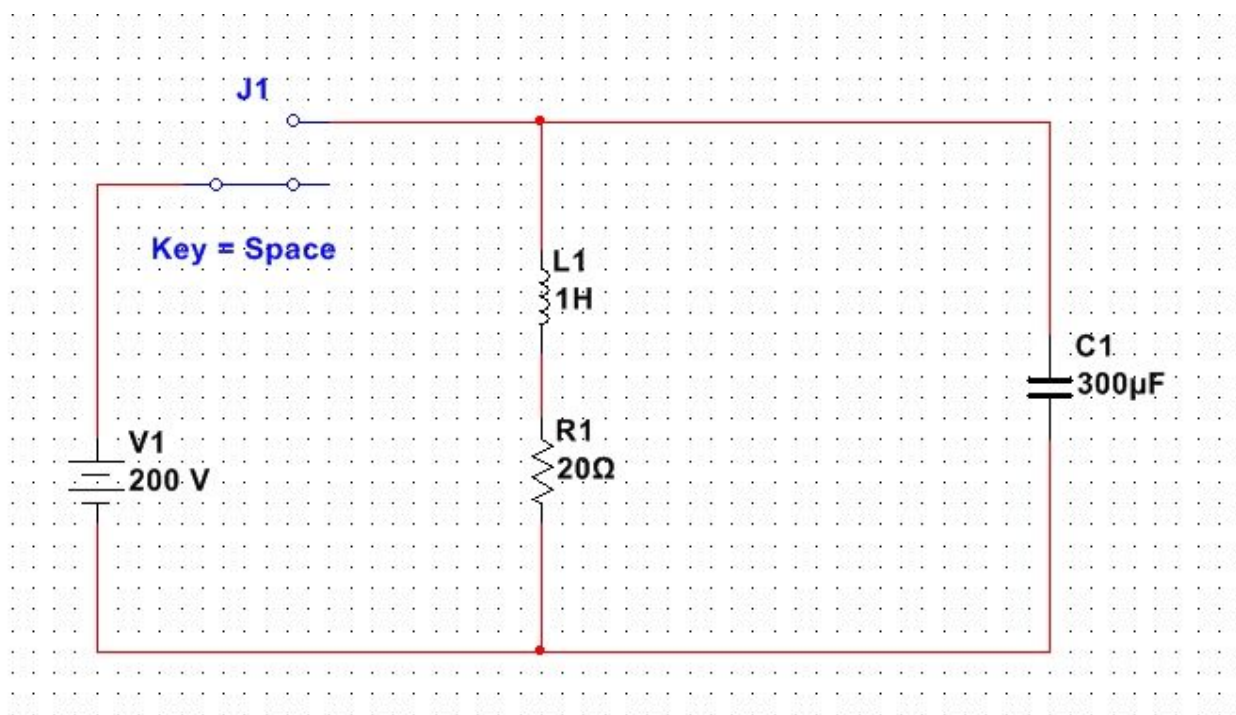


Рис. 2. Колебательная RLC цепь

Разряд конденсатора на катушку индуктивности при высокой добротности контура

[5-7] $2R < \sqrt{L/C}$ описывается дифференциальным уравнением

$$LC \frac{d^2 i}{dt^2} + RC \frac{di}{dt} + i = 0, \quad (1)$$

где i – ток в RLC контуре;

L – индуктивность катушки;

C – емкость конденсатора;

R – активное сопротивление резистора.

Из решения уравнения (1) для напряжения на конденсаторе получаем выражение

$$u_C(t) = U_{C0} e^{-\delta t} \sin(\omega_{св} t + \varphi),$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega_{св}}{\delta}. \quad (2)$$

где U_{C0} – начальное напряжение на конденсаторе.

Для регистрации изменения напряжения на конденсаторе во времени к конденсатору был подключен осциллограф (рисунок 3).

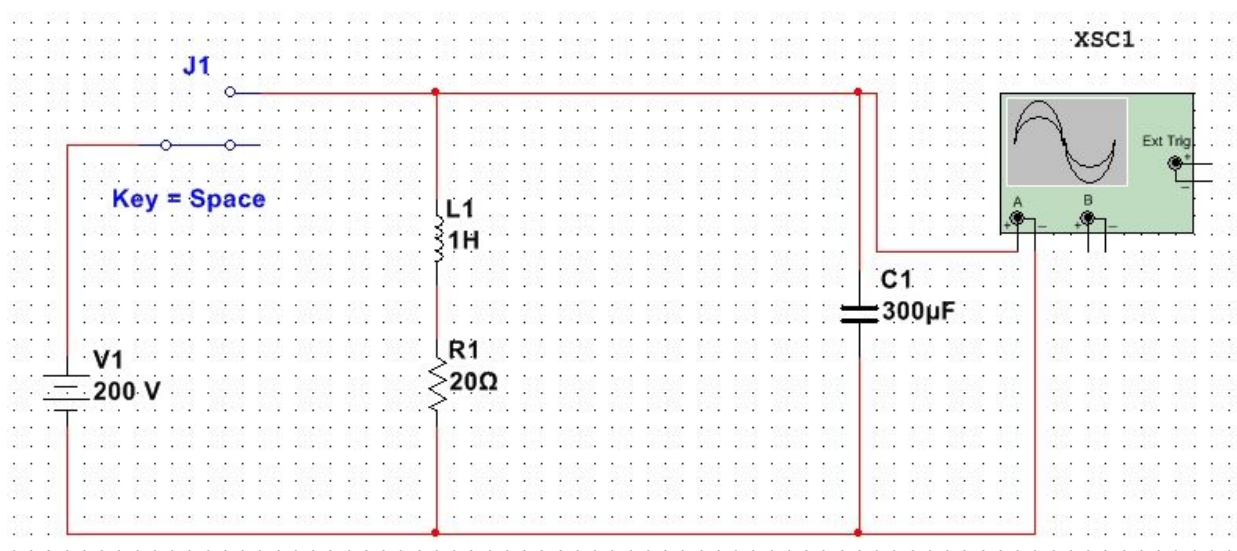


Рис. 3. Схема для исследования переходных процессов в колебательных контурах

Осциллограф – это измерительный прибор, который используется для наблюдения, измерения и записи временных и амплитудных параметров электрического сигнала, подаваемого на его вход [8-9]. Благодаря этому появляется возможность исследования осциллограмм переходных процессов, которые длятся в течение коротких промежутков времени. Для этого необходимо задать масштабы осциллограммы и при завершении переходного процесса нажать кнопку паузы. По полученной осциллограмме можно изучить все процессы, протекающие в составленной цепи, а также снять величины амплитуды и периода колебаний.

Для получения осциллограммы переходного процесса при отключении колебательного контура (рисунок 3) от источника напряжения необходимо:

- открыть осциллограф;
- задать время равное 100 м с,
- задать напряжение на канале А равное 200 В,

- задать напряжение на канале В равное 5 В;
- включить схему, предварительно замкнув ключ на колебательный контур;
- через 1–3 секунды разомкнуть ключ клавишей Space.

На рисунке 4 приведен график зависимости напряжений $u_c(t)$ на конденсаторе от времени при его разрядке.

Полученная осциллограмма позволяет измерить амплитудные значения напряжения для различных значений времени и период затухающих колебаний.

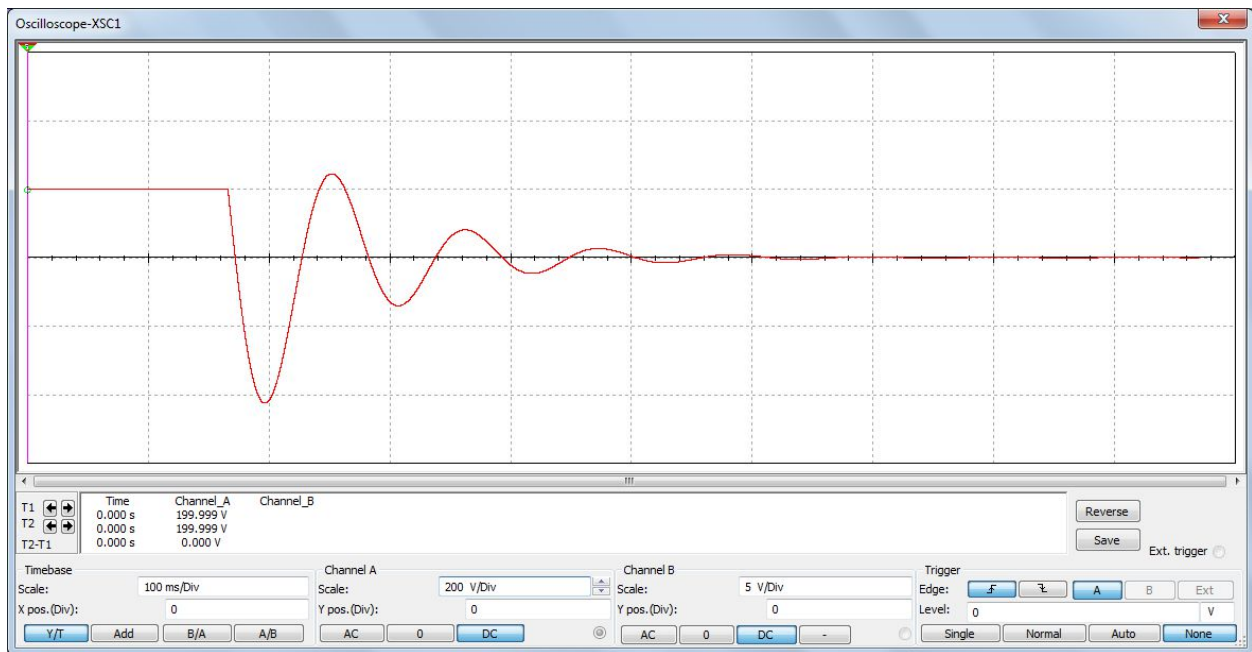


Рис. 4. График кривой $U_c(t)$

Результаты обработки осциллограммы:

- начальная амплитуда первого колебания $U_0 = 424,741$ В;
- амплитуда второго колебания через период $U_1 = 140,689$ В;
- период колебания $T = 110,922$ м с.

По полученным значениям амплитуд и периоду затухающих колебаний рассчитан коэффициент затухания β

$$U_1 = U_0 \cdot e^{-\beta \cdot T}. \quad (3)$$

$$\beta = \frac{\ln \frac{U_0}{U_1}}{T} = \frac{\ln \frac{424,741}{140,689}}{110,922 \cdot 10^{-3}} = 9,961 \frac{1}{\text{с}}. \quad (4)$$

Кроме того, был произведен расчет значений коэффициента затухания, частоты собственных колебаний контура, частоты затухающих колебаний и периода.

Коэффициент затухания рассчитан по формуле

$$\beta = \frac{R}{2 \cdot L} = \frac{20}{2 \cdot 1} = 10 \frac{1}{c}. \quad (5)$$

Формулы для нахождения частоты

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{\sqrt{1 \cdot 300 \cdot 10^{-6}}} = 57,737 \frac{1}{c}. \quad (6)$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} = \sqrt{57,737^2 - 10^2} = 56,864 \frac{1}{c}. \quad (7)$$

Формула для нахождения периода одного колебания

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega} = \frac{2 \cdot 3,14}{56,864} = 0,110439c = 110,439 \text{ мс}. \quad (8)$$

Для сравнения результатов, полученных с осциллограммы и рассчитанных по уравнениям (5–7), были рассчитаны отклонения между измеренными и рассчитанными значениями параметров.

Абсолютная погрешность рассчитывается по формуле

$$\Delta x = |x - x_{\text{расч}}|, \quad (9)$$

где x – снятое значение с осциллограммы;

$x_{\text{расч}}$ – истинное значение, рассчитанное по формулам.

Относительная погрешность рассчитывается по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_{\text{расч}}} \cdot 100\%. \quad (10)$$

Для периода колебаний разница между измеренными и рассчитанными значениями составила 0,483 м с или 0,9 %.

Для коэффициента затухания разница между измеренными и рассчитанными значениями составила 0,039 1/с или 0,39 %.

Заключение

Сочетание лабораторного практикума на традиционных лабораторных стендах с виртуальными лабораторными работами позволяет глубже осваивать изучаемый материал. Следует отметить, что при использовании виртуальных лабораторных работ возможно изучение процессов, протекающих в течение короткого промежутка времени, в частности переходных процессов в электрических и электронных схемах. Исследование таких процессов с использованием традиционных лабораторных стендов представляет значительные трудности.

Рассматриваемая в работе программная среда National Instruments Multisim позволяет объединить процессы разработки электронных устройств и их тестирования на основе технологии виртуальных приборов для учебных и производственных целей. Данная

платформа связывает процессы тестирования и проектирования, предоставляя разработчику электронного оборудования гибкие возможности технологии виртуальных приборов.

Использование виртуальных лабораторных работ совместно с традиционными работами, выполняемыми на лабораторных стендах, позволяет показать эффективность в применении виртуального лабораторного практикума, высокую точность получаемых результатов и быстроту выполнения лабораторных работ.

Список литературы

- 1 Corbin M.J. MulTiSIM: An object-based distributed framework for mission simulation / M.J. Corbin, G.F. Butler // *Simulation Practice and Theory* – 15 January 1996, Vol. 3. – Issue 6. – P. 383-399.
- 2 Хернитер Марк Е. Электронное моделирование в Multisim / М.Е. Хернитер. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 501 с.
- 3 Программа схемотехнического моделирования Multisim [Электронный ресурс]. – URL: http://ikit.edu.sfu-kras.ru/CP_Electronics/pages/soft/multisim/manual.pdf (дата обращения: 01.07.2017).
- 4 Быковский Н.А., Федоров В.М., Дятлов И.Г. Electronics work bench. Руководство пользователя / Н.А. Быковский, В.М. Федоров, И.Г. Дятлов. – УГНТУ, 2005. – 59 с.
- 5 Kezerashvili R.Ya. Teaching RC and RL Circuits Using Computer-supported Experiments / R.Ya. Kezerashvili // *IERIProcedia*. – 2012. – Vol. 2. – P. 609-615.
- 6 Ананичева С.С., Шелюг С.Н. Анализ электронных сетей и систем в примерах и задачах / С.С. Ананичева, С.Н. Шелюг. – Екатеринбург: Изд-во Уральский фед. ун-т, 2016. – 176 с.
- 7 Немцов М.В. Электротехника. Кн. 1 / М.В. Немцов. – Изд-во: Академия, 2014. – 240 с.
- 8 Шилов Ю.В. Радиотехнические цепи и сигналы: лабораторный практикум / Ю.В. Шилов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 160 с.
- 9 Матвиенко В.А. Основы теории цепей: учебное пособие для вузов / В.А. Матвиенко. – Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2016. – 162 с.