

## ЭКСПЕРИМЕНТ НАД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ RLC-ЦЕПЬЮ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

Многоуровневая компонентная цепь, представленная на рисунке 1, может быть применена для исследования электрических цепей постоянного и переменного тока с использованием блоков обработки результатов экспериментов.

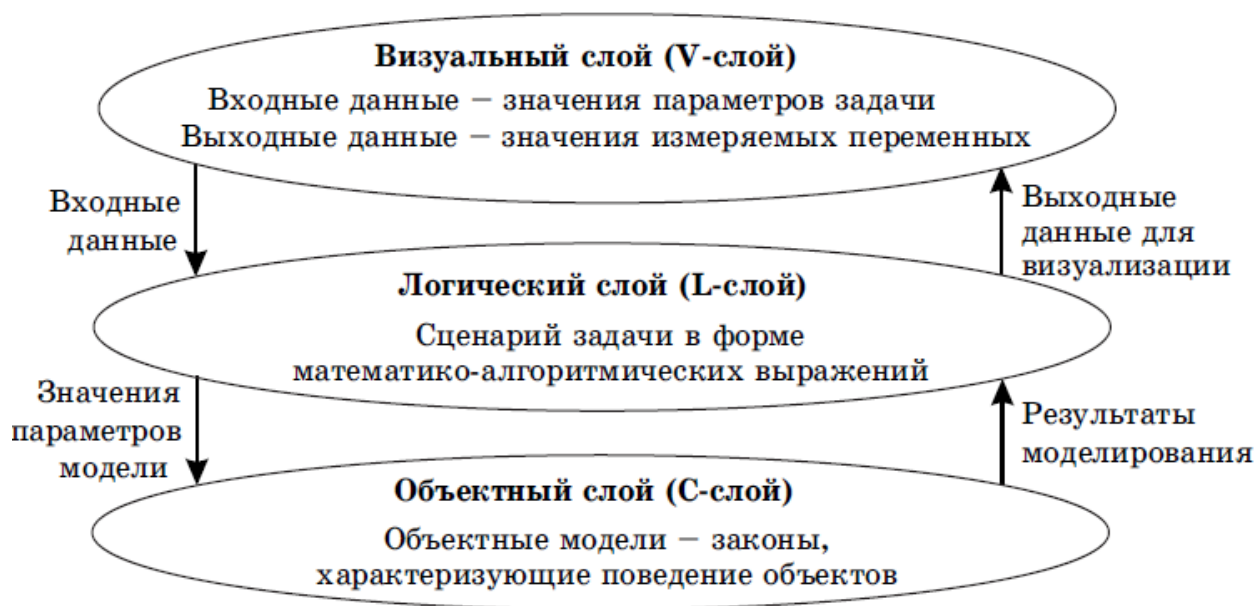


Рисунок 1 – Структура многоуровневой компьютерной модели физической задачи

Пусть требуется найти значения амплитуд тока в цепи и напряжений на элементах ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ) при их различных значениях, а также при различных значениях амплитуды и фазы входного напряжения.

### Шаг 1. Формирование модели электрической цепи на объектном уровне

*1.1 Установка пассивных элементов.* Необходимые элементы для построения модели исследуемой цепи находятся в папке «Электротехника». В папке «Электротехника/Пассивные двухполюсники», представленной на рисунке 2, находятся Земля, Резистор, Индуктивность и Емкость.

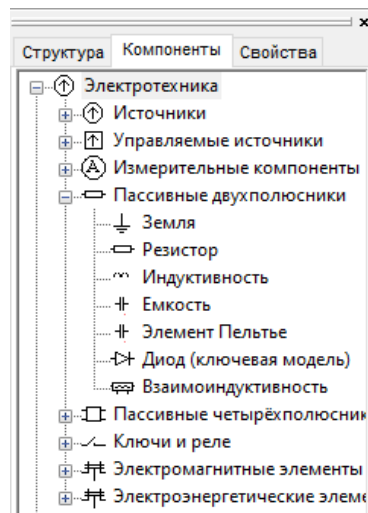


Рисунок 2 – Содержание вкладки «Электротехника/Пассивные элементы»

Разместив данные элементы на схему (смотри пункт 2.8.2 инструкции), на объектном уровне многоуровневой компьютерной модели получим следующий вид, представленный на рисунке 3.

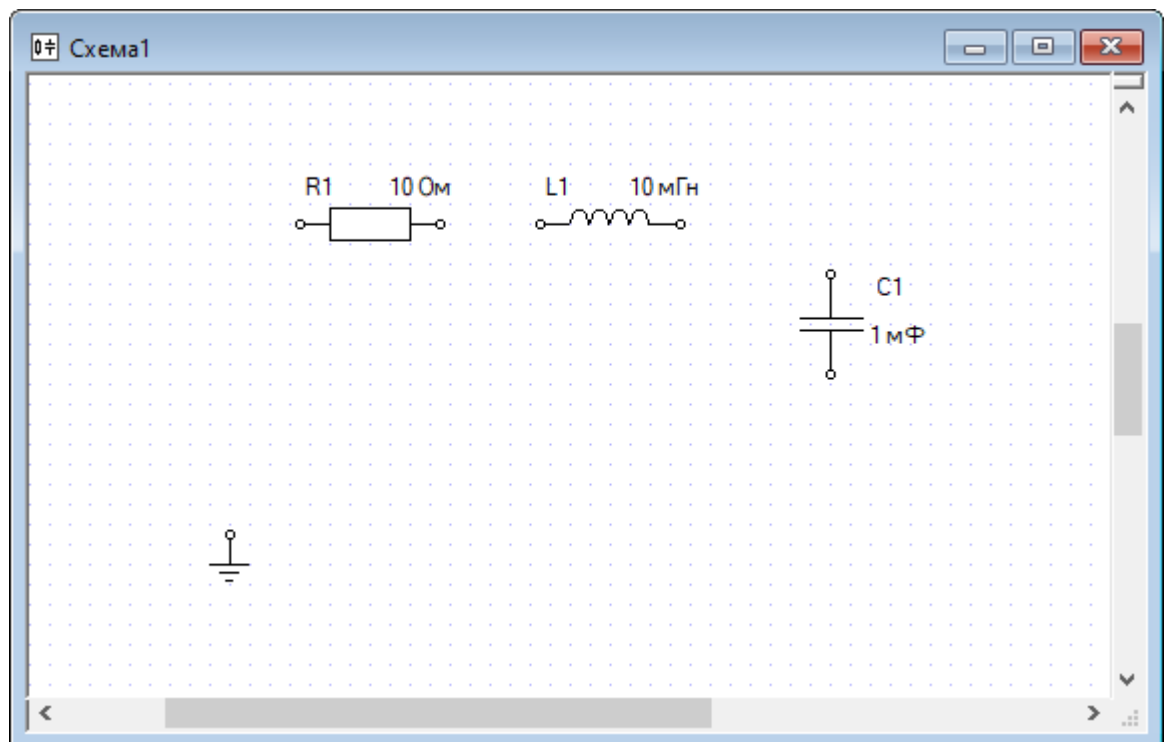


Рисунок 3 – Схема с установленными пассивными компонентами

*1.2 Установка источника сигнала (генератора).* Для выполнения эксперимента над компьютерной моделью электрической цепи рекомендуется использовать Функциональный генератор. Он является виртуальным прибором и находится в папке «Макрокомпоненты», представленной на рисунке 4.

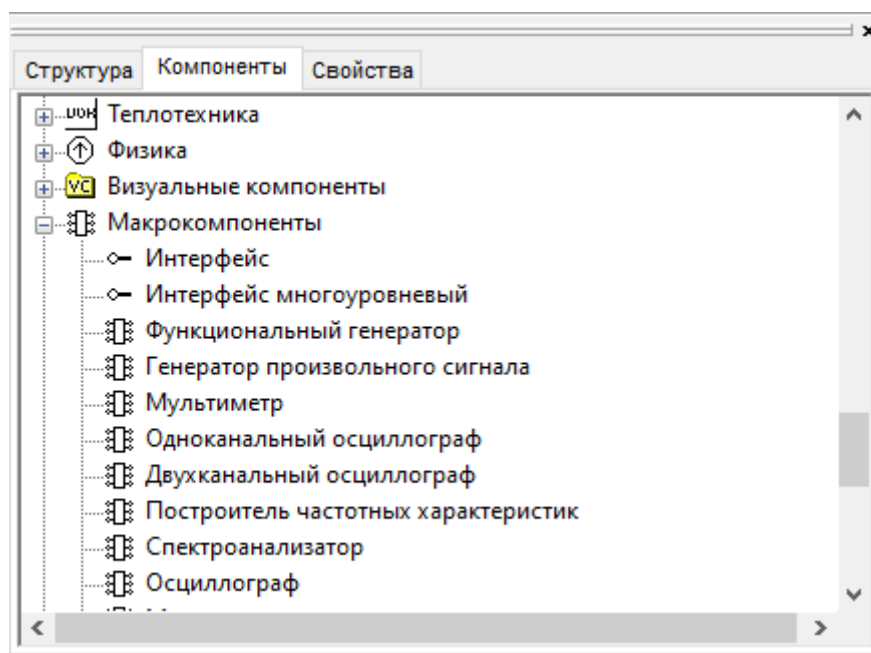


Рисунок 4 – Папка «Макрокомпоненты» дерева компонентов

Установив функциональный генератор на схему, получим вид набора компонентов, представленный на рисунке 5.

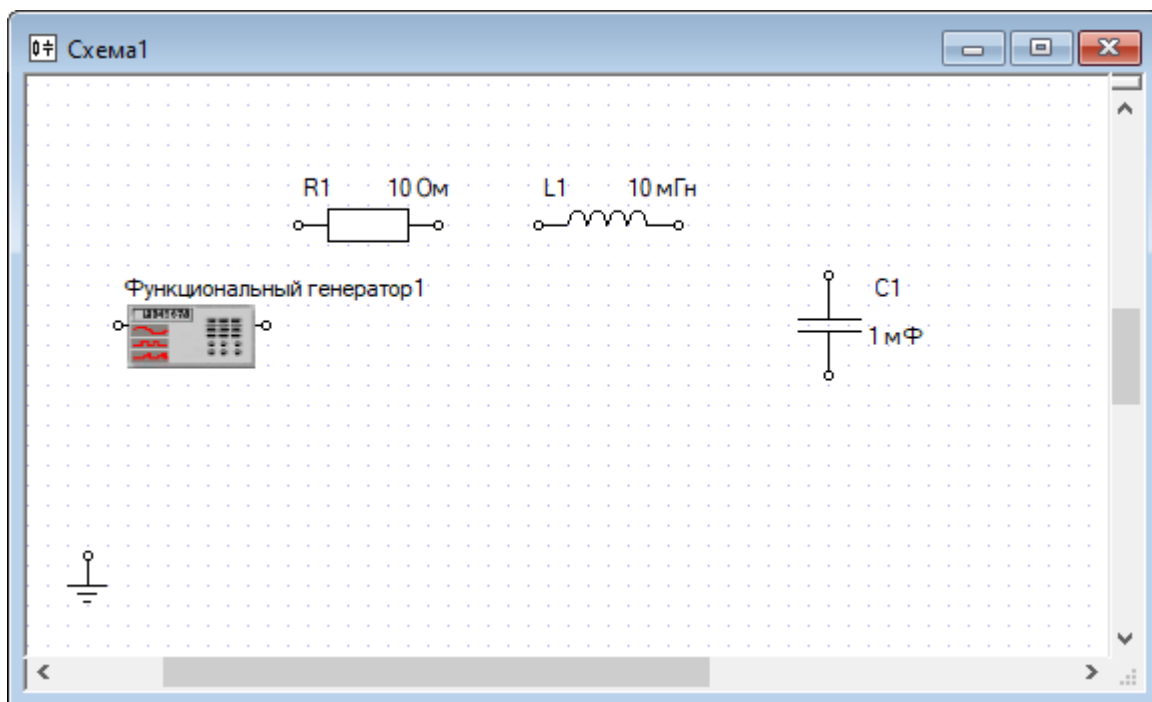


Рисунок 5– Формируемая схема объектного уровня с установленным функциональным генератором

Принцип работы с функциональным генератором представлен в разделе 5.5 инструкции.

*1.3 Установка измерительных компонентов.* Для получения результатов моделирования, к которым относятся напряжения на пассивных элементах цепи и протекающий по ним ток, установим измерительные компоненты – вольтметр и амперметр, находящиеся во вкладке «Электротехника / Измерительные компоненты» (рисунок 6).

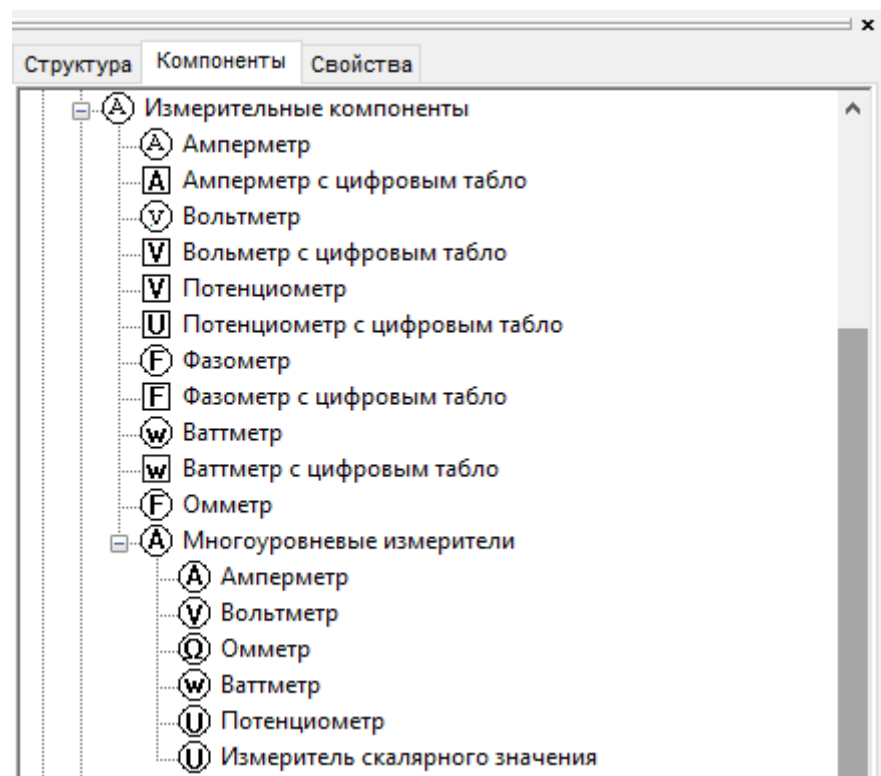


Рисунок 6 – Вкладка «Измерительные компоненты»

Эти компоненты имеют третий вывод для передачи временных характеристик на визуальные компоненты (осциллограф, график и т.п.).

Установив амперметр и вольтметры для измерения напряжений на каждом из элементов на схему, получим модель, представленную на рисунке 7.

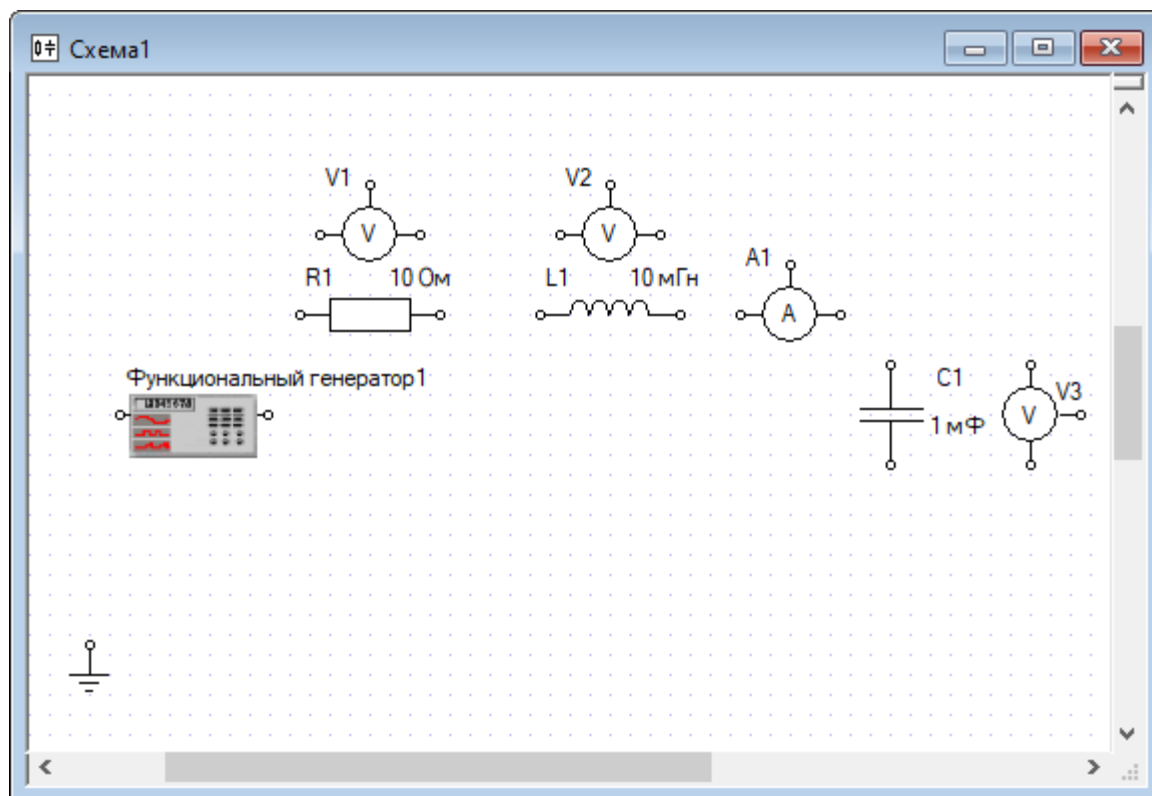


Рисунок 7 – Формируемая схема объектного уровня

*1.4 Установка осциллографа.* Для визуализации измеряемых переменных используем двухканальный осциллограф, который находится во вкладке «Макрокомпоненты», представленной на рисунке 4. Схема с установленным двухканальным осциллографом представлена на рисунке 8.

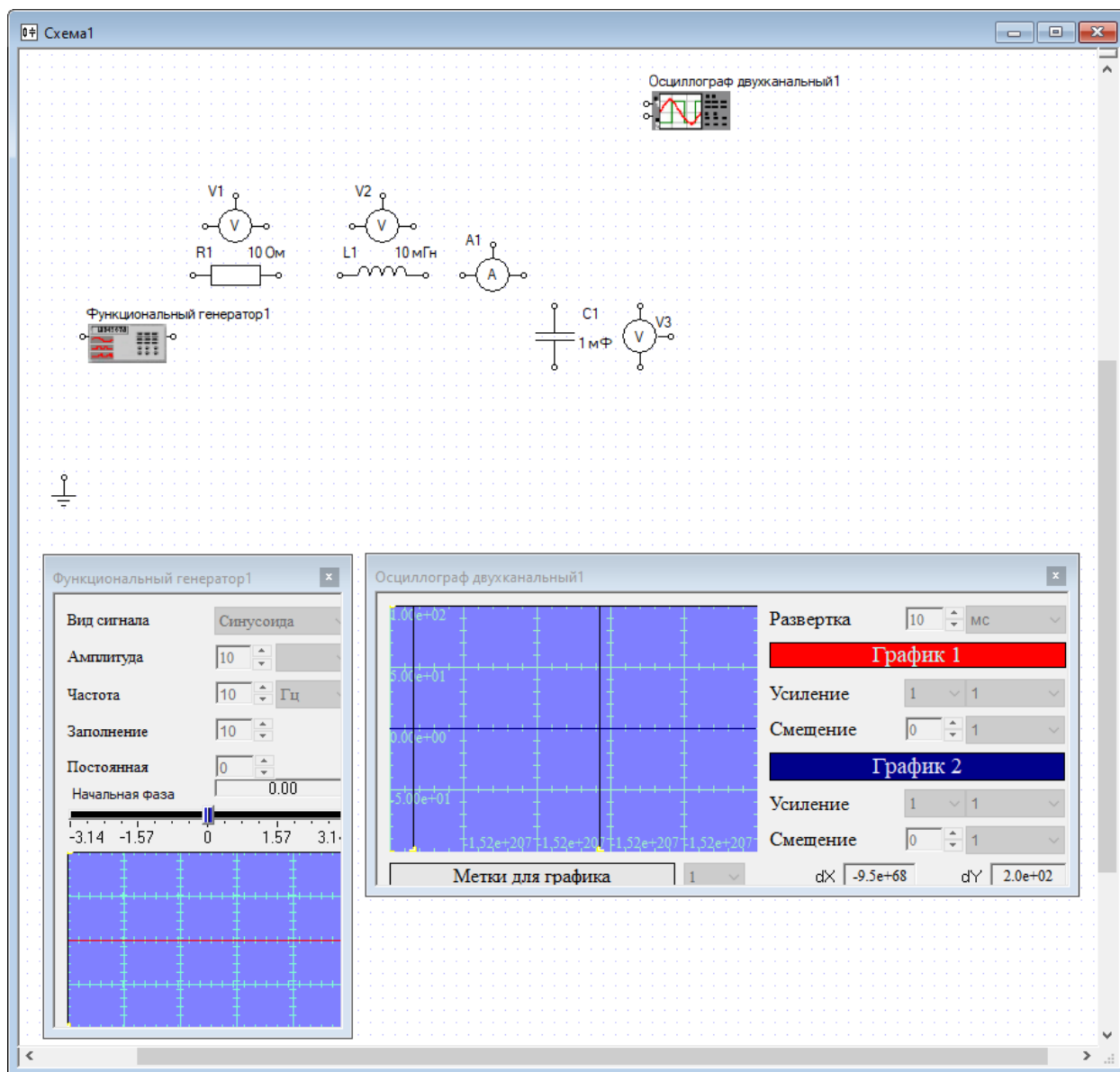


Рисунок 8 – Схема с установленным двухканальным осциллографом

*1.5 Соединение компонентов.* Соединим последовательно все **ВЫВОДЫ** компонентов. Принципы соединения компонентов и образования узлов представлены в пунктах 2.8.3 и 2.8.4 соответственно. Соединив все компоненты, получим схему, представленную на рисунке 9.

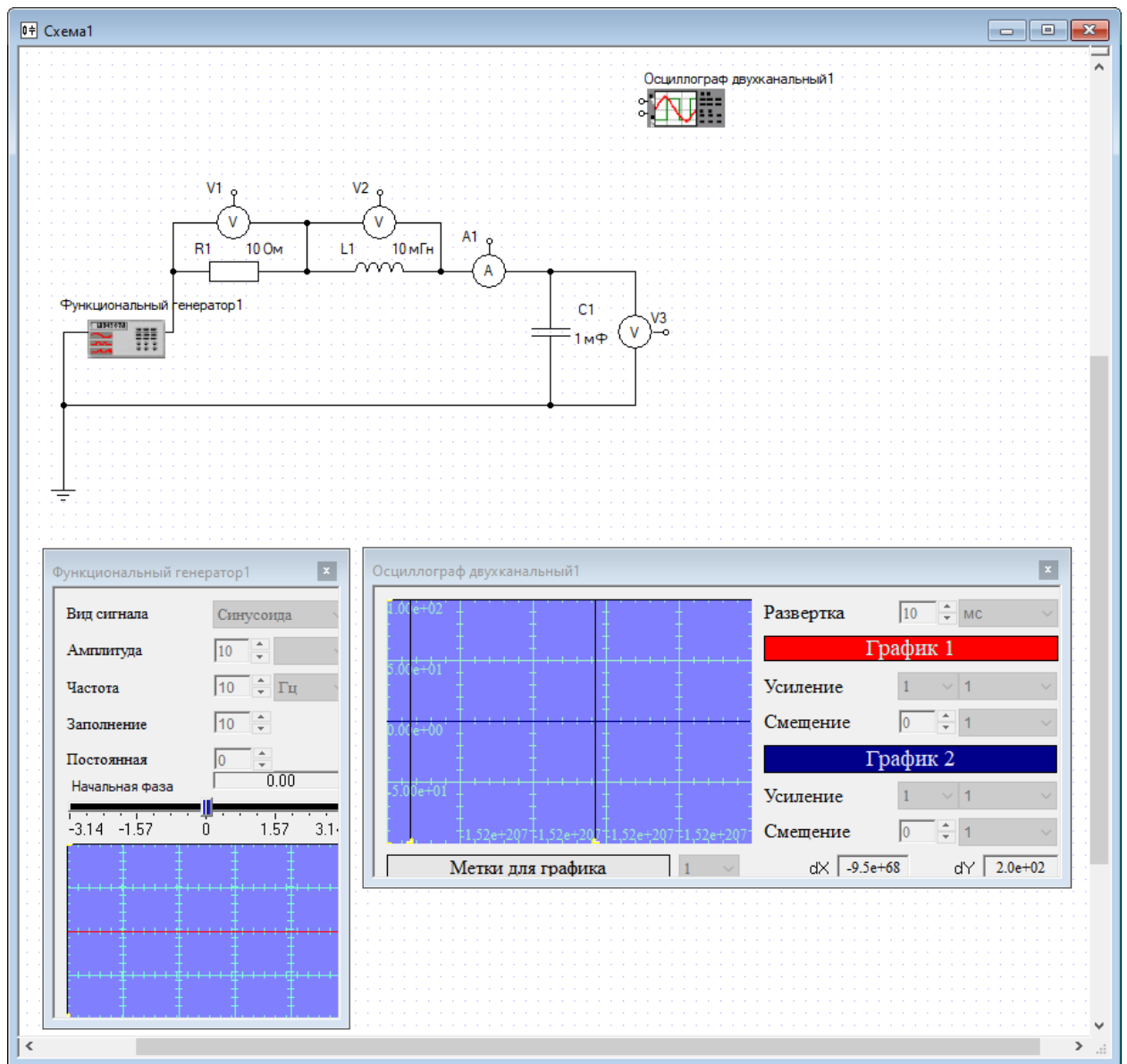


Рисунок 9 – Соединение компонентов для образования цепи

*1.6 Подключение осциллографа.* Подключим осциллограф для визуализации напряжений на индуктивности L1 и на ёмкости C1. Для этого соединим свободные выводы вольтметров V2 и V3 с двумя выводами осциллографа. Результат этой операции продемонстрирован на рисунке 10.



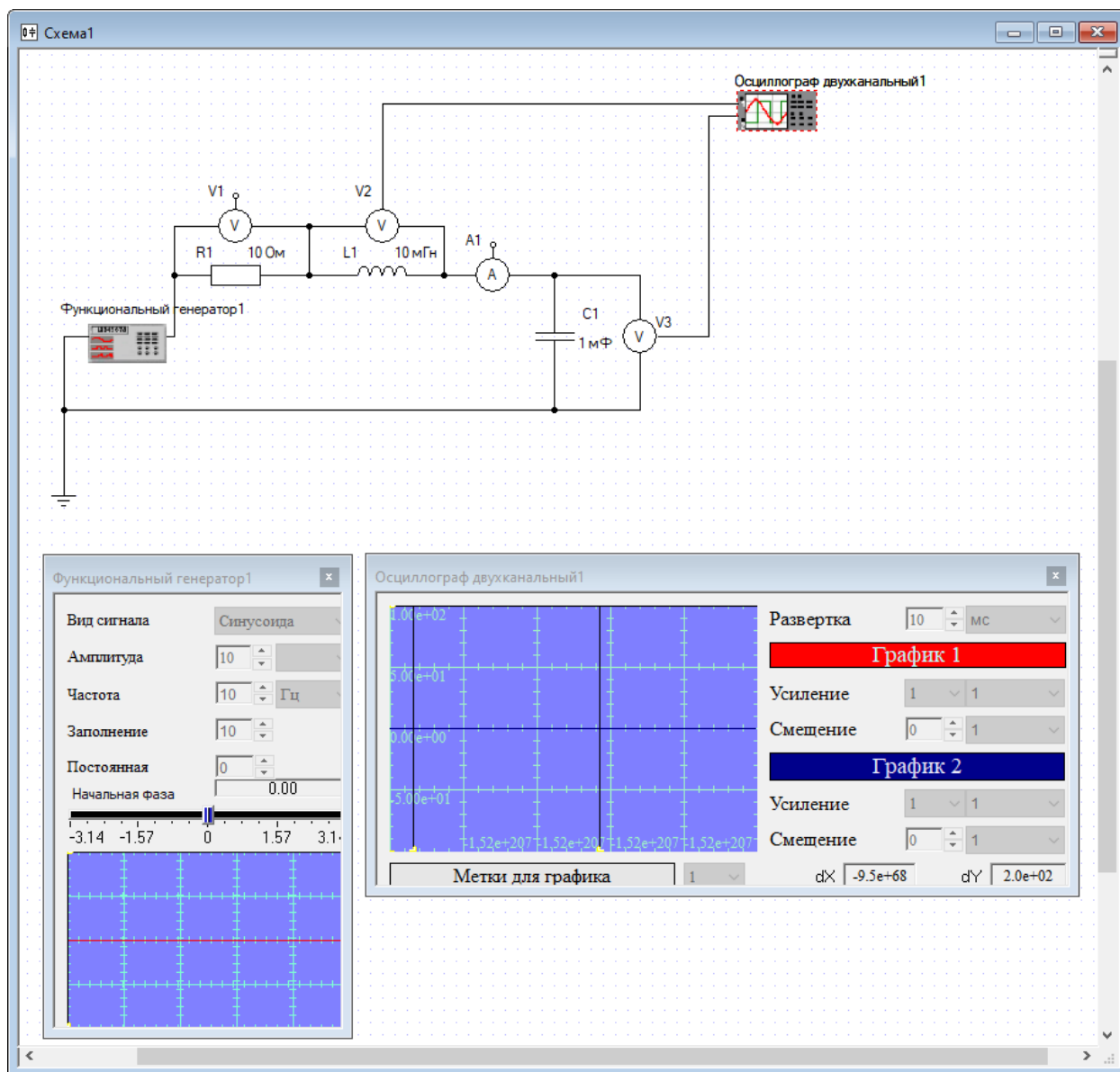



Рисунок 10 – Подключение осциллографа для визуализации результатов

**Шаг 2. Проведение эксперимента во временной области.** для проведения эксперимента во временной области вначале запустим схему с помощью кнопки  и убедимся в работоспособности схемы. Если на функциональном генераторе установить «Вид Сигнала» «Синусоида» и установить значения параметров двухканального осциллографа, как показано на рисунке 11, то можно увидеть осциллограмму, представленную на рисунке 11.

Принципы работы с двухканальным осциллографом и его параметры приведены в разделе 5.5 инструкции к среде моделирования MAPS.

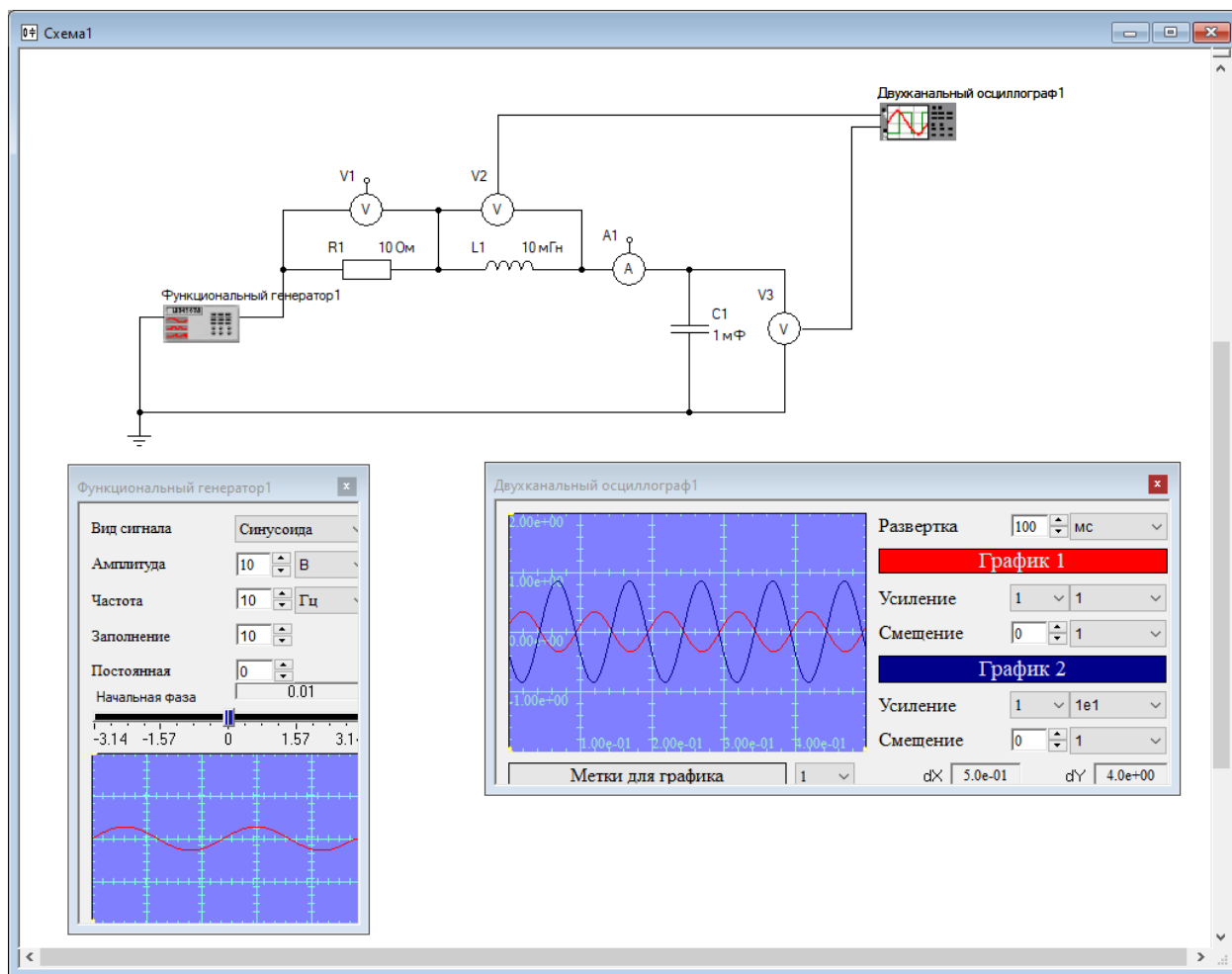



Рисунок 11 – Результат запуска модели на анализ

Если по каким-то причинам Вы не увидели на осциллограмме соответствующие графики, рекомендуем Вам внимательно прочитать шаг 1 и проверить правильность формирования модели.

**Шаг 3. Выбор режима анализа.** Для анализа компьютерных моделей, в которых используются функциональный генератор и/или одно- или двух канальный осциллографы, используется вид анализа **Эксперимент** во **временной области**. Этот режим анализа может быть задан вручную. Для этого в окне **Настройка ядра** во вкладке **Динамика** необходимо выбрать пункт **Эксперимент**, как показано на рисунке 12.



### 3.1. Изменение значений параметров в режиме редактирования модели.

Изменить значения параметров пассивных элементов можно в режиме редактирования схемы. Для этого необходимо мышью **при выключенной** кнопке , то есть когда не запущен вычислительный эксперимент, выделить компонент, значение параметра которого необходимо заменить. Например, емкость C1 на рисунке 13.

(!) В режиме формирования модели на любом уровне поля редактора видны точки сетки, как показано на рисунке 13, а в режиме проведения вычислительного эксперимента точки сетки отсутствуют.

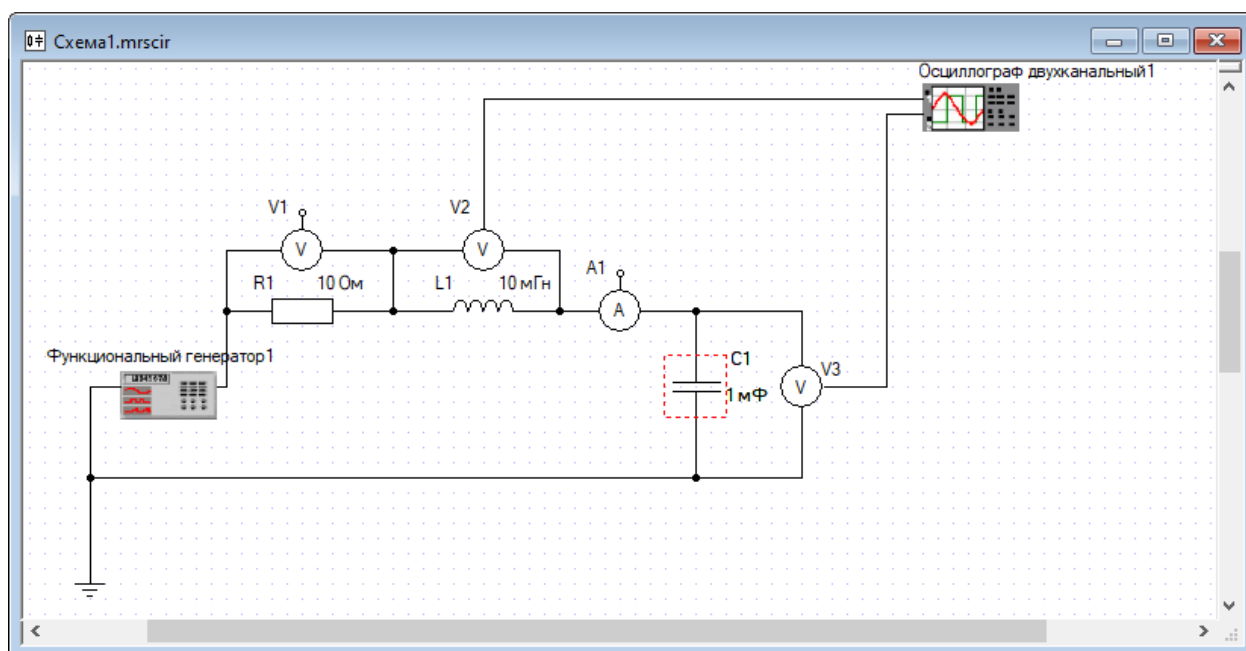


Рисунок 13 – Компонентная цепь с выделенным элементом

В его вкладке свойства необходимо установить новое значение, как показано на рисунке 14.

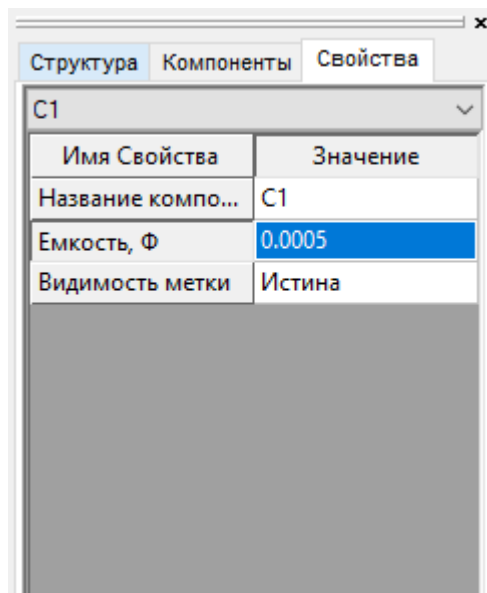


Рисунок 14 – Вкладка «Свойства» с новым значением емкости

Результат изменения емкости показан на рисунке 15, где изменился вид осциллограмм.

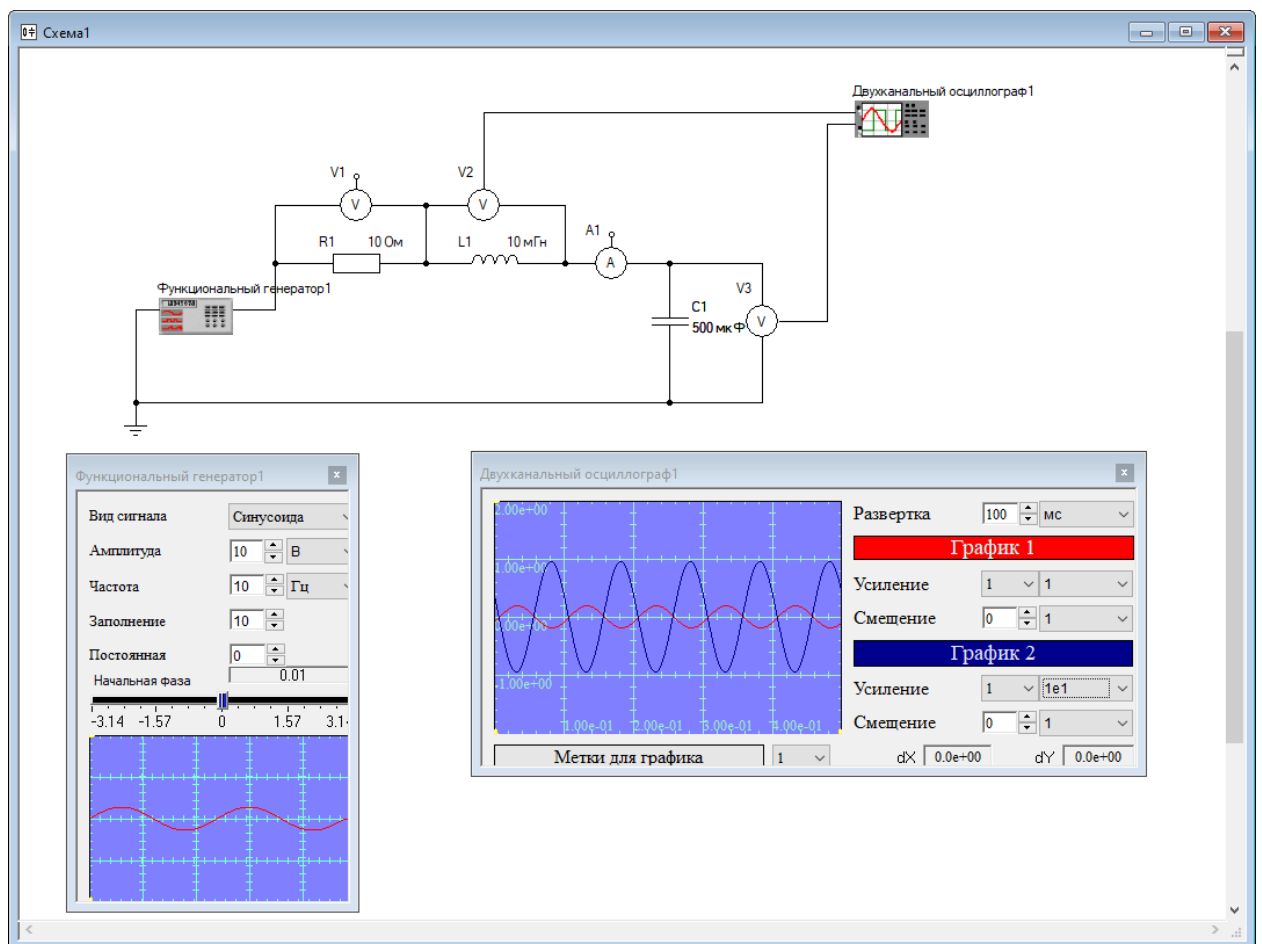


Рисунок 15 – Результат с измененным значением ёмкости

(!) Заметьте, что в режиме анализа точки на поле редактора отсутствуют.

*3.2. Изменение параметров компонентов в режиме анализа модели.* Для интерактивного изменения параметров модели используются компоненты «Атрибут». Для его установки на логическом уровне многоуровневой модели необходимо выделить компонент в исходной цепи, которому он будет принадлежать, нажать правую кнопку мыши и в появившемся меню перейти на пункт «Связь с атрибутом». Прделав эту манипуляцию для трех компонентов: сопротивления R1, индуктивности L1 и ёмкости C1 на логическом уровне редактора появятся три компонента «Атрибут». Результат операции представлен на рисунке 16.

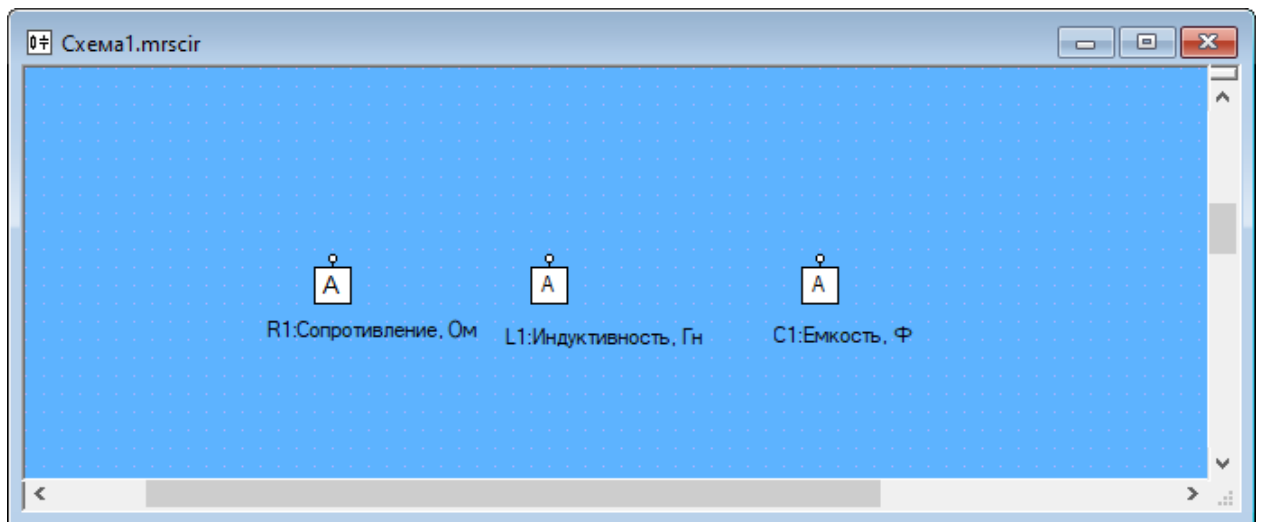


Рисунок 16 – Установка компонентов «Атрибут» для компонентов  
объектного уровня

Подключим к установленным на логическом уровне компонентам-атрибутам визуальные компоненты «Регуляторы с прямоугольным бегунком», которые находятся во вкладке «Визуальные компоненты \ Визуальные компоненты L-V \ Регуляторы/Индикаторы / Движковые» и соединим их с соответствующими компонентами-атрибутами. Результат этого действия представлен на рисунке 17.

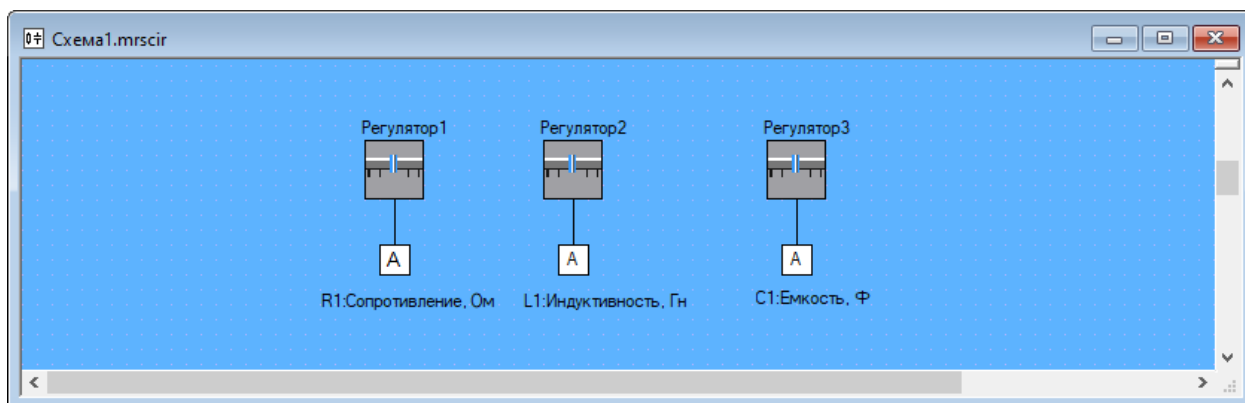


Рисунок 17 – Подключение регуляторов к компонентам-атрибутам

С помощью вкладки «Свойства», пример которой приведен на рисунке 14, изменим значения «Минимум» и «Максимум» на соответствующие значения. На ней же изменим свойство «Название компонента» на «Сопротивление R1», «Индуктивность L1» и «Ёмкость C1» соответственно. Перейдя на визуальный уровень, передвигая индикаторы с помощью мыши, расположим их друг за другом, для выравнивания по ширине воспользуемся кнопкой «Подогнать ширину», которая показана на рисунке 18.

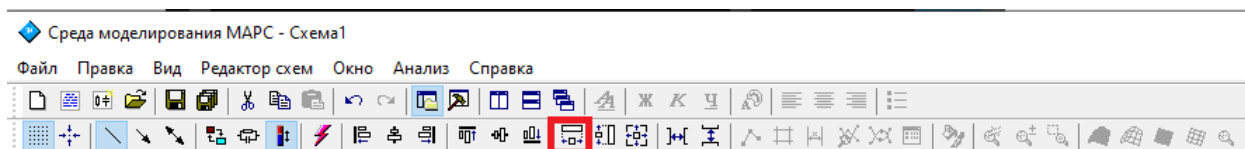


Рисунок 18 – Место положение кнопки «Подогнать ширину» на панели инструментов

Результат этого действия представлен на рисунке 19.

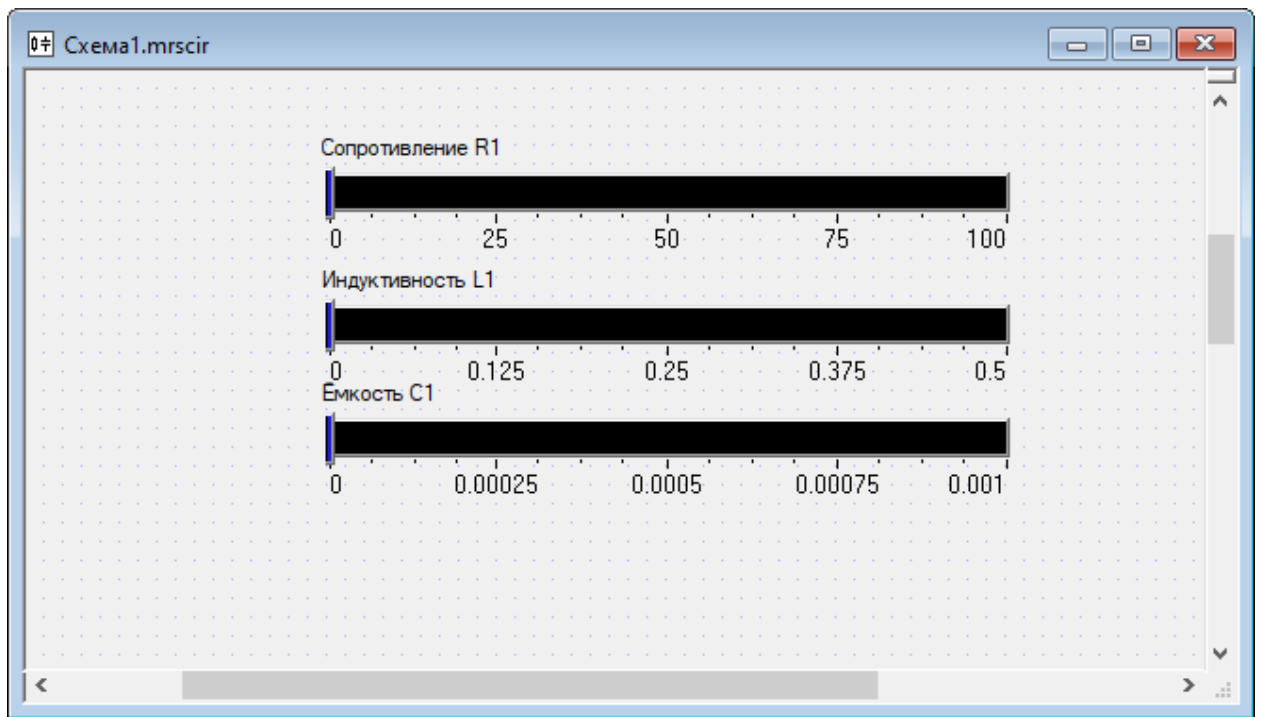


Рисунок 19 – Формирование регуляторов для интерактивного изменения значений параметров элементов цепи

Используя эти регуляторы во время анализа схемы, можно наблюдать за изменением временных диаграмм соответствующих переменных RLC-цепи (рисунок 20).



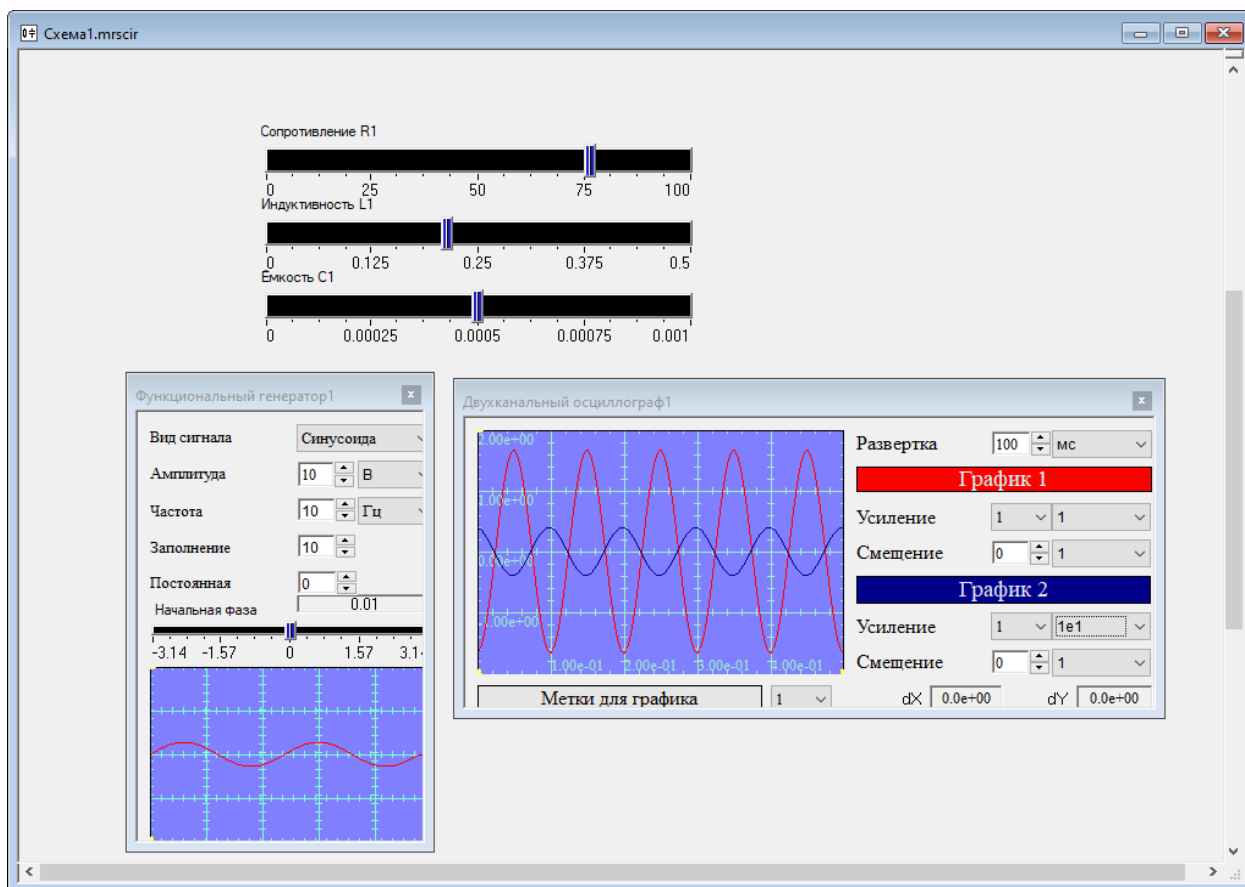



Рисунок 20 – Результат работы схемы при варьировании значений параметров цепи

Для завершения эксперимента необходимо нажать кнопку .

4. *Сохранение схемы.* Если необходимо сохранить модель для дальнейшего использования необходимо воспользоваться кнопкой , пунктом **Сохранить** или **Сохранить как**. Если имя файла схемы было ранее присвоено, то при нажатии на кнопку или на пункт **Сохранить**, схема сохранится в указанный файл безо всякого оповещения. Если сохраняется новая схема или Вы воспользовались пунктом меню **Сохранить как**, то на экран будет выведено диалоговое окно **Сохранить**, представленное на рисунке 21.

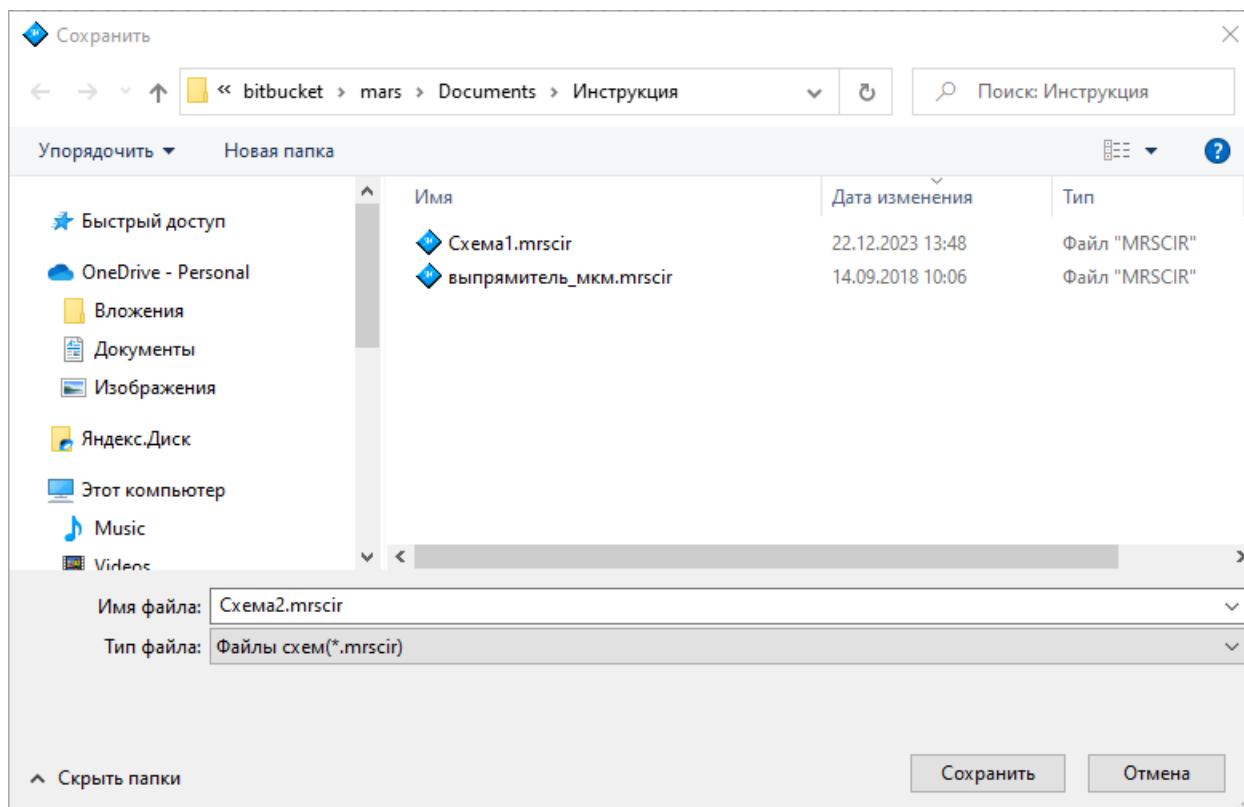

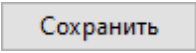
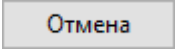



Рисунок 21 – Окно **Сохранить**

В поле  выберите место на диске, куда необходимо сохранить файл, а в поле **Имя файла** введите любое имя и нажмите кнопку . Если сохранять не нужно, то необходимо нажать кнопку .

5. *Заккрытие программы.* Для того, чтобы закрыть программу, можно воспользоваться пунктом **Выход** в меню **Файл** или нажать на кнопку  в верхнем правом углу основного окна среды моделирования МАРС