

# Аналоговое моделирование в SimOne 2.4. Формирование входных воздействий на схему

Татьяна КОЛЕСНИКОВА  
beluikluk@gmail.com

Программа SimOne позволяет наглядно моделировать и анализировать аналоговые узлы электрических схем. При этом параметры компонентов, моделирования и анализа схем, виды и параметры воздействий можно изменять в широком диапазоне значений. В статье рассмотрены типы тестовых сигналов, процесс их формирования и подачи в исследуемую схему при помощи инструментов программы SimOne.

## Введение

В 2015 году российская компания «Эремекс» представила свою новую разработку — систему автоматизированного проектирования электроники Delta Design, которая может быть использована как альтернатива зарубежным программам, выполняющим полный цикл проектирования радиоэлектронного устройства. В состав системы входит модуль SimOne (рис. 1), предназначенный для моделирования и анализа функционирования аналоговых узлов проектируемого устройства, а также для проверки правильности принятых инженером схемотехнических решений без необходимости фактического изготовления этих узлов.

SimOne содержит:

- библиотеку моделей схемных компонентов;
- иерархический схемотехнический редактор;

- графический модуль визуализации результатов моделирования;
- постпроцессор.

Схемный графический редактор представляет собой многодокументное Windows-приложение и позволяет:

- размещать элементы принципиальной электрической схемы;
- редактировать параметры элементов;
- изменять положение элементов на схеме (сдвиг, поворот) с сохранением целостности цепей;
- прокладывать и именовать цепи;
- создавать и использовать в собственных библиотеках графические и тестовые под-схемы;
- управлять параметрами моделирования;
- отображать на схеме результаты моделирования;
- импортировать и экспортировать схемы, заданные в SPICE-формате;

- управлять библиотекой компонентов (добавление/удаление компонентов, изменение параметров моделей).

## Формирование входных воздействий на схему в среде SimOne

При проектировании схем электрических принципиальных в SimOne могут быть использованы следующие источники напряжения и тока:

- независимый источник напряжения;
- независимый источник тока;
- источник напряжения, управляемый напряжением (ИНУН);
- источник напряжения, управляемый током (ИНУТ);
- источник тока, управляемый напряжением (ИТУН);
- источник тока, управляемый током (ИТУТ);
- функциональный источник напряжения;
- функциональный источник тока;
- независимый источник постоянного напряжения (батарея).

При этом в настройках независимых источников напряжения и тока можно задать тестовый сигнал воздействия на схему. Сделать это можно следующим образом. Щелкните два раза левой кнопкой мыши на независимом источнике на схеме и в открывшемся окне «Параметры» (рис. 2а) в поле «Сигнал» из выпадающего списка выберите нужный сигнал. После чего в этом же окне будут отображены его параметры (рис. 2б), изменить которые при необходимости можно при помощи кнопки «Редактировать». Нажатие на кнопку откроет окно «Сигналы», в котором можно изменить настройки параметров выбранного сигнала.

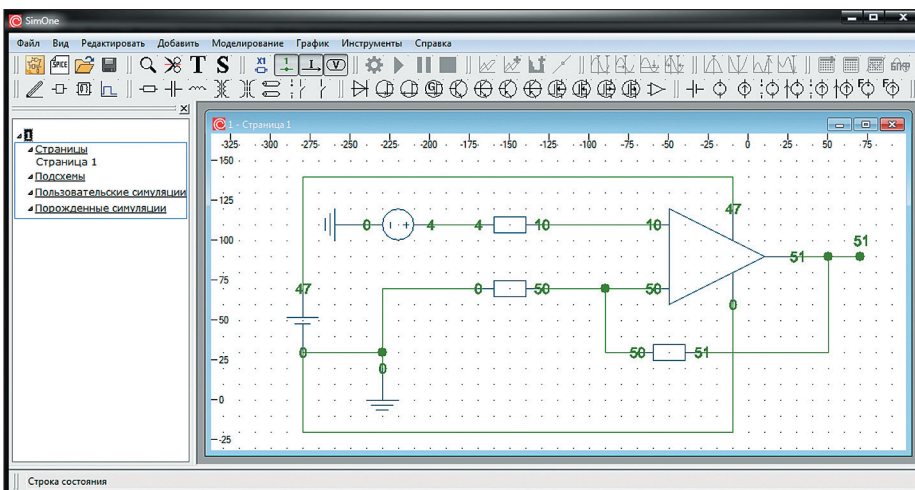


Рис. 1. Интерфейс программы SimOne

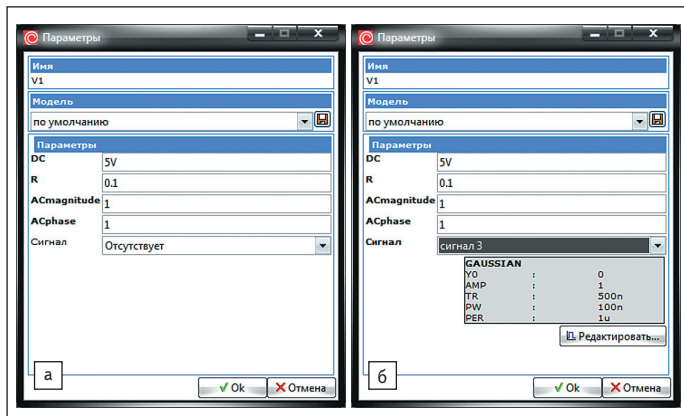


Рис. 2. Окно настройки параметров независимого источника напряжения:  
а) при отсутствии подготовленных разработчиком сигналов;  
б) после выбора нужного сигнала

Однако если входные воздействия не были заранее сформированы разработчиком, то список в поле «Сигнал» в окне «Параметры» будет содержать только два пункта: «Отсутствует» и «Новый сигнал». Выбор пункта «Новый сигнал» открывает окно создания нового сигнала.

Также в окне «Параметры» можно задать значение постоянного напряжения (DC), амплитуду (ACmagnitude) и фазу (ACphase) гармонического сигнала, внутреннее сопротивление (R), название («Имя») и модель («Модель») независимого источника напряжения.

Формирование тестовых сигналов выполняется при помощи кнопки «Сигналы» верхней панели инструментов SimOne или при помощи команды основного меню «Добавить/Сигналы». В результате будет открыто окно создания сигнала и редактирования его параметров. Необходимо отметить, что в SimOne можно предварительно создавать сигналы, а затем при необходимости использовать их для подачи входных воздействий при разработке схем.

Рассмотрим окно «Сигналы» более подробно. В его левой части расположен набор полей, в которых выполняется настройка параметров сигнала. Для каждого сигнала настраиваются свои параметры, набор полей для каждого типа сигнала отличается.

В правой части размещено графическое окно предварительного просмотра формы сигнала. Временной интервал, на котором будет отображаться график сигнала, указывается в поле «Интервал отображения».

Для того чтобы создать новый сигнал, необходимо в нижней левой части окна «Сигналы» нажать на кнопку «Создать сигнал», в результате чего в поле «Имя» в выпадающем списке появится новый пункт. По умолчанию имя сигнала — «сигнал № п/п», но при необходимости его можно изменить, введя с клавиатуры нужное название.

После выбора в поле «Тип» типа сигнала станут доступными для ввода поля настроек параметров данного сигнала. Сохранить сформированный сигнал можно при помощи кнопки ОК. Для того чтобы удалить сигнал, необходимо выбрать его название из списка имеющихся сигналов в поле «Имя» и нажать на значок красного крестика. Отображение значка крестика серым цветом означает, что сигнал, возле которого он размещен, используется в схеме, поэтому удалить его нельзя.

Для того чтобы отредактировать уже имеющийся сигнал, следует выбрать его название в поле «Имя» окна «Сигналы», изменить нужные параметры и нажать на кнопку ОК.

В SimOne доступны следующие типы сигналов:

- EXP — сигнал экспоненциальной формы (рис. 3а). После выбора этого типа сигнала для настройки будут доступны следующие его параметры: Y1 (начальное значение), Y2 (максимальное значение), TD1 (начало переднего фронта), TC1 (постоянная времени переднего фронта), TD2 (начало заднего фронта), TC2 (постоянная времени заднего фронта);

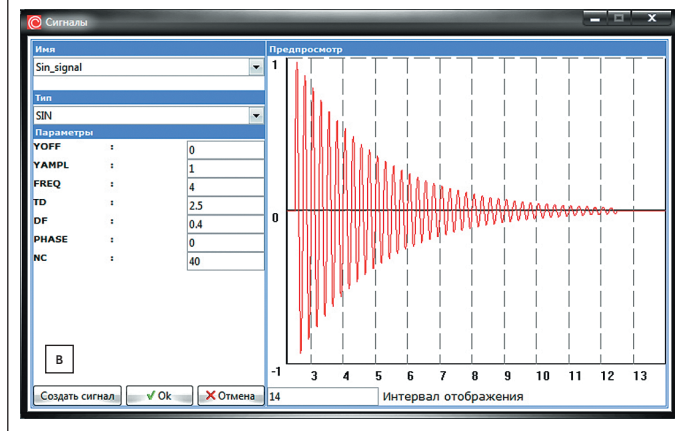
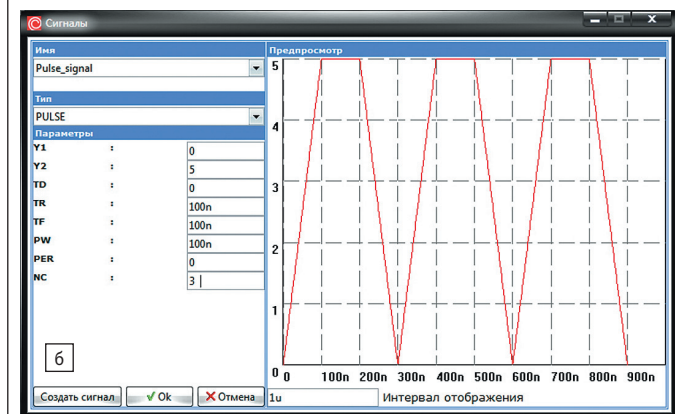
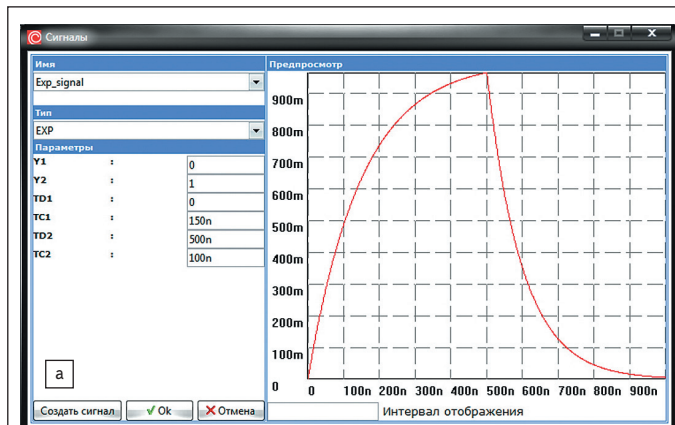


Рис. 3. Типы сигналов и параметры их настройки:  
а) экспоненциальный; б) импульсный; в) непрерывный синусоидальный

- PULSE — импульсный сигнал (рис. 3б) с возможностью настройки следующих параметров: Y1 (начальное значение), Y2 (максимальное значение), PER (период), TR (время нарастающего фронта), TF (время спадающего фронта), PW (длительность плоской части импульса), TD (начало нарастающего фронта), NC (число выборок);
- SIN — непрерывный синусоидальный сигнал (рис. 3в) с возможностью настройки параметров амплитуды — YAMPL, частоты — FREQ, фазы — PHASE, коэффициента затухания — DF, задержки — TD, постоянной составляющей — YOFF, числа выборки — NC;
- SFFM — частотно-модулированный синусоидальный сигнал (рис. 3г), определяемый частотной модуляцией одного синусоидального сигнала другим. При выборе этого типа сигнала доступны для настройки следующие параметры: YOFF (постоянная составляющая), YAMPL (амплитуда), FC (частота несущей), MOD (индекс частотной модуляции), FM (частота модуляции);

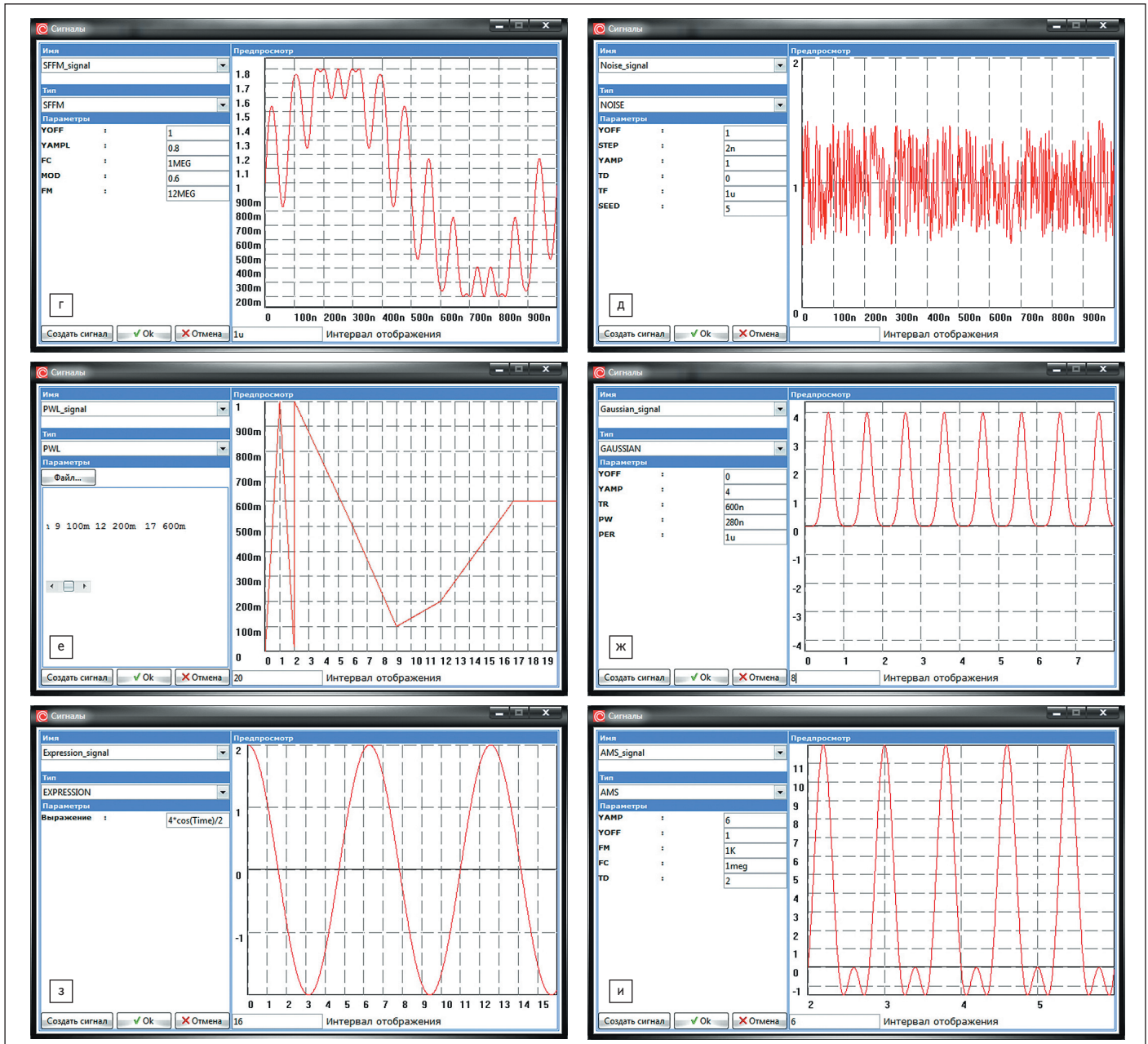


Рис. 3. Типы сигналов и параметры их настройки: г) частотно-модулированный синусоидальный; д) шумовой; е) кусочно-линейный; ж) сигнал Гаусса; з) сигнал произвольной формы, задается математическим выражением; и) амплитудно-модулированный

- NOISE — шумовой сигнал (рис. 3д) с возможностью настройки следующих параметров: YOFF (постоянная составляющая, на которую накладывается шум), STEP (интервал между случайными значениями), YAMP (амплитуда), TD (начальное время случайной последовательности), TF (конечное время случайной последовательности), SEED (значение для генератора случайных чисел);
- PWL — кусочно-линейный сигнал (рис. 3е). При выборе этого типа сигнала будут созданы импульсы произвольной формы, которые могут быть заданы серией временных точек и значений данных вручную в текстовом поле. Чтение координат точек может проводиться и из подготовленного ранее ASCII-файла, для чего предусмотрена кнопка «Файл». Данные в этом файле представляются в виде пар «время» и «напряжение»;
- GAUSSIAN — сигнал Гаусса (рис. 3ж) с возможностью настройки следующих параметров: YOFF (постоянная составляющая), YAMP (амплитуда), PER (период), TR (время нарастающего фронта), PW (мощность сигнала);
- EXPRESSION — сигнал произвольной формы, задается математическим выражением (рис. 3з), которое можно ввести в поле «Выражение». Выражение составляется с использованием стандартных математических операторов и функций и переменной Time (время);
- AMS — амплитудно-модулированный сигнал (рис. 3и) с возможностью настройки следующих параметров: YOFF (постоянная составляющая), YAMP (амплитуда), TD (время задержки), FM (частота модуляции), FC (несущая частота);
- WAV — аудиосигнал (рис. 3к). Данный сигнал используется для проведения испытания схемы с помощью заранее подготовленного \*.wav (звукового) файла. Путь к файлу аудиоданных указывается в поле «Имя файла», в поле «Номер канала» вводится номер канала записи аудиоданных в этом файле (по умолчанию это значение — 0). Кнопки «Воспроизвести» и «Остановить» предназначены для запуска и остановки воспроизведения аудиофайла.

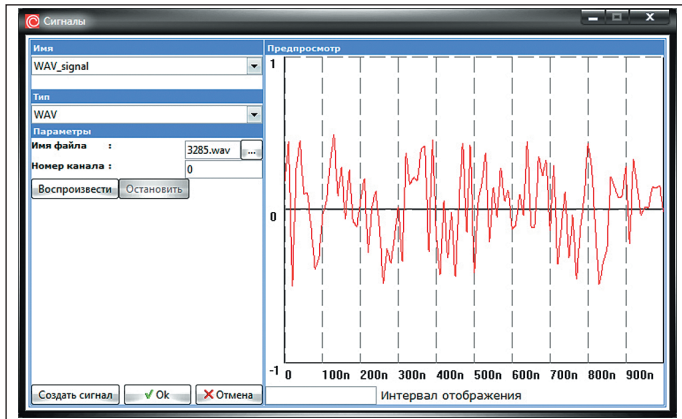


Рис. 3. Типы сигналов и параметры их настройки: к) аудиосигнал

При разработке, отладке и тестировании электронных систем необходимо задавать полностью известные сигналы с тем, чтобы по ре-

зультатам измерения сигналов, прошедших через устройства системы, можно было судить о правильности функционирования того или иного устройства или системы в целом.

SimOne предоставляет инструменты, позволяющие получать сигналы определенного типа, имеющие заданные пользователем характеристики: длительность, период повторения, скорость нарастания и спада вершины импульса, особые точки (максимумы и минимумы). Зная численные значения параметров сигналов, можно проводить их сравнение между собой, а также оценивать их изменение при прохождении через радиотехническую или электронную систему. ■

### Литература

1. Прикота А. Схемотехническое моделирование в SimOne. Высокая скорость, высокая точность // Электроника: наука, технология, бизнес. 2012. № 6.
2. Корнильев Е., Попов С. Delta Design — новое решение на отечественном рынке САПР электроники // Современная электроника. 2015. № 8.
3. Кузнецов Ю. В., Баев А. Б. Спектральный и временной анализ импульсных и периодических сигналов. М.: Изд-во МАИ, 2007.