



ВВЕДЕНИЕ
В РАБОТУ С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ
«Среда динамического моделирования технических систем «SimInTech»

РУКОВОДСТВО
по работе с библиотекой «ЭЦ-Динамика»

СОДЕРЖАНИЕ

1 АННОТАЦИЯ.....	4
2 ВВЕДЕНИЕ В SIMINTECH.....	5
2.1 Концепция создания модели объекта в SimInTech	5
2.2 Начало работы с SimInTech	6
3 СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ.....	17
3.1 Библиотеки блоков для расчета электрических процессов.....	17
3.2 Введение к упражнению.....	20
3.3 Создание новой электрической схемы	20
3.4 Создание модели электрической схемы	22
3.5 Задание свойств блоков модели электрических систем	29
3.6 Настройка параметров расчета проекта.....	41
3.7 Запуск расчета, проверка работы модели и обмена значениями переменных с базой данных сигналов	43
3.8 Просмотр расчетных параметров режима модели.....	46
3.9 Запуск расчета и достижение номинального состояния модели.....	52
3.10 Типовые ошибки при выполнении данного упражнения	57
4 СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ ЕЕ К ПРОЕКТУ	58
4.1 Введение к упражнению.....	58
4.2 Подключение базы данных сигналов к проекту	58
4.3 Работа с редактором базы данных.....	62
4.4 Настройка сохранения базы данных проекта.....	69
5 СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАДВИЖКОЙ	71
5.1 Введение к упражнению.....	71
5.2 Создание новой общей схемы.....	72
5.3 Подключение ранее созданной базы данных сигналов к проекту	73
5.4 Создание модели алгоритма управления	74
5.5 Задание свойств блоков модели алгоритма управления	76
5.6 Связь блоков «Вход алгоритма» и «Выход алгоритма» с переменными базы данных	78
5.7 Настройка параметров расчета проекта.....	84
5.8 Запуск расчета, проверка работы модели и обмена значениями переменных с базой данных сигналов	86
6 СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕЛИ.....	89

6.1 Введение к упражнению.....	89
6.2 Создание пакета и добавление проектов в него.....	90
6.3 Настройка пакета проектов.....	93
6.4 Типовые блоки управления.....	94
6.5 Доработка модели электрической схемы	97
6.6 Запуск расчета комплексной модели	102

1 Аннотация

SimInTech – программный комплекс, предназначенный для математического моделирования, разработки алгоритмов управления и программирования вычислителей. Расчетные схемы SimInTech представляют собой функционально-блочные диаграммы, описываемые во входо-выходных отношениях в виде систем алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений. Настоящее руководство предназначено для первоначального знакомства пользователя с SimInTech и содержит базовые сведения о приемах работы в ней. Представленные в данном руководстве упражнения позволят приобрести первичные навыки по созданию расчетных схем с помощью библиотек блоков, настройке и организации расчета как отдельно взятой модели, так и нескольких моделей, объединенных в пакет проектов, реализации графической визуализации блоков и пр.

Приемы и методы работы с SimInTech, представленные в данном руководстве, будут продемонстрированы на примере электрических схем, однако они универсальны и подходят для остальных библиотек SimInTech.

Руководство предполагает последовательное выполнение упражнений, переход от одного упражнения к другому, минуя промежуточные, нежелателен.

2 Введение в SimInTech

2.1 Концепция создания модели объекта в SimInTech

SimInTech обладает широкими возможностями по организации вычислений, связанных с решением алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений.

Расчетные математические модели в SimInTech создаются посредством функционально блочного программирования при помощи блоков, которые содержатся в различных библиотеках.

Для создания математической модели SimInTech содержит библиотеки:

- теплогидравлики/пневматики;
- электротехники;
- электрических приводов;
- силовых гидравлических/пневматических машин;
- механических взаимодействий;
- баллистики космических аппаратов;
- динамики полета летательных аппаратов в атмосфере;
- и т.д.

В SimInTech возможна разработка как простых моделей, подробно описывающих поведение какой-либо системы (например, RLC-контур с источником питания), так и сложных моделей, которые подробно описывают не только саму систему, но и алгоритмы управления, защиты, интерфейс управления и пр.

Для организации синхронного обмена данными между расчетными схемами используется **база данных сигналов** – структурированное хранилище переменных, используемых в одном или нескольких проектах, входящих в состав сложной модели.

Концепция применения базы данных сигналов для создания сложных комплексных моделей, представлена на рисунке ниже (Рисунок 2.1.1).



Рисунок 2.1.1. Концепция построения комплексной модели в SimInTech.

При разработке модели с использованием базы данных сигналов возможно объединение разнородных физических процессов системы в один пакет проектов для комплексного моделирования. Использование базы данных сигналов также позволяет подключать сторонние расчетные коды, наиболее полно описывающие специфические физические процессы. Использование такого способа моделирования также позволяет распределить вычисления между ядрами процессора или самостоятельными вычислительными узлами сети в совместной работе нескольких отделов или человек над одним комплексным проектом.

При помощи базы данных сигналов, блоков протоколов обмена (таких, например, как UDP, Modbus, TCP) и устройств ЦАП/АЦП также можно обеспечить подключение реальной аппаратуры управления к математической модели для последующего тестирования и отладки.

2.2 Начало работы с SimInTech

Перед тем, как приступить к выполнению упражнений рассмотрим интерфейс SimInTech и базовые понятия, необходимые для дальнейшей работы с ним.

Запуск SimInTech осуществляется одним из двух способов:

- 1) С помощью ярлыка, который появляется на рабочем столе после установки SimInTech. Для запуска нужно совершить двойное нажатие левой кнопкой мыши по ярлыку.

2) В зависимости от версии операционной системы:

- для Windows XP, 7, 10 – с помощью стартового меню «Пуск»;
- для Windows 8, 8.1 – с помощью выбора соответствующего ярлыка на экране приложений.

После запуска приложения на экране появится главное окно SimInTech (Рисунок 2.2.1)

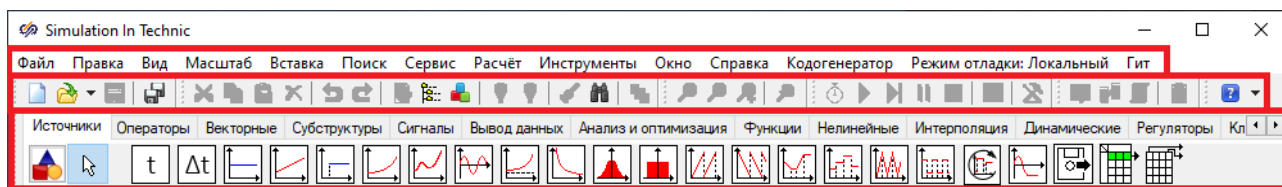


Рисунок 2.2.1. Главное окно SimInTech.

Данное окно условно можно поделить на три области (сверху вниз):

- 1 область – **Меню главного окна** - позволяет производить настройку программы под конкретные нужды пользователя, управлять созданием, редактированием и расчетом сформированных схем, содержит инструменты работы с базой данных, настройки визуального вида схемного окна и пр..
- 2 область – **Панель кнопок** - настраиваемая область с набором кнопок, отвечающих за некоторые часто используемые команды. Данная панель служит для ускорения доступа к этим командам. Содержащиеся на данной панели кнопки разбиты по группам в соответствии с выполняемыми функциями.
- 3 область – **Палитра блоков** - набор блоков, который используется для формирования расчетных схем в текущем активном шаблоне. Создание расчетных моделей с использованием блоков – один из способов разработки расчетных моделей в SimInTech.

Отображение групп кнопок пользователь может изменять по своему усмотрению. Для того, чтобы отобразить или скрыть группы кнопок, необходимо нажатием правой кнопки мыши по области кнопок вызвать выпадающее меню, в котором затем нужно активировать или деактивировать путем установки/снятия галочек видимость нужных пользователю групп кнопок в главном окне (Рисунок 2.2.2).

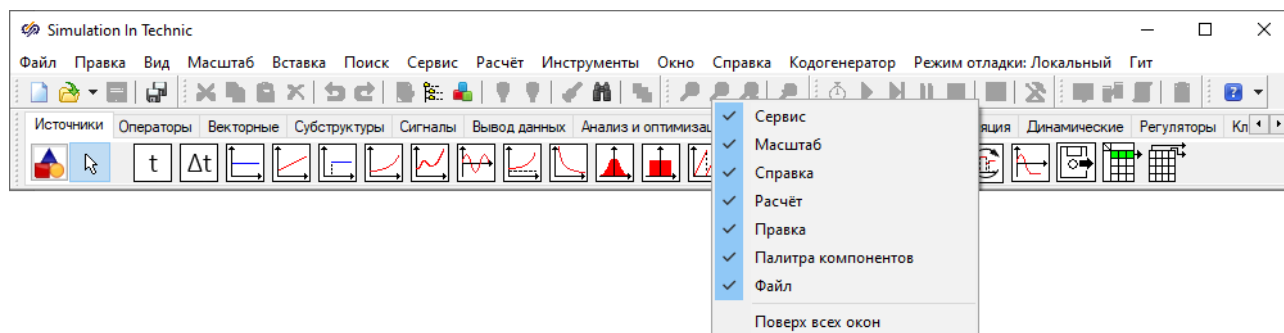


Рисунок 2.2.2. Контекстное меню в главном окне SimInTech.

Для отображения палитры блоков в виде дерева необходимо нажать на отдельную иконку «Библиотека блоков» (Рисунок 2.2.3).

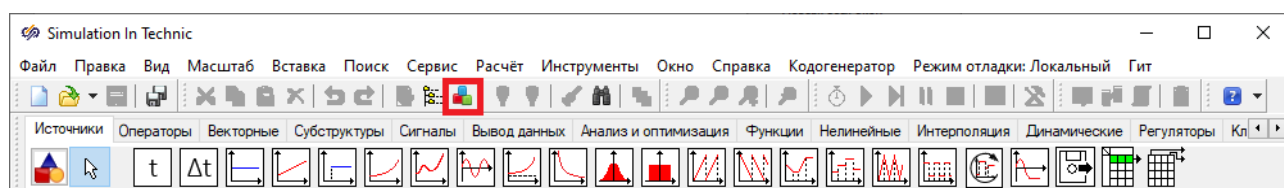


Рисунок 2.2.3. Кнопка отображения палитры блоков в виде дерева.

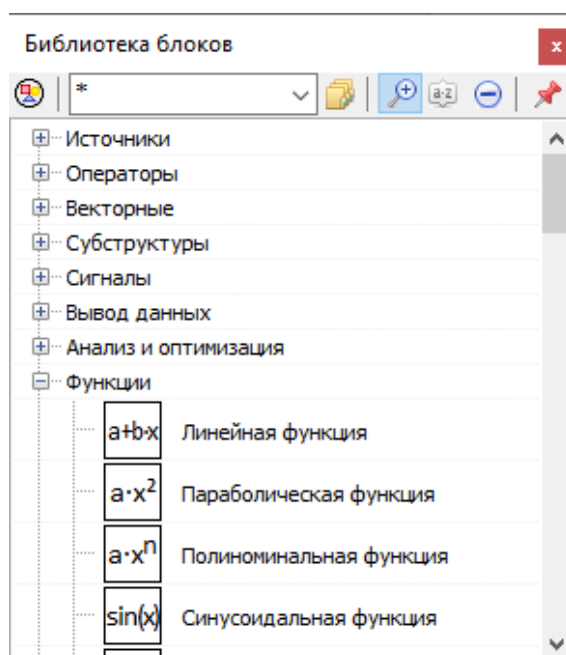


Рисунок 2.2.4. Палитра блоков в виде дерева.

Набор блоков в палитре блоков изменяется в зависимости от выбранного типа расчетной схемы, например, при выборе «Схема теплогидравлическая», отображается набор блоков для реализации теплогидравлических моделей в соответствии с решателем схемы.

Все новые проекты в SimInTech создаются на основе расчетной схемы. Расчетная схема подходит для решения определенного круга инженерных задач, содержит заранее определенный решатель и соответствующие настройки.

В зависимости от установленной конфигурации SimInTech может отображаться разный набор расчетных схем. В базовой версии SimInTech (на дату создания данного руководства) доступны следующие типы схем:

- Схема модели общего вида.
- Схема надёжности.
- Схема теплогидравлическая.
- Схема ТРР.
- Схема электрическая.
- Пакет.
- Пустой проект.

Создание новой расчетной схемы можно осуществить двумя способами:

- 1) Выбрать в главном меню пункт **«Файл»** - **«Новый проект»** и из выпадающего списка выбрать подходящую расчетную схему.
- 2) Воспользоваться кнопкой **«Новый проект»** на панели кнопок (данная кнопка находится в группе **«Файл»**), поэтому если она не отображена в основном окне, то необходимо нажатием правой кнопки мыши по главному окну SimInTech вызвать меню настройки видимости групп и активировать для отображения группу кнопок **«Файл»**), после чего в выпадающем списке выбрать подходящую расчетную схему.

После выполнения одного из вышеуказанных способов на экране появится окно нового проекта.

Для данного окна полностью применим функционал стандартных методов операционной системы при работе с окнами: можно изменять визуальные размеры окна, его расположение на экране, сворачивать и разворачивать окно на весь экран и пр. При сохранении проекта сохраняются и визуальные настройки окна, например, такие, как размеры окна.

При открытии окна, когда уже ранее было открыто несколько окон других проектов, данное окно будет активным для редактирования, остальные же окна автоматически перейдут в пассивный режим. Перевести их в активный режим можно либо нажатием левой кнопки мыши по области окна, либо вызвав данное окно из строки состояния операционной системы, либо в главном окне SimInTech перейти в меню **«Окно»**, в котором выбрать нужное окно проекта.

Окно проекта является типовым, и строение его одинаково для всех расчетных схем, входящих в SimInTech.

Рассмотрим подробнее области данного окна (Рисунок 2.2.5):

- 1 область – меню окна проекта.
- 2 область – панель инструментов настройки проекта и управления расчетом;
- 3 область – рабочая область окна проекта.
- 4 область – строка отображения расчетной информации.

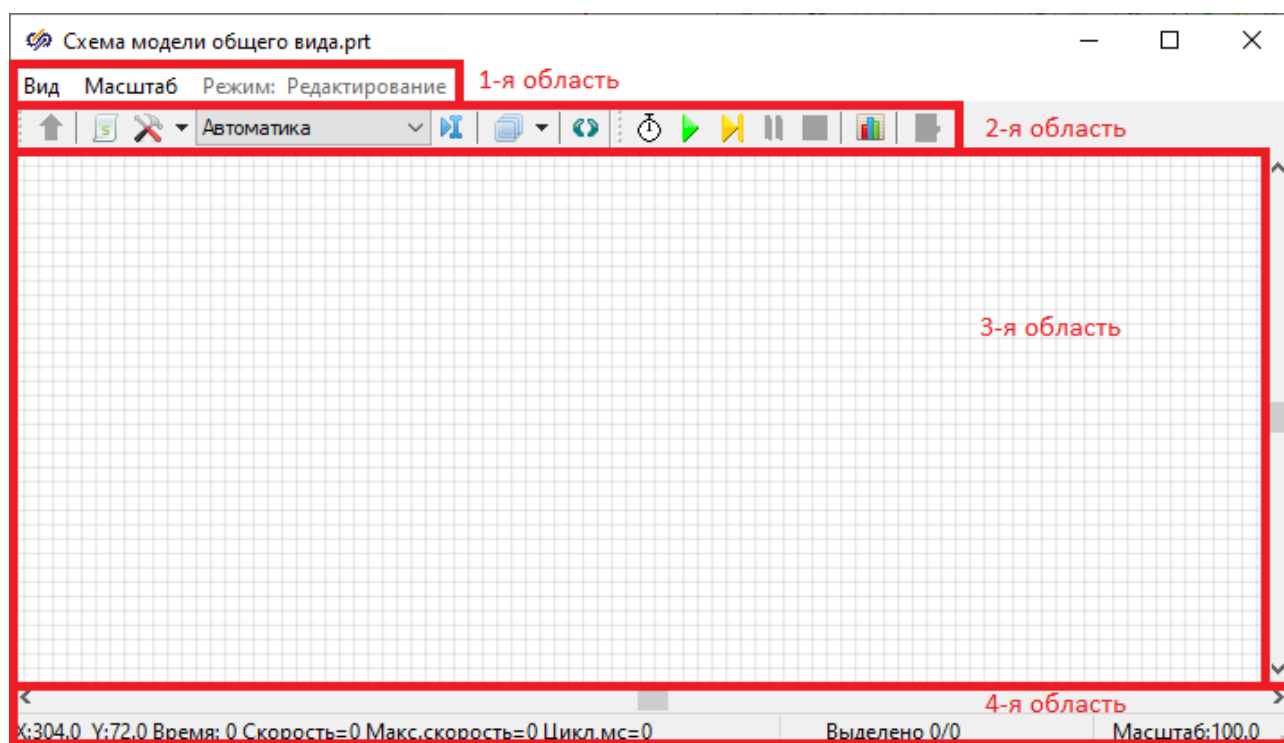


Рисунок 2.2.5. Области схемного окна SimInTech.

Меню окна проекта отвечает за основные функции работы со схемой, такие как создание новой схемы, сохранение схемы, открытие ранее созданных схем, вызов базы данных, предоставление доступа к справочным материалам, а также настройку визуального отображения схемы.

Панель кнопок проекта представляет собой интерфейс для настройки и управления расчетной схемой, которые делятся на две группы: «Слои» и «Расчет» (Рисунок 2.2.6). Данные группы можно отобразить или скрыть на схемном окне. Для этого можно либо пройти в меню «Вид» - «Панель инструментов» и активировать/деактивировать соответствующие пункты, либо необходимо нажатием правой кнопки мыши по области кнопок вызвать контекстное меню, в котором можно сделать то же самое.

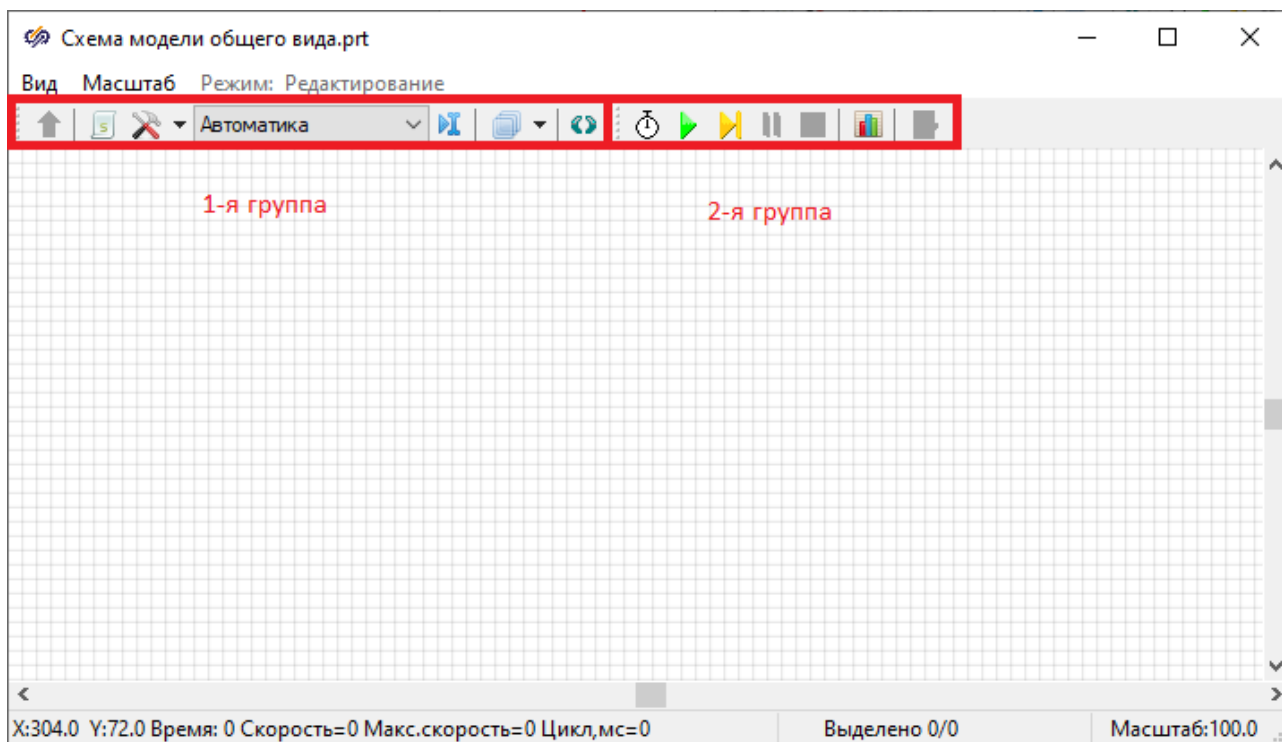


Рисунок 2.2.6. Панели кнопок схемного окна SimInTech.

В первой группе содержатся следующие объекты (Рисунок 2.2.6):

- **Возврат из субмодели** – кнопка перехода выхода из блока «Субмодель» (становится активной, когда пользователь вошел в блок «Субмодель»).
- **Скрипт** – кнопка доступа к редактору скрипта проекта.
- **Параметры расчета** – кнопка доступа к окну изменения расчетных параметров схемы.
- **Выбор решателя** – поле активации и отображения выбранного пользователем решателя.
- **Индикация/Редактирование** – кнопка выбора режима отображения схемы.
- **Визуальные слои** – кнопка работы с визуальными слоями проекта.
- **Показать значения на линиях связи** – кнопка активации отображения значений на линиях связи (присутствует в «Схема модели общего вида» и «Схема электрическая»).

Во второй группе содержатся кнопки управления расчетом (Рисунок 2.2.6):

- **Инициализация** – инициализирует расчетную схему, но не запускает ее расчет.
- **Пуск** – инициализирует расчетную схему и сразу запускает ее расчет.
- **Сделать шаг** – расчетная схема делает один расчетный шаг с величиной, заданной пользователем в расчетных параметрах схемы.
- **Пауза** – приостанавливает расчет.
- **Стоп** – полностью останавливает расчет.

- **Менеджер данных** – кнопка вызова менеджера данных проекта.
- **База данных...** – кнопка вызова редактора базы данных в случае, если к проекту подключена файл базы данных.

В рабочей области окна проекта при помощи блоков, находящихся в палитре блоков, можно создавать и редактировать ранее созданные расчетные модели, создавать собственные блоки и многое другое.

Для того, чтобы поместить на схемное окно расчетный блок, необходимо:

- 1) Выбрать вкладку в Палитре блоков, на которой находится нужный блок. Блоки в Палитре блоков скомпонованы по вкладкам с учетом общих признаков (например, вкладка **«Операторы»** общетехнической библиотеки блоков содержит блоки, отвечающие за различные математические действия: сложение, вычитание, умножение, деление и пр.).
- 2) Нажатием левой кнопки мыши выбрать блок, который необходимо установить в рабочей области окна проекта: как только блок будет выбран, появится его подсветка в Палитре блоков. При появлении курсора мыши в пределах рабочей области, вид курсора мыши изменится: появится выбранный блок, а вместо курсора появится крестообразный указатель места установки для этого блока.
- 3) Выбрать место установки блока в рабочей области окна проекта.
- 4) Нажатием левой кнопки мыши установить блок в рабочей области окна проекта.

Строка отображения расчетной информации позволяет контролировать ход расчетного процесса, а также позволяет оперативно изменять масштаб отображения на схемном окне (для этого нужно совершить нажатие левой кнопки мыши на поле **«Масштаб»**, после чего перед пользователем появится окно изменения масштаба для схемного окна (Рисунок 2.1.7), включать и отключать сетку схемного окна нажатием левой кнопки мыши по полю **«Сетка»**, включать и отключать привязку объектов к сетке нажатием левой кнопки мыши по полю **«Привязка»**.

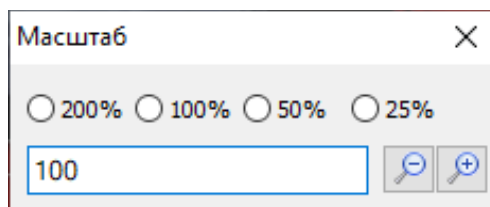


Рисунок 2.2.7. Окно **«Масштаб»**.

При запуске схемы на расчет в этой области также появляется окно сообщений, в котором отображается диагностическая информация по расчетной схеме: ошибки при задании свойств блоков, предупреждения, связанные с работой блоков и пр.

Задание свойств блока осуществляется при помощи окна свойств блока.

Вызов окна свойств можно осуществить тремя способами:

- 1) Выделив блок, нажатием правой кнопки мыши вызвать контекстное меню, в котором выбрать пункт **«Свойства объекта»** (Рисунок 2.2.8).

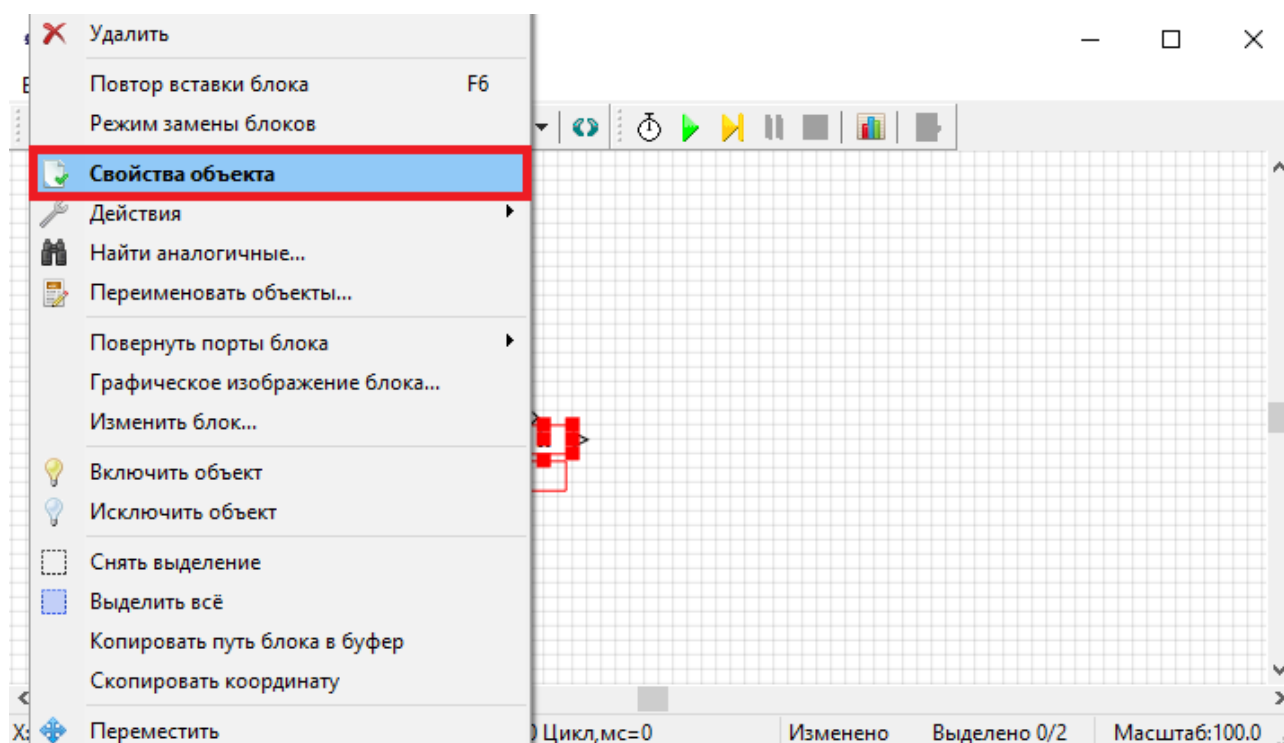


Рисунок 2.2.8. Пункт **«Свойства объекта»** в контекстном меню блока.

- 2) Выделив блок, нажать на панели кнопок кнопку **«Свойства»** (Рисунок 2.2.9).

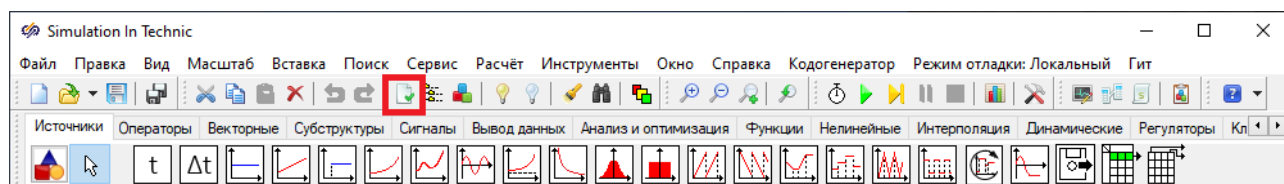


Рисунок 2.2.9. Главное окно SimInTech с выделенной кнопкой **«Свойства»**.

- 3) Совершив двойное нажатие левой кнопкой мыши по выбранному блоку. После этого на экране появится окно **«Свойства»** (Рисунок 2.2.10).

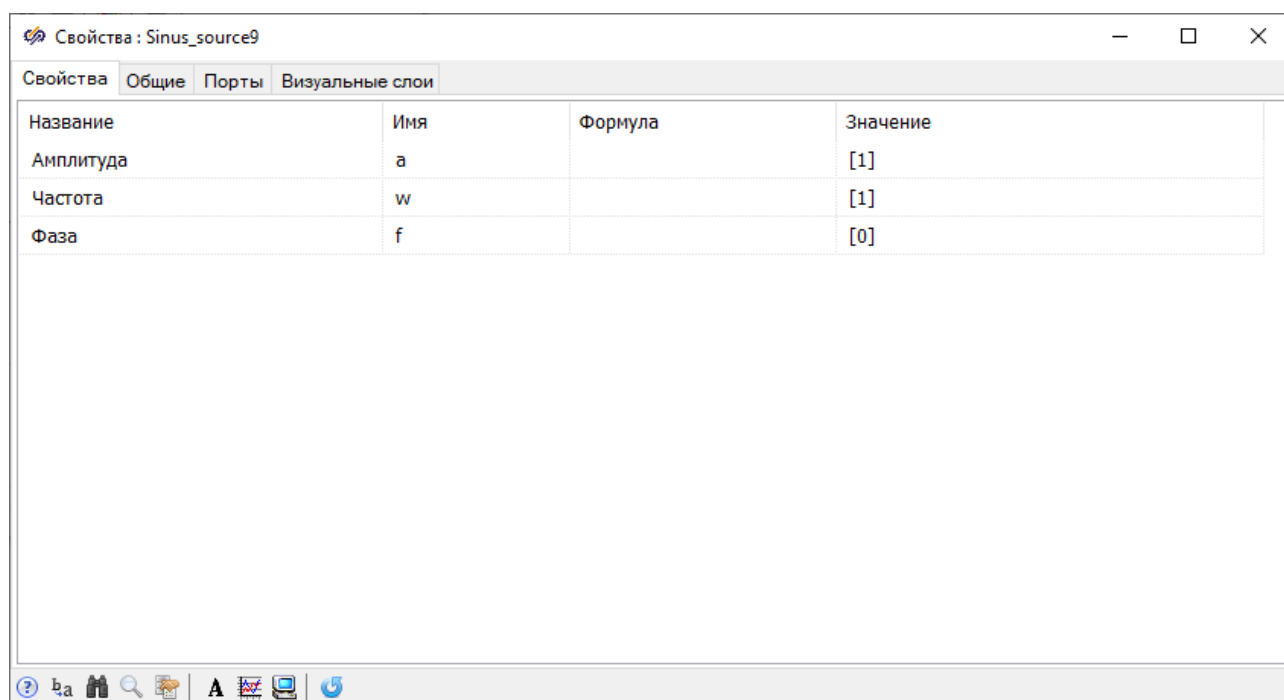


Рисунок 2.2.10. Окно свойств на примере блока «Синусоидальный сигнал».

В окне свойств в зависимости от выбранного блока могут отображаться следующие вкладки:

- **Свойства** – расчетные свойства блока, непосредственно влияющие на его расчет – отображается при наличии свойств у блока.
- **Общие** – базовые свойства блока, такие как имя, тип, координаты расположения на листе, видимость и другие – отображается постоянно.
- **Порты** – список и редактор входных/выходных портов блока – отображается при наличии у блока портов входа и выхода.
- **Визуальные слои** – редактор расположения блока на одном или нескольких визуальных слоях – отображается постоянно.

SimInTech имеет собственный встроенный язык программирования, в котором с помощью операторов и функций можно решить, например, такие задачи, как:

- расчет математических выражений и уравнений;
- работа над векторами и матрицами;
- управление отображением графических примитивов;
- реализация алгоритмов управления для настройки и отладки моделей.

Вызов редактора языка программирования для текущего активного проекта можно осуществить двумя способами:

- 1) Нажав на кнопку «Скрипт» на панели кнопок схемного окна (Рисунок 2.2.11).

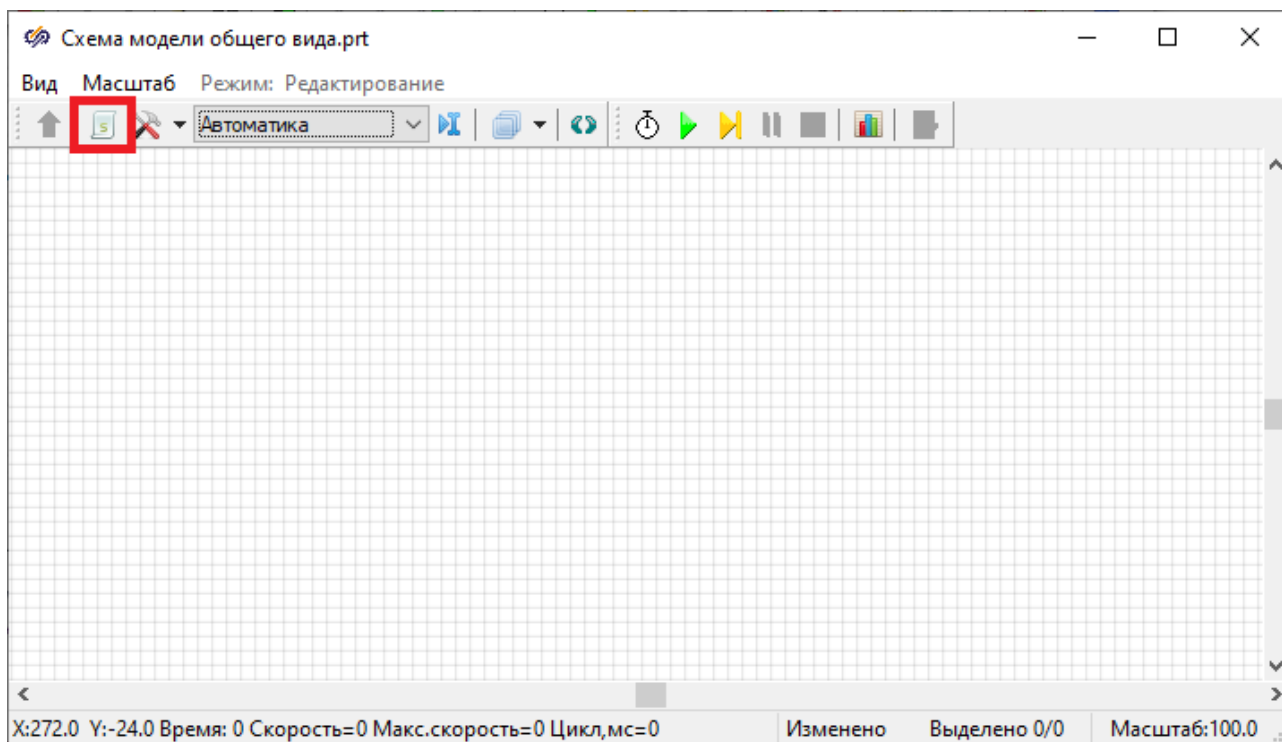


Рисунок 2.2.11. Вызов окна редактора языка программирования проекта с помощью панели кнопок схемного окна.

2) Нажав на кнопку «Скрипт» в главном окне программы (Рисунок 2.2.12).

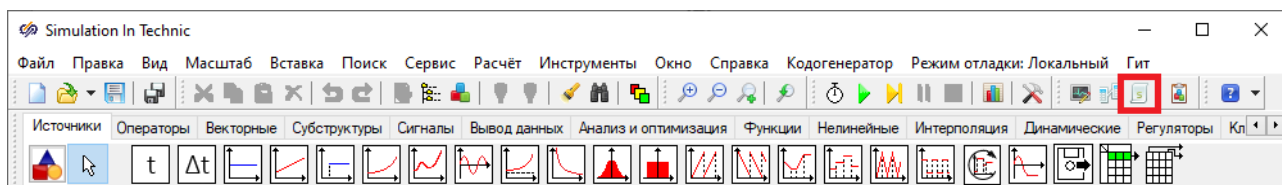


Рисунок 2.2.12. Вызов окна редактора языка программирования проекта с помощью главного окна программы.

Для окна проекта доступны **два режима отображения рабочей области окна проекта: режим редактирования и режим индикации**. Каждый из режимов активирует свои инструменты при работе с окном проекта в процессе расчета схемы. Если активен **режим редактирования**, то в процессе расчета модели можно просматривать параметры блоков, изменять их свойства и пр. **Режим индикации** переводит окно проекта в режим мнемосхемы, в котором блоки становятся неактивными для редактирования свойств и просмотра параметров, а у части блоков при совершении определенных действий появляются визуальные окна текущего состояния блока и управления им.

Перевод из одного режима в другой осуществляется с помощью кнопки выбора режима отображения «**Индикация/Редактирование**», расположенной на панели инструментов настройки проекта и управления расчетом. Режим, который на данный момент выбран пользователем для окна проекта, отображается в меню окна проекта (Рисунок 2.2.13).

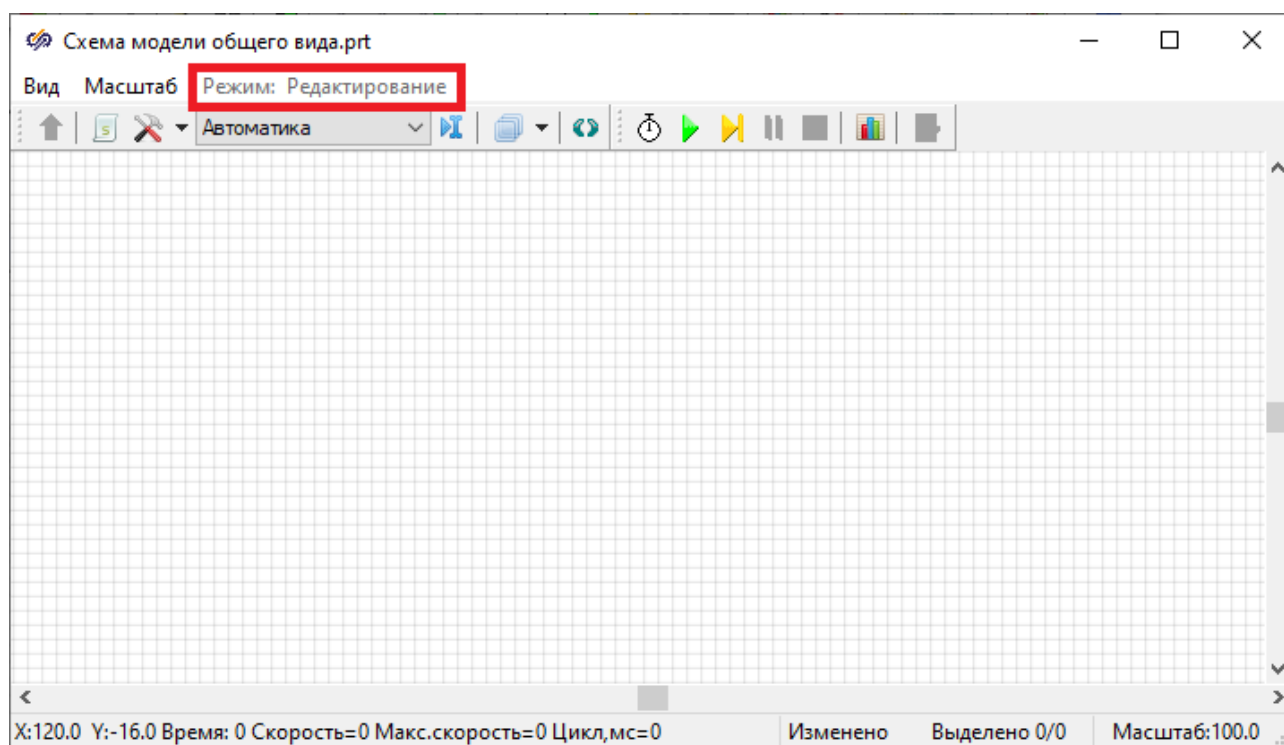


Рисунок 2.2.13. Окно проекта с выбранным режимом отображения рабочей области окна.

3 Создание модели электрической схемы

3.1 Библиотеки блоков для расчета электрических процессов

В SimInTech имеются две библиотеки для расчета электрических процессов: «ЭЦ-Динамика» и «ЭЦ-Статика».

При использовании элементов «ЭЦ-Статика» расчет ведется по действующим (среднеквадратическим) значениям параметров режима электрической сети. Реальный синусоидальный сигнал заменяется эквивалентным за период частоты постоянным током равным амплитуде синусоиды деленным на $\sqrt{2}$. Расчет выполняется в комплексных числах.

Данный подход применим прежде всего для расчета установившихся режимов в цепях с источниками, работающими с одной частотой, что характерно для энергосистем.

Также подразумевается, что токи и напряжения не содержат высших гармоник, а если таковые есть, то используется их среднеквадратическое значение. При использовании этого метода в процессе расчета можно получить только действующие значения токов, напряжений. Аперiodические составляющие, которые могут возникать в переходных процессах, определить нельзя.

При использовании элементов «ЭЦ-Динамика» расчет ведется непосредственно по мгновенным значениям параметров сетей переменного тока.

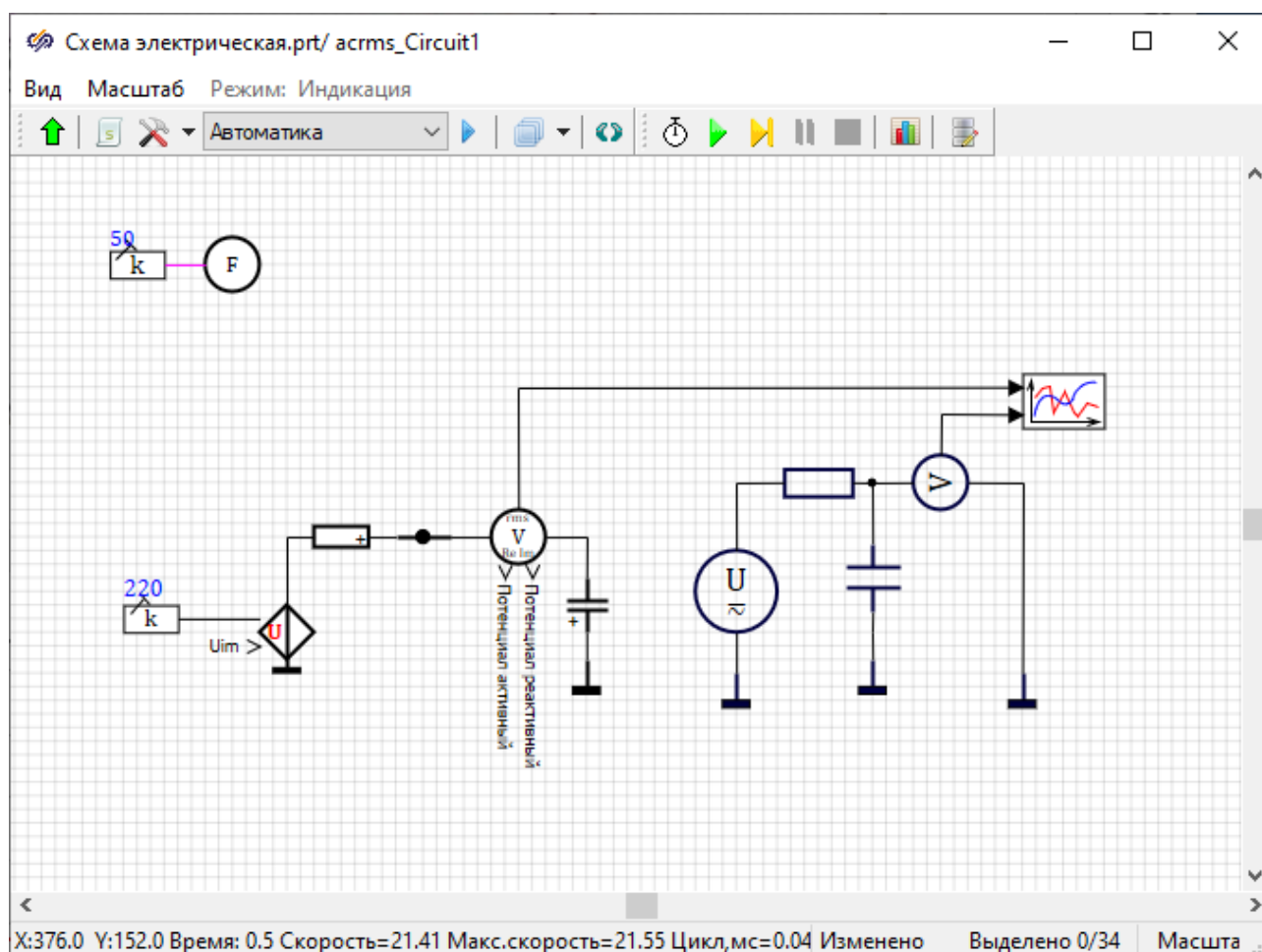


Рисунок 3.1.1. Схема «ЭЦ-Статика» и «ЭЦ-Динамика».

В примере (Рисунок 3.1.1) схема слева выполнена из элементов «ЭЦ-Статика»: к источнику с действующим значением напряжения 220В последовательно подключены сопротивление и конденсатор – CR-цепь. Расчет выполняется для частоты равной 50 Гц.

Схема справа выполнена из элементов «ЭЦ-Динамика»: также CR-цепь подключена к источнику синусоидального напряжения частотой 50 Гц, действующее напряжение которого 220 В, а амплитуда равна $220\sqrt{2}$ В.

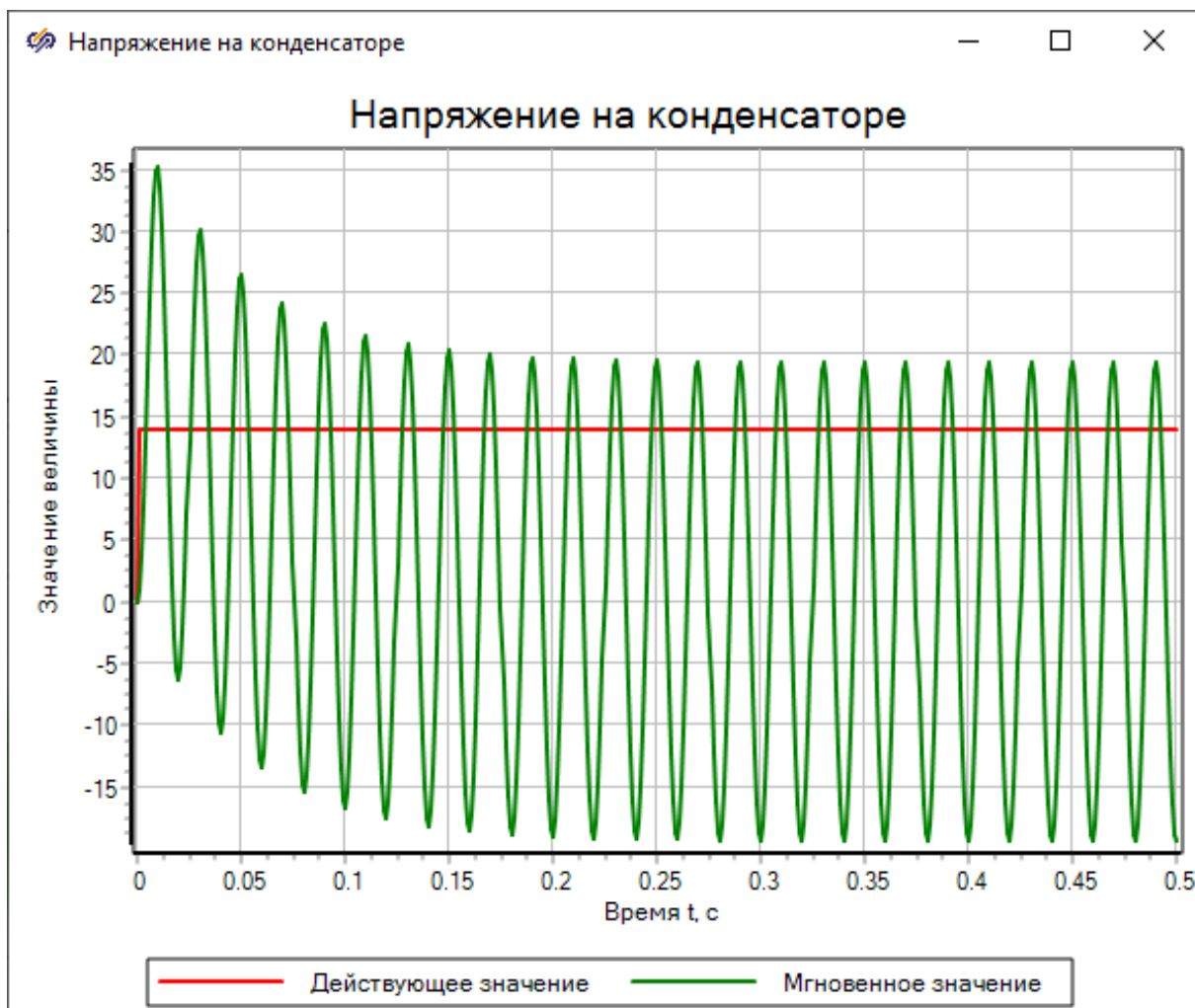


Рисунок 3.1.2. Результат расчёта «ЭЦ-Статика» и «ЭЦ-Динамика».

Результат расчета (Рисунок 3.1.2) в первом случае – сразу установившееся – действующее значение напряжения – никакого электромагнитного процесса нет. Во втором случае видим реальную осциллограмму переходного процесса с периодической и аperiodической составляющей напряжения.

При необходимости вывода графика спектрального анализа сигнала нужно нажать правой кнопкой мыши на нужный график, выбрать пункт **«Анализ данных/Спектральный анализ»**.

«ЭЦ-Статика» позволяет рассчитывать установившиеся и переходные режимы, длительность которых выше периода частоты питающей сети, например, пуски электродвигателей, длительности которых составляют до нескольких секунд, что много больше 0,02 с – периода промышленной частоты. Шаг расчета при этом может достигать 0,02 – 0,1 сек, что позволяет уложиться в режим реального времени даже при сети с большим числом узлов.

«ЭЦ-Динамика» - рассчитывает фактическую осциллограмму процесса. Однако шаг расчета даже для сети промышленной частоты 50 Гц должен быть, как правило, не более

0,001 с. Эта библиотека применяется для исследовательских задач или практических задач, в которых нужно увидеть электромагнитные процессы близкие к реальным.

В данном Руководстве рассматриваются принципы работы с SimInTech на примере создания моделей с использованием библиотеки «ЭЦ-Динамика».

3.2 Введение к упражнению

Для создания модели из элементов библиотеки «ЭЦ-Динамика» следует пользоваться расчетной схемой «**Схема модели общего вида**». Для создания систем управления, наравне с элементами библиотеки «ЭЦ-Динамика», могут использоваться блоки библиотек группы «**Автоматика**». Ознакомиться с составом библиотек «**Автоматика**» можно в справочной системе, раздел «**Библиотеки блоков**», подраздел «**Автоматика**».

В данном упражнении будет рассмотрена работа с расчетной схемой «**Схема модели общего вида**»:

- будет создан новый проект для электрической схемы;
- будет показан механизм помещения блоков библиотеки «ЭЦ-Динамика» на расчетную схему и их соединение между собой;
- будут рассмотрены простые и составные блоки, блоки-владельцы и блоки-подчиненные;
- из блоков библиотеки «ЭЦ-Динамика» будет набрана электрическая схема питания двигателя постоянного тока;
- будет рассмотрено задание свойств блоков библиотеки «ЭЦ-Динамика».

Модель, созданная в рамках данного упражнения, рассматривает систему, состоящую из источника переменного тока, выпрямителя, индуктивно-емкостного фильтра, двигателя постоянного тока, и коммутационных аппаратов (контакторов), обеспечивающих реверсивное управление электродвигателем. Также в схему входят измерительные приборы и защитный аппарат – автоматический выключатель.

3.3 Создание новой электрической схемы

Для создания новой электрической схемы выполните следующие действия:

- 1) В главном окне SimInTech на панели кнопок выберите кнопку «**Новый проект**».
- 2) В выпадающем меню выберите пункт «**Схема модели общего вида**» (Рисунок 3.3.1).

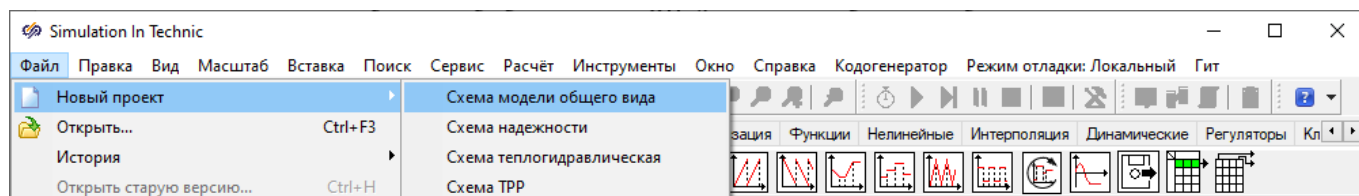


Рисунок 3.3.1. Меню создания нового проекта «Схема модели общего вида».

Перед вами появится новое окно проекта «Схема модели общего вида.prt», в котором будет происходить разработка электрической схемы модели (Рисунок 3.3.2).

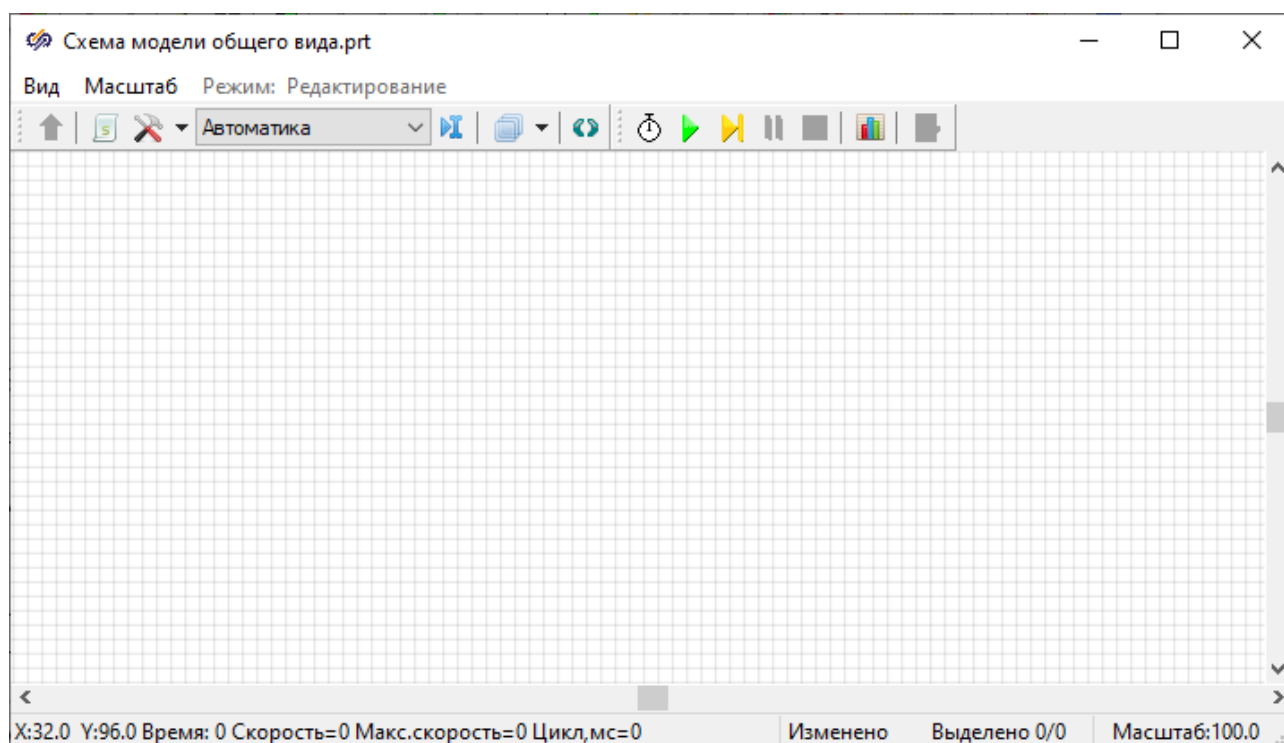


Рисунок 3.3.2. Окно проекта для создания расчетных схем из блоков библиотеки «ЭЦ-Динамика».

Сохраните созданный проект с новым именем для облегчения его последующей идентификации в директории. Для этого:

- 1) В главном окне войдите в меню «**Файл → Сохранить проект как...**».
- 2) В появившемся окне проверьте выбор директории сохранения. В данном и последующих упражнениях для работы с проектами будет использоваться директория по умолчанию: **C:\Users\<имя пользователя>\Documents\SimInTech**, где <имя пользователя> - имя учётной записи пользователя в операционной системе.
- 3) В появившемся окне сохранения проекта в поле «**Имя файла**» измените имя проекта на «**Схема электрическая 1**» (Рисунок 3.3.3) и нажмите на кнопку «**Сохранить**».

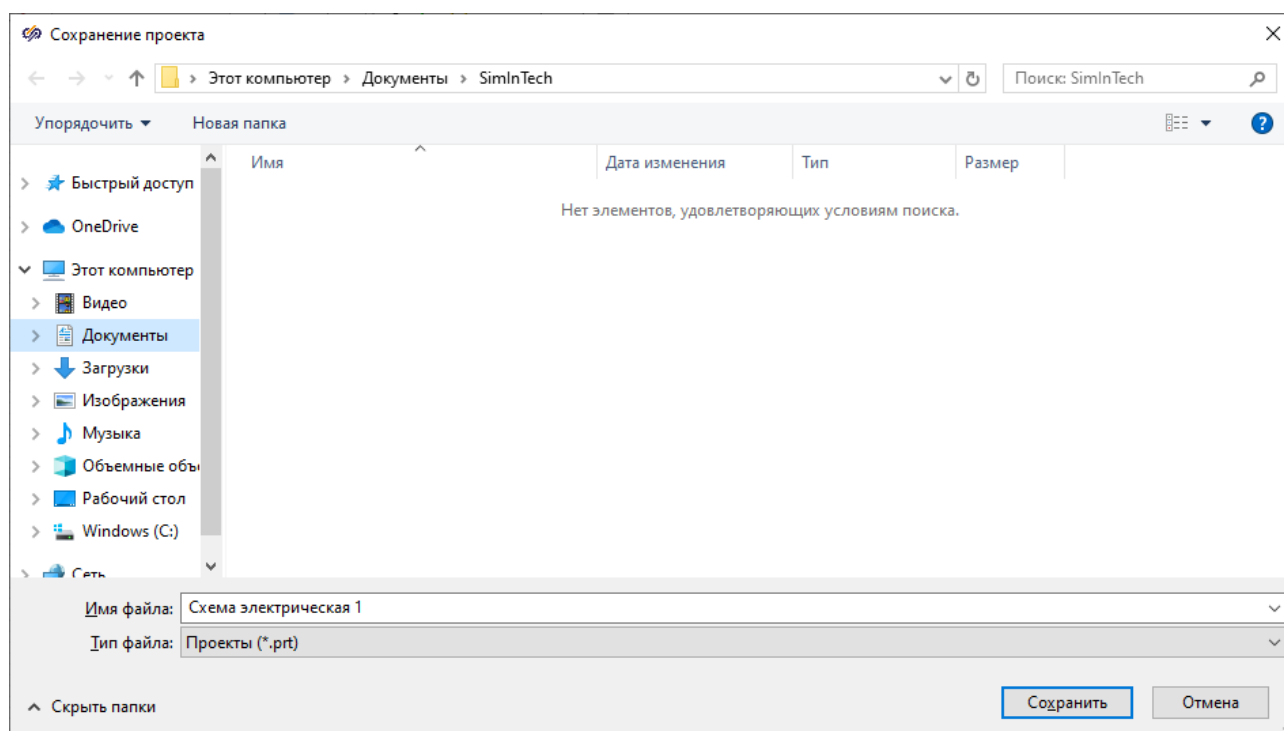


Рисунок 3.3.3. Сохранение новой электрической схемы.

- 4) После того, как сохранение проекта было произведено, обратите внимание, что заголовок окна проекта изменился в соответствии с заданным при сохранении именем.

Обратите внимание: после сохранения проекта заголовок окна проекта изменился в соответствии с заданным при сохранении именем. Также, SimInTech сохраняет **резервные копии файлов** с расширением «.prt.1», «.prt.2», «.prt.3» и т.д., которые можно открыть, нажав **Главное меню -> Файл -> Открыть старую версию...** (Рисунок 3.3.4).

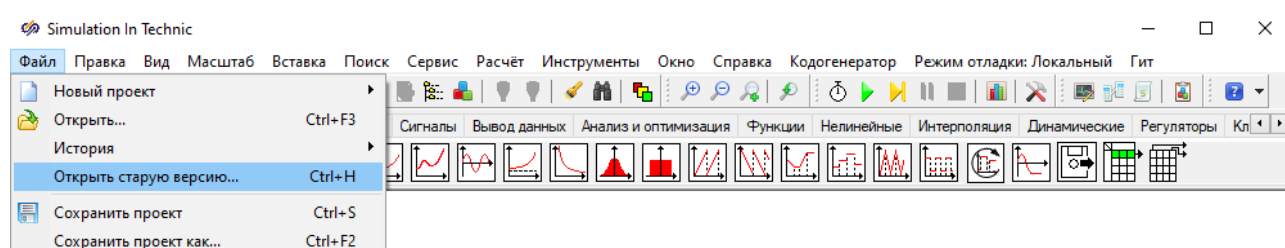


Рисунок 3.3.4. Раздел «Открыть старую версию...».

3.4 Создание модели электрической схемы

Приступим к разработке расчетной модели. Обратите внимание, что в меню остались вкладки, относящиеся к созданию систем управления, электрических схем и др., а, например, библиотеки теплогидравлики были исключены.

Сейчас в палитре блоков перед вами отображаются следующие вкладки библиотек, которые будут необходимы при создании модели:

- «**Автоматика**»: Источники; Операторы; Векторные; Функции, Динамические и Т.Д.;
- «**ЭЦ-Динамика**»;
- «**ЭЦ-Статика**».

Основные блоки для создания модели электрической схемы, расположенные в вкладке «**ЭЦ-Динамика**» (Рисунок 3.4.1). Данная вкладка содержит базовые блоки, с помощью которых разрабатываются расчетные модели электрических систем.

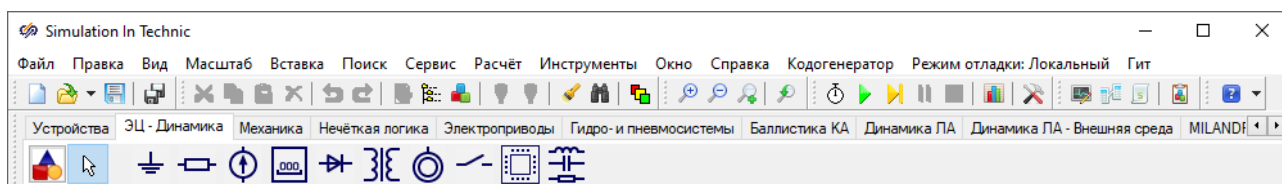


Рисунок 3.4.1. Библиотека расчетных блоков с выбранной вкладкой «**ЭЦ-Динамика**».

Блоки на вкладках библиотеки могут находиться как отдельно, так и быть скомпонованы в подменю, объединяющие блоки по классовому признаку. Например, на данной вкладке находятся следующие подменю:

- «**Элементы топологии**»;
- «**Электротехнические элементы**»;
- «**Источники**»;
- «**Измерители**»;
- «**Силовая электроника**»;
- «**Трансформаторы**»;
- «**Электрические машины**»;
- «**Коммутационные аппараты**»;
- «**Элементы управления и обработки сигналов**»
- «**Элементы для разработчика**».

Расчетная модель, которая будет создана в рамках данного упражнения, состоит из следующих блоков, которые находятся в подменю на вкладке «**ЭЦ-Динамика**»:

- 1 блок «**Вольтметр идеальный**», 1 блок «**Амперметр идеальный**» (подменю «**Измерители**») – с помощью данных блоков будет измеряться напряжения и ток.
- 1 блок «**RLC - цепь / Индуктивность**», 2 блока «**RLC - цепь / Ёмкость**», 1 блок «**RLC - цепь / Сопротивление**» (подменю «**Электротехнические элементы**») – с помощью данных блоков будут смоделированы фильтр выпрямителя и нагрузка.

- 1 блок **«Источник напряжения 3-фазный»** (подменю **«Источники»**) – с помощью данного блока будет смоделирован источник напряжения переменного тока.
- 1 блок **«Преобразователь 3-фазный мостовой (тиристор)»** (подменю **«Силовая электроника»**) – с помощью данного блока будет смоделирован выпрямитель.
- 1 блок **«Двигатель постоянного тока с постоянными магнитами»** (подменю **«Электрические машины»**) – с помощью данного блока будет смоделирован двигатель постоянного тока.
- 5 блоков **«Ключ постоянного тока (однополюсный)»** подменю **«Коммутационные аппараты»**) – с помощью данных блоков будет смоделирована схема реверсивного включения электродвигателя.

Для удобства чтения модели электрической схемы желательно расположить её элементы так, чтобы сама модель повторяла чертёж этой схемы.

В данном упражнении составлять модель от источника питания.

Поместим блок **«Источник напряжения 3-фазный»** на форму расчетной схемы.

Для этого выполните следующие действия:

- 1) Совершите нажатие левой кнопкой мыши по подменю **«Источники»**, в результате чего появится список блоков, находящихся в данном подменю (Рисунок 3.4.2).

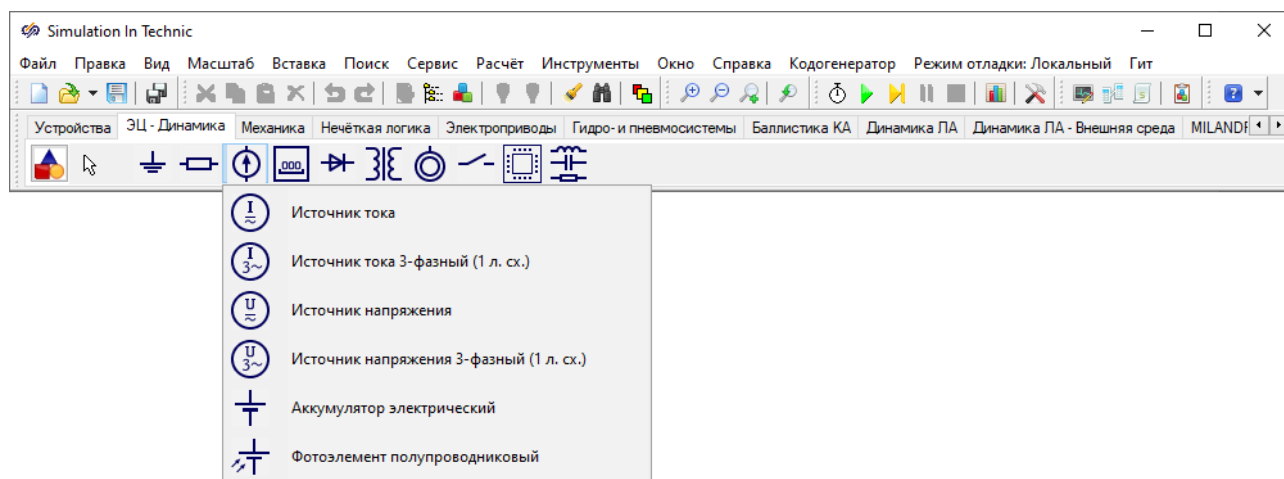


Рисунок 3.4.2. Активированное подменю **«Источники»** со списком входящих в него расчетных блоков.

- 2) Совершите нажатие левой кнопкой мыши по блоку **«Источник напряжения 3-фазный»** (Рисунок 3.4.3).

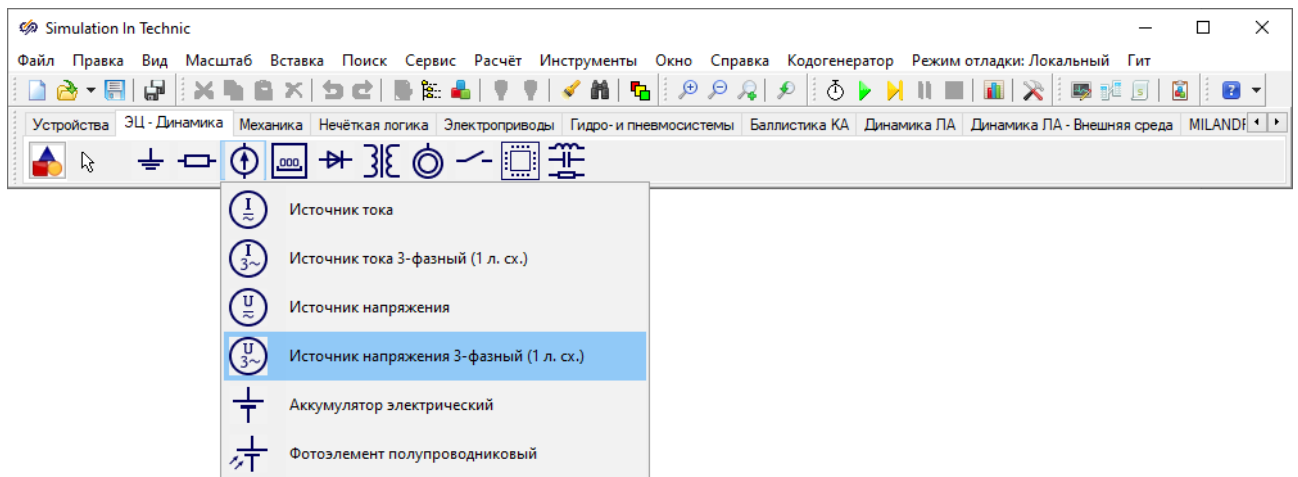


Рисунок 3.4.3. Подменю «**Источники**» - выбор блока «**Источник напряжения 3-фазный**» в списке блоков.

- 3) Переведите курсор мыши на рабочую область проекта. В рабочей области возникнет графическое изображение блока «**Источник напряжения 3-фазный**», которое будет следовать за указателем мыши.
- 4) Выберите место для установки блока и совершите нажатие левой кнопкой мыши, завершая установку блока в рабочей области окна (Рисунок 3.4.4).

После установки блока его можно передвинуть. Для этого нажмите на него левой кнопкой мыши и, удерживая, передвигайте.

Аналогичными действиями из подменю «**Силовая электроника**» установите блок «**Преобразователь 3-фазный мостовой (тиристор)**» (Рисунок 3.4.5).

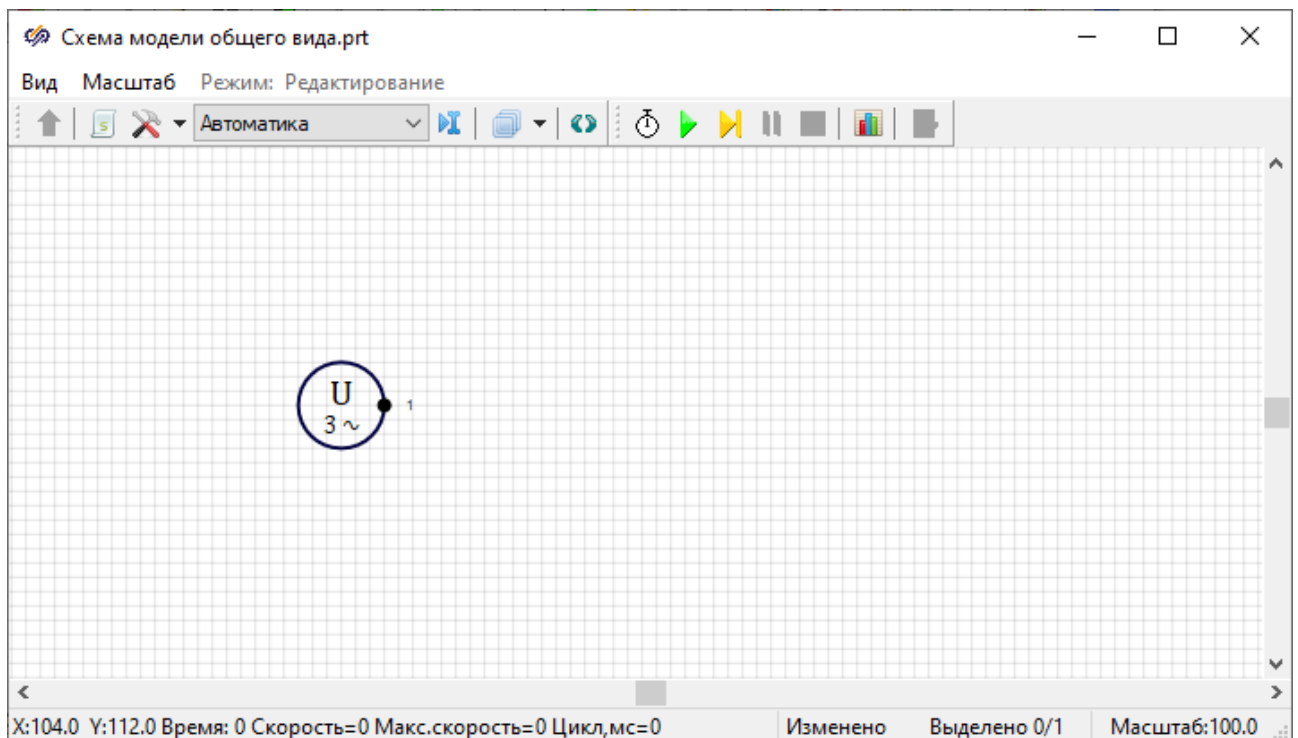


Рисунок 3.4.4. Установленный блок «**Источник напряжения 3-фазный**».

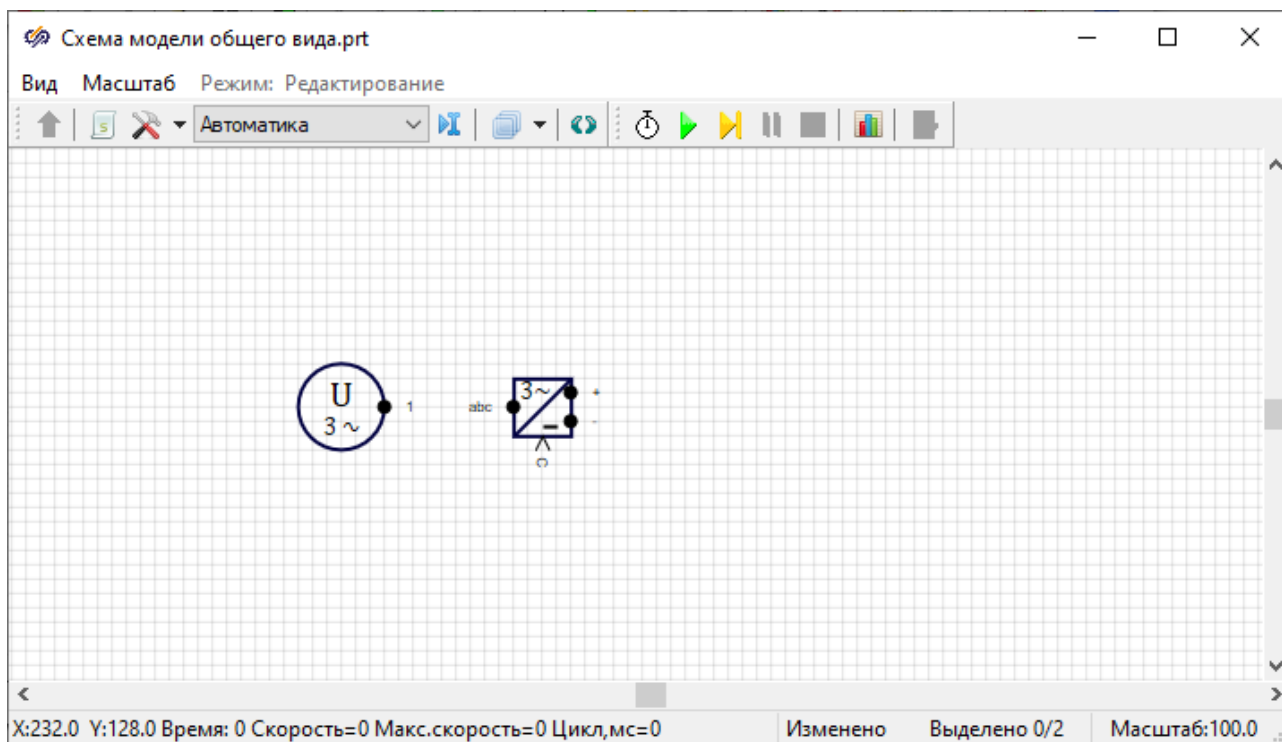


Рисунок 3.4.5. Блоки «**Источник напряжения 3-фазный**» и «**Преобразователь 3-фазный мостовой (тиристор)**».

Блоки библиотеки «ЭЦ-Динамика» могут иметь порты как для образования электрических связей, так и для образования математических связей. Электрические связи служат для образования расчетной электрической схемы. Математические связи для передачи сигналов управления.

Например, блок «**Источник напряжения 3-фазный**», имеет порт только для присоединения электрической связи – подключение линий фаз – соответствующий портам «А», «В», «С».

Блок «**Преобразователь 3-фазный мостовой (тиристор)**» имеет порт для присоединения электрической связи со стороны переменного тока, порт фаз со стороны постоянного тока порты «+», «-» и порт математической связи «С» для подачи сигналов управления на тиристоры в виде логических нуля и единицы.

Электрическая схема собирается путем соединения портов входа и выхода, предназначенных для присоединения электрической связи.

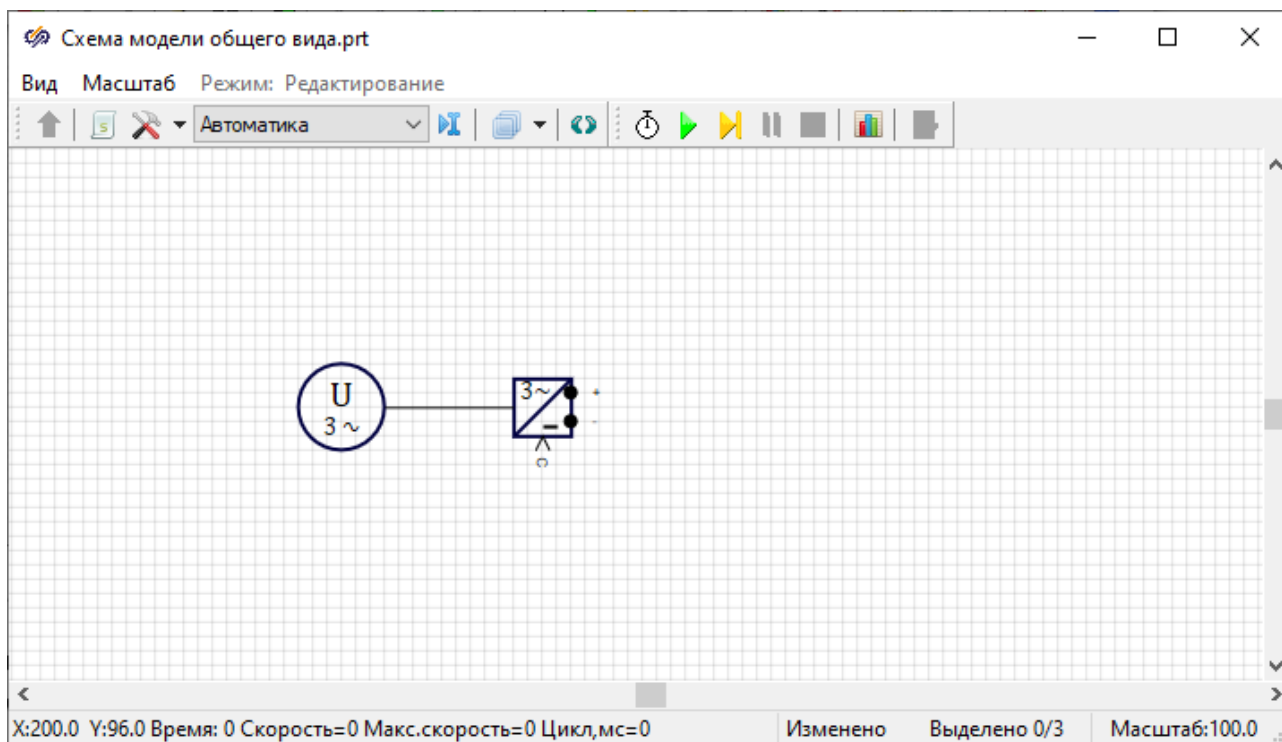


Рисунок 3.4.6. Созданная электрическая связь.

В качестве выпрямителя будет использоваться неуправляемый выпрямитель, следовательно, на порт «С» необходимо подать сигнал логической единицы.

Для этого:

- 1) Из вкладки «**Источники**» (имеется в виду источники математического сигнала общетехнической библиотеки «**Автоматика**») выберите блок «**Константа**» (Рисунок 3.4.7).

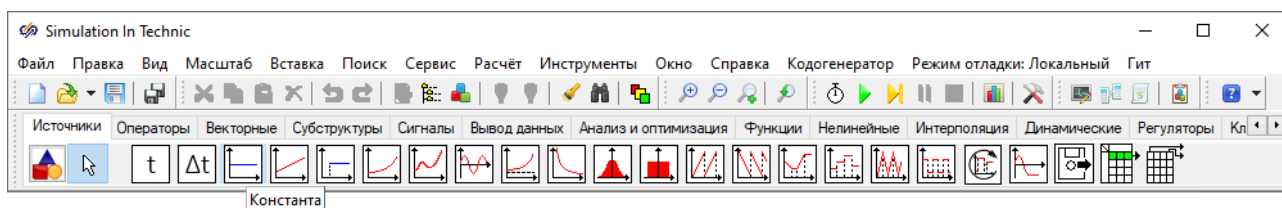


Рисунок 3.4.7. Источники математического сигнала.

- 2) Установите этот блок на схему и соедините его порт выхода с портом входа «С» блока «**Преобразователь 3-фазный мостовой (тиристор)**» (Рисунок 3.4.8).

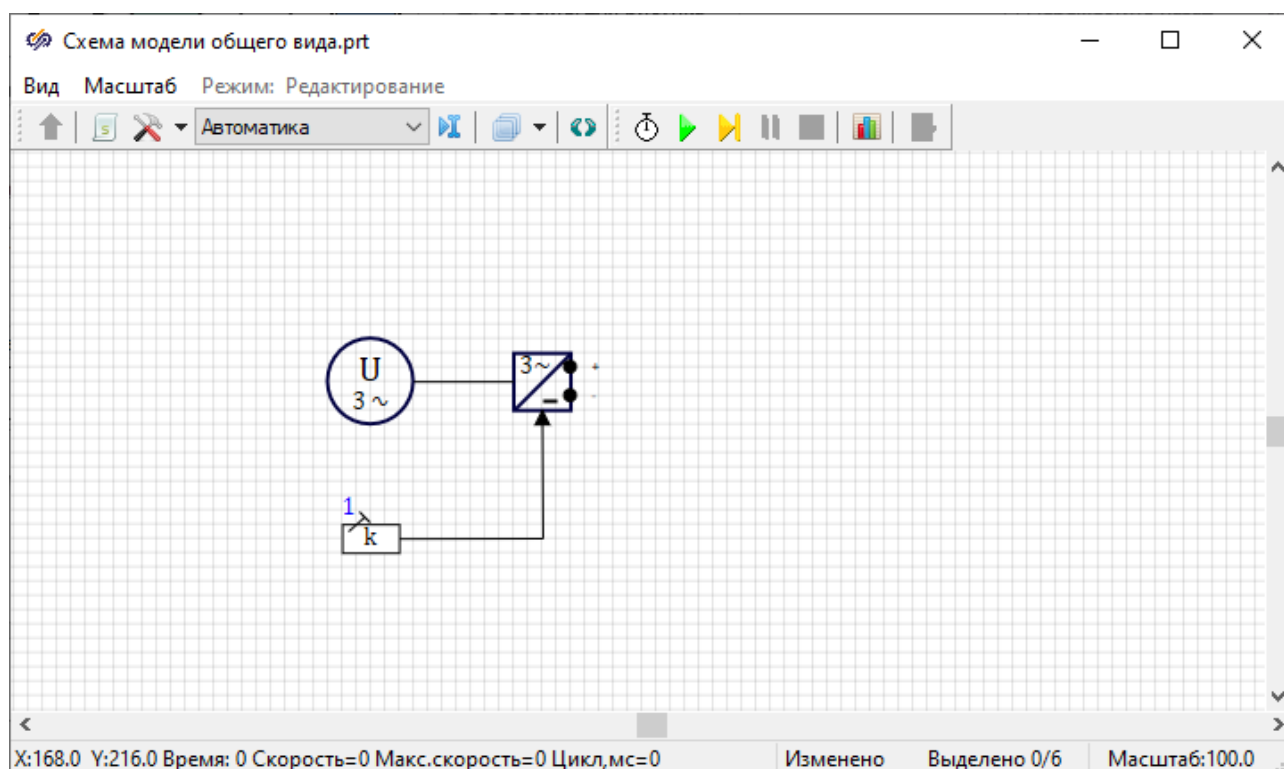


Рисунок 3.4.8. Источники математического.

Устанавливая блоки аналогичным образом соберите схему питания двигателя постоянного тока (Рисунок 3.4.9).

Помимо блоков библиотеки «ЭЦ-Динамика» потребуется установка блоков общетехнической библиотеки «Автоматика»:

- 4 блока «**Временной график**» (вкладка «**Данные**») – с помощью данных блоков осуществляется вывод рассчитанных значений на график.
- 3 блока «**Кнопка**» (вкладка «**Ключи**») – с помощью данных блоков будет подаваться управляющий сигнал включить/отключить на контакторы.
- 1 блок «**Линейное с насыщением**» (вкладка «**Нелинейные**») – с помощью данного блока будет моделироваться момент сопротивления механизма, который приводится в действие электродвигателем.

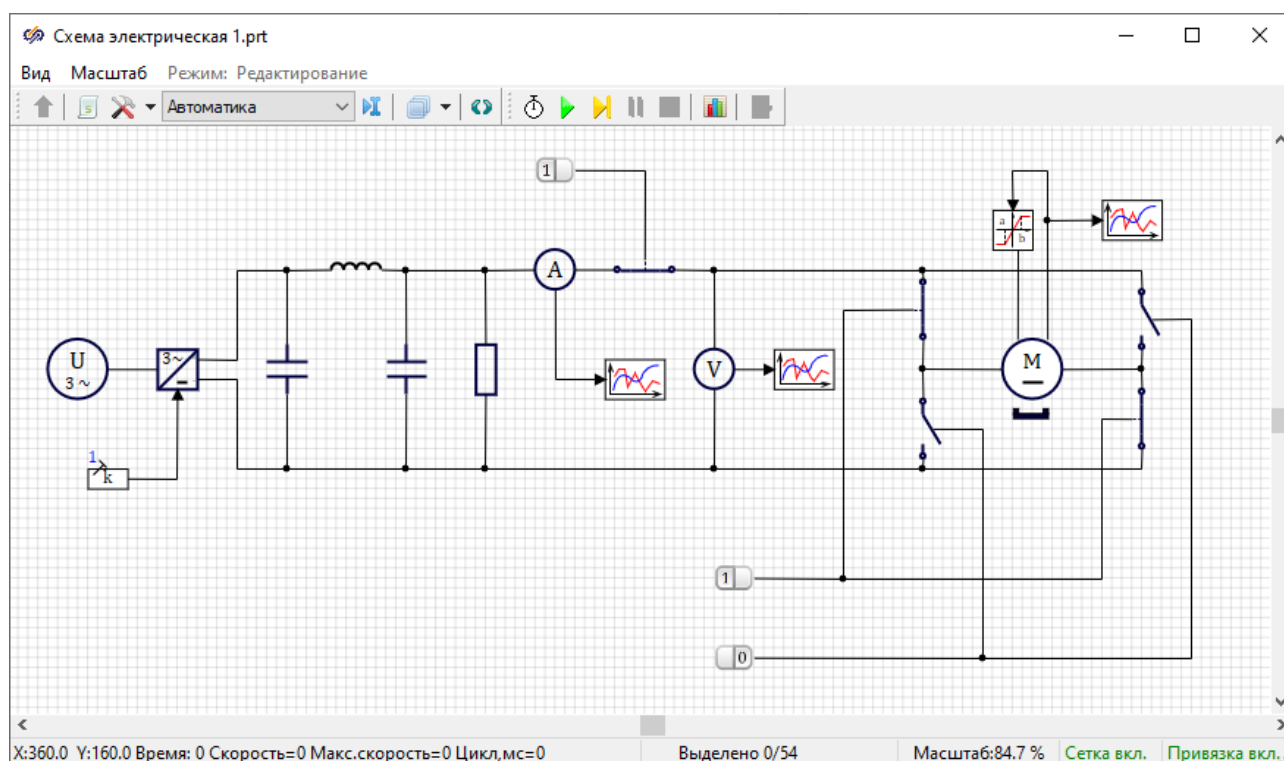


Рисунок 3.4.9 Схема электроснабжения электродвигателя.

Перед тем, как приступить к следующему пункту данного упражнения, сохраните проект, используя кнопку «**Сохранить проект**» на панели кнопок главного окна.

3.5 Задание свойств блоков модели электрических систем

При подготовке к расчету модели необходимо задать свойства блоков. Свойства характеризуют стартовое состояние математической модели блока, с которого начнется расчет. Для задания свойств необходимо:

- 1) Нажатием левой кнопки мыши выделите блок, свойства которого необходимо изменить (Рисунок 3.5.1).

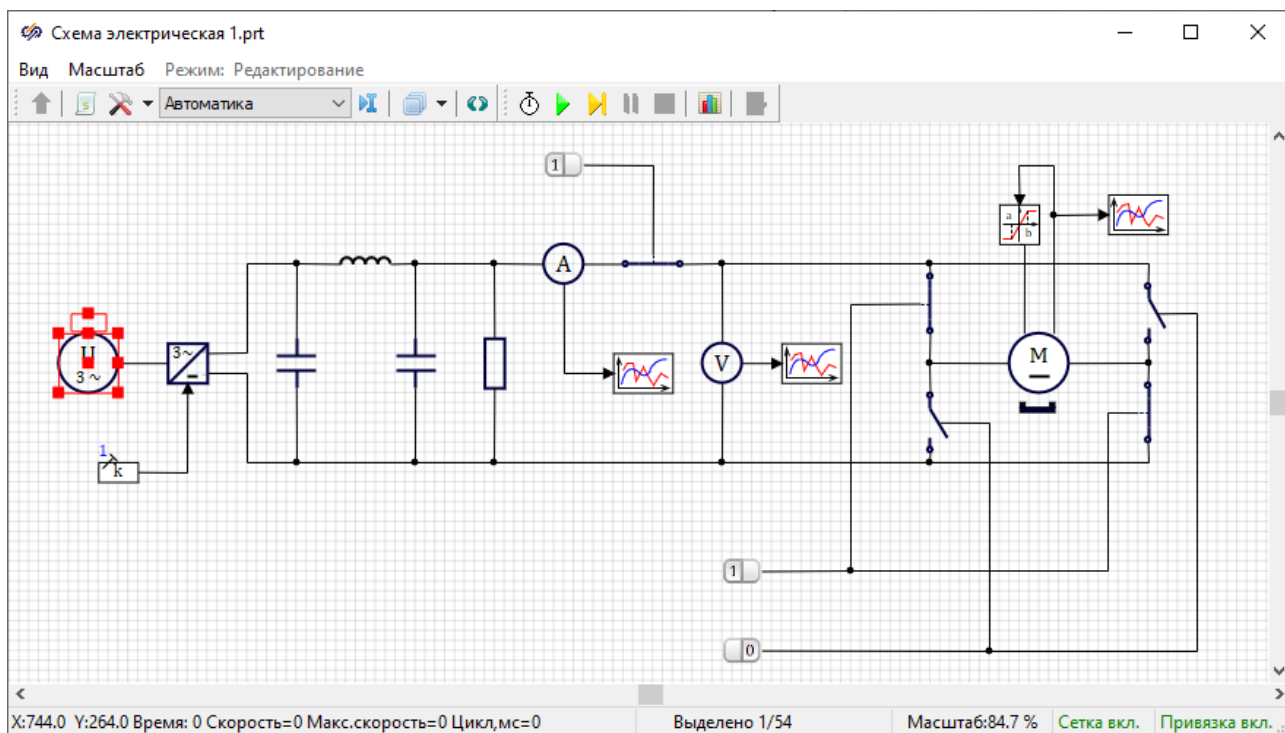


Рисунок 3.5.1. Выбор блока «Источник напряжения 3-фазный» на схемном окне.

- 2) Нажатием правой кнопки мыши вызовите контекстное меню, в котором выберите пункт «Свойства объекта» (Рисунок 3.5.2).

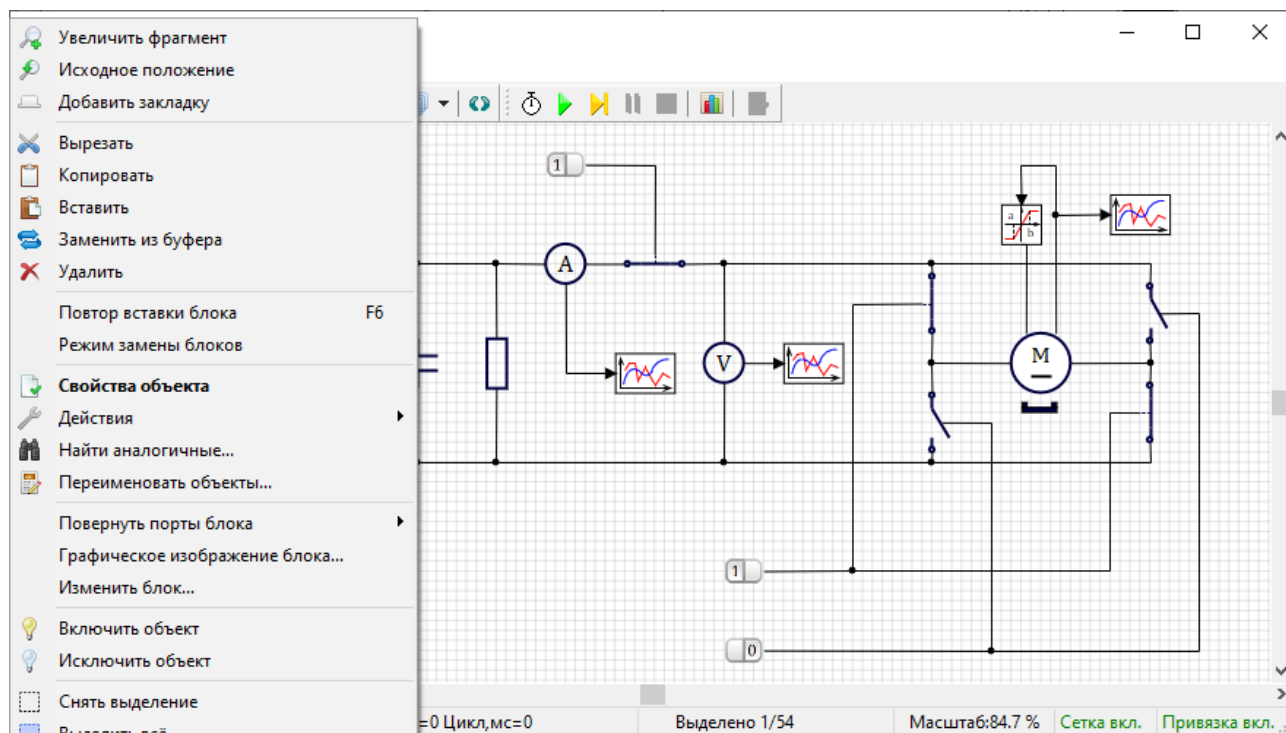


Рисунок 3.5.2. Контекстное меню блока – пункт «Свойства объекта».

- 3) Появится окно свойств блока «Свойства», в котором происходит задание свойств блока, с указанием имени объекта, для которого происходит изменение свойств (Рисунок 3.5.3).

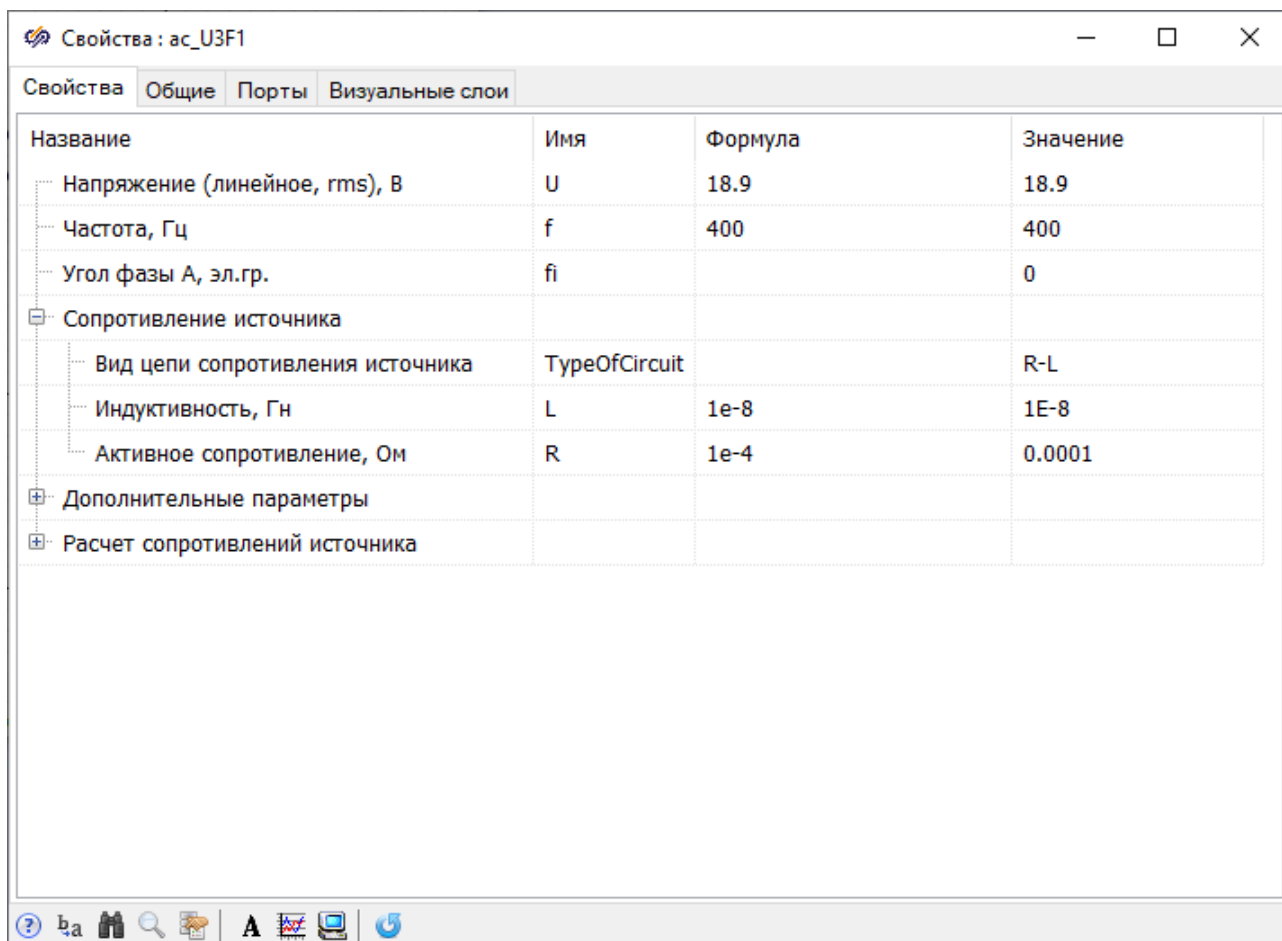


Рисунок 3.5.3. Окно «**Свойства объекта**» для блока «**Источник напряжения 3-фазный**».

Окно свойств блока можно разделить на три области (Рисунок 3.5.4):

- 1 область – **Область вкладок**.
- 2 область – в зависимости от активной вкладки будет отображаться **Таблица свойств/Таблица общих свойств/Список визуальных слоев/Редактор портов**.
- 3 область – **Область кнопок**.

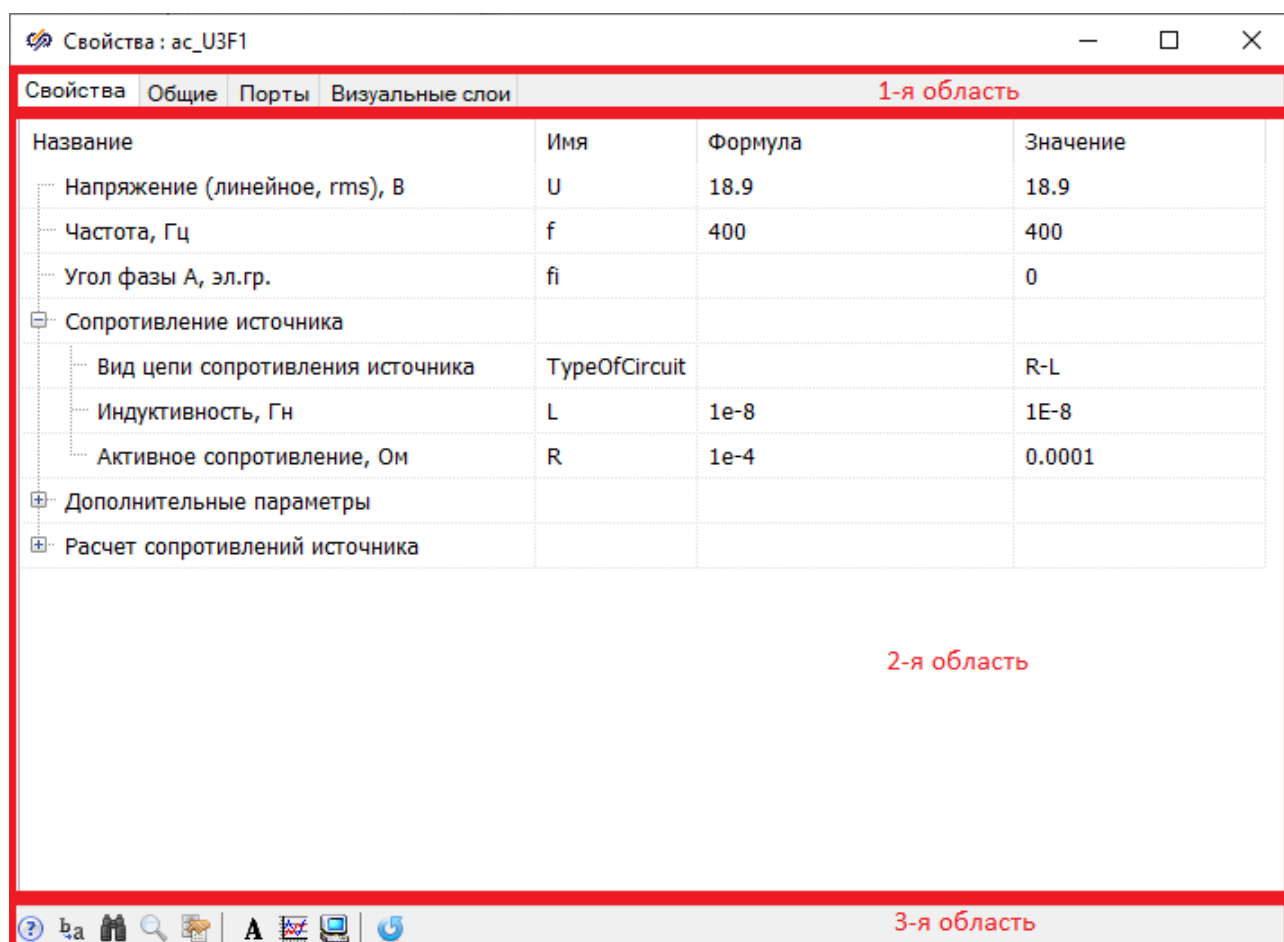


Рисунок 3.5.4. Области окна «**Свойства объекта**».

В зависимости от типа блока область вкладок окна свойств блока может содержать следующие вкладки:

- «**Свойства**» – свойства, которые описывают стартовое состояние математической модели блока.
- «**Общие**» – базовые свойства блока и свойства, которые характеризуют графические характеристики блока, его отображение в режимах отображения, определяют подпись для блока и ее стиль, ссылки и пр.
- «**Порты**» – в случае, если блок обладает портами входа и выхода, на данной вкладке будут перечислены все порты, которыми обладает данный блок с указанием доступных типов связей, а также станут активны инструменты работы с портами.
- «**Визуальные слои**» – открывает список визуальных слоев и позволяет определить на каком визуальном слое будет расположен блок.

При задании свойств блоков возможно использование трех различных способов (применительно к свойствам, для которых определен вещественный либо целочисленный тип переменной):

- 1 способ – **числовое задание**.
- 2 способ – **задание с помощью переменной**.
- 3 способ – **комбинированный способ** путем задания интерпретируемого выражения.

Часто используются встроенная в интерпретатор SimInTech константа Pi , численно равная π .

Свойство, заданное интерпретируемым выражением, будет автоматически обработано. В случае, если будет происходить динамическое изменение одной или нескольких переменных, входящих в интерпретируемое выражение, в процессе расчета, то будет происходить вычисление данного свойства и в процессе расчета.

Если мы хотим использовать при формировании каких-либо одних свойств блока, используя другие свойства блока, то нам достаточно сформировать на них ссылку по шаблону **Self.<имя свойства>** и добавить какие-либо математические действия: это удобно, если формула, по которой производится расчет, небольшая.

Свойства блоков могут быть динамическими, то есть возможно изменение их значения в процессе расчета.

Разделителем целой и дробной частей при задании значений свойств является точка («.»).

В области кнопок доступны следующие кнопки:

- **«Справка»** – открывает страницу в справочной системе SimInTech, которая содержит информацию по данному блоку.
- **«Выбрать сигнал из базы»** – открывает редактор базы данных с возможностью выбора переменной для занесения ее в ячейку **«Значение»** выбранного свойства.
- **«Замена текста»** – открывает окно изменения свойств по шаблону.
- **«Поиск идентификатора в проекте»** – открывает окно поиска.
- **«Поиск идентификатора в базе сигналов»** – открывает окно редактора базы данных.

Измените значения свойств для некоторых блоков, которые мы установили на расчетную схему. Для блока **«Источник напряжения 3-фазный»** свойства указаны ранее (Рисунок 29), для других блоков:

- 1) Для левого блока **«Преобразователь 3-фазный мостовой (тиристор)»** на вкладке **«Свойства»** (Рисунок 3.5.5):

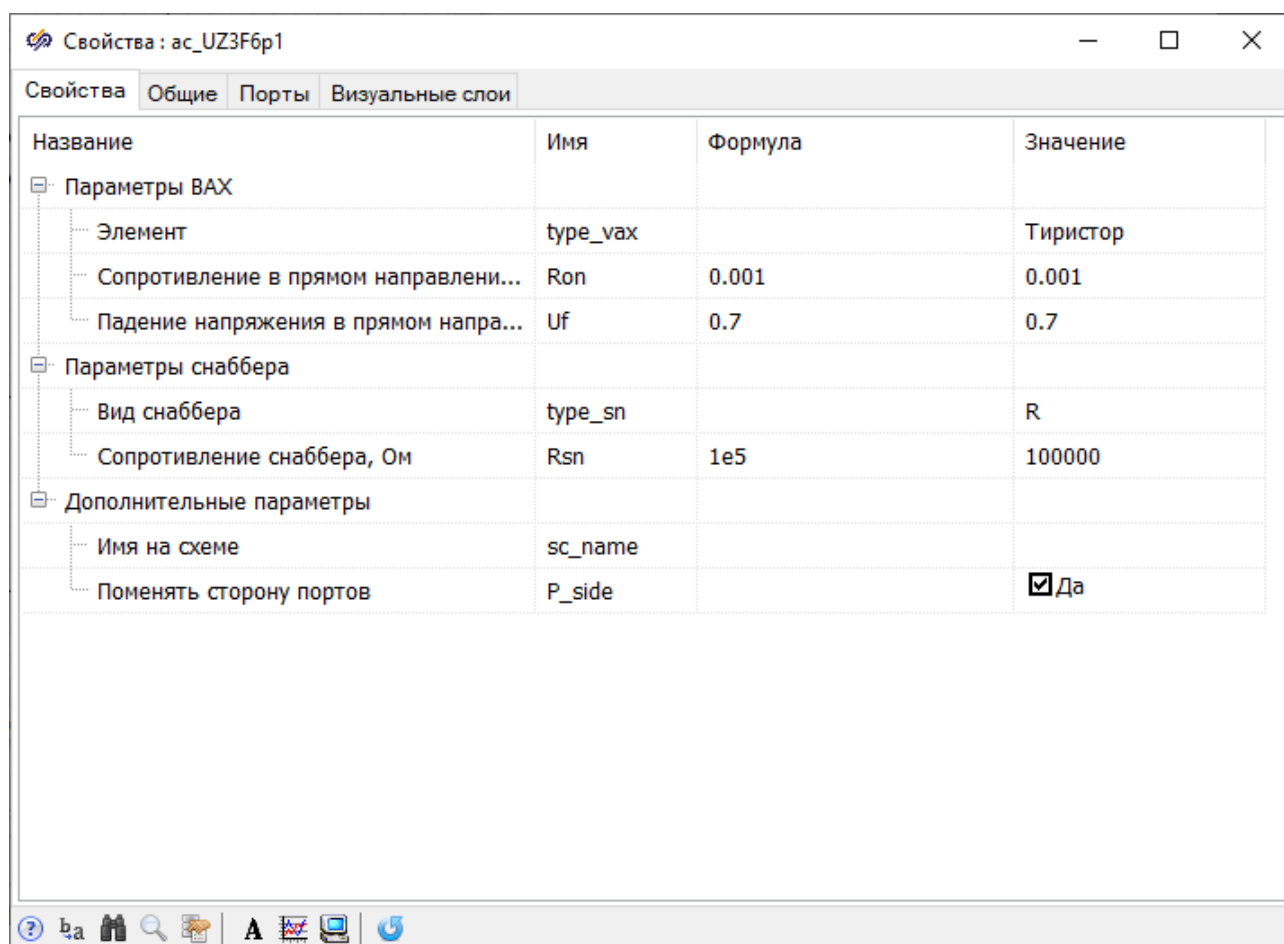


Рисунок 3.5.5. Окно «Свойства» для левого блока «Преобразователь 3-фазный мостовой (тиристор)».

2) Для левого блока «Константа».

На вкладке «Свойства» (Рисунок 3.5.6):

– а – 6#1.

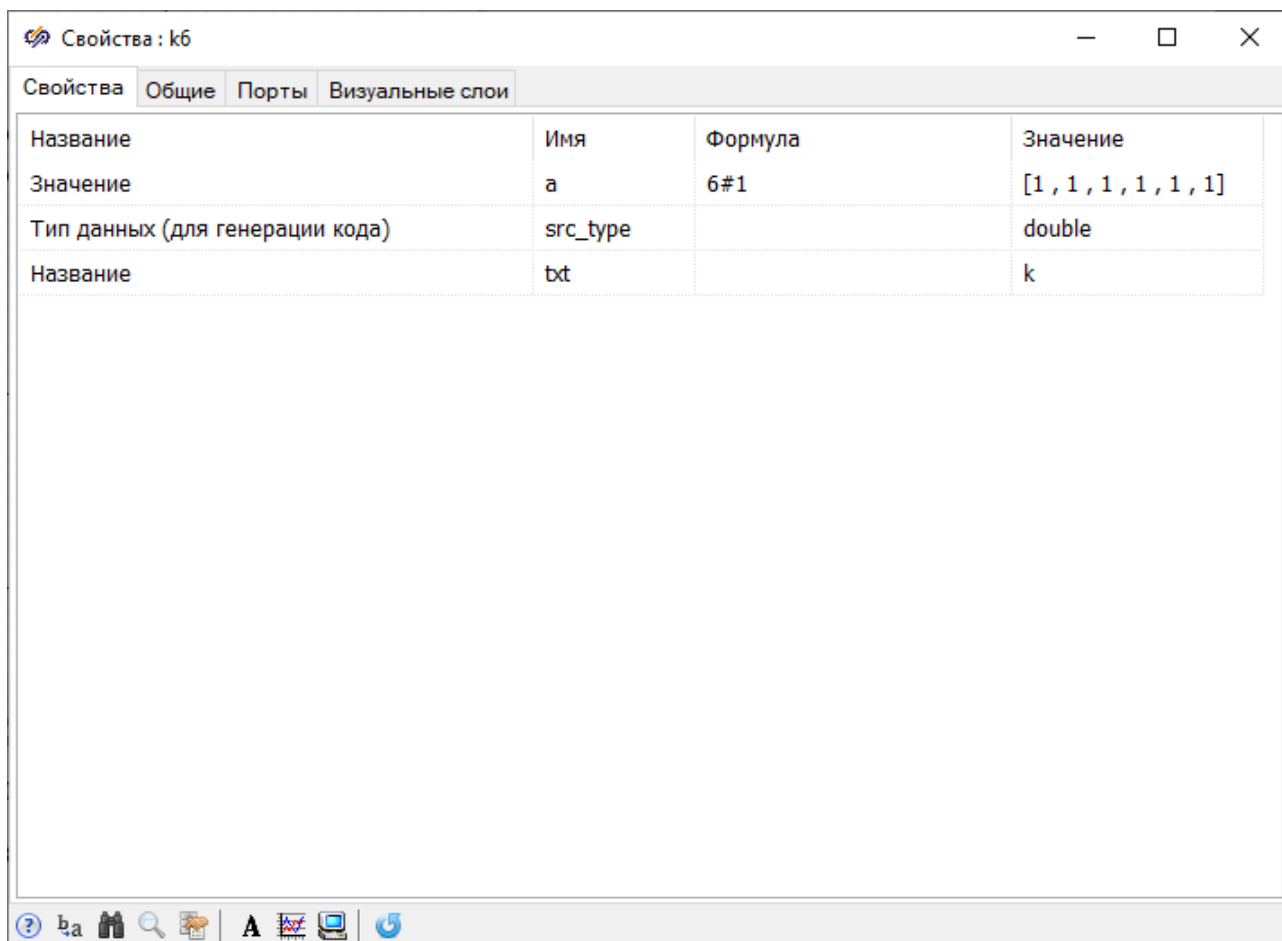


Рисунок 3.5.6. Окно «**Свойства**» для левого блока «**Константа**».

В свойствах блока «**Константа**», приведенных на рисунке выше, применен еще один вариант задания свойств блока. Разберем выражение, которое мы изменили в ячейке «**Значение**» свойства «**a**»: 6#1. Блок «**Константа**» является блоком, который может выдавать вектор констант, различного значения. Если все значения всех констант одинаковы, то можно воспользоваться упрощенной записью задания значений свойств. Выражение 6#1 означает, что будет создан единичный вектор размерностью 6. Аналогичная развернутая запись будет выглядеть как [1, 1, 1, 1, 1, 1].

3) Для двух блоков «**RLC - цепь / Ёмкость**».

На вкладке «**Свойства**» (Рисунок 3.5.7):

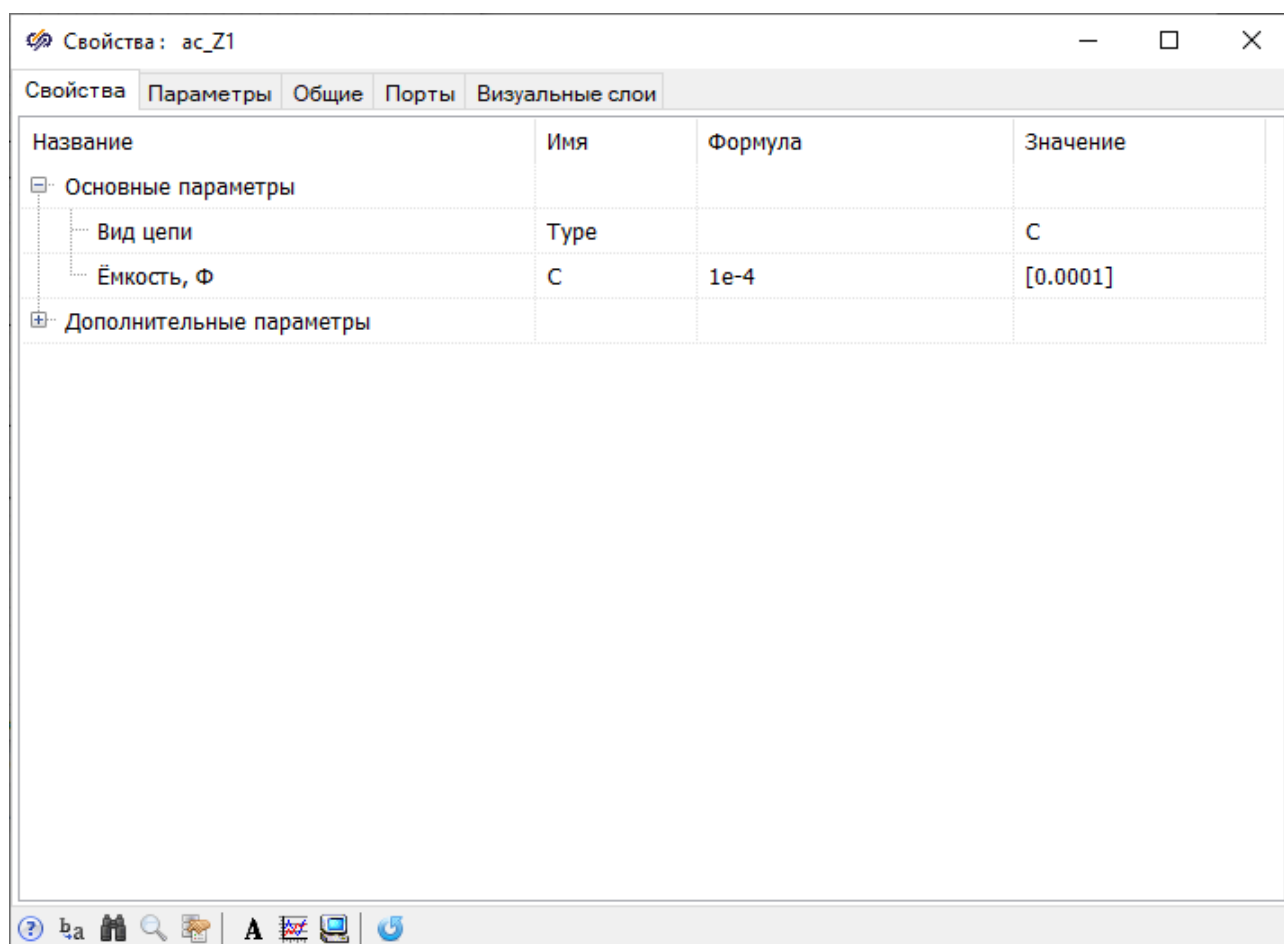


Рисунок 3.5.7. Окно «Свойства» для правого блока «RLC - цепь / Ёмкость».

4) Для левого блока «RLC - цепь / Индуктивность».

На вкладке «Свойства» (Рисунок 3.5.8):

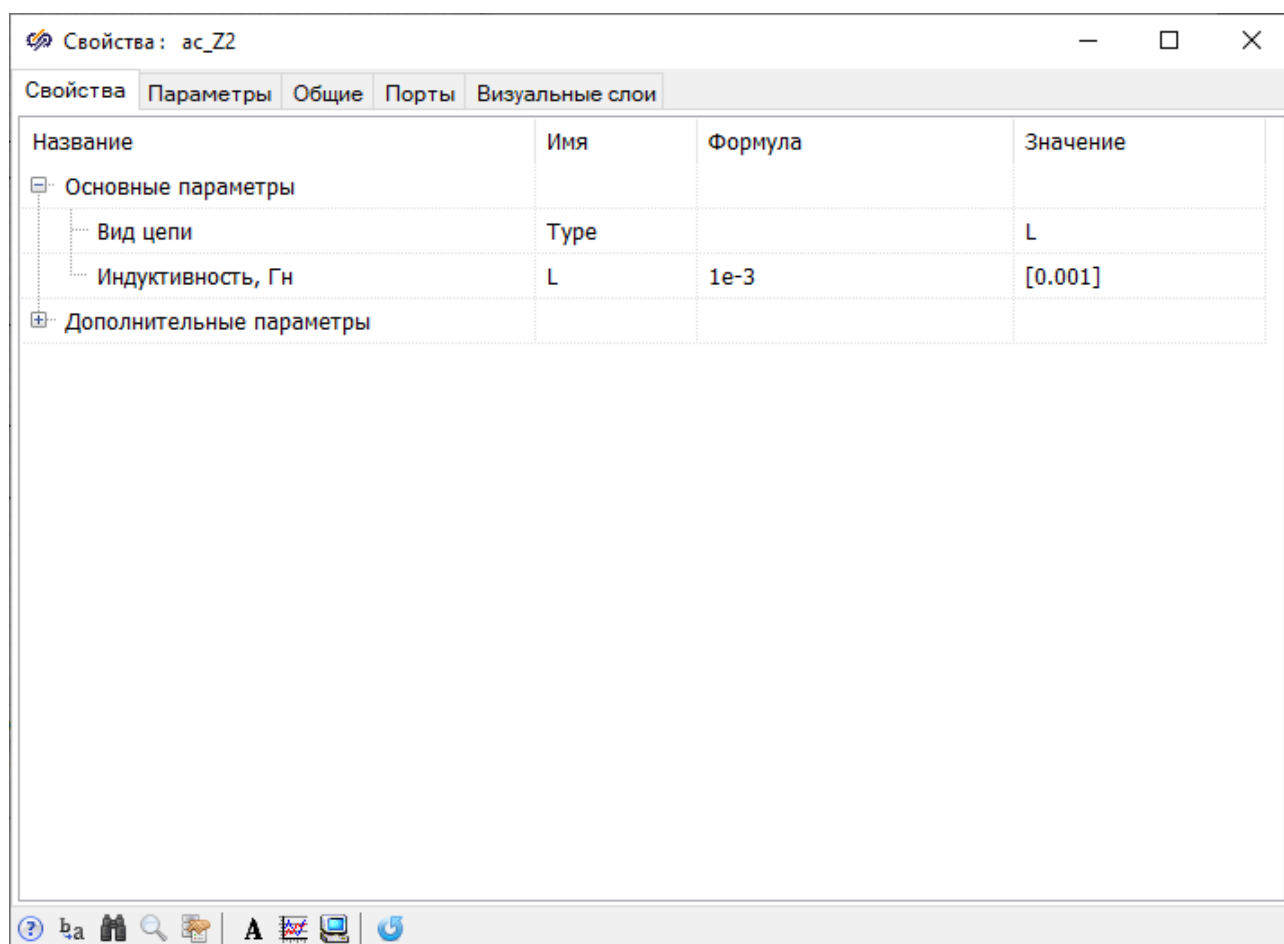


Рисунок 3.5.8. Окно «Свойства» для левого блока «RLC - цепь / Индуктивность».

5) Для блока «Ключ постоянного тока (однополюсный)».

На вкладке «Свойства» (Рисунок 3.5.9):

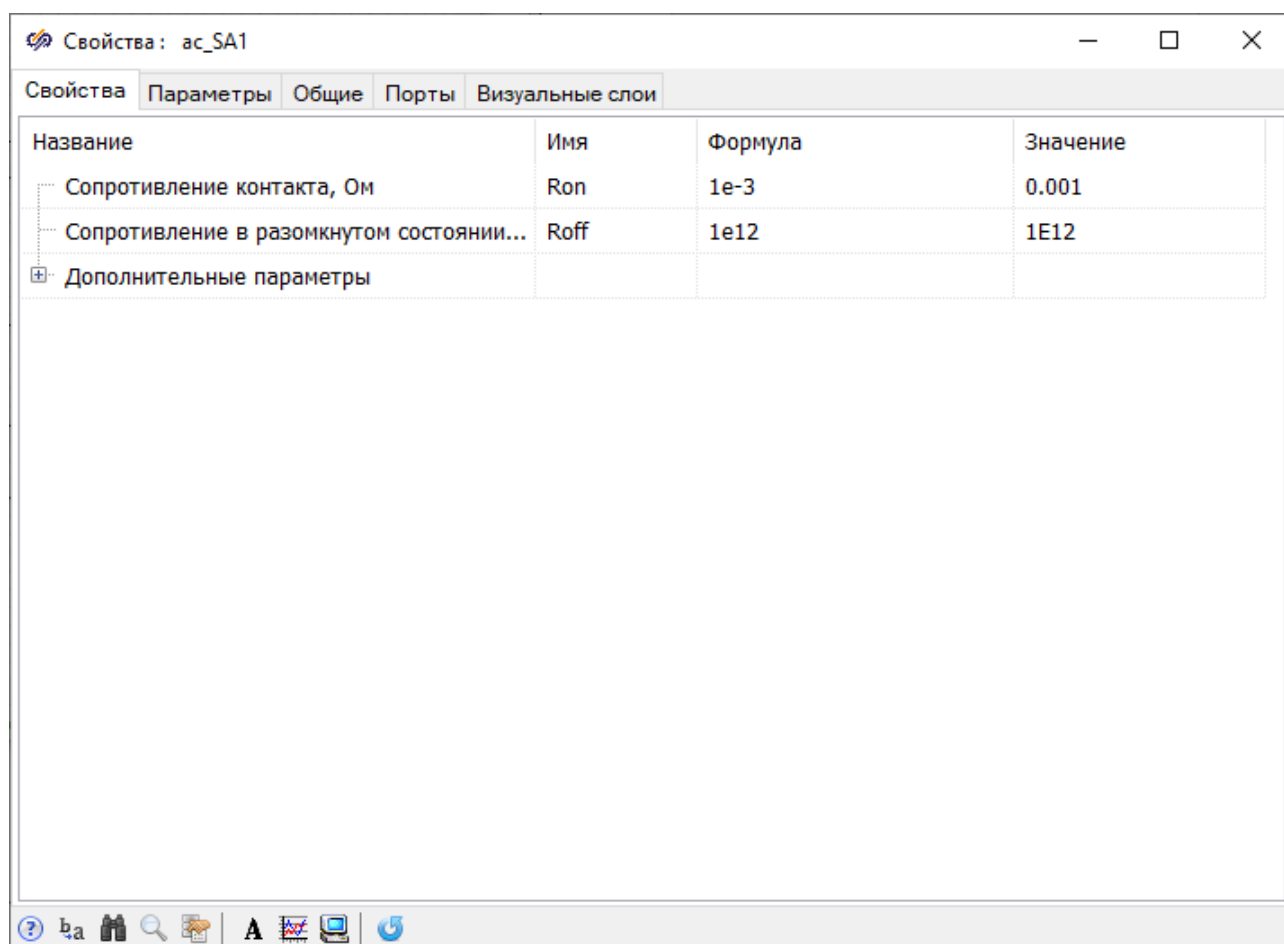


Рисунок 3.5.9. Окно «Свойства» для правого блока «**Ключ постоянного тока (однополюсный)**».

На вкладке «**Общие**» (Рисунок 3.5.10):

– Имя объекта – **КМ1**.

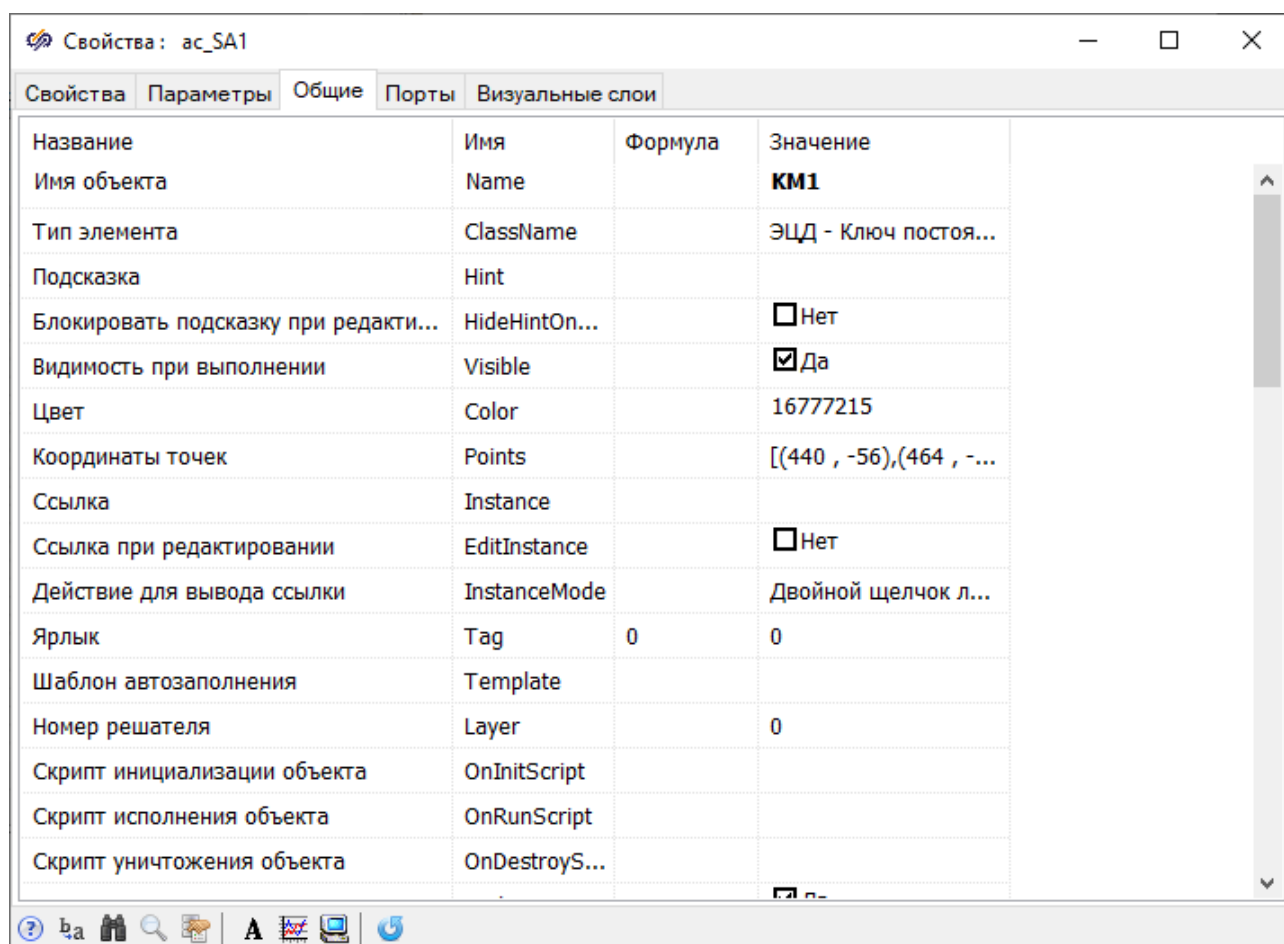


Рисунок 3.5.10. Окно «**Общие**» для правого блока «**Ключ постоянного тока (однополюсный)**».

Для данных блоков в свойствах «**Имя на Схеме**» и «**Имя объекта**» в качестве номера следует указывать так как показано на общей схеме (Рисунок 3.4.9). Свойство «**Имя объекта**» следует писать латиницей.

б) Для блока «**Линейное с насыщением**».

На вкладке «**Свойства**» (Рисунок 3.5.11):

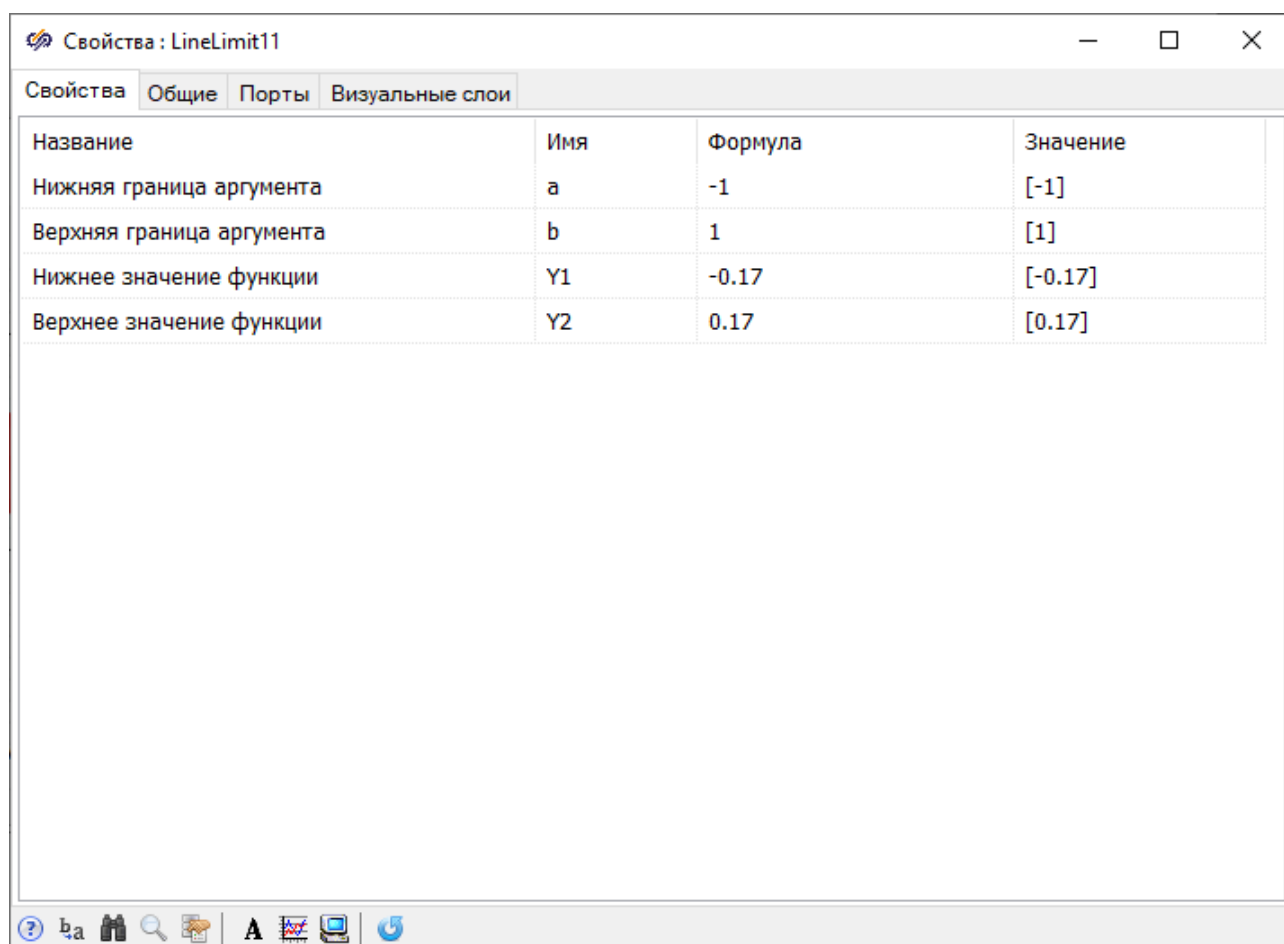


Рисунок 3.5.11. Окно «Свойства» для правого блока «Линейное с насыщением».

7) Для блока «Двигатель постоянного тока с постоянными магнитами».

На вкладке «Свойства» (Рисунок 3.5.12):

Свойства : ac_PMDC1			
Свойства Параметры Общие Порты Визуальные слои			
Название	Имя	Формула	Значение
Тип	TYPE		GR 53x58
Номинальная мощность на валу, Вт	Pnom		53.4
Номинальное напряжение обмотки якоря, В	Unoma		24
Номинальный ток обмотки якоря, А	Inoma		2.9
Номинальная частота вращения, об/мин	Nnom		3000
Момент инерции, кгм2	J		4.6E-5
Коэффициент полезного действия, %	Eff		76.7
Доля механических потерь, %	Plos		6
Сопротивление обмотки якоря, Ом	Ra	$1.05 \cdot (1 + 0.004041 \cdot 100)$	1.474305
Индуктивность обмотки якоря, Гн	La		0.0047
Коэффициент момента	Torque_const		0.062

Рисунок 3.5.12. Окно «Свойства» для правого блока «Двигатель постоянного тока с постоянными магнитами».

Перед тем, как приступить к выполнению следующего упражнения, сохраните проект, используя кнопку «Сохранить проект» на панели кнопок главного окна SimInTech.

3.6 Настройка параметров расчета проекта

Перед запуском модели электрической схемы необходимо изменить значения параметров расчета проекта, так как значения, заданные по умолчанию, не подходят для дальнейшей работы.

При выборе шага интегрирования (минимального и максимального) нужно учитывать минимальные и максимальные постоянные времени в схеме, а также частоту источников переменного тока и генераторов широтно-импульсной модуляции. Например, при расчетах электромеханических процессов в схемах с электродвигателями промышленной частоты (50 Гц) максимальный шаг интегрирования не должен превышать 1мс, а для расчета электромагнитных процессов, например, в выпрямителях, может потребоваться ограничение максимального шага в 0,1мс или меньше.

Следует выбирать явный метод интегрирования. На равномерном шаге предпочтительными являются метод «Эйлера» и методы Рунге-Кутты «RK45

(модифицированный)». На адаптивном шаге «Адаптивный 1», «RK45 (модифицированный)».

В созданном ранее проекте для изменения параметров расчета проекта сделайте следующие шаги:

- 1) В окне проекта на панели кнопок нажмите на кнопку «**Параметры расчёта**».
- 2) В появившемся окне параметров проекта на вкладке «**Параметры расчета**» установите новое значение свойства «**Конечное время расчета**» (Рисунок 3.6.1):
 - Минимальный шаг – h_{min} – 0.000001.
 - Максимальный шаг – h_{max} – 0.00005.
 - Конечное время расчета – $EndTime$ – $1e9$.

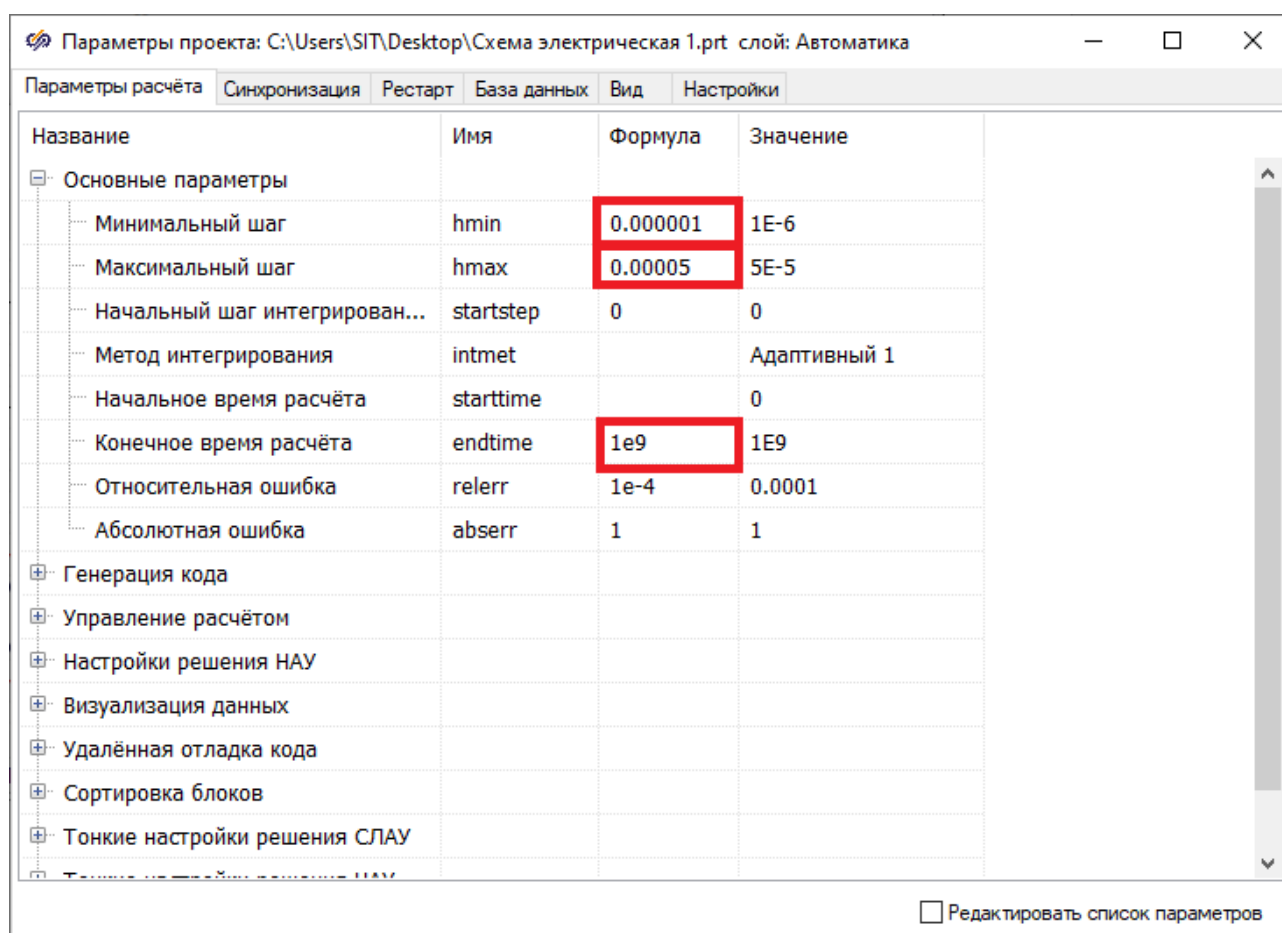


Рисунок 3.6.1. Окно «Параметры проекта» – вкладка «Параметры расчета».

- 3) Перейдите на вкладку «**Синхронизация**» и активируйте пункт «**Синхронизировать с реальным временем**» (Рисунок 3.6.2).

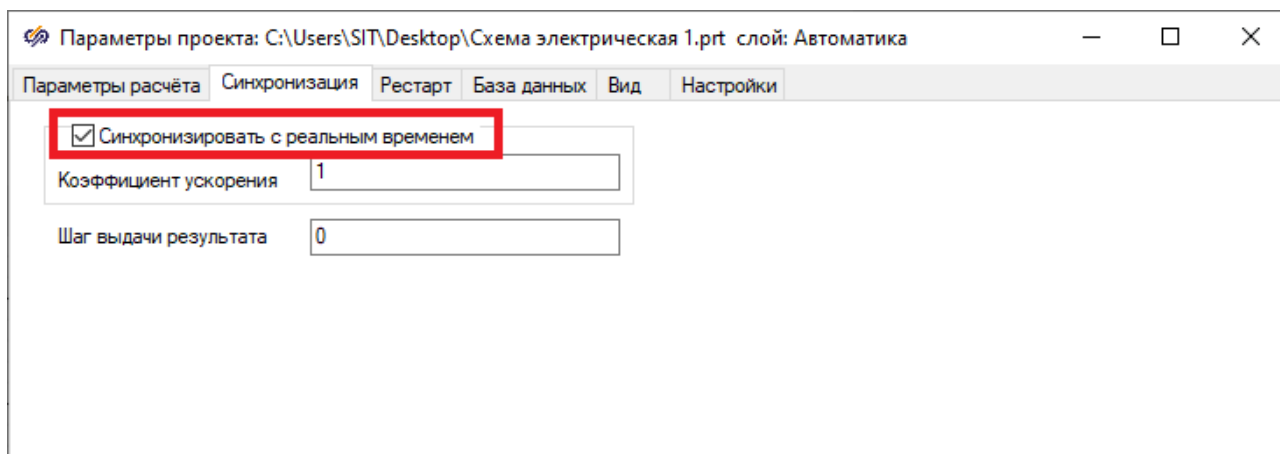


Рисунок 3.6.2. Окно «Параметры проекта» – вкладка «Синхронизация» – активация пункта «Синхронизировать с реальным временем».

Перед тем, как приступить к выполнению следующего пункта данного упражнения, выполните сохранение текущего проекта, нажав кнопку «**Сохранить проект**» в главном окне программы.

3.7 Запуск расчета, проверка работы модели и обмена значениями переменных с базой данных сигналов

Запустим созданную нами модель на расчет:

- 1) Нажмите на кнопку «**Инициализация**».
- 2) Если все прошло без ошибок, то в нижней части окна проекта в строке отображения расчетной информации появится сообщение о готовности проекта к старту: **Старт**.

Время 0 (Рисунок 3.7.1).

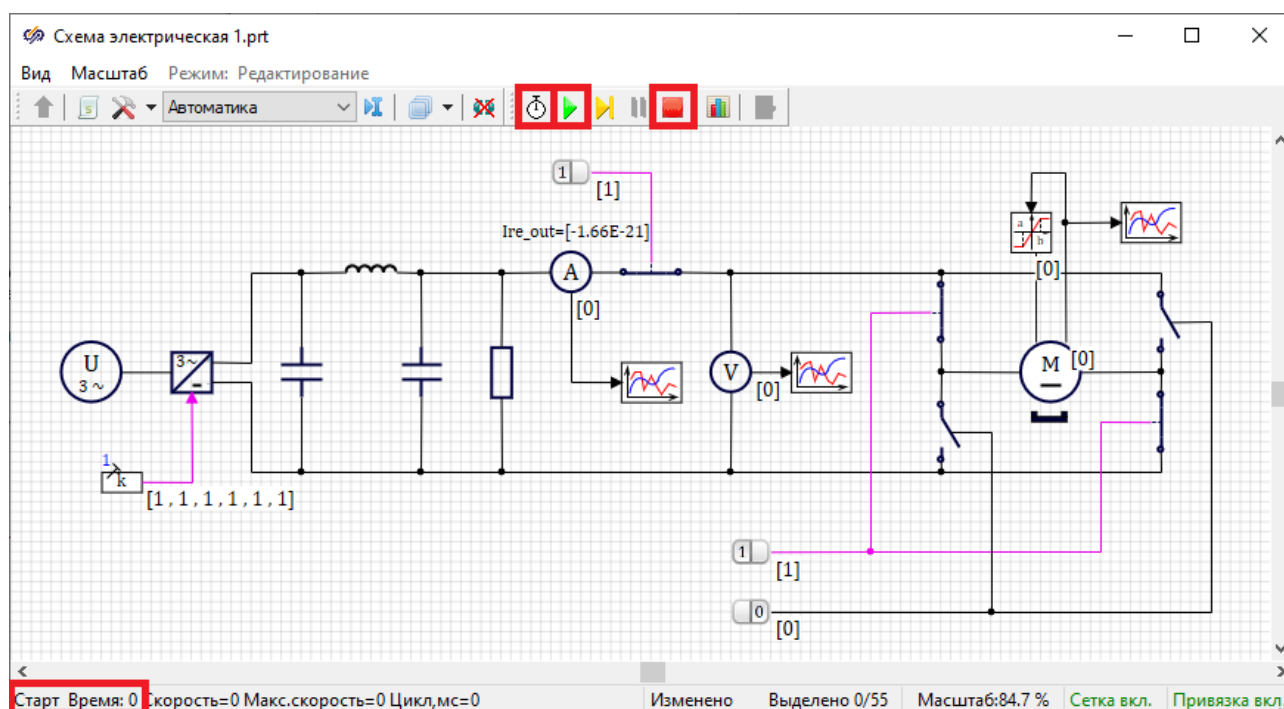


Рисунок 3.7.1. Окно проекта после успешной «Инициализации».

- 3) Нажмите на кнопку «Пуск», в результате чего в строке отображения расчетной информации начнет изменяться время расчета, а на схеме будут меняться значения параметров блоков.
- 4) Остановите расчет модели нажатием на кнопку «Стоп».

В данной расчётной схеме возможен режим отображения значений расчетных параметров: с помощью кнопки «Показать значения на линиях связи» активировать режим отображения значений сразу на всех линиях математической связи в пределах проекта. Нажмите на данную кнопку, в результате чего будут отображены текущие значения, которые передаются по линиям связи между блоками (Рисунок 3.7.2).

Когда отображение значений активировано, кнопка «Показать значения на линиях связи» меняет свое отображение на имя «Скрыть значения на линиях связи».

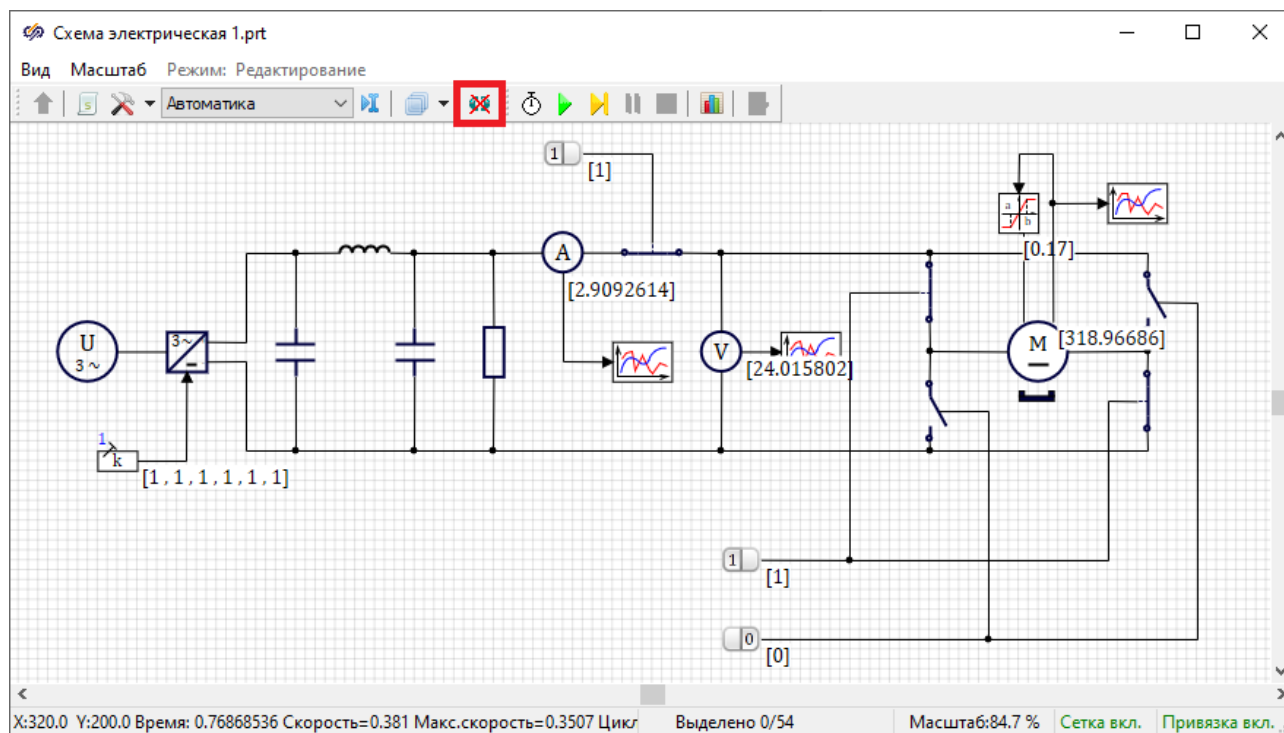


Рисунок 3.7.2. Окно проекта с активированным режимом «Показать значения на линиях связи».

В режиме расчета часть линий связи в рабочей области схемного окна изменили свой цвет. Это связано со следующими настройками параметров проекта. На вкладке «**Параметры расчета**» окна параметров проекта есть четыре свойства, которые отвечают за изменение цвета (Рисунок 3.7.3):

- **Подсвечивать линии связи** – highlight – определяет будут ли линии изменять свой цвет или нет. Если установлено значение свойства «Да», то линии связи будут изменять свой цвет, если установлено значение «Нет», то линии связи изменять цвет не будут;
- **Значение перехода подсветки** – hvalue – определяет пороговое значение, по достижении которого линия связи будет изменять свой цвет. Если значение, которое передается по линии связи меньше или равно пороговому значению, записанному в данное свойство, то цвет линии связи будет таким, который указан в свойстве «**Цвет не подсвеченной линии**». Если значение, которое передается по линии связи больше порогового значения, то цвет линии связи будет таким, который указан в свойстве «**Цвет подсвеченной линии**»;
- **Цвет подсвеченной линии** – hcolor – определяет цвет линии при прохождении по ней значения больше определенного в свойстве «**Значение перехода подсветки**»;

- **Цвет неподсвеченной линии** – lcolor – определяет цвет линии при прохождении по ней значения равного или ниже определенного в свойстве «Значение перехода подсветки».

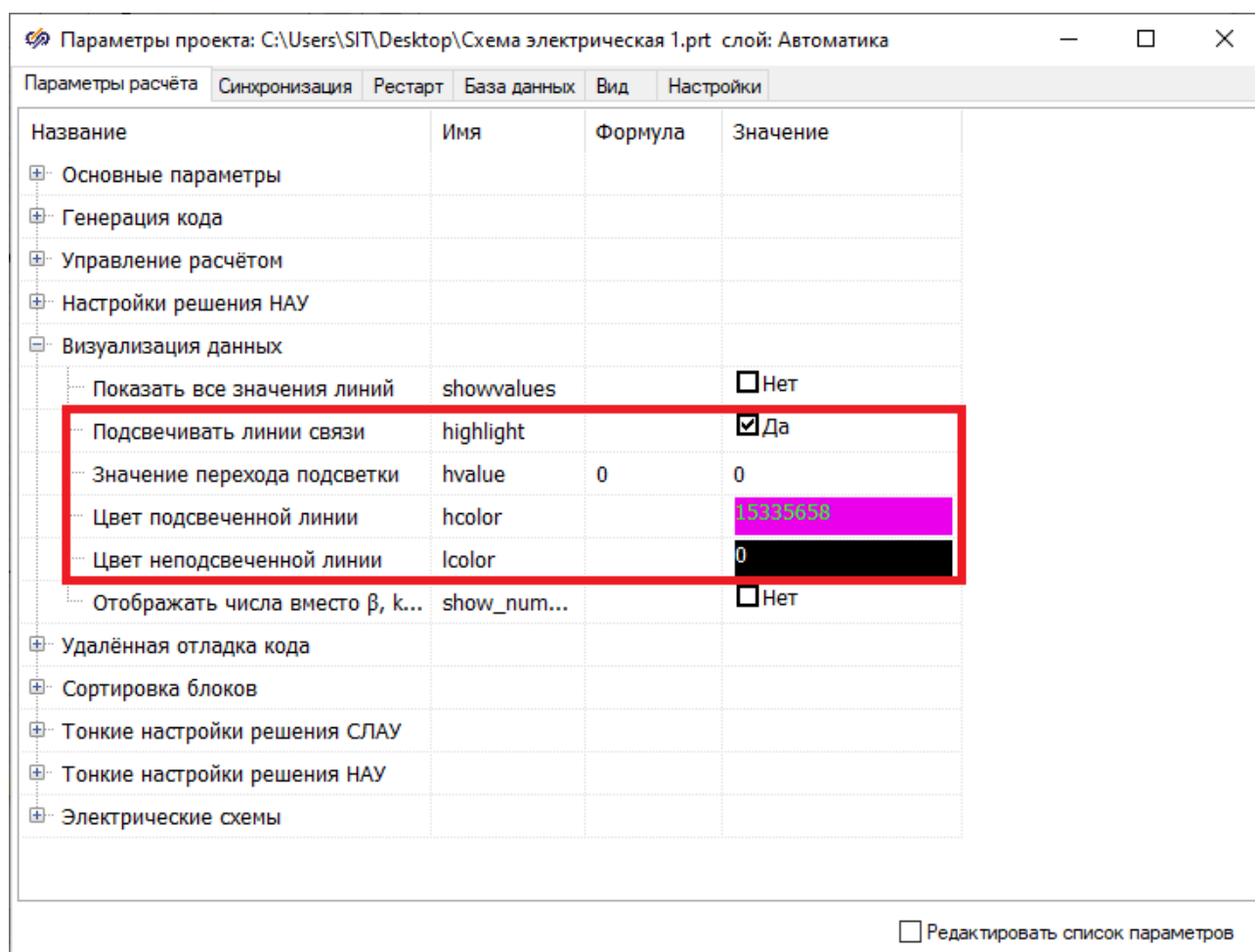


Рисунок 3.7.3. Свойства, отвечающие за изменение цвета линий связи.

3.8 Просмотр расчетных параметров режима модели

Часть блоков обладают параметрами, которые рассчитываются программным ядром и отражают текущее значение расчетных переменных, которые характеризуют процесс, происходящий в блоке. Контролируя параметры блока как в числовом, так и в графическом виде, пользователь может анализировать и корректировать работу модели.

Для ознакомления со списком параметров, доступных для данного блока, необходимо:

- 1) Нажатием левой кнопки мыши выделите блок, параметры которого необходимо посмотреть.
- 2) Вызовите контекстное меню для блока «**Амперметр идеальный**», в котором выберите пункт «**Свойства объекта**».

- 3) Появится окно параметров блока **«Параметры»**. На вкладке **«Параметры»** данного окна будет доступен список тех параметров, которыми обладает данный блок.
- 4) На панели кнопок, расположенной в левой части окна, нажмите на кнопку **«Создать подписи»** (Рисунок 3.8.1).

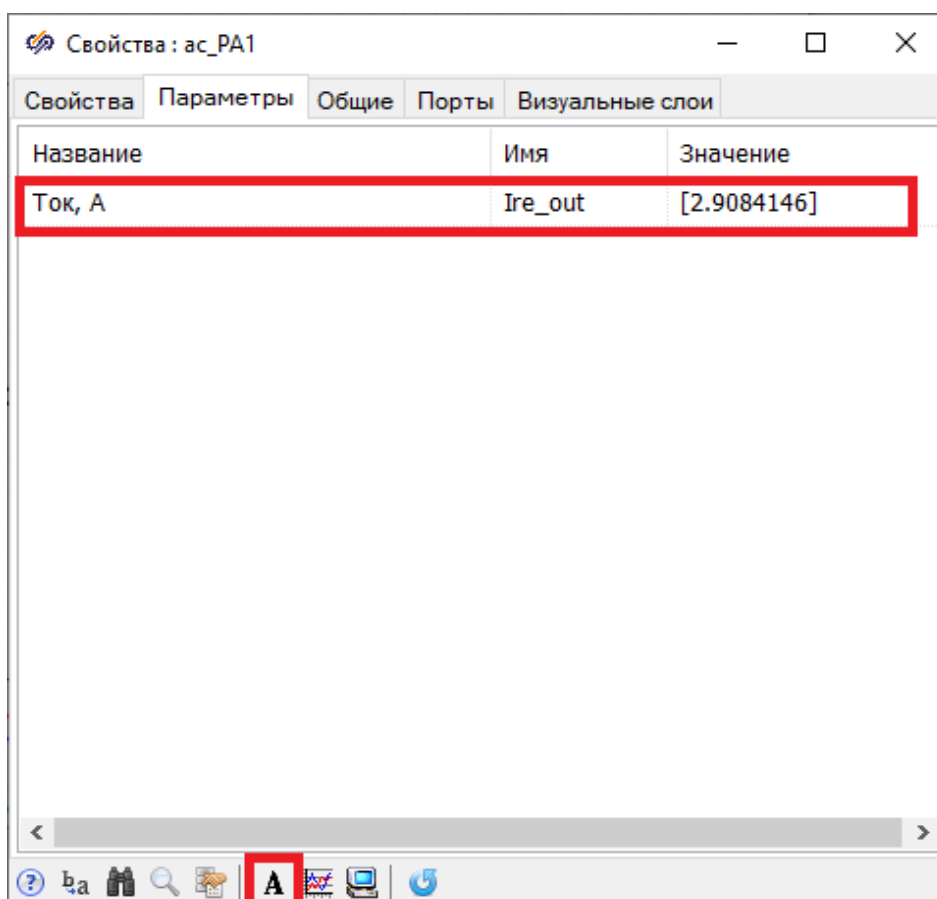


Рисунок 3.8.1. Окно **«Параметры»** для блока **«Амперметр идеальный»** с выбранным параметром Ire и кнопка **«Создать подписи»**.

- 5) Появится окно **«Подпись объектов»** (Рисунок 3.8.2).

В данном окне обратите внимание на поля **«Текст подписи»**, **«Выводимые параметры»** и **«Имя класса подписи»**. Поле **«Текст подписи»** содержит текст, который будет отображаться перед выводимым числовым значением выводимого параметра. Поле **«Выводимые параметры»** содержит имена тех параметров блока, значения которых будут выведены в числовом виде с помощью данной подписи. Поле **«Имя класса подписи»** содержит уникальный класс блока.

Чтобы отображаемое значение изменялось в процессе расчета, должен быть активирован пункт **«Включить анимацию»**.

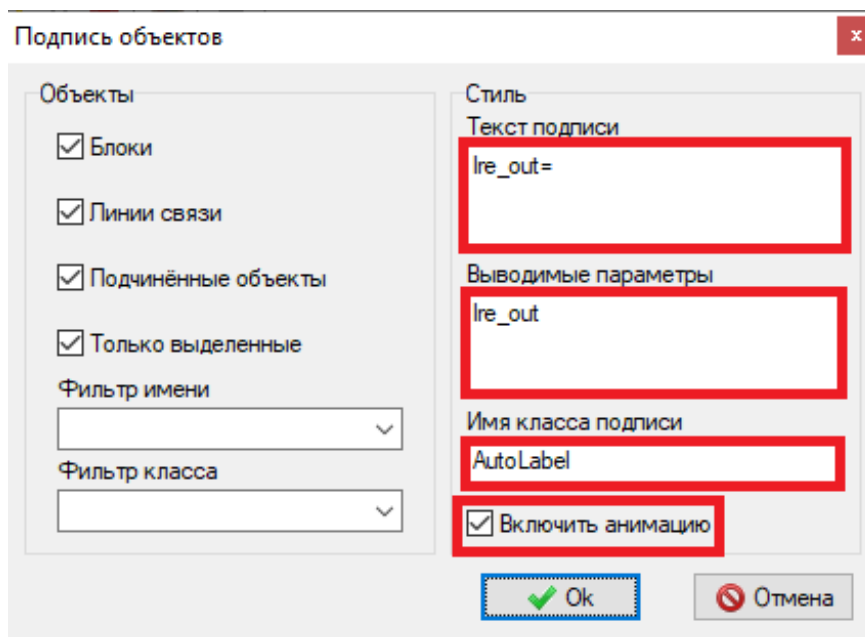


Рисунок 3.8.2. Окно «Подпись объектов».

- 6) Нажмите на кнопку «Ok» в нижней части окна «Подпись объектов» для завершения создания подписи.

В результате на схемном окне появится новый блок-подчиненный класса «AutoLabel», блоком-владельцем для которого будет блок «Амперметр идеальный» (Рисунок 3.8.3). Данный блок будет считывать значение параметра Ire (Ток, А) блока и отображать его на схемном окне.

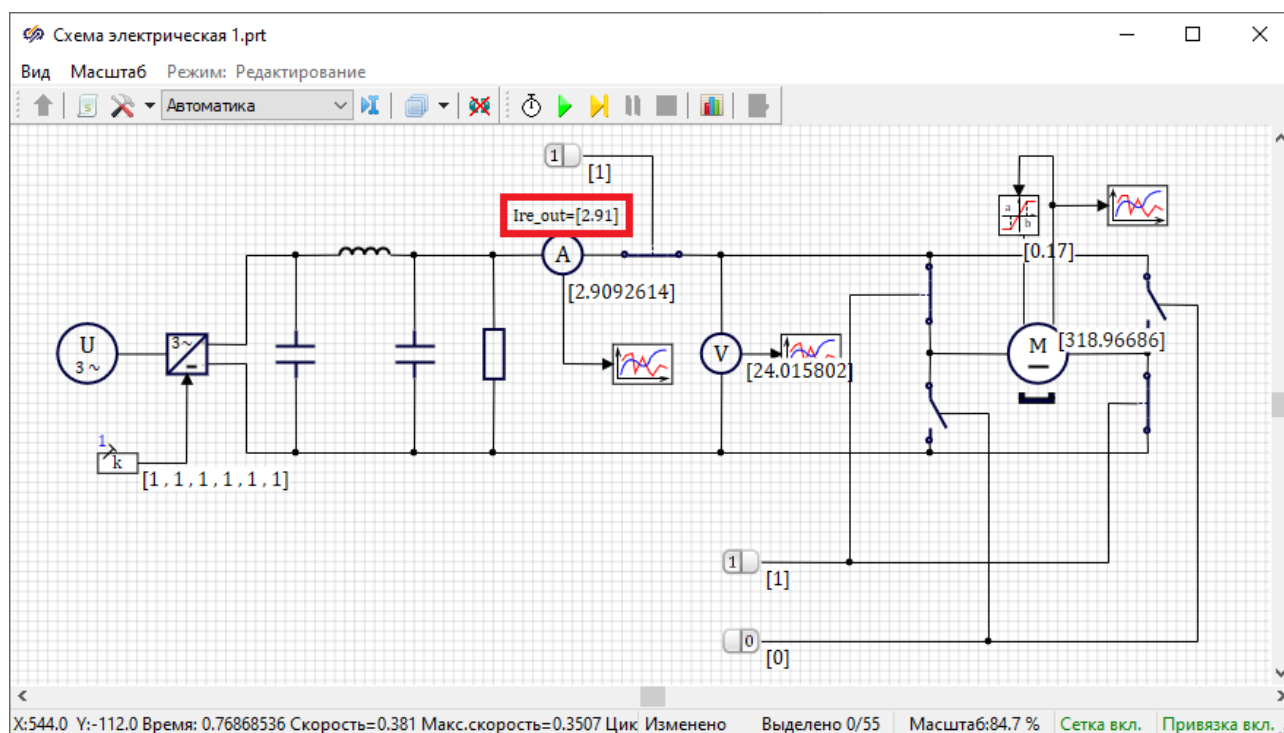


Рисунок 3.8.3. Вид фрагмента расчетной схемы после добавления подписи для блока «Амперметр идеальный».

При помощи подписи можно реализовать вывод нескольких (или всех) параметров блока: для этого при выборе параметров необходимо зажать клавишу «**Ctrl**», а затем нажатием левой кнопки мыши выбрать те параметры, вывод которых необходимо осуществить.

Вывод числового значения параметра или параметров блоков при помощи таблицы реализуется следующим образом:

- 1) Вызовите окно «**Параметры**» для блока «**Амперметр идеальный**».
- 2) Убедитесь, что в появившемся окне выбрана вкладка «**Параметры**».
- 3) Выберите в списке параметр «**Ток**», при этом выбранный параметр будет подсвечен синим цветом.
- 4) На панели кнопок, расположенной в левой части окна, нажмите на кнопку «**Создать окно просмотра**» (Рисунок 3.8.4).

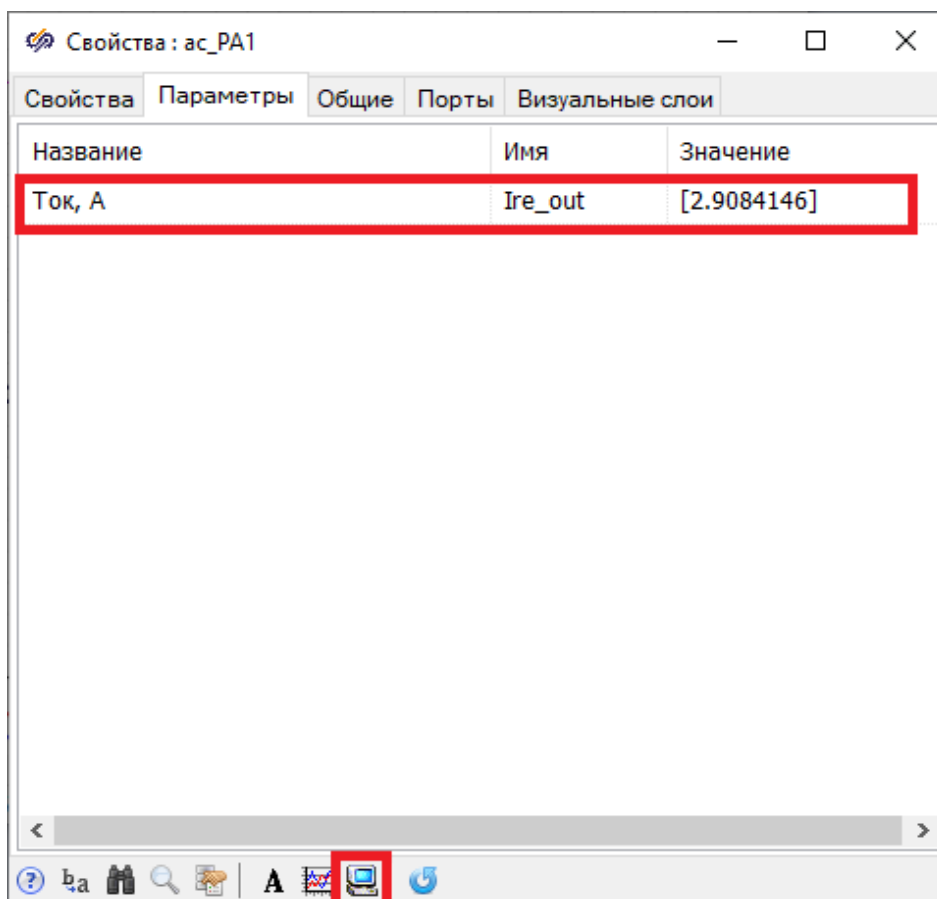


Рисунок 3.8.4. Окно «**Параметры**» для блока «**Амперметр идеальный**» с выбранным параметром Ire и кнопка «**Создать окно просмотра**».

В результате появится окно «**Окно просмотра**» с выбранным параметром _out блока «**Амперметр идеальный**» (Рисунок 3.8.5), в котором в таблице параметров отображается название параметра, имя и текущее значение параметра.

Ток, А (Ire_out) в объекте ac_PA1		
Текущее время расчёта 0		
Название	Имя	Формула
Ток, А	ac_PA1.Ire_out	[2.9084146]

Рисунок 3.8.5. Окно просмотра с выбранным параметром Ire блока «Амперметр идеальный».

Имя отображаемой переменной в таблице формируется следующим образом:

<имя блока><символ разделителя><имя параметра>, где:

- **Имя блока** – индивидуальное имя, которым обладает данный блок. Данное имя указано в свойстве «Имя объекта», которое находится в окне «Свойства объекта» на вкладке «Общие».
- **Символ разделителя** – символ точки «.».
- **Имя параметра** – имя параметра, вывод значения которого необходимо обеспечить.

Таким образом переменная параметра для блока «Амперметр идеальный» сформирована следующим образом:

- **ac_PA2** – значение свойства «Имя объекта» блока «Амперметр идеальный»;
- **.** – разделитель.
- **Ire** – параметр «Ток, А» для данного блока.

Также, как и при выводе параметров при помощи подписи в одном окне просмотра, можно реализовать вывод нескольких (или всех) параметров блока, однако важным отличием от предыдущего способа вывода является то, что в одном окне просмотра можно вывести параметры сразу нескольких блоков, в т.ч. разного класса.

Также вы можно вывести значения сразу всех параметров блока. Для этого необходимо совершить двойное нажатие левой кнопкой мыши по блоку, когда модель находится в процессе расчета. В результате появится окно «Просмотр параметров», в котором в табличном виде отображаются все параметры блока, для которого было вызвано данное окно.

Графический вывод параметров доступен при помощи построения графиков. Для того, чтобы построить график какого-либо параметра необходимо:

- 1) Вызовите окно «Параметры» для блока «Амперметр идеальный».
- 2) Убедитесь, что в появившемся окне выбрана вкладка «Параметры».

- 3) Выберите в списке параметр **«Ток, А»**, при этом выбранный параметр будет подсвечен синим цветом.
- 4) На панели кнопок, расположенной в левой части окна, нажмите на кнопку **«Создать график»** (Рисунок 3.8.6).

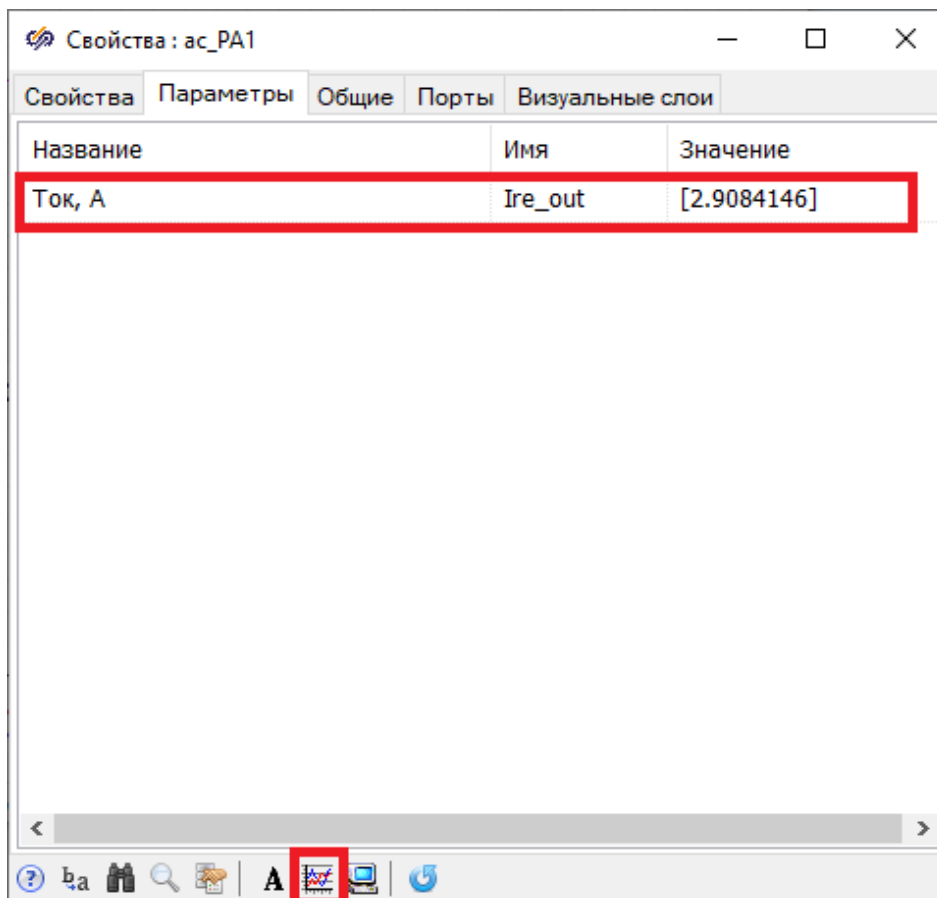


Рисунок 3.8.6. Окно **«Параметры»** для блока **«Амперметр идеальный»** с выбранным параметром Ire и кнопка **«Создать график»**.

В результате появится окно **«Временной график»** с выбранным параметром Ire блока **«Амперметр идеальный»** (Рисунок 3.8.7), в котором отображается название параметра, имя и текущее значение параметра. Имя отображаемой переменной на графике формируется так же, как и в окне просмотра.

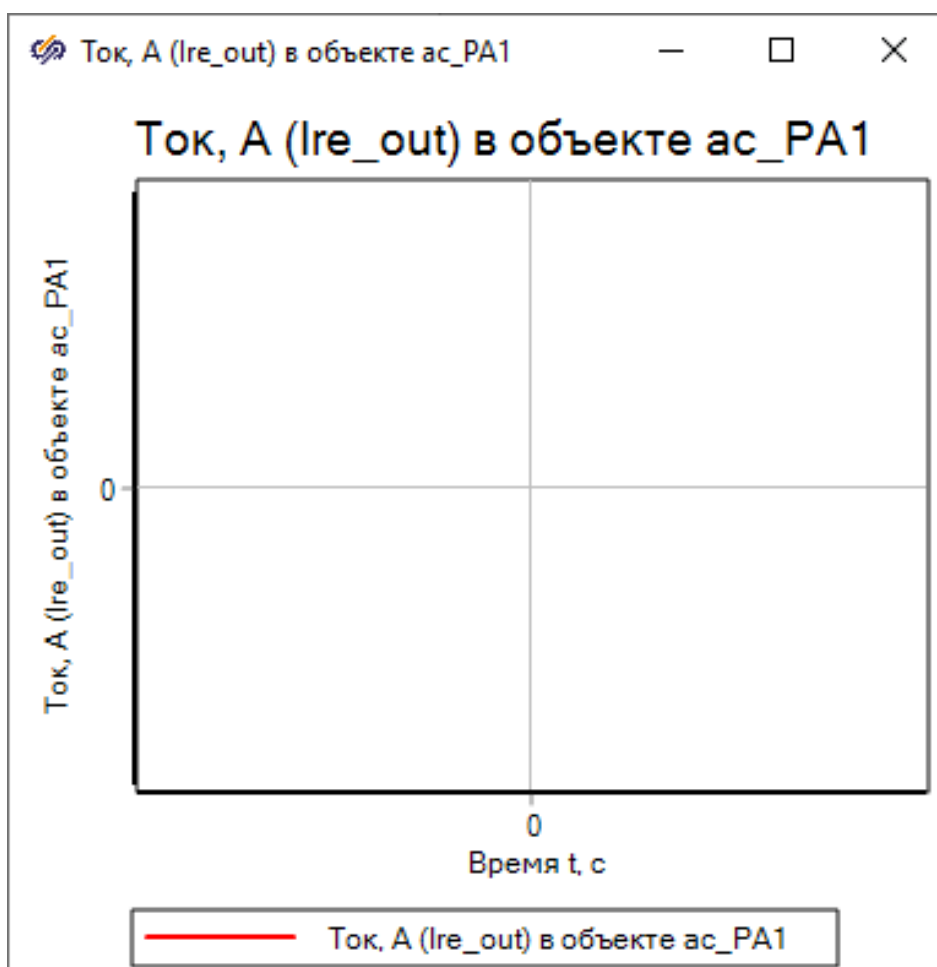


Рисунок 3.8.7. Окно временного графика для параметра Ire для блока «**Амперметр идеальный**».

Для графического отображения любого математического сигнала может применяться блок «**Временной график**» из вкладки «**Данные**». В схеме (Рисунок 3.4.9) уже были установлены 3 таких блока, подключенные к портам выхода измерительных блоков «**Вольтметр идеальный**», «**Амперметр идеальный**» для контроля напряжения и тока соответственно. И один блок установлен на математическую линию связи, идущую от порта выхода «**Скорость, 1/с**» блока «**Двигатель постоянного тока с постоянными магнитами**» для контроля скорости электродвигателя.

3.9 Запуск расчета и достижение номинального состояния модели

Произведем расчет созданной модели электрической схемы. Запуск расчета модели можно осуществить, используя следующие способы:

- 1 способ – **Нажать** на кнопку «**Инициализация**», а затем на кнопку «**Пуск**» или «**Сделать шаг**» – при выборе данного способа сначала происходит считывание заданных значений свойств блоков, проверка интерпретатором схемы правильности задания свойств, проверка правильности соединения блоков

между собой и пр., а затем в зависимости от нажатой далее кнопки проект либо запускается на расчет, либо делает один расчетный шаг с параметрами, указанными в параметрах расчета проекта.

- 2 способ – **Нажать** на кнопку «**Пуск**» – при выборе данного способа инициализация схемы происходит автоматически, и после инициализации проект сразу запускается на расчет с параметрами, указанными в параметрах расчета проекта.
- 3 способ – **Нажать** на кнопку «**Сделать шаг**» – при выборе данного способа инициализация схемы происходит автоматически, проект делает один расчетный шаг, величина которого указана в параметрах расчета проекта.

При инициализации проекта интерпретатором SimInTech будет произведено считывание заданных значений свойств блоков, проверка правильности задания свойств в блоках, соединения блоков между собой, проверка того, что все переменные, используемые в блоках, объявлены и имеют правильные значения и пр., а затем, если на этом этапе не возникло ошибок, проект может быть запущен на расчет.

Запустим созданную нами модель на расчет:

- 1) Нажмите на кнопку «**Инициализация**».
- 2) Если все прошло без ошибок, то в нижней части окна проекта в строке отображения расчетной информации появится сообщение о готовности проекта к старту: **Старт**.
Время 0 (Рисунок 3.9.1).

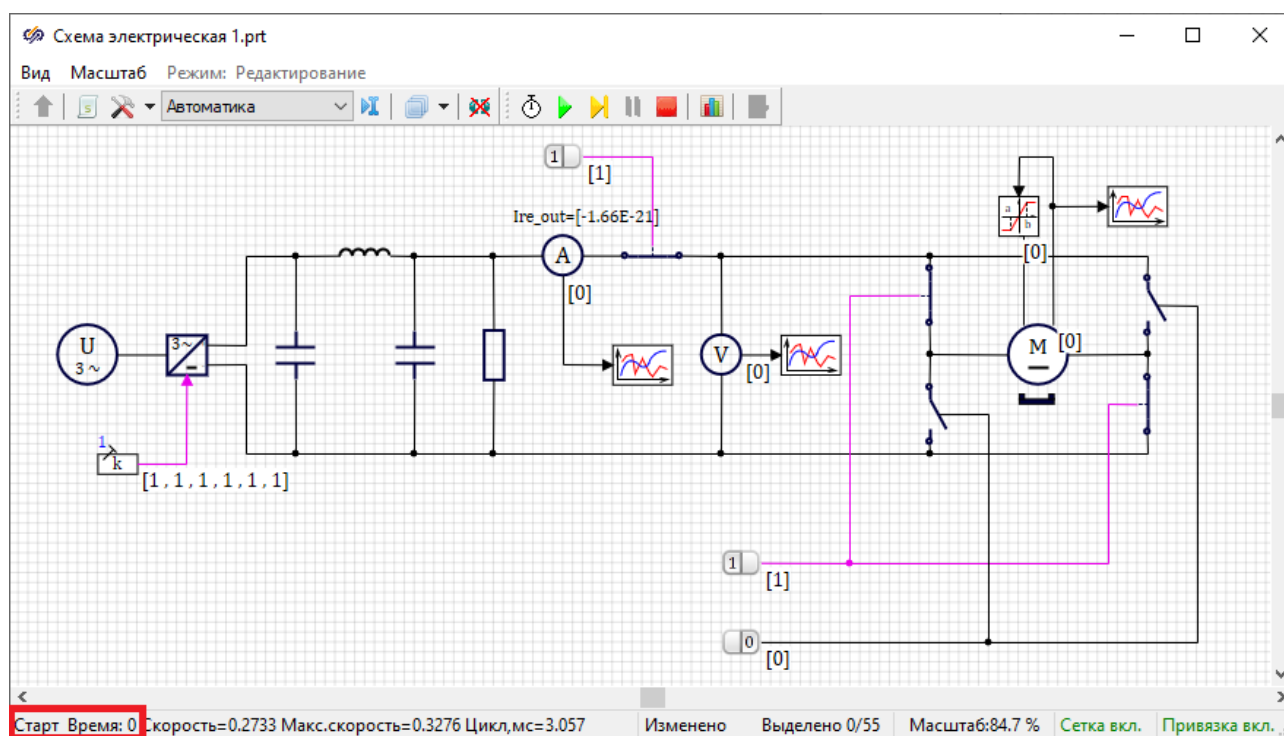


Рисунок 3.9.1. Окно проекта с отображением готовности к расчету.

- 3) Нажмите на кнопку «Пуск», в результате чего в строке отображения расчетной информации начнет изменяться время расчета, а на схеме будут меняться значения параметров блоков.
- 4) Для того, чтобы включить электродвигатель нажмите кнопку, связанную с коммутационными аппаратами **K1** и **K4** (Рисунок 3.9.2).

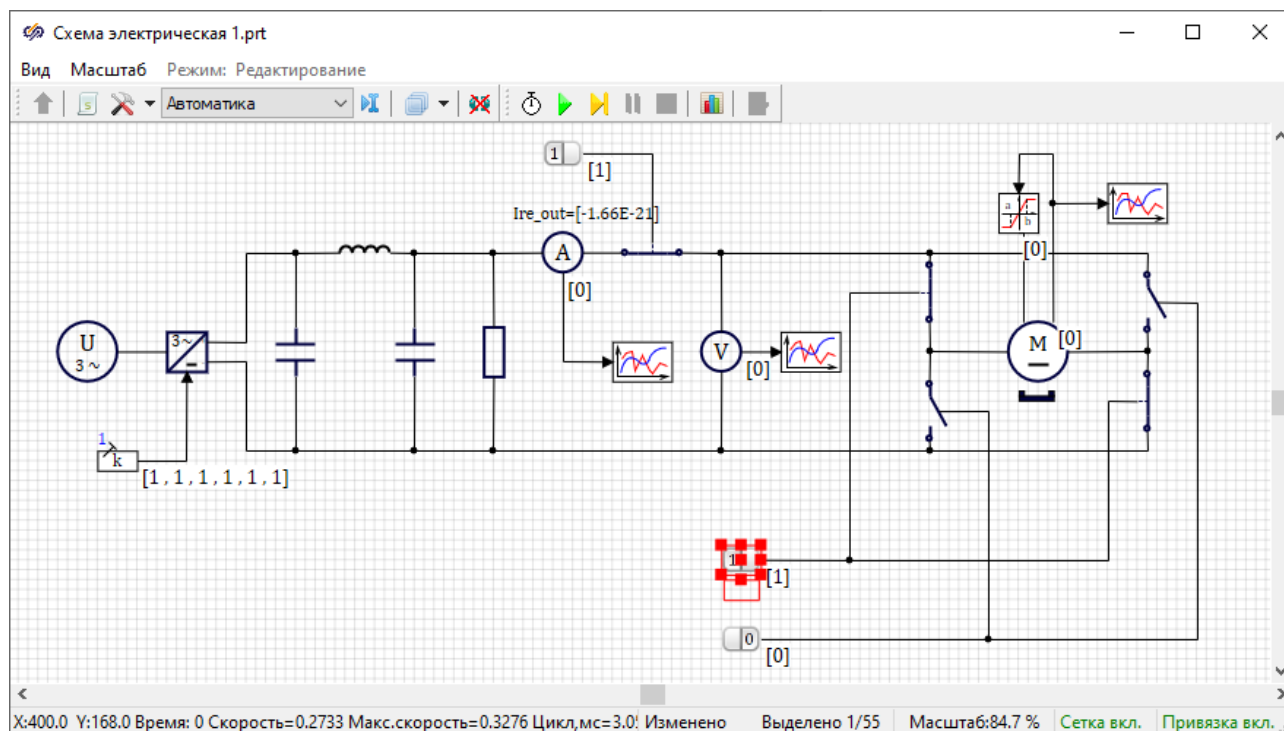


Рисунок 3.9.2. Фрагмент схемы с управляющими кнопками.

Для каждого блока, обладающего параметрами, доступен одновременный вывод значений всех параметров по нему в окне «**Просмотр параметров**». Для вызова данного окна должен быть активирован режим отображения «**Редактирование**». Если в этом режиме совершить двойное нажатие левой кнопкой мыши по блоку, то откроется окно «**Просмотр параметров**». Данное окно отображает значения всех параметров блока в табличном виде.

В результате короткого переходного процесса в созданной схеме установятся значения параметров, которые можно просмотреть (Рисунок 3.9.3, Рисунок 3.9.4).

Ток, А (Ire_out) в объекте ac_PA1			
Текущее время расчёта 0			
Название	Имя	Формула	
Ток, А	ac_PA1.Ire_out	[2.9083338]	

Рисунок 3.9.3. Окно отображения параметра «Ток, А» для блока «Амперметр идеальный».

Скорость вращения, 1/с (N) в объекте ac_PMDC1			
Текущее время расчёта 0			
Название	Имя	Формула	
Скорость вращения, 1/с	ac_PMDC1.N	3045.9084	

Рисунок 3.9.4. Окно отображения для параметра «Скорость вращения, об/мин» для блока «Двигатель постоянного тока с постоянными магнитами».

Непосредственно переходной процесс можно посмотреть на временных графиках, например, график тока электродвигателя (Рисунок 3.9.5).

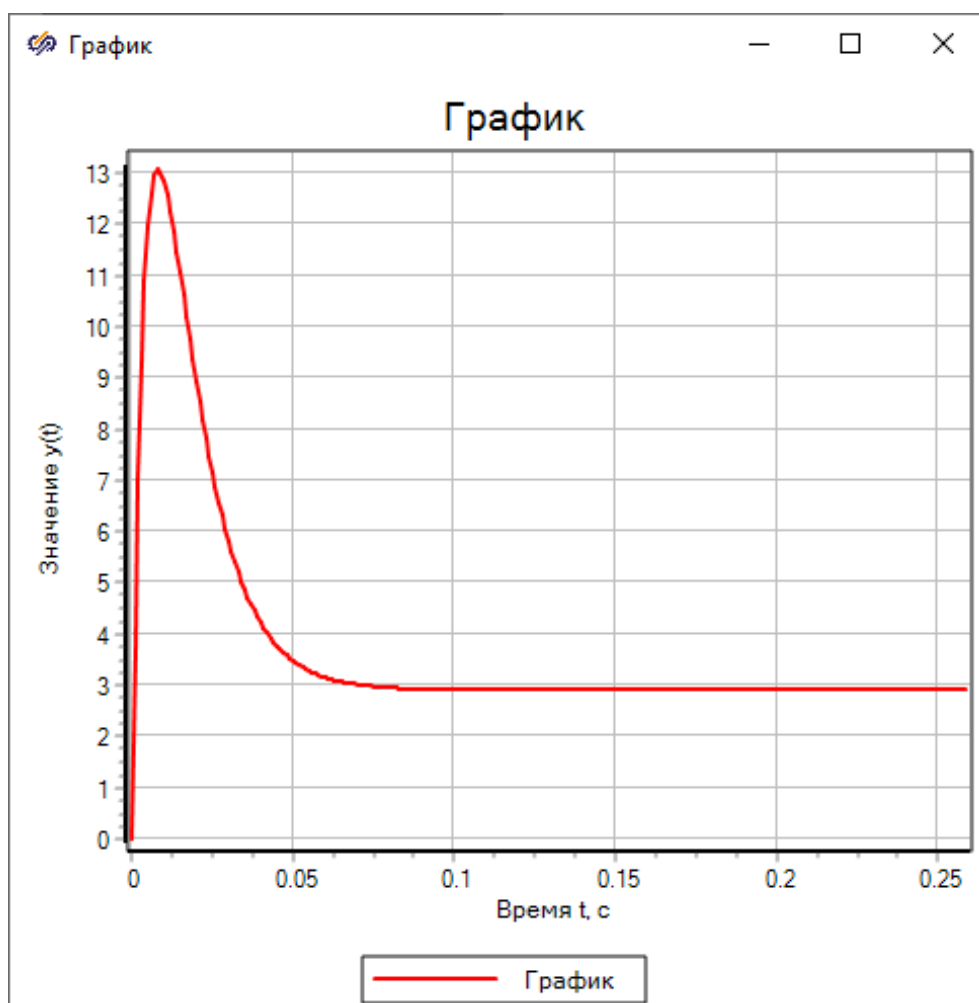


Рисунок 3.9.5. Окно временного графика для тока электродвигателя.

При автономном моделировании электрической схемы можно изменять значения свойств блоков либо вручную, если значение задано числом, либо через базу данных сигналов, если значение задано переменной, которая формируется в базе данных и т.д.

- 5) Если у вас при моделировании получились такие же значения, то завершите расчет проекта нажатием на кнопку «Стоп».
- 6) Выполните сохранение текущего проекта, нажав кнопку «Сохранить проект» в главном окне программы.

Если после нажатия на кнопку «Инициализация» в строке отображения расчетной информации появились **записи о предупреждениях или ошибках**, значит где-то были допущены ошибки, и необходимо понять с чем они связаны: **в большинстве случаев информации, которая указана в строке отображения расчетной информации**, достаточно для определения места возникновения предупреждения/ошибки и причины возникновения. Ничего страшного в этом нет: большинство ошибок можно быстро устранить. Кроме того, если совершить двойное нажатие левой кнопкой мыши по сообщению

в строке отображения расчетной информации, то если предупреждение/ошибка связана с каким-либо блоком, то он будет выделен в расчетной области окна проекта.

В следующем разделе приведены типовые ошибки, совершаемые пользователями при работе с данным упражнением.

3.10 Типовые ошибки при выполнении данного упражнения

Наиболее часто встречающиеся ошибки и способы их устранения приведены ниже.

- 1) **«В конце выражения стоит неверный символ»** (Рисунок 3.10.1). Ошибка связана с тем, что при задании значения свойства используется неправильный символ разделения целой и дробной частей – запятая («,»). Правильным символом разделения является точка («.»).

Устранение: Исправьте символ разделения целой и дробной частей на правильный.

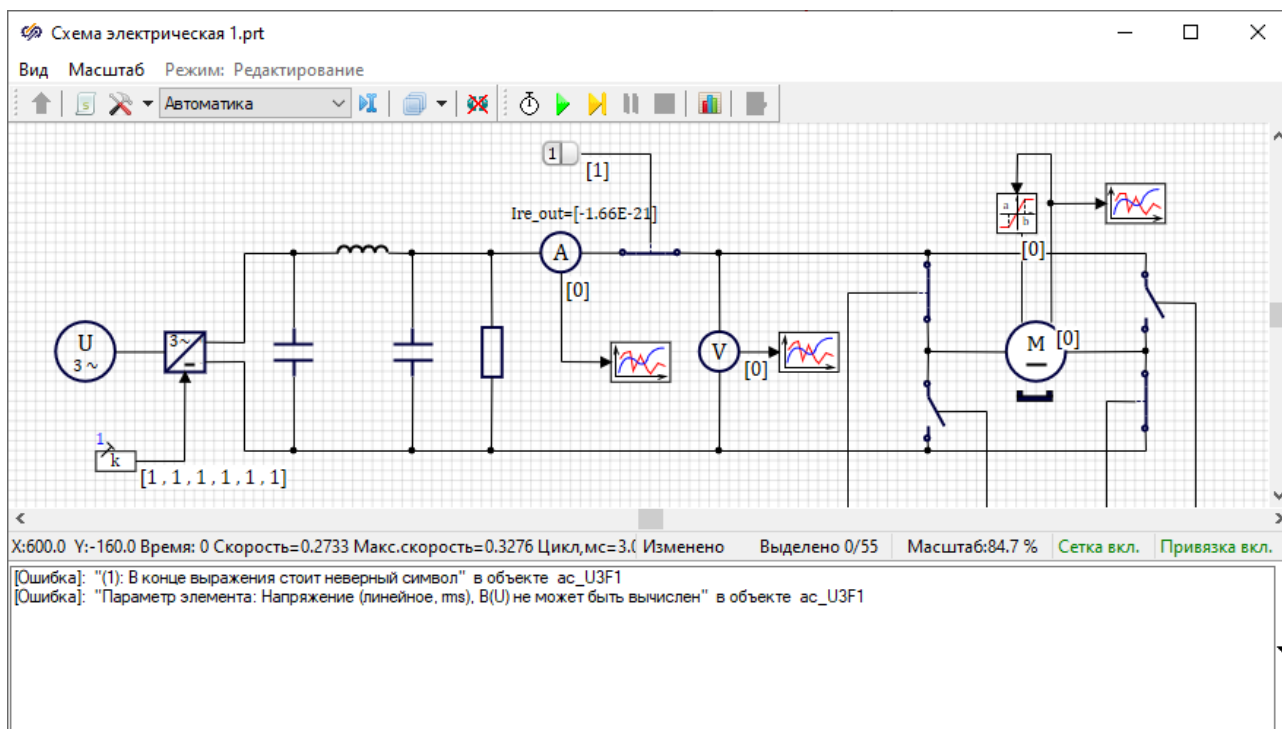


Рисунок 3.10.1. Ошибка «В конце выражения стоит неверный символ».

- 2) **«Символ fs не может быть использован»** (Рисунок 3.10.2). Ошибка связана с тем, что для блока «Источник напряжения 3-фазный» свойству «Частота, Гц» присвоена необъявленная переменная.

Устранение: поставьте необходимое числовое значение частоты.

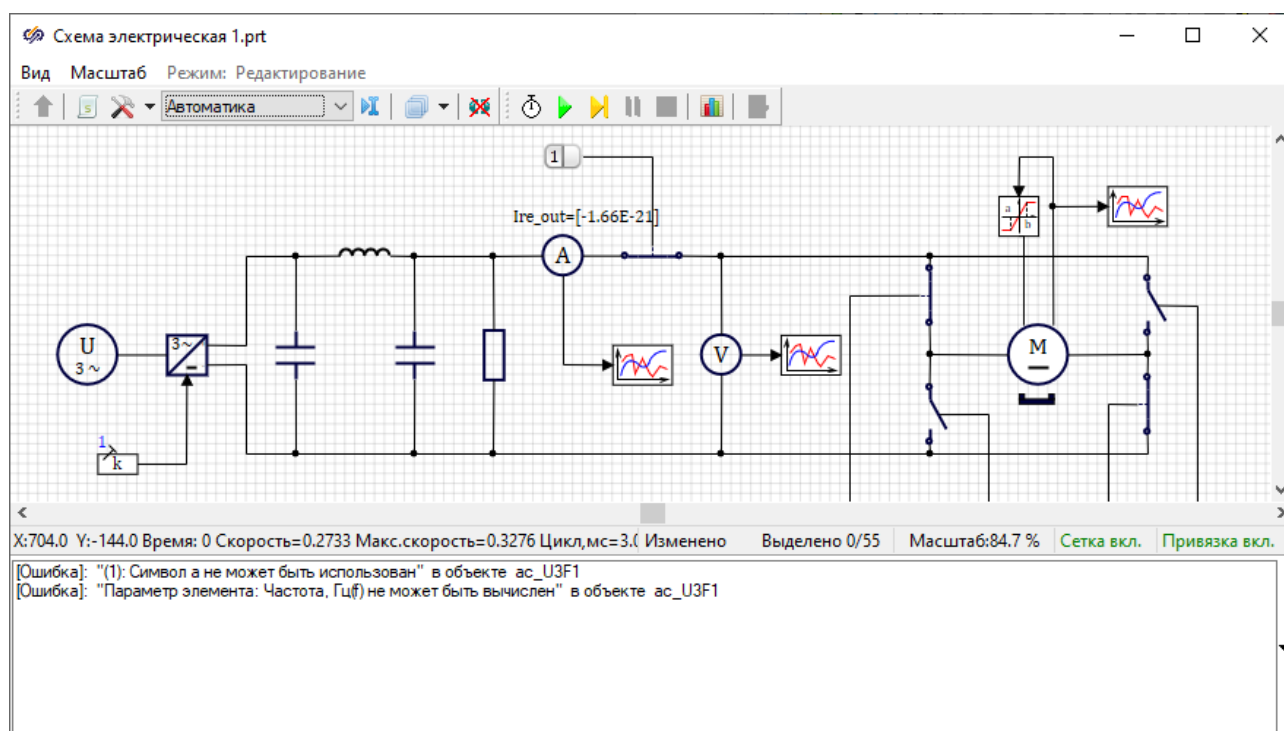


Рисунок 3.10.2. Ошибка «Символ **fc** не может быть использован».

4 Создание базы данных и подключение ее к проекту

4.1 Введение к упражнению

В данном упражнении будет рассмотрена работа с редактором базы данных проекта, произведена доработка модели электрической схемы и произведен ее расчет:

- для проекта «**Схема электрическая 1.prt**» будет создана база данных;
- будет рассмотрен **редактор базы данных** проекта;
- будет произведено **заполнение базы данных** проекта;
- будет произведена **связь сигналов базы данных** с проектом.

Проекты, созданные в SimInTech, могут работать совместно и оказывать влияние друг на друга. Для обеспечения совместной работы необходим обмен значениями расчетных переменных в проектах между собой. Одним из способов организации такого обмена является использование встроенной базы данных сигналов SimInTech.

База данных позволяет сформировать список расчетных переменных, которые могут быть использованы всеми проектами, которые имеют подключение к ней.

4.2 Подключение базы данных сигналов к проекту

Перед тем, как приступить к подключению базы данных к электрической схеме, необходимо активировать режим расширенного функционала SimInTech. Данный режим имеет название «**Режим разработчика**» и позволяет активировать часть опций SimInTech,

которые не доступны при обычной работе с ней. В том числе к таким функциям относится работа с базой данных сигналов проекта.

Для активации данного режима войдите в меню «Вид» главного окна программы и установите галочку напротив пункта меню «Режим разработчика» (Рисунок 4.2.1).

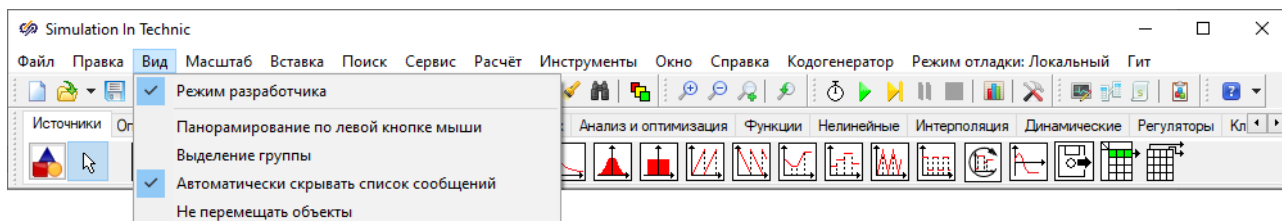


Рисунок 4.2.1. Активация режима разработчика в меню «Вид» главного окна SimInTech.

Подключение базы данных сигналов к электрической схеме осуществляется следующим образом:

- 1) В окне проекта на панели кнопок нажмите кнопку «Параметры расчёта» (Рисунок 4.2.2):

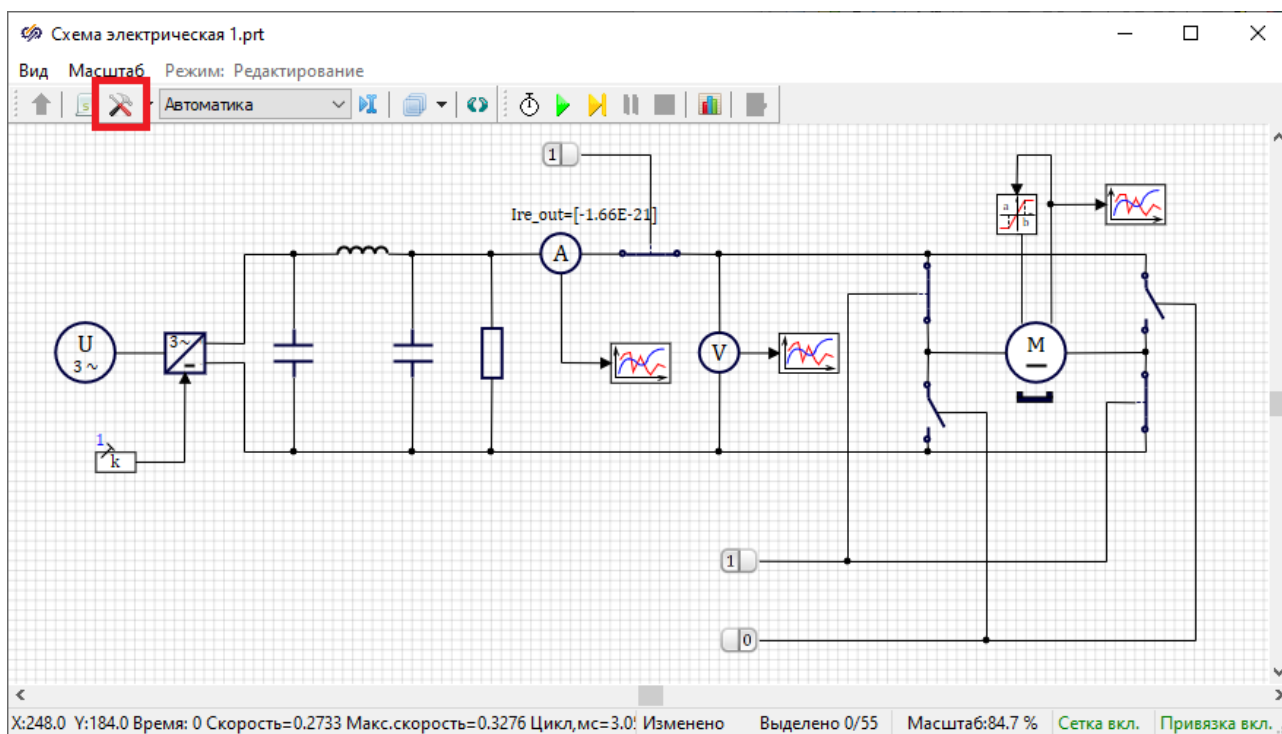


Рисунок 4.2.2. Кнопка доступа к параметрам расчета.

- 2) В появившемся окне параметров проекта перейдите на вкладку «Настройки», на которой:
 - в поле «Модуль базы данных проекта» выберите в выпадающем меню строку:
 - $\$(Root)\sdb.dll$;
 - в поле «Имя базы данных проекта» измените имя файла базы данных на

– **signals.db**.

Окно параметров проекта с измененными полями представлено на рисунке ниже (Рисунок 4.2.3).

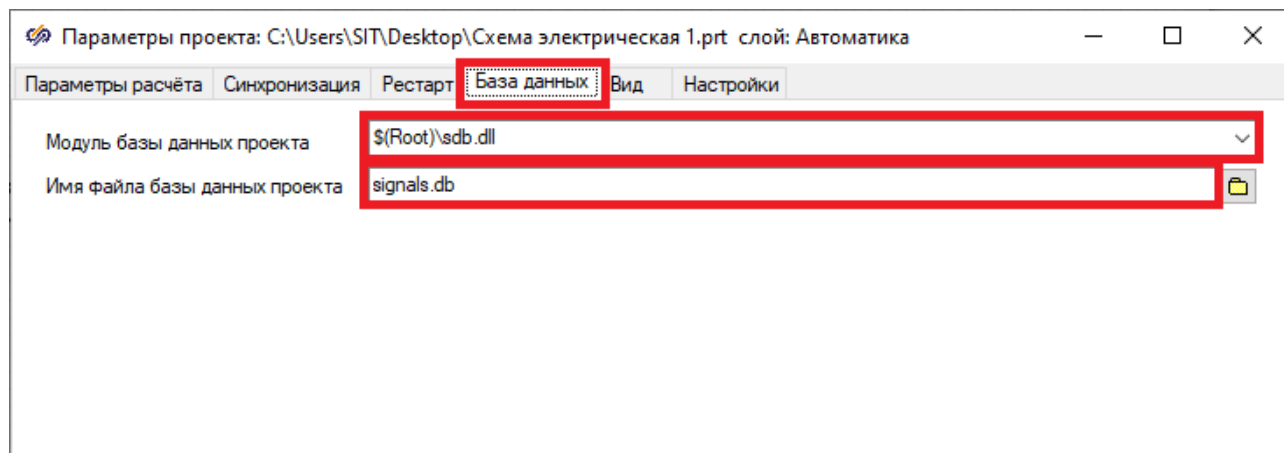


Рисунок 4.2.3. Окно «**Параметры проекта**» - вкладка «**Настройки**».

Разберем внесенные нами в настройки проекта изменения, связанные с базой данных.

В поле «**Модуль базы данных проекта**» вводится информация, определяющая тип базы данных сигналов, подключаемой к проекту. В нашем случае тип базы данных определяется строкой **\$(Root)\sdb.dll**, в которой:

- **\$(Root)** – служебный указатель, который определяет путь к директории по умолчанию, к которой происходит обращение SimInTech при вызове модуля. Путь определяется в поле «**Корневая папка**» в параметрах SimInTech на вкладке «**Файлы и папки**» (Рисунок 4.2.4). По умолчанию путь определен, как
- C:\SimInTech\bin.

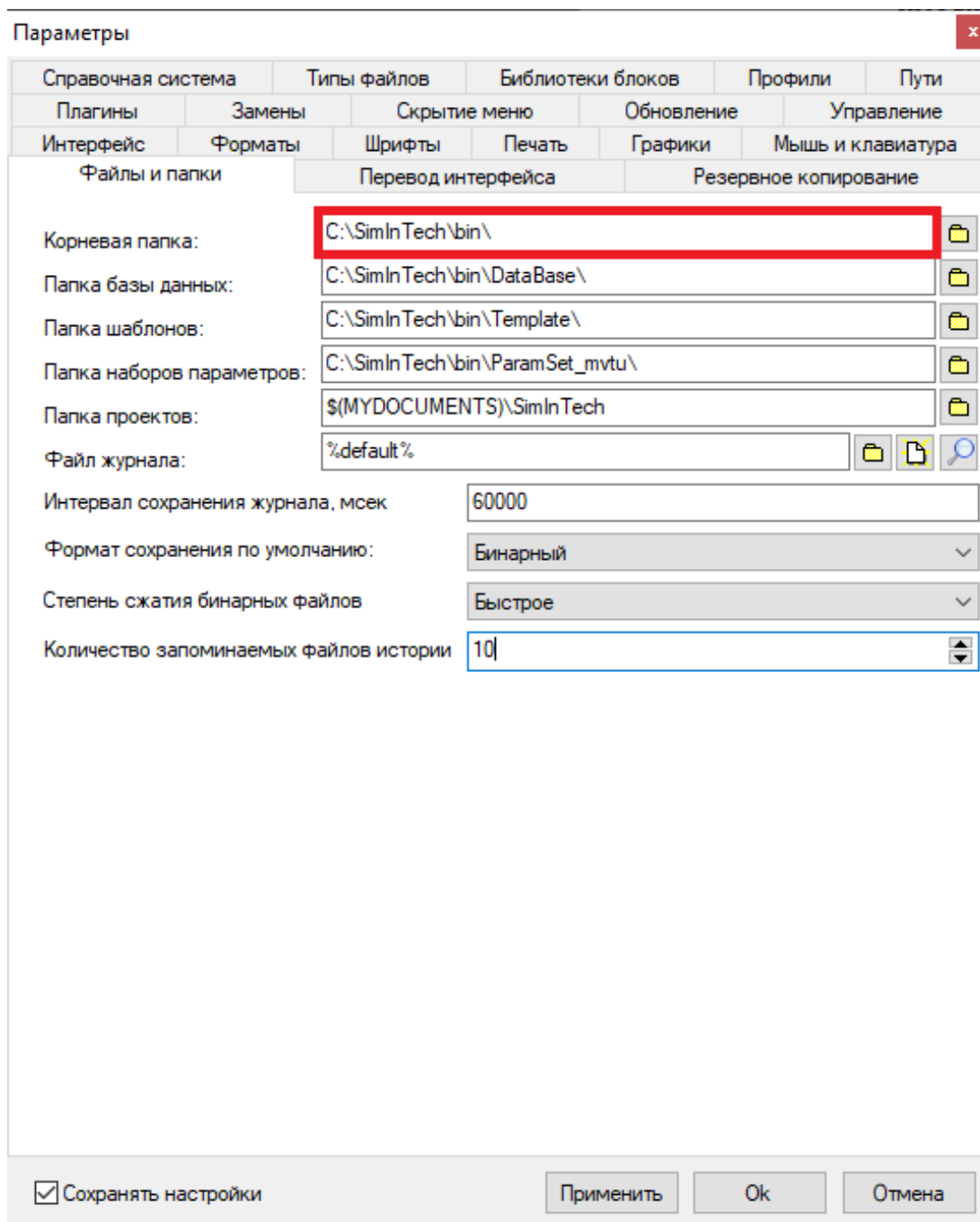


Рисунок 4.2.4. Окно «Параметры» главного окна SimInTech - вкладка «Файлы и папки».

- **sdb.dll** – имя динамической библиотеки программного модуля базы данных сигналов, который входит в состав дистрибутива SimInTech;
- 3) В поле «**Имя базы данных проекта**» вводится произвольное имя, с которым будет сохранена база данных, и путь к директории, в которой она будет сохранена (Рисунок 4.2.3). В случае, когда прописывается только имя базы данных, то она сохраняется в той же директории, в которой сохраняется и проект, к которому она подключена. Если же необходимо определить другую директорию сохранения, то нужно в данном поле прописать тот путь, по которому будет находиться файл базы данных сигналов.

4.3 Работа с редактором базы данных

Для вызова редактора базы данных проекта при активном проекте с подключенной базой данных нажмите на кнопку «**База данных...**» на панели кнопок проекта (Рисунок 4.3.1).

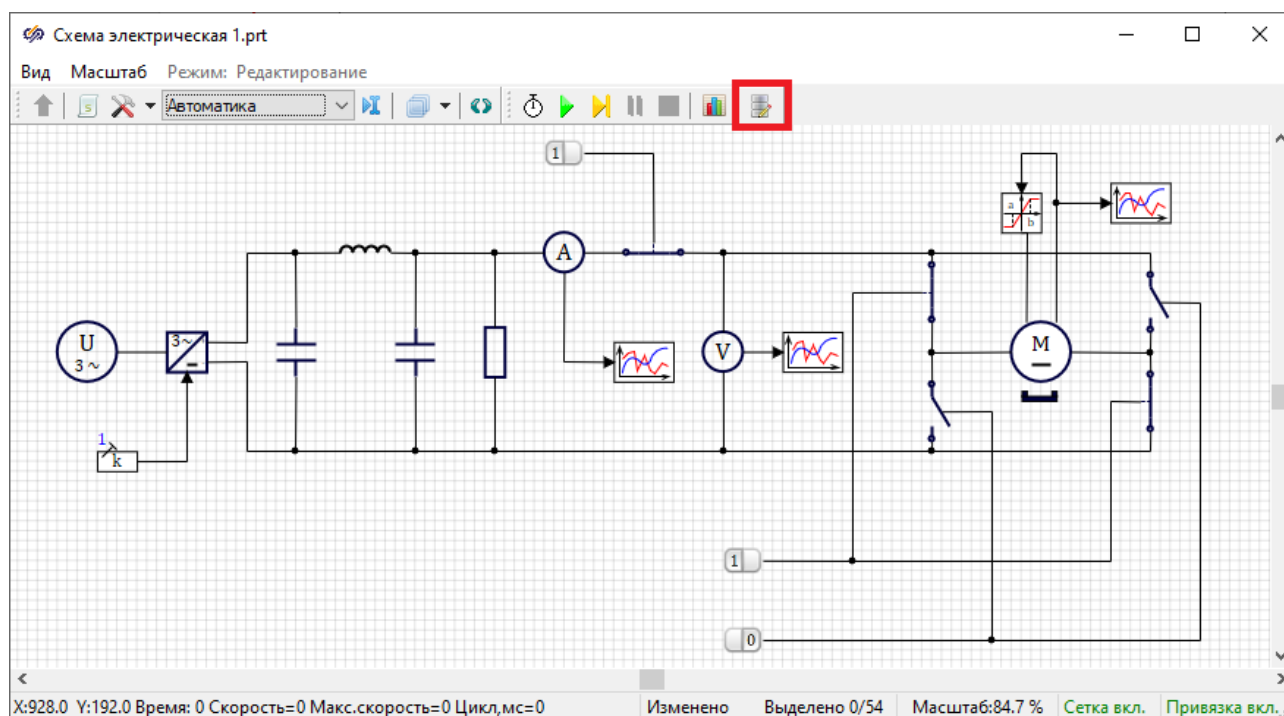


Рисунок 4.3.1. Кнопка «База данных...» на панели кнопок.

В результате откроется окно редактора базы данных (Рисунок 4.3.2). Окно содержит три вкладки:

- «**Редактор**» – содержит основные инструменты для работы с базой данных сигналов, в котором осуществляется редактирование содержимого базы.
- «**Настройки**» – содержит системные настройки базы данных.
- «**Состояние сети**» – отображает информацию по сетевому обмену информацией.

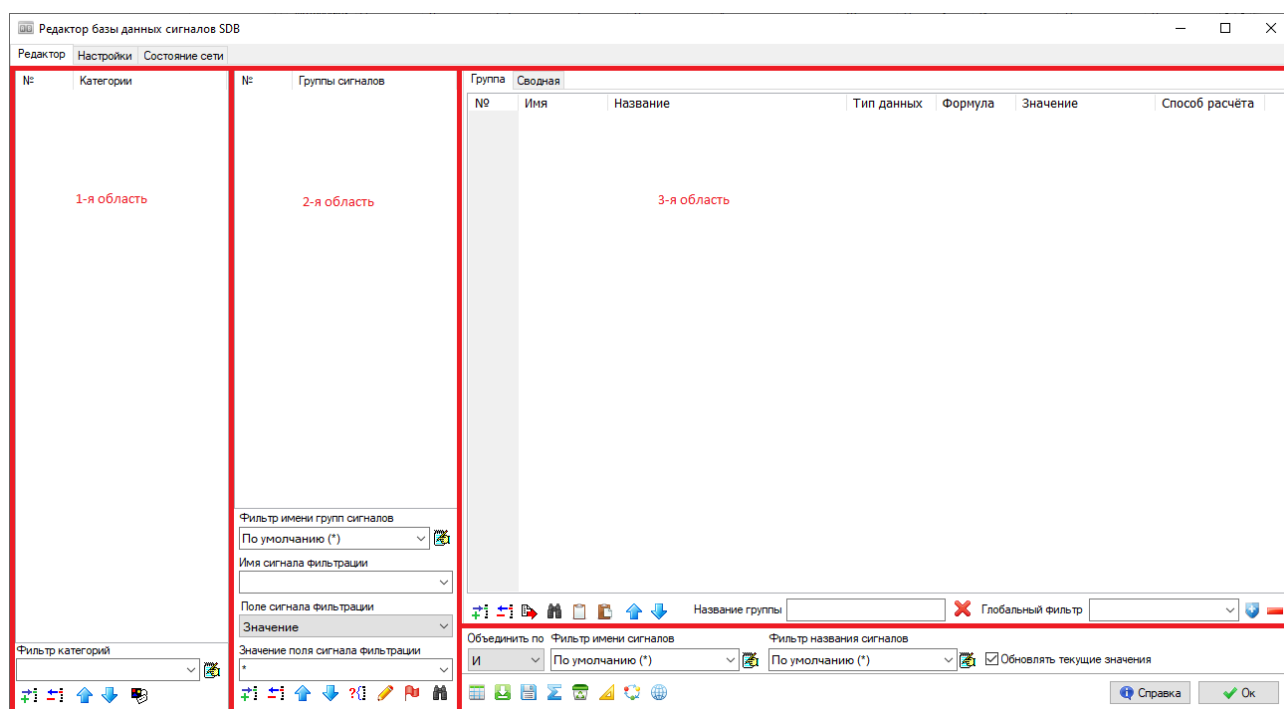


Рисунок 4.3.2. Окно редактора базы данных.

Вкладка «**Редактор**» является наиболее часто используемой вкладкой, на которой происходит основная работа, связанная с наполнением и редактированием базы данных проекта.

Содержимое вкладки «**Редактор**» можно поделить на следующие области:

- 1 область – **Категории** – содержит список категорий и кнопки редактирования и настройки данного списка. Под категорией подразумеваются объекты, которые можно объединить по каким-либо общим признакам. Например, какое-либо типовое оборудование: **задвижки, клапаны, двигатели, электроприводы и т.п.**, или алгоритмы управления и защиты, которые могут быть помещены в каком-либо виде на программируемые контролеры (для такой категории при этом могут определяться входы и выходы данных алгоритмов в соответствии с физическими входами и выходами контроллеров), или, например, категория может быть отведена для хранения констант, служебных переменных в двоичном, целочисленном, строковом и пр. значениях.
- 2 область – **Группы сигналов** – содержит список групп сигналов для выбранной или выбранных категорий и инструменты редактирования, настройки и поиска по данному списку. Для категории с каким-либо типовым оборудованием, например, с задвижками, группой сигналов для данной категории будет какая-либо конкретная задвижка, установленная в определенном месте технологической схемы.

- 3 область – **Сигналы и данные для групп** – содержит сводную таблицу переменных для выбранной группы (когда активирована вкладка «Группа») или нескольких выбранных групп (когда активирована вкладка «Сводная») сигналов, а также инструменты редактирования, настройки и поиска по данной таблице.

Все четыре области содержат две кнопки: «Добавить» и «Удалить», с помощью которых осуществляется редактирование списков и таблиц для соответствующих областей.

Добавим новую категорию в редакторе базы данных. Для добавления новой категории нажмите на кнопку «Добавить категорию» на панели кнопок области Категории. После этого в списке категорий появляется строка «Новая категория».

Двойное нажатие левой кнопкой мыши по строке «Новая категория» открывает окно редактирования шаблона категории «Шаблон категории» (Рисунок 4.3.3).

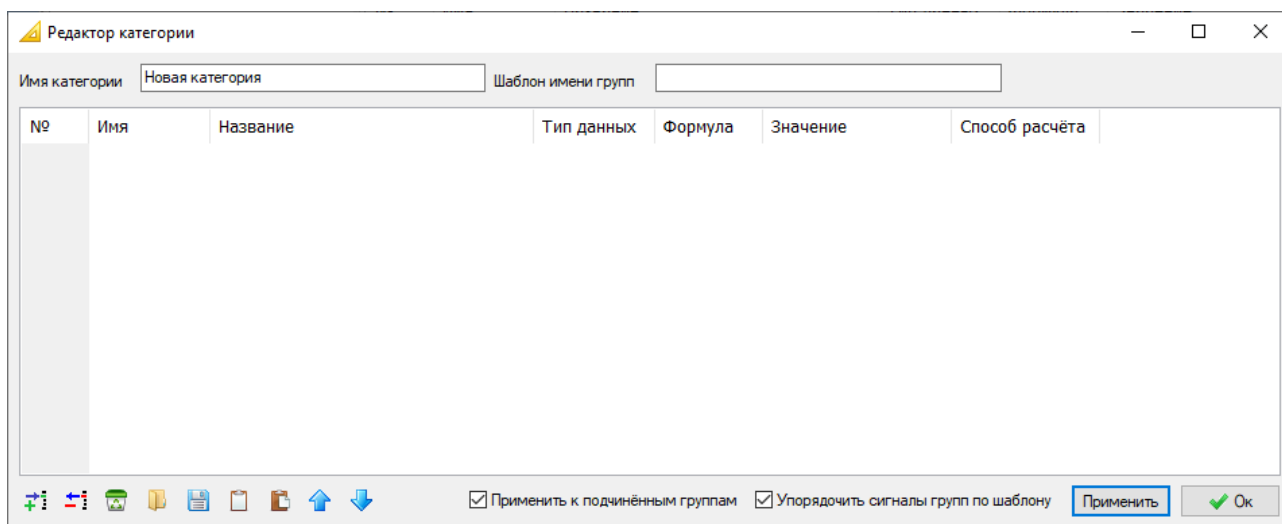


Рисунок 4.3.3. Окно редактора шаблона категории.

В окне присутствуют следующие области (Рисунок 4.3.4):

- 1 область – **поле ввода имени категории**. Посредством данного поля мы задаем имя категории, которое затем отображается в списке категорий. По умолчанию каждая категория при создании имеет имя «Новая категория».
- 2 область – **поле ввода шаблона имени групп**. В этом поле вводится та часть имени для группы сигналов, которая автоматически появляется в окне при добавлении новой группы в категорию.
- 3 область – **таблица стандартных переменных**. В данной таблице присутствуют переменные, которые будут автоматически добавлены к каждой группе сигналов, которая создается в данной категории.
- 4 область – **кнопки редактирования таблицы сигналов**, которые позволяют пользователю совершать следующие действия с таблицей: добавить сигнал,

удалить сигнал, очистить список сигналов, загрузить список сигналов из файла или сохранить список в файл, копировать сигнал в буфер памяти, вставить сигнал из буфера памяти, переместить сигнал в таблице выше/ниже.

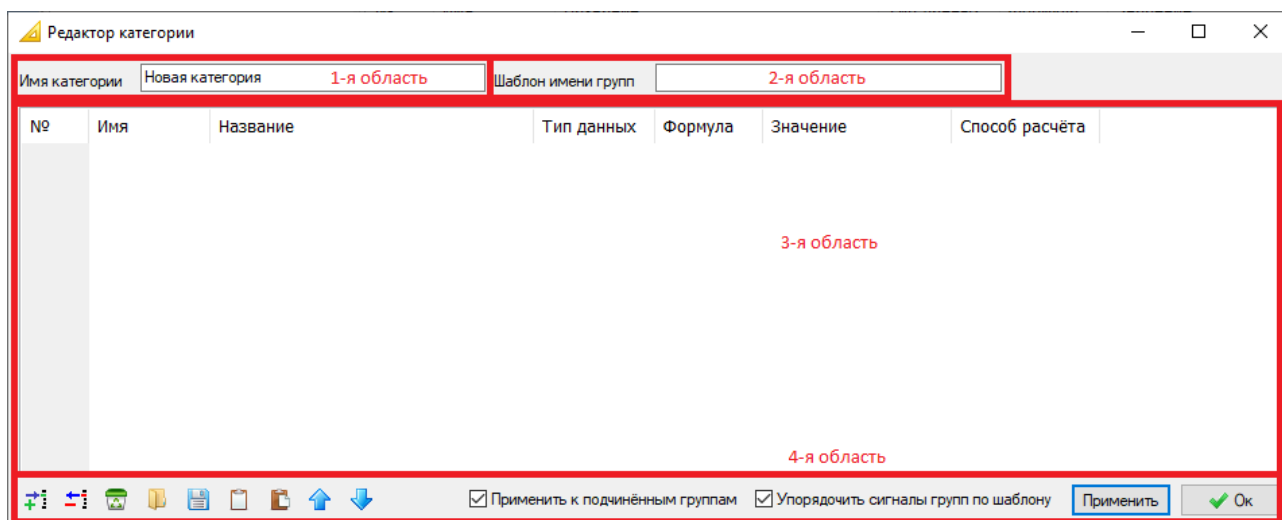


Рисунок 4.3.4. Области окна «Шаблон категории».

В рамках данного упражнения мы создадим две новые категории, заполним шаблон для одной из категорий и добавим группы сигналов в каждую из категорий. Одна из категорий будет иметь имя «**Контакты**», а вторая категория будет иметь имя «**Алгоритмы**».

Произведем изменение ранее добавленной нами в базу данных сигналов категории.

Для этого вызовите окно шаблона категории, а затем заполните его (Рисунок 4.3.5).

Представленное на рисунке ниже (Рисунок 4.3.5) окно содержит образец заполнения свойств для категории «**Задвижки**». Для дальнейшей работы нам понадобятся данные сигналы, поэтому заполните таблицу в соответствии с рисунком.

Для этого выполните следующие действия:

- 1) **Заполните** поля «**Контакты**» и «**Шаблон имени групп**».
- 2) **Добавьте** три новых строки в таблицу сигналов, используя кнопку «**Добавить сигнал**» и отредактируйте их в соответствии с рисунком.
- 3) **Сохраните** внесенные изменения. После этого в списке категорий категория, которую мы добавили, изменит свое имя на «**Контакты**».

Редактор категории

Имя категории: Шаблон имени групп:

№	Имя	Название	Тип данных	Формула	Значение	Способ расчёта
1	YB01	Включить АУ	Двоичное		☐ Нет	Переменная
2	YB02	Отключить АУ	Двоичное		☐ Нет	Переменная
3	YB11	Включить ДУ	Двоичное		☐ Нет	Переменная
4	YB12	Отключить ДУ	Двоичное		☐ Нет	Переменная
5	XB01	Включен	Двоичное		☐ Нет	Переменная
6	XB02	Отключен	Двоичное		☐ Нет	Переменная
7	XQ00	Начальное состояние	Двоичное		☐ Нет	Константа
8	Tvkl	Время включения	Веществен...	0.1	0	Константа
9	Totkl	Время отключения	Веществен...	0.05	0	Константа

☐ Применить к подчинённым группам
 ☒ Упорядочить сигналы групп по шаблону

Рисунок 4.3.5. Окно шаблона категории «**Контактыры**».

Для каждой созданной категории пользователь может добавить в базу данных неограниченное количество групп сигналов. Имена групп сигналов желательно задавать с помощью латинских букв и цифр, однако поддерживаются и символы кириллицы.

После заполнения шаблона для категории «**Контактыры**» добавим в нее четыре группы сигналов, которые создадут необходимые переменные для связи блоков «**Ключ постоянного тока (однополюсный)**» с именами «**KM1**», «**KM2**», «**KM3**», «**KM4**», которые были установлены в качестве имен блоков при разработке модели электрической схемы в предыдущем упражнении.

Для добавления новых групп сигналов выполните следующие действия:

- 1) Выделите строку «**Контактыры**» в списке «**Категории**».
- 2) Нажмите на кнопку «**Добавить таблицу**» в области групп сигналов (Рисунок 4.3.6).

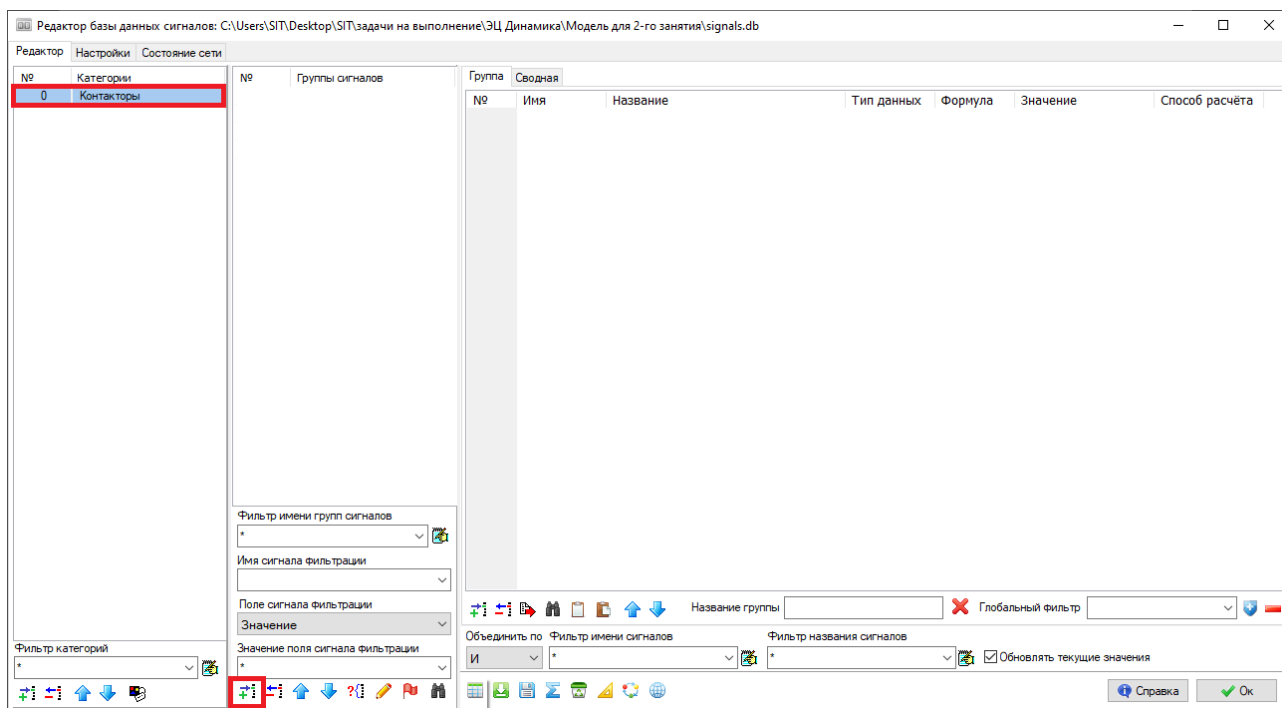


Рисунок 4.3.6. Редактор базы данных с выделенной категорией «**Контакты**», готовой к добавлению групп сигналов (красной рамкой выделена кнопка «**Добавить таблицу**»).

- 3) В диалоговом окне «**Создание новых групп**» введите имена групп сигналов для данной категории, которые необходимо внести в базу данных (Рисунок 4.3.7). Обратите внимание, что при добавлении новой группы, в окне уже присутствует шаблон «**КМ**», который добавили при редактировании шаблона категории «**Контакты**».

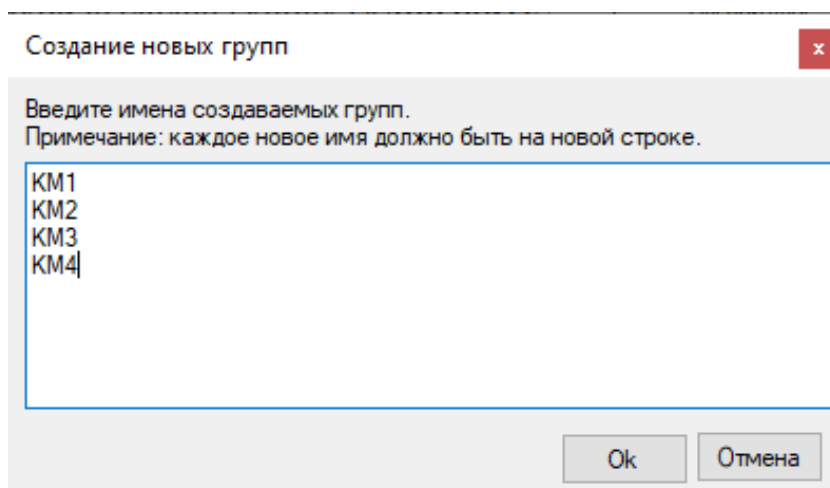


Рисунок 4.3.7. Окно «**Создание новых групп**» для категории «**Контакты**».

- 4) Закройте окно «**Создание новых групп**» нажатием на кнопку «**Ok**».

После добавления заданные группы сигналов появляются в поле «**Группы сигналов**» (Рисунок 4.3.8).

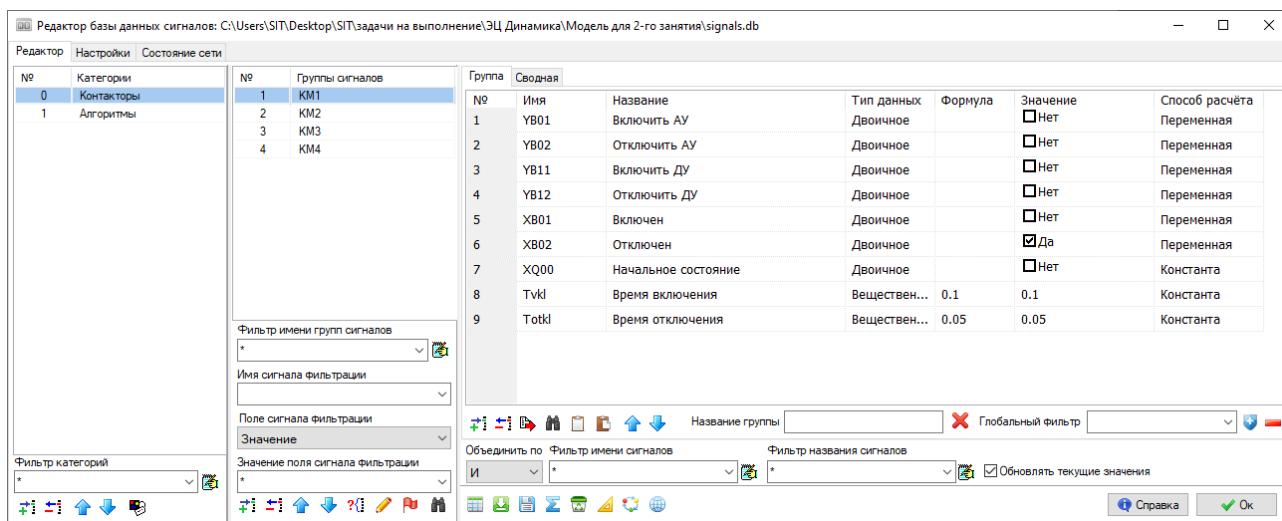


Рисунок 4.3.8. Редактор базы данных – категория «**Контакты**» – добавленные группы сигналов «**KM1**», «**KM2**», «**KM3**», «**KM4**».

Вторая категория, которую нам необходимо добавить, имеет имя «**Алгоритмы**». Данная категория будет содержать группы сигналов, которые позволят реализовать алгоритм реверса электродвигателя.

Создайте ее подобно тому, как была ранее создана категория «**Контакты**», шаблон для этой категории не заполняется (Рисунок 4.3.9).

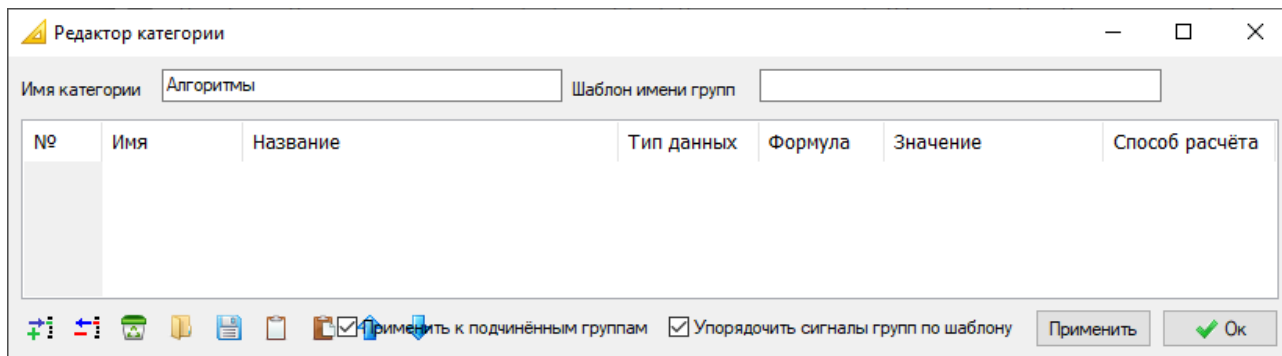


Рисунок 4.3.9. Окно шаблона категории «**Датчики**».

После создания категории «**Алгоритмы**» добавьте в нее одну группу сигналов с именем **Revers**, а затем непосредственно сигналы (Рисунок 4.3.10). Данная группа сигналов понадобится в следующем упражнении по разработке алгоритмов управления.

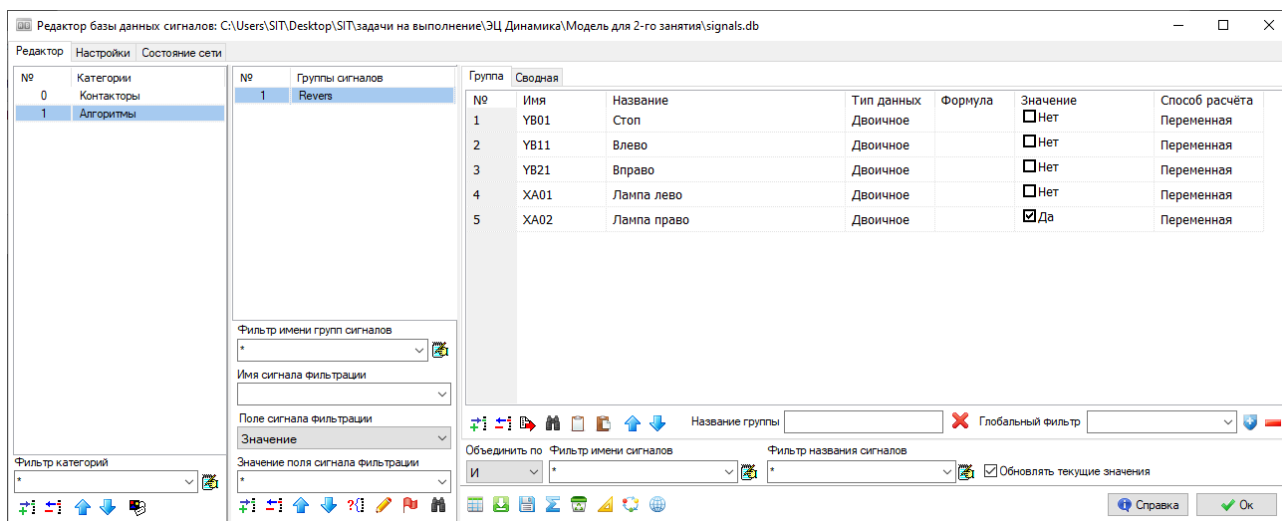


Рисунок 4.3.10. Редактор базы данных с добавленной категорией «Алгоритмы», группой сигналов **Revers** и сводной таблицей сигналов для этой группы.

После добавления в базу данных категорий и групп сигналов можно осуществлять переключение между ними, выбирая нужную категорию и группу сигналов: сначала должна быть выбрана категория, затем – группа сигналов, после чего для выбранной группы сигналов в таблице «Сигналы и данные для групп» будут доступны принадлежащие ей переменные.

4.4 Настройка сохранения базы данных проекта

Произведем настройку сохранения базы данных. Для этого перейдите на вкладку «Настройки» и активируйте пункты «Сохранять базу данных» и «Резервировать базу данных» (Рисунок 4.4.1):

- Пункт «Сохранять базу» отвечает за алгоритм сохранения базы данных сигналов при сохранении проекта, к которому она подсоединена.
- Пункт «Резервировать БД» обеспечивает механизм версионирования базы данных сигналов: ранее сохраненные версии базы данных сохраняются с дополнением к имени файла базы данных. Версионирование осуществляется путем добавления к исходному имени файла точки и номера сохранения (например, .1). Применительно к базе данных, которую мы создали, исходный файл для этой базы данных имеет имя «**signals.db**», а ранее сохраненные версии файла будут иметь имена.
- «**signals.db.1**», «**signals.db.2**», «**signals.db.3**» и так далее.

Версионирование позволяет совершить возврат к более ранней версии базы данных, отменяя тем самым внесенные ошибочно изменения, в случае совершения каких-либо ошибочных действий при редактировании базы данных и последующем их сохранении.

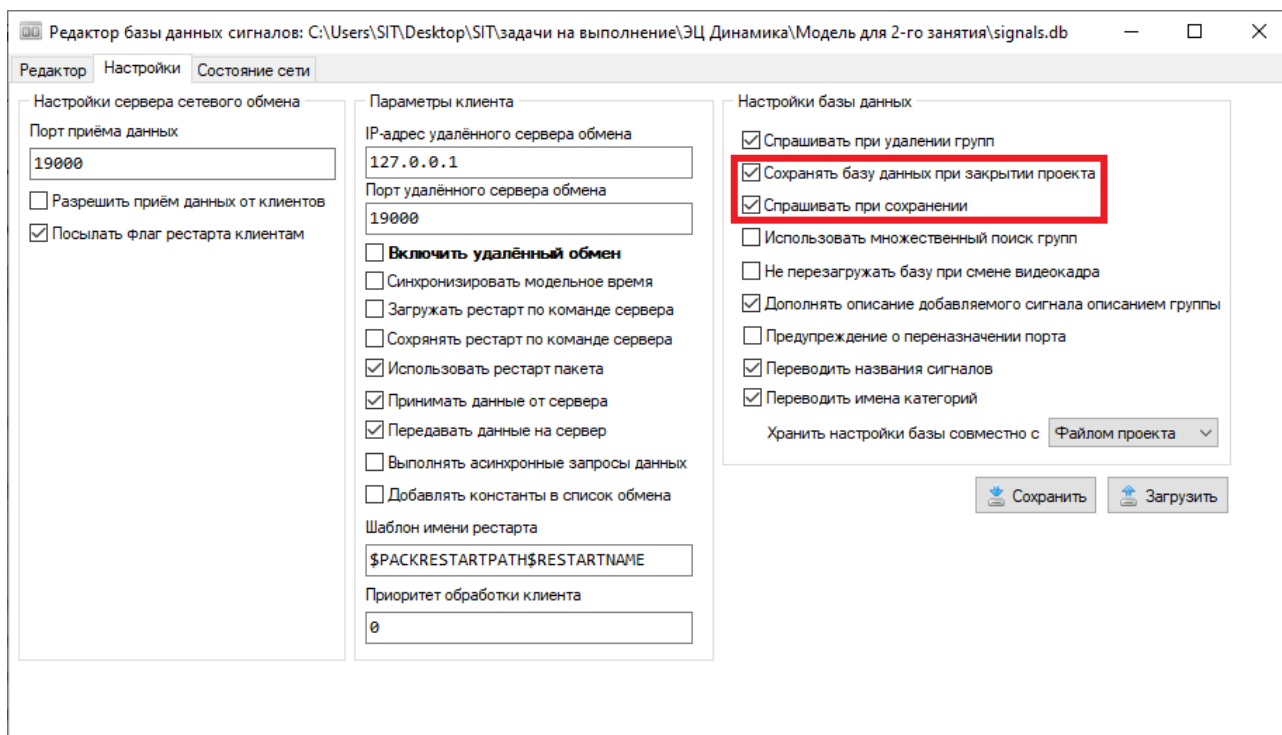


Рисунок 4.4.1. Редактор базы данных – вкладка «Настройки» – активация пунктов «Сохранять базу данных» и «Резервировать базу данных».

После активации пунктов «Сохранять базу» и «Резервировать БД», переключитесь на вкладку «Редактор» и закройте окно «Редактор базы данных» нажатием на кнопку «Ok».

Перед тем, как приступить к следующему пункту данного упражнения, сохраните проект, используя кнопку «Сохранить проект» на панели кнопок главного окна.

Если все вышеописанные действия были выполнены правильно, то при закрытии проекта возникает диалог, с помощью которого пользователь принимает решение о том, сохранять ли в существующую базу данных внесённые изменения или нет (Рисунок 4.4.2).

В случае согласия пользователя с внесёнными в базу данных изменениями, в директории, в которой был сохранен проект, к которому была подключена база данных, появится файл с именем «signals.db».

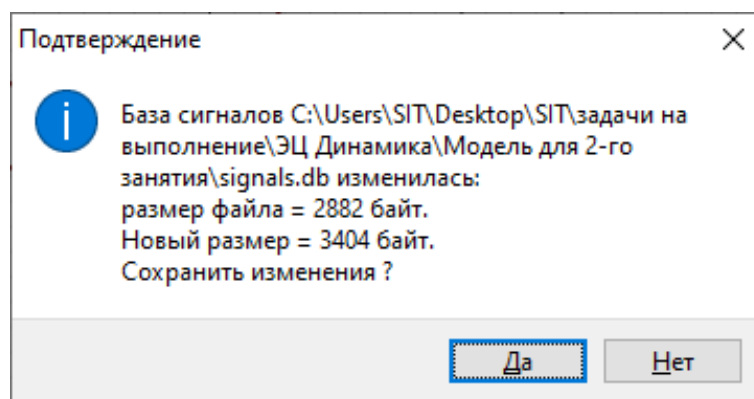


Рисунок 4.4.2. Редактор базы данных – вкладка «Настройки» – активация пунктов «Сохранять базу данных» и «Резервировать базу данных».

Также вы можете принудительно сохранить базу данных в любой момент времени без сохранения проекта: для этого необходимо нажать кнопку **«Сохранить»** на вкладке **«Настройки»**. Если же необходимо пересохранить текущую используемую базу данных с другим именем, то для этого можно воспользоваться кнопкой **«Сохранить как...»**, которая расположена на вкладке **«Редактор»**: при нажатии на данную кнопку происходит вызов окна сохранения базы данных, в котором для нее вы можете задать какое-либо другое имя для базы данных, отличное от текущего. Файл проекта при этом остается привязанным к той базе, которая прописана в параметрах проекта.

Отметим, что в файле базы сигналов (**«signals.db»** в настоящем упражнении) сохраняются только переменные, внесенные в нее (категории с шаблонными переменными, группы сигналов и переменные с внесенными значениями).

Настройки подключения, сохранения и др. хранятся в файле проекта, так как к одной и той же базе сигналов возможно подключение проектов, в которых эти настройки будут различны.

5 Создание модели алгоритма управления задвижкой

5.1 Введение к упражнению

В данном упражнении будет рассмотрена **«Схема модели общего вида»** SimInTech:

- будет создан новый проект общетехнической схемы;
- будет произведено подключение к ранее созданной базе данных сигналов **«signals.db»**;
- из блоков общетехнической библиотеки будет набрана модель алгоритма, задающего режим работы блоков **«Ключ постоянного тока (однополюсный)»** с именами **«KM1»**, **«KM2»**, **«KM3»**, **«KM4»**;
- будет произведена привязка расчетных переменных, созданных в базе данных, к модели управления.

«Схема модели общего вида» является универсальной расчетной схемой для решения различных задач, таких как решение дифференциальных уравнений, создание алгоритмов управления и пр.

Модель, созданная в рамках данного упражнения, рассматривает простой алгоритм реверсивного управления электродвигателя. Алгоритм управления будет собран при помощи блоков, которые находятся в общетехнической библиотеке блоков. Алгоритм управления воздействует на контакторы. Для вращения в определенную сторону включаются блоки **«Ключ постоянного тока (однополюсный)»** с именами **«KM1»** и **«KM4»**, для смены направления вращения включается другая пара блоков с именами **«KM2»** и **«KM3»**.

Необходимо учесть, что при реверсировании работающего электродвигателя, для снижения пускового тока, на некоторое время он должен быть отключен от сети, то есть все контакторы должны быть отключены.

5.2 Создание новой общей схемы

Создание новой общей схемы осуществляется аналогично созданию электрической схемы (см. п.п. 3.3). Для создания новой общей схемы выполните следующие действия:

- 1) В главном окне SimInTech на панели кнопок выберите кнопку «**Новый проект**».
- 2) В выпадающем меню выберите пункт «**Схема модели общего вида**» (Рисунок 5.2.1).

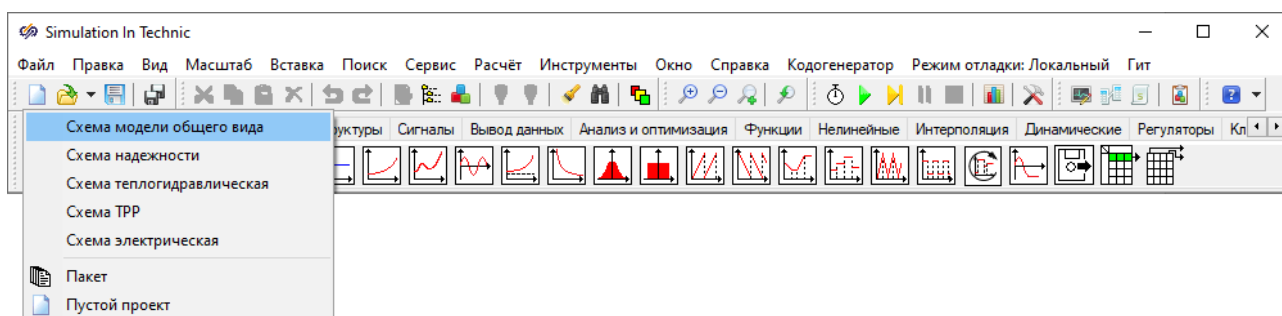


Рисунок 5.2.1. Меню создания нового общего проекта.

Перед вами появится новое схемное окно «Схема модели общего вида.prt», в котором будет происходить разработка расчетной схемы модели алгоритма управления (Рисунок 5.2.2).

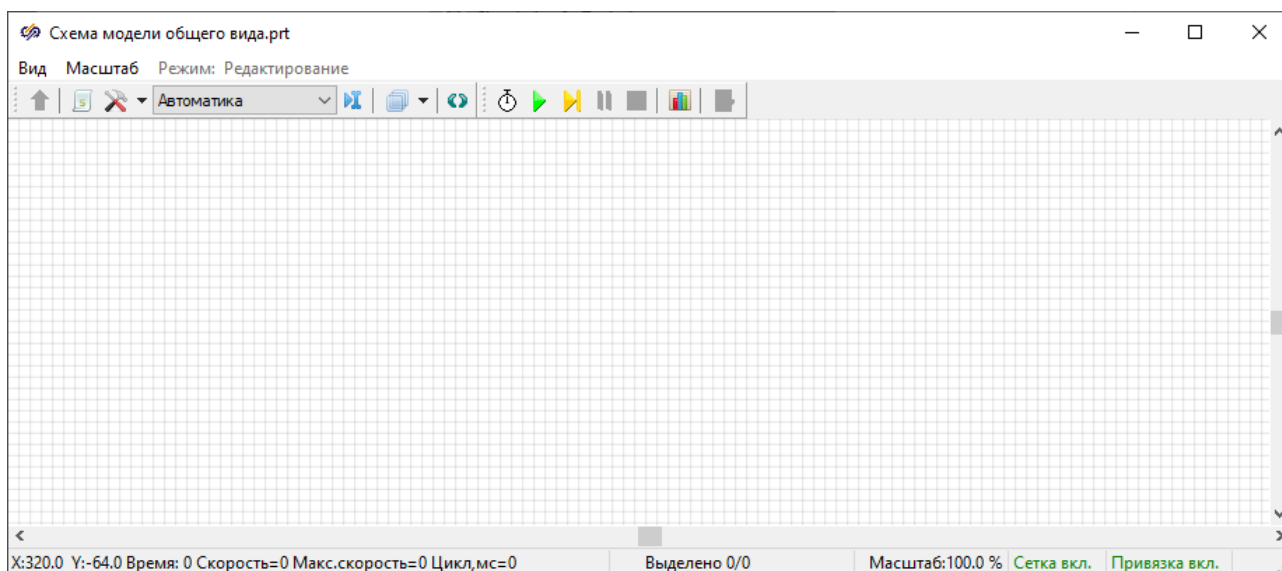


Рисунок 5.2.2. Схемное окно для создания расчетных схем из блоков общетехнической библиотеки.

Сохраните созданный проект с новым именем для облегчения его последующей идентификации в директории. Для этого:

- 3) В главном окне войдите в меню «**Файл → Сохранить проект как...**».
- 4) В появившемся окне проверьте выбор директории сохранения. Для сохранения проекта используется директория: **C:\Users\<имя пользователя>\Documents\SimInTech**, где <имя пользователя> - имя аккаунта пользователя в операционной системе.
- 5) В появившемся окне сохранения проекта в поле «**Имя файла**» измените имя проекта на «**Алгоритм реверса.prt**» (Рисунок 5.2.3) и нажмите на кнопку «**Сохранить**».

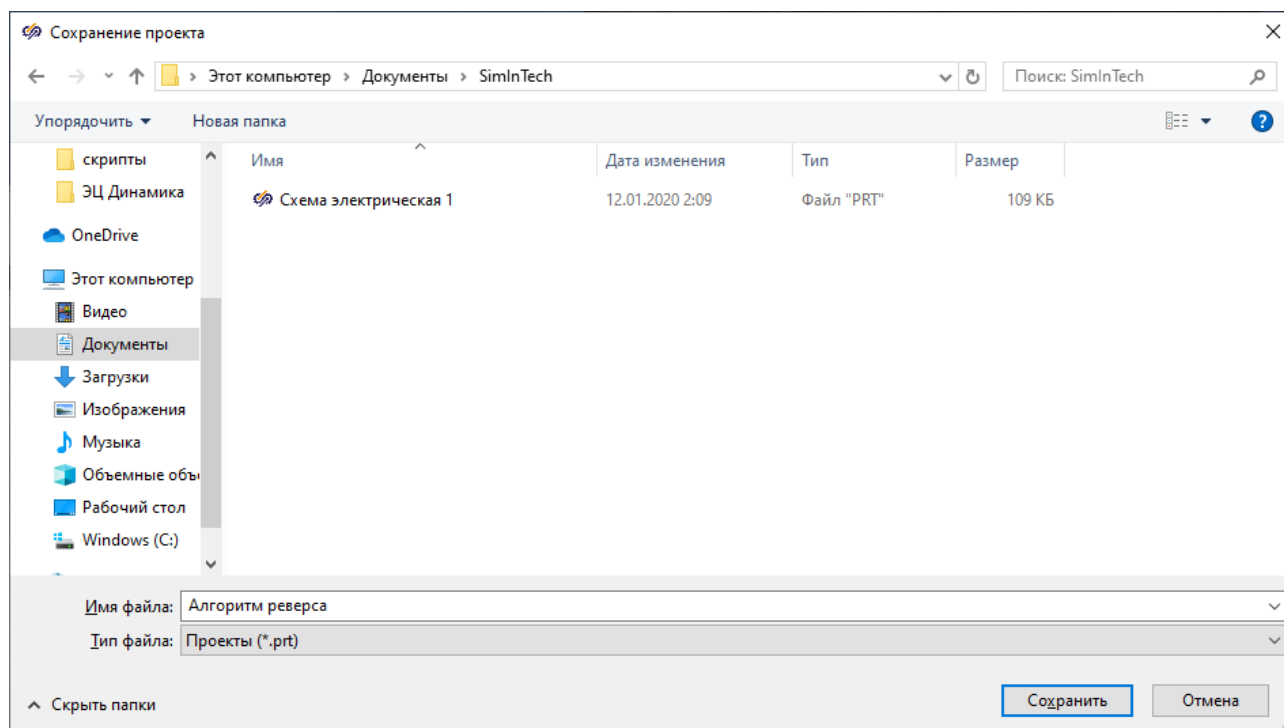


Рисунок 5.2.3. Сохранение новой общей схемы.

- 6) После того, как сохранение пакета было произведено, обратите внимание, что заголовок окна проекта изменился в соответствии с заданным при сохранении именем.

5.3 Подключение ранее созданной базы данных сигналов к проекту

По умолчанию шаблоны схем не имеют подключения к какому-либо файлу базы данных. Однако в любой момент времени для любого шаблона (кроме шаблона «**Пакет**») можно произвести либо создание новой базы данных сигналов проекта, либо подключить ранее созданную базу данных.

Подключение базы данных сигналов осуществляется аналогично тому, как данное подключение при выполнении пункта 4 настоящего Руководства.

Произведем данное подключение, так как переменные, которые находятся в базе данных «**signals.db**», потребуются для дальнейшей работы над алгоритмом:

- 7) В окне проекта на панели кнопок нажмите кнопку «**Параметры расчёта**».
- 8) В появившемся окне параметров проекта перейдите на вкладку «**База данных**» (Рисунок 5.3.1), на которой:
 - в поле «**Модуль базы данных проекта**» выберите в выпадающем меню строку:
 - **\$(Root)\sdb.dll**;
 - в поле «**Имя базы данных проекта**» измените имя файла базы данных на «**signals.db**».

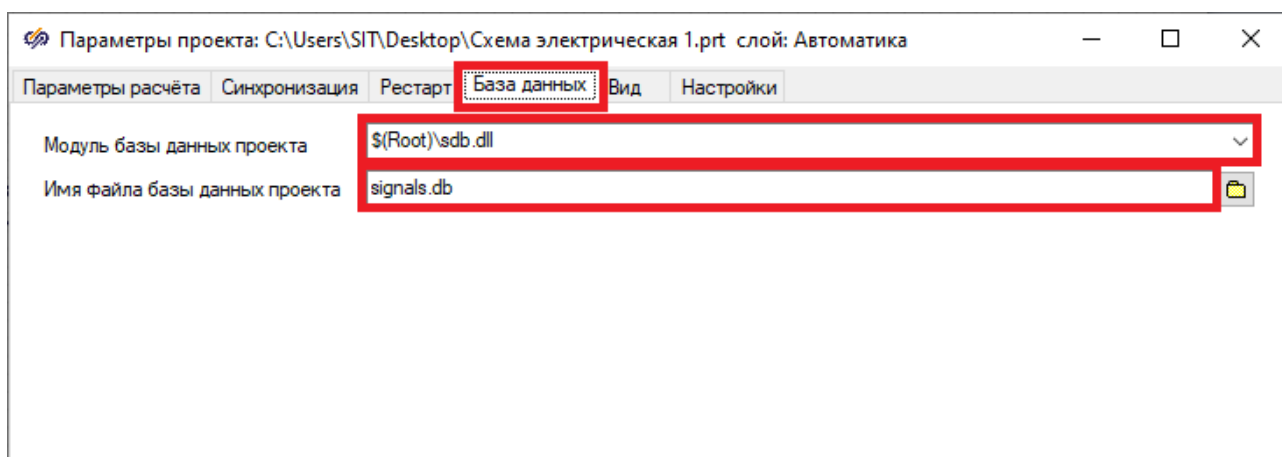


Рисунок 5.3.1. Схемное окно для создания схемы из блоков общетехнической библиотеки.

Перед тем, как приступить к следующему пункту данного упражнения, сохраните проект, используя кнопку «**Сохранить проект**» на панели кнопок главного окна.

5.4 Создание модели алгоритма управления

Мы создадим простой алгоритм управления блоками «**Ключ постоянного тока (однополюсный)**» с именами «**КМ1**», «**КМ2**», «**КМ3**», «**КМ4**», с помощью которого будет обеспечиваться реверсивный алгоритм управления электродвигателем – блок «**Двигатель постоянного тока с постоянными магнитами**». Для этого будет необходимо произвести считывание значение команд «**Стоп**», «**Влево**», «**Вправо**», обработать их с учетом текущего положения ключей с именами «**КМ1**», «**КМ2**», «**КМ3**», «**КМ4**», которые также считываются из базы сигналов, а затем передать обратно в базу сигналов команды управления (**включить/отключить**) контакторами, чтобы оно далее было использовано в электрической схеме. Кроме того, направление движения необходимо вывести на сигнал – лампы.

Расчетная модель, которая будет создана в рамках данного упражнения, состоит из следующих блоков:

- 1 блок «**Вход алгоритма**» (вкладка «**Данные**») – с помощью данного блока из базы данных сигналов будет считываться значение всех необходимых переменных.
- 1 блока «**Выход алгоритма**» (вкладка «**Данные**») – с помощью данных блоков будет произведена запись значений в переменные указания направления движения, и команды управления контакторами.
- 3 блока «**Импульс**» (вкладка «**Задержки и импульсы**») – с помощью данных блоков будет реализовываться пауза при переключении контакторов.
- 13 блоков логических операций «**И**»/«**Или**» (вкладка «**Логические**») – с помощью данных блоков будет реализован непосредственно алгоритм управления электродвигателем.

Алгоритм помещения блоков в рабочую область окна проекта аналогичен тому, который был приведен при создании электрической схемы.

Поместите в рабочую область окна блоки из списка выше и приведите внешний вид модели к тому, который представлен на рисунке ниже (Рисунок 5.4.1).

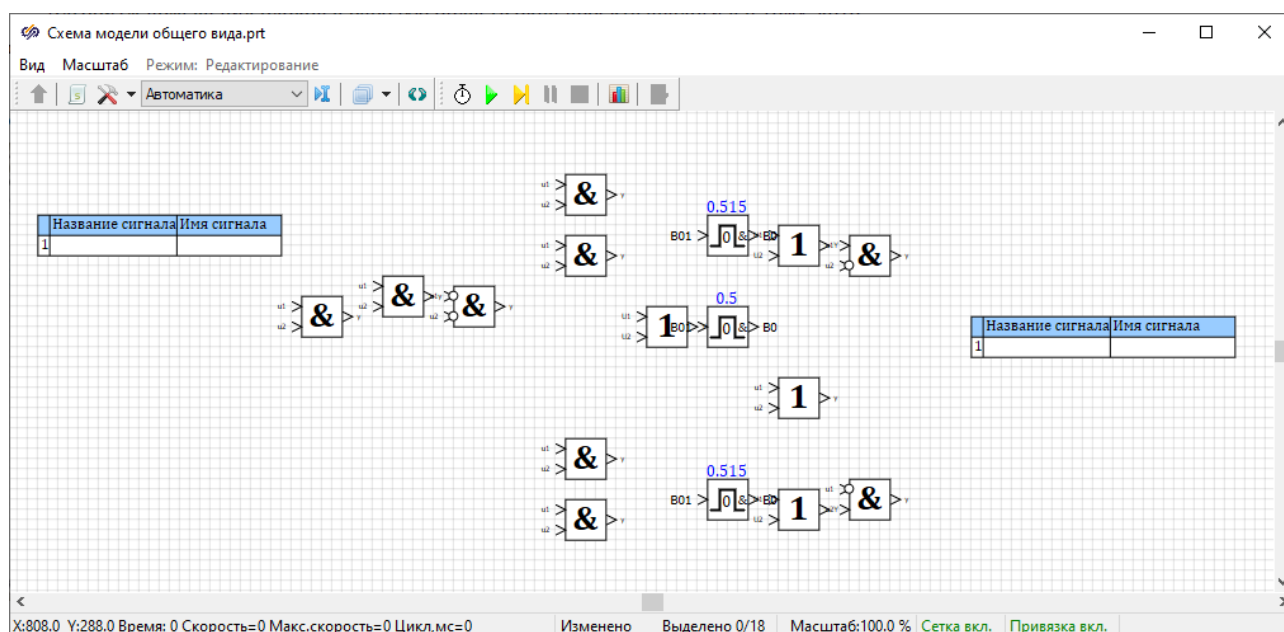


Рисунок 5.4.1. Вид рабочей области окна проекта после добавления блоков.

Как видно из рисунка, некоторые логические элементы отличаются от стандартных, поэтому перед соединением элементов сначала необходимо задать параметры некоторых логических элементов, а также задать список сигналов, который необходимо получить из базы сигналов и список сигналов, записываемых в базу.

5.5 Задание свойств блоков модели алгоритма управления

Для увеличения количества портов блока логической операции зайдите в свойства блока, вкладка «**Свойства**» и укажите нужное количество портов (Рисунок 5.5.1).

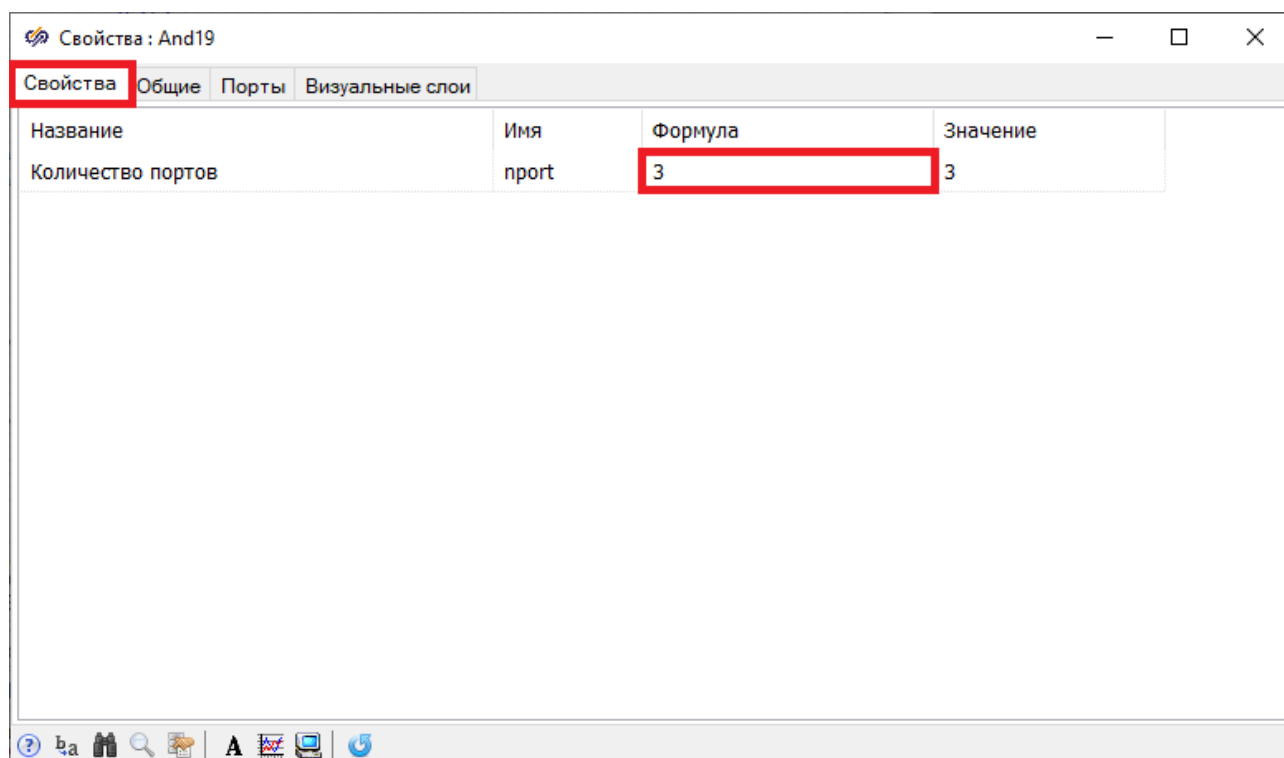


Рисунок 5.5.1. Количество портов логического блока.

Если необходим порт с инверсией сигнала (можно применять вместо оператора «**НЕ**»), зайдите в свойства блока, вкладка «**Порты**» выделите нужный порт и укажите «**Вид порта**» - «**Инверсия**» (Рисунок 5.5.2).

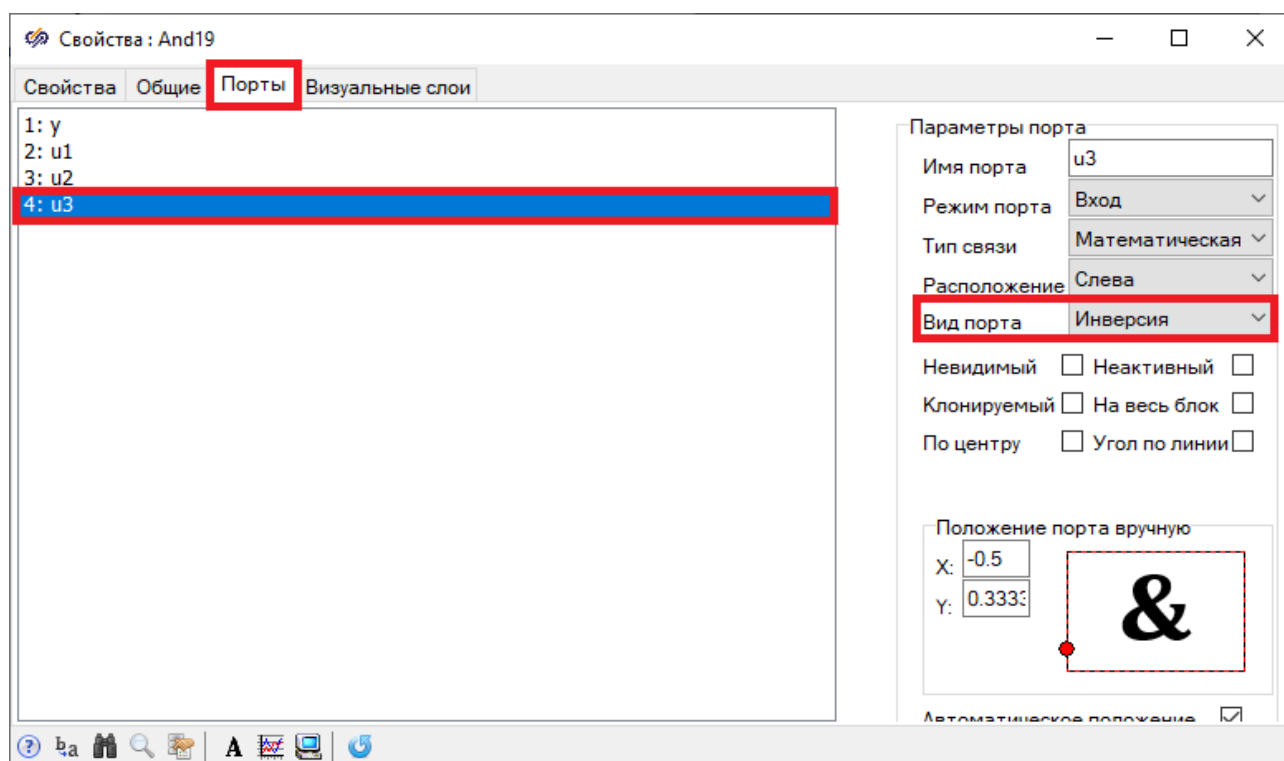


Рисунок 5.5.2. Задание инверсивного порта для логических блоков.

Для блоков «**Импульс**» в соответствии с (Рисунок 5.4.1) установить «**Длительность импульса**» равную 0.5 на вкладке «**Свойства**» (Рисунок 5.5.3), для двух других блоков равную 0.515.

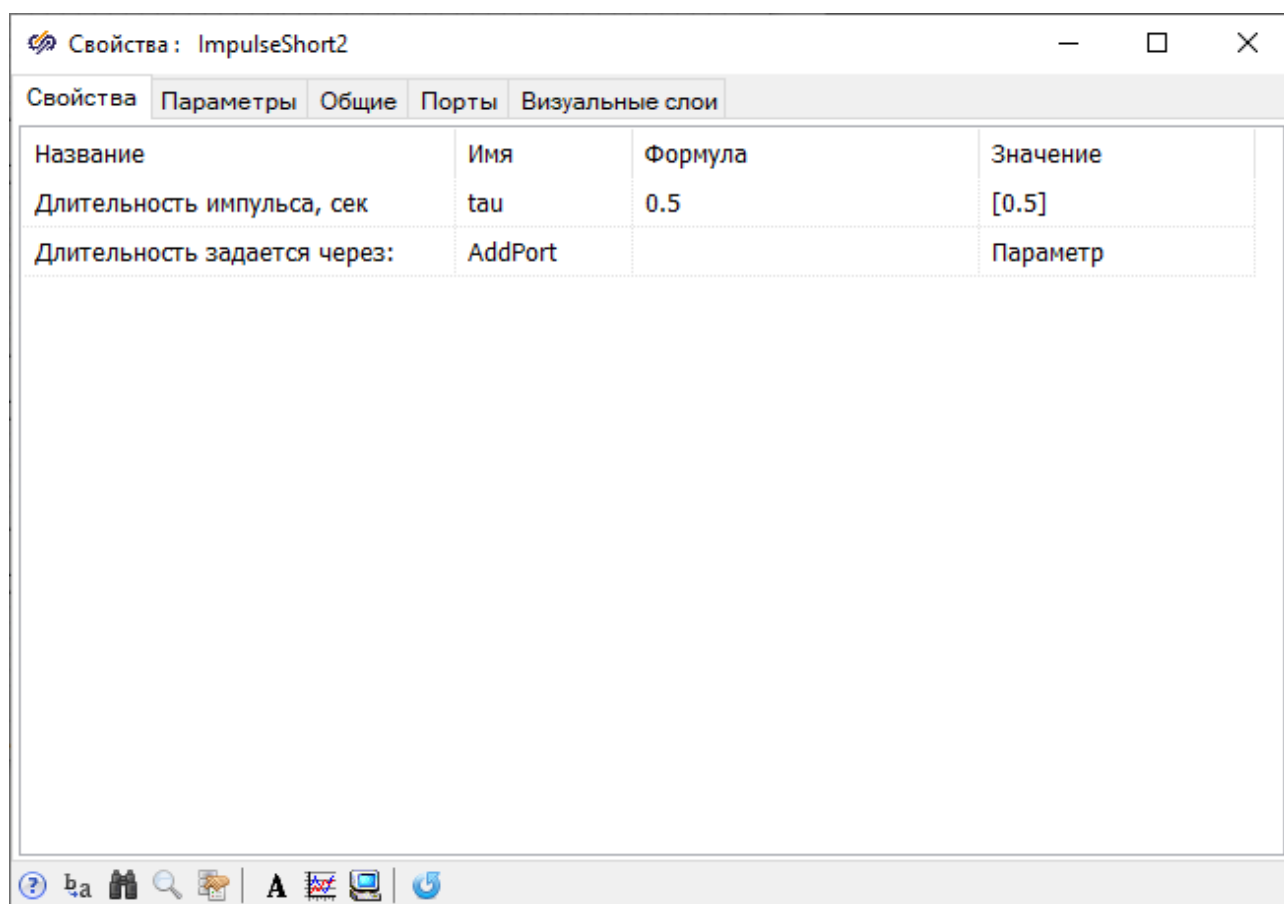


Рисунок 5.5.3. Окно «Свойства» для блока «Импульс».

5.6 Связь блоков «Вход алгоритма» и «Выход алгоритма» с переменными базы данных

Блок «**Вход алгоритма**» осуществляет передачу значений переменных из базы данных в модель алгоритма управления, блок «**Выход алгоритма**» осуществляет передачу значений переменных из модели алгоритма управления переменным в базе данных.

Для создания списка сигналов, которые нужно получить из базы выполните следующие действия:

- 1) Выделите на схеме блок «**Вход алгоритма**» и вызовите для него окно редактора списка сигналов двойным нажатием левой кнопки мыши (Рисунок 5.6.1).

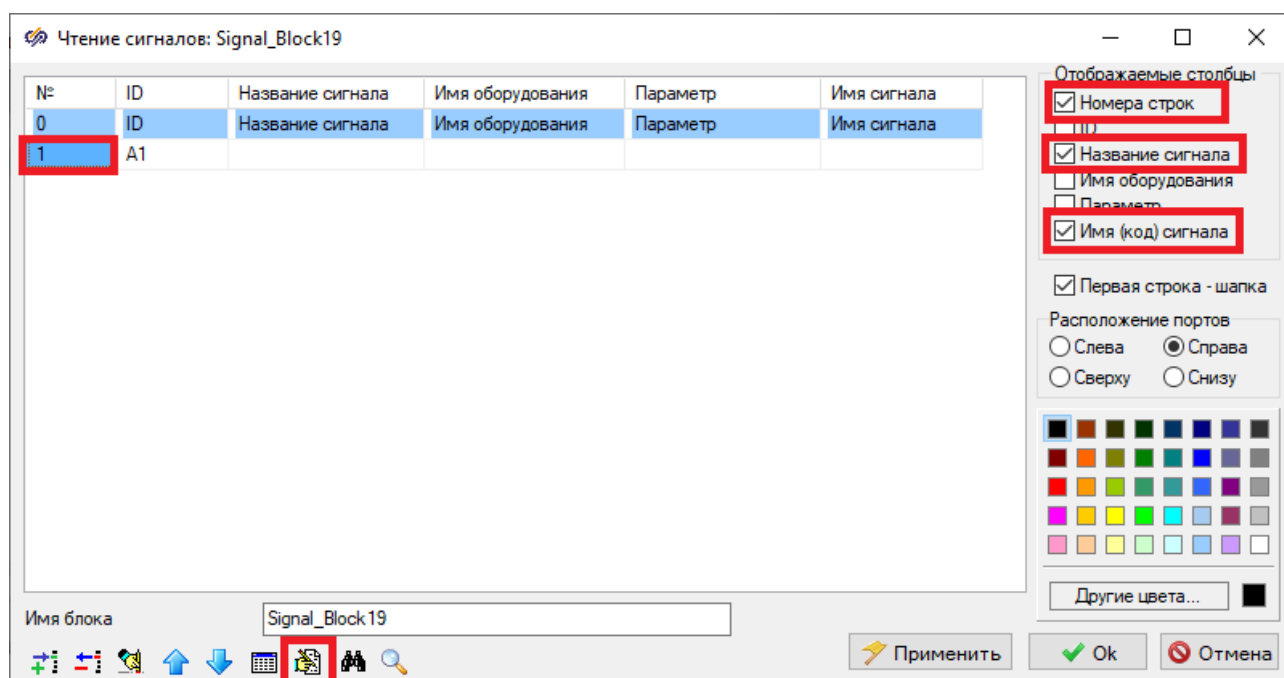


Рисунок 5.6.1. Окно редактора списка сигналов для блока «Вход алгоритма».

- 2) В зоне «Отображаемые столбцы» укажите «Номера строк», «Название сигнала» и «Имя (код) сигнала».
- 3) Нажмите левой кнопкой мыши на первую строку, чтобы заполнение началось именно с неё.
- 4) Нажмите на кнопку «Заполнить выделенное из базы». При нажатии на эту кнопку происходит вызов окна редактора базы данных. При этом в окне редактора на вкладке «Редактор» появляется еще одна область – «Выбранные данные» (Рисунок 5.6.2).

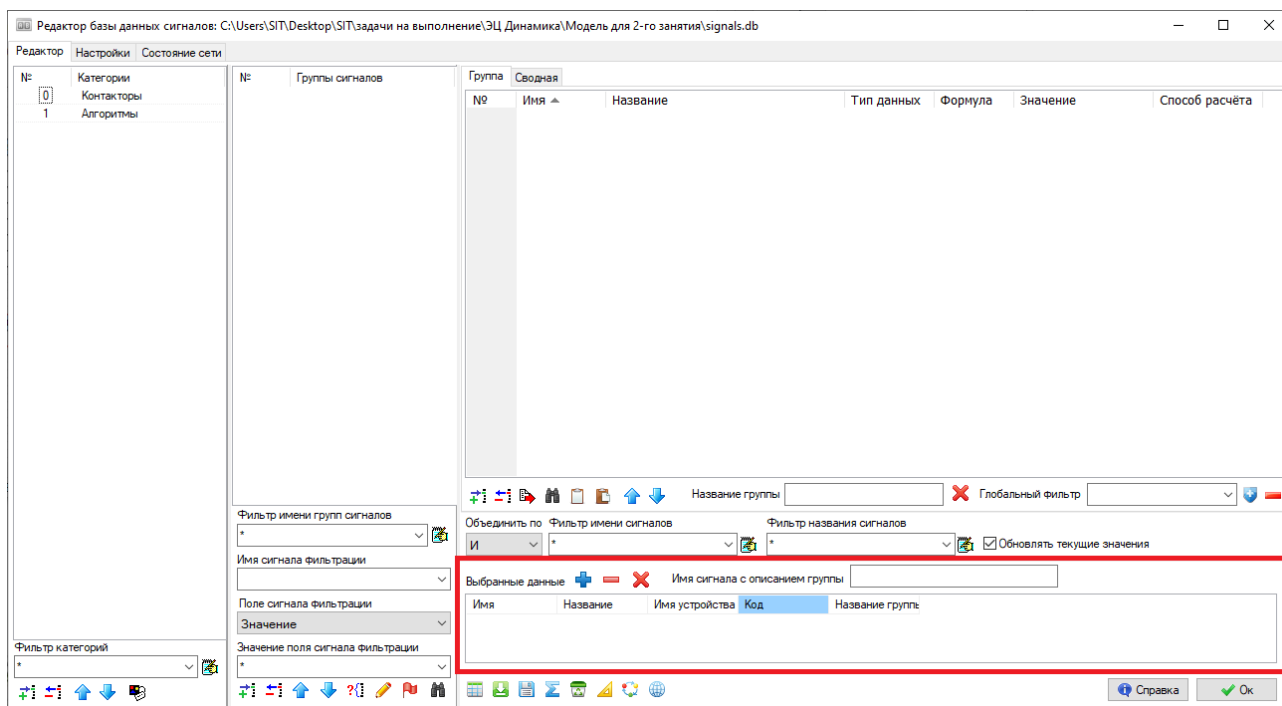


Рисунок 5.6.2. Редактор базы данных с областью «Выбранные данные».

5) В окне редактора последовательно выберите (Рисунок 5.6.3):

- Категорию «Алгоритмы».
- Группу сигналов «Revers».
- Сигнал с именем «YB01».
- Название сигнала «Стоп».

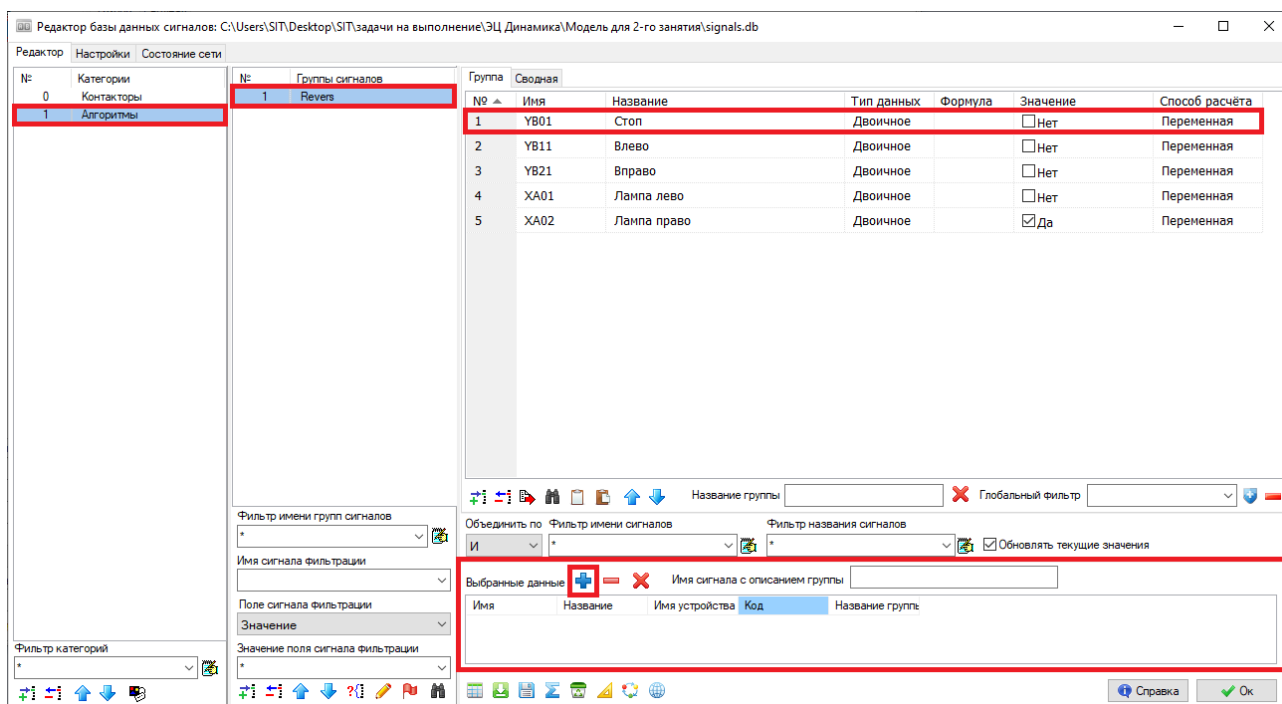


Рисунок 5.6.3. Редактор базы данных с выбранной категорией «Алгоритмы», группой сигналов «Revers» и сигналом «YB01» для формирования имени переменной и областью «Выбранные данные».

6) Нажмите кнопку «Добавить» в области «**Выбранные данные**» (Рисунок 5.6.3).

Для выбранного сигнала сформируется имя переменной (для данной имя переменной будет **Revers_YB01**) (Рисунок 5.6.4).

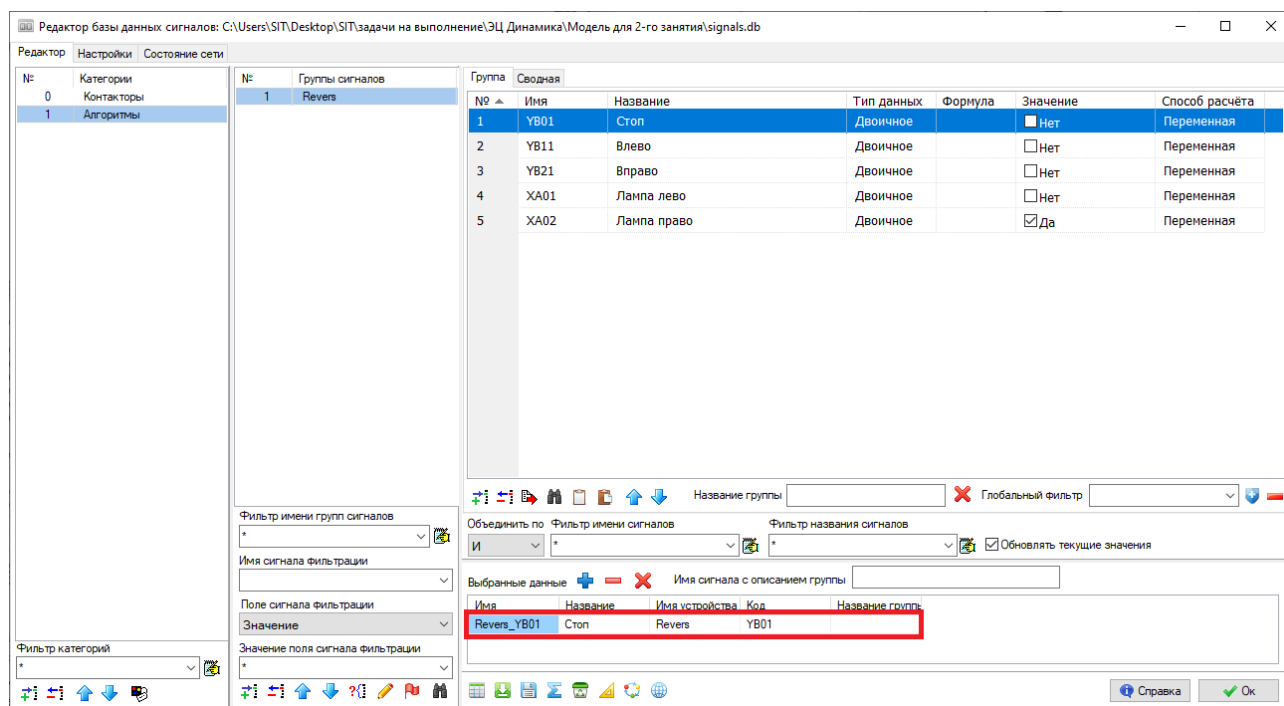


Рисунок 5.6.4. Редактор базы данных со сформированным именем переменной **Revers_YB01** в области «**Выбранные данные**».

7) Аналогичным образом добавьте следующие переменные:

- **Revers_YB11;**
- **Revers_YB21;**
- **KM1_XB01;**
- **KM2_XB01;**
- **KM3_XB01;**
- **KM4_XB01;**

В результате получится список выбранных переменных (Рисунок 5.6.5).

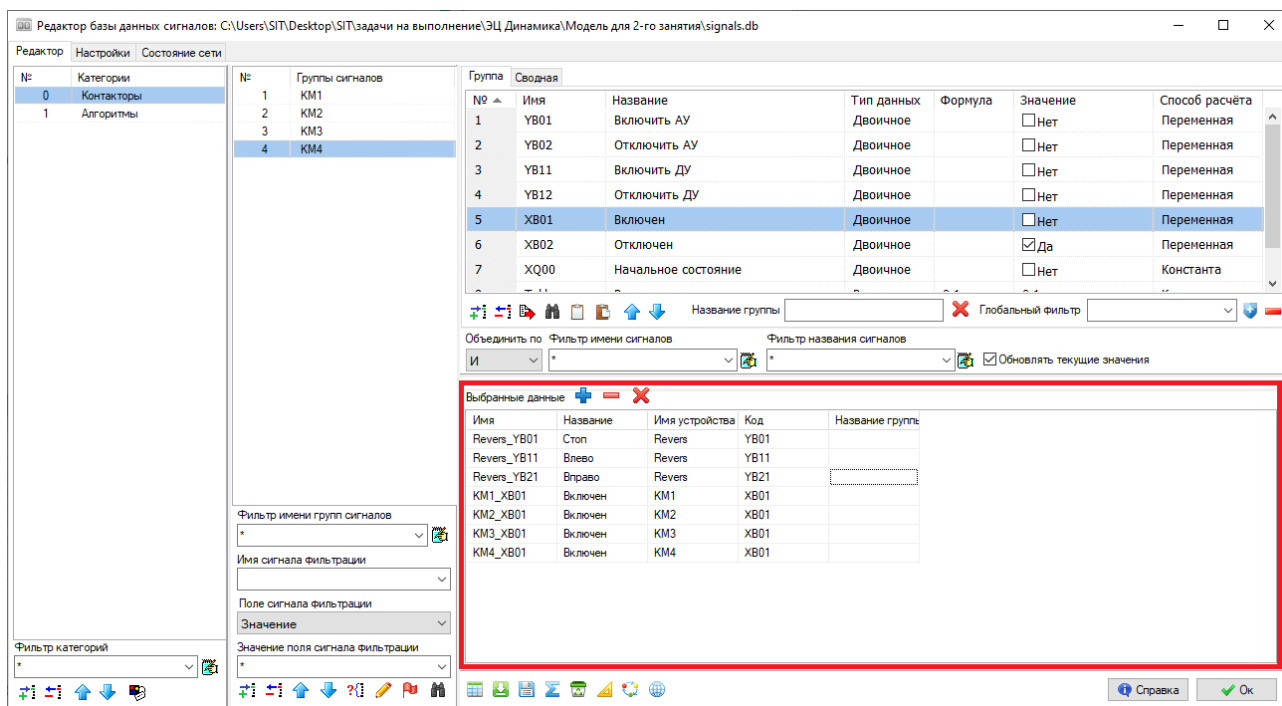


Рисунок 5.6.5. Список выбранных переменных в редакторе базы сигналов.

- 8) Нажмите на кнопку «**Ok**». После нажатия редактор базы сигналов закрывается, а окно редактора списка сигналов блока «**Вход алгоритма**» приобретает вид, как показано ниже (Рисунок 5.6.7).

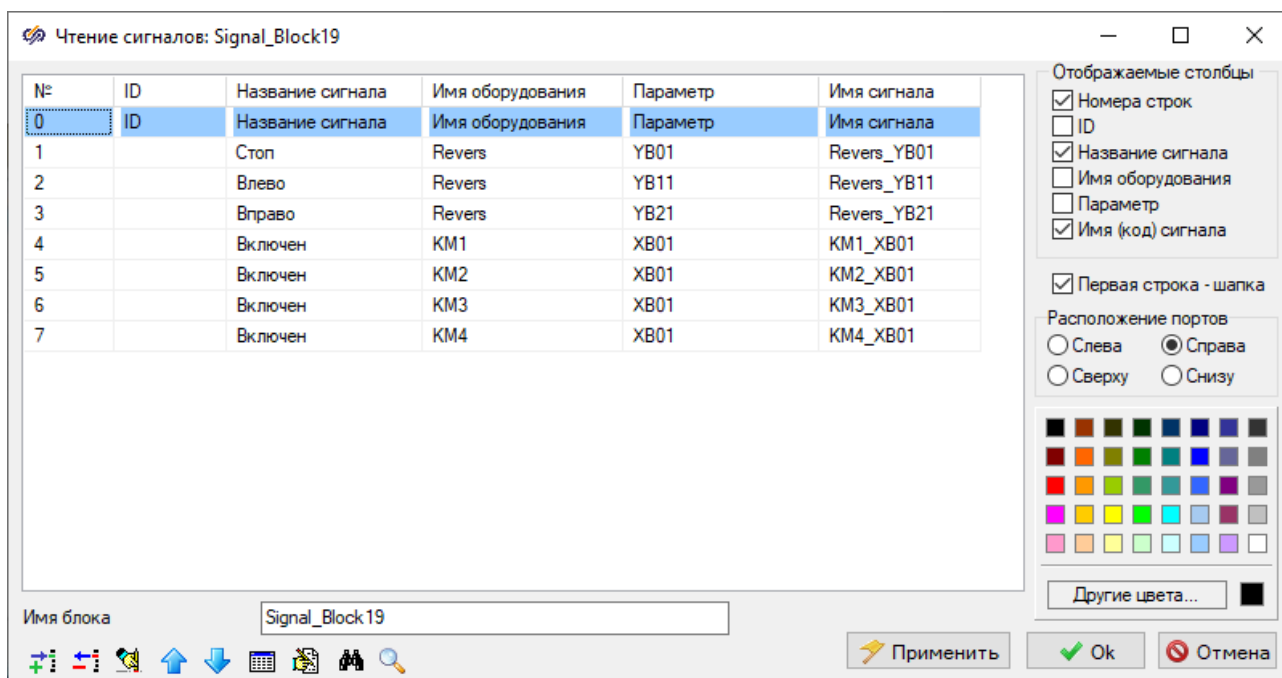


Рисунок 5.6.7. Список переменных блока «Вход алгоритма».

- 9) Сохраните изменения, нажатием на кнопку «**Ok**».

После этого блок «**Вход алгоритма**» на расчетной схеме изменит свой вид, отображая имена сигналов, и порты выхода для подключения к ним (Рисунок 5.6.8).

	Название сигнала	Имя сигнала	
1	Стоп	Revers_YB01	➤
2	Влево	Revers_YB11	➤
3	Вправо	Revers_YB21	➤
4	Включен	KM1_XB01	➤
5	Включен	KM2_XB01	➤
6	Включен	KM3_XB01	➤
7	Включен	KM4_XB01	➤

Рисунок 5.6.8. Блок «**Вход алгоритма**» на расчетной схеме.

Аналогичным образом добавьте сигналы, в которые будут записываться переменные для блока «**Выход алгоритма**». Блок на схеме приобретет следующий вид (Рисунок 5.6.9):

	Название сигнала	Имя сигнала	
> 1	Включить АУ	KM1_YB01	
> 2	Отключить АУ	KM1_YB02	
> 3	Включить АУ	KM2_YB01	
> 4	Отключить АУ	KM2_YB02	
> 5	Включить АУ	KM3_YB01	
> 6	Отключить АУ	KM3_YB02	
> 7	Включить АУ	KM4_YB01	
> 8	Отключить АУ	KM4_YB02	
> 9	Лампа лево	Revers_XA01	
> 10	Лампа право	Revers_XA02	

Рисунок 5.6.9. Блок «**Выход алгоритма**» на расчетной схеме.

После внесения изменения соедините входы и выходы блоков как показано на рисунке ниже (Рисунок 5.6.10).

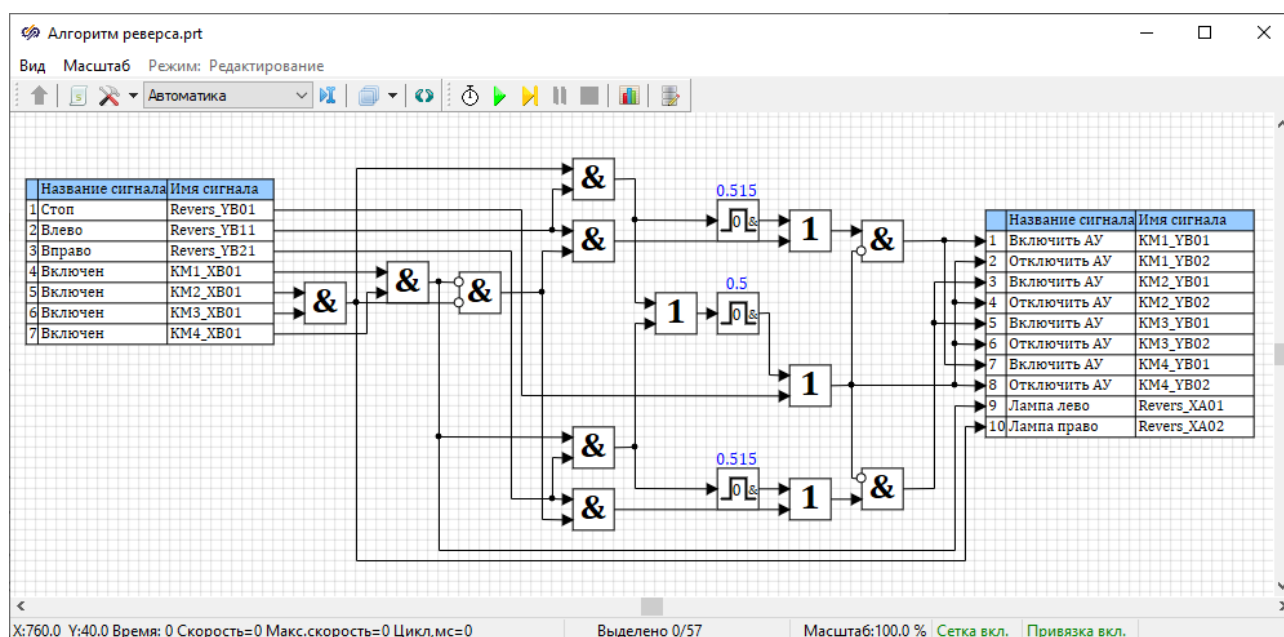


Рисунок 5.6.10. Окончательный вид окна проекта с реализованным алгоритмом.

После внесения изменений выполните сохранение текущего проекта, нажав кнопку «**Сохранить проект**» в главном окне программы.

5.7 Настройка параметров расчета проекта

Перед запуском модели алгоритма управления необходимо изменить значения параметров расчета проекта, так как значения, заданные по умолчанию, не подходят для дальнейшей работы.

Для изменения параметров расчета проекта сделайте следующие шаги:

- 1) В окне проекта на панели кнопок нажмите на кнопку «**Параметры расчёта**».
- 2) В появившемся окне параметров проекта на вкладке «**Параметры расчета**» установите новые значения параметров (Рисунок 5.7.1):
 - Минимальный шаг – h_{min} – 0.01.
 - Максимальный шаг – h_{max} – 0.01.
 - Метод интегрирования – $intmet$ – Эйлера.
 - Конечное время расчета – $EndTime$ – $1e9$.

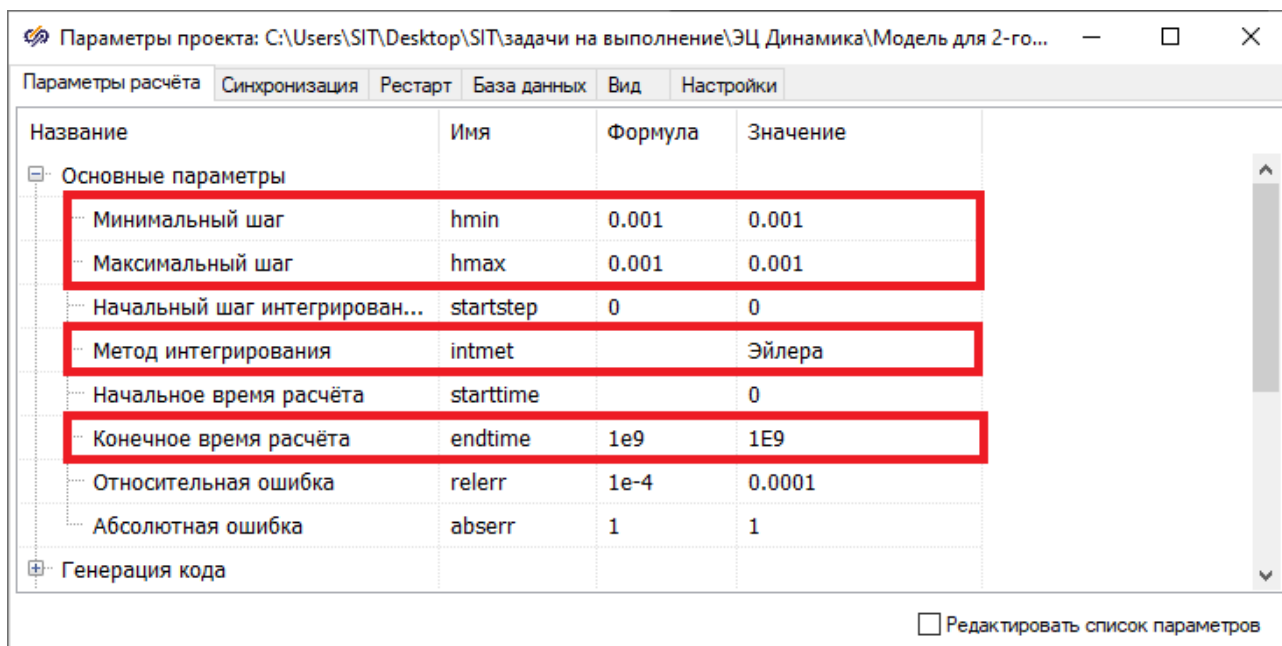


Рисунок 5.7.1. Окно «**Параметры проекта**» – вкладка «**Параметры расчёта**».

3) Перейдите на вкладку «**Синхронизация**» и активируйте пункт «**Синхронизировать с реальным временем**» (Рисунок 5.7.2).

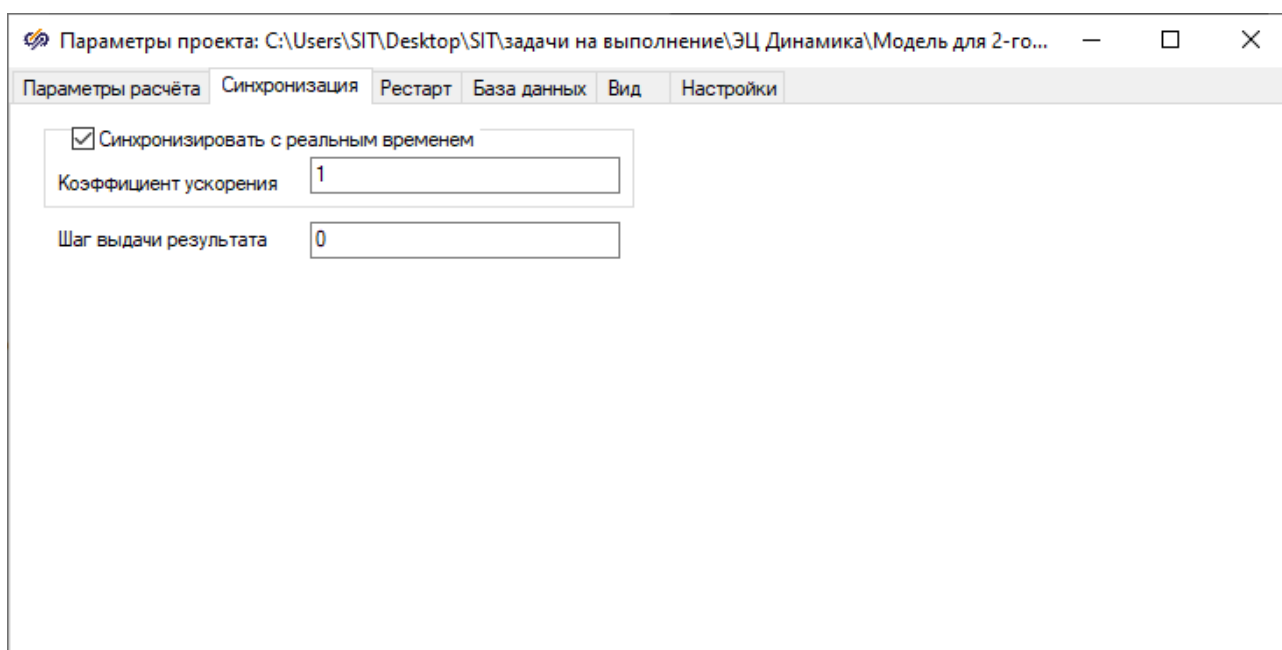


Рисунок 5.7.2. Окно «**Параметры проекта**» – вкладка «**Синхронизация**» – активация пункта «**Синхронизировать с реальным временем**».

Перед тем, как приступить к выполнению следующего пункта данного упражнения, выполните сохранение текущего проекта, нажав кнопку «**Сохранить проект**» в главном окне программы.

5.8 Запуск расчета, проверка работы модели и обмена значениями переменных с базой данных сигналов

Запустим созданную нами модель на расчет:

- 1) Нажмите на кнопку **«Инициализация»**.
- 2) Если все прошло без ошибок, то в нижней части окна проекта в строке отображения расчетной информации появится сообщение о готовности проекта к старту: **Старт Время 0** (Рисунок 5.8.1).

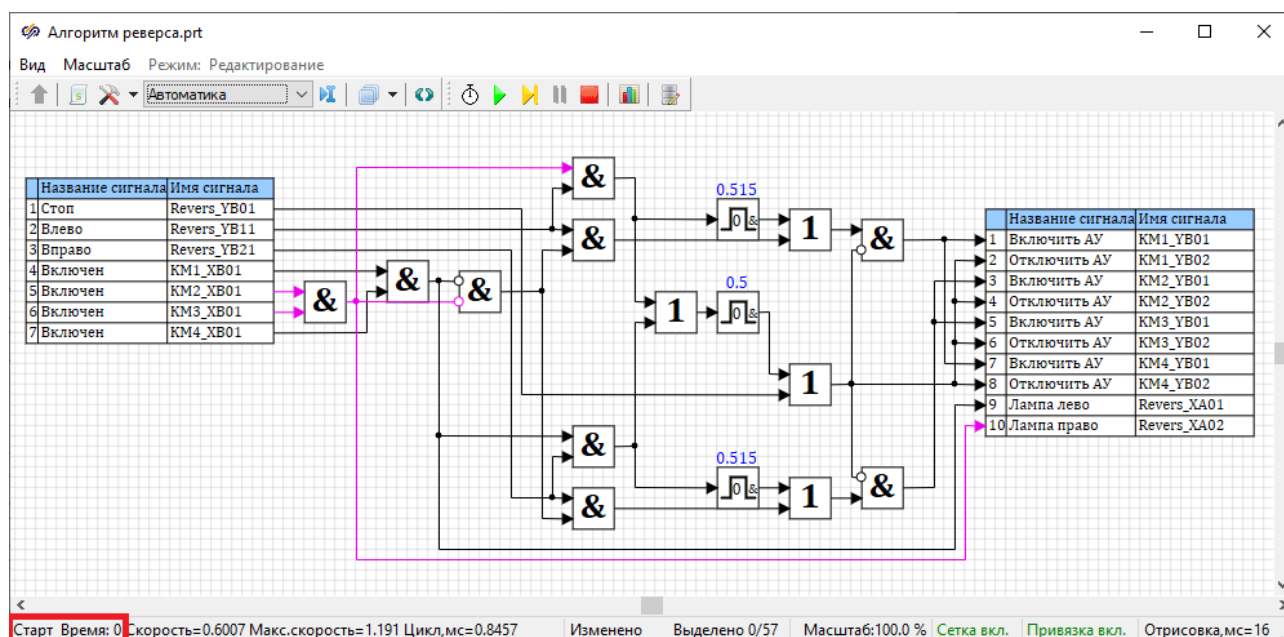


Рисунок 5.8.1. Окно **«Параметры проекта»** – вкладка **«Синхронизация»** – активация пункта **«Синхронизировать с реальным временем»**.

- 3) Нажмите на кнопку **«Пуск»**, в результате чего в строке отображения расчетной информации начнет изменяться время расчета, а на схеме будут меняться значения параметров блоков.
- 4) Остановите расчет модели нажатием на кнопку **«Стоп»**.

С помощью кнопки **«Показать значения на линиях связи»** активируйте режим отображения значений на линиях связи. Нажмите на данную кнопку, в результате чего будут отображены текущие значения, которые передаются по линиям связи между блоками (Рисунок 5.8.2).

Когда отображение значений активировано, кнопка **«Показать значения на линиях связи»** меняет свое отображение на и имя на **«Скрыть значения на линиях связи»**.

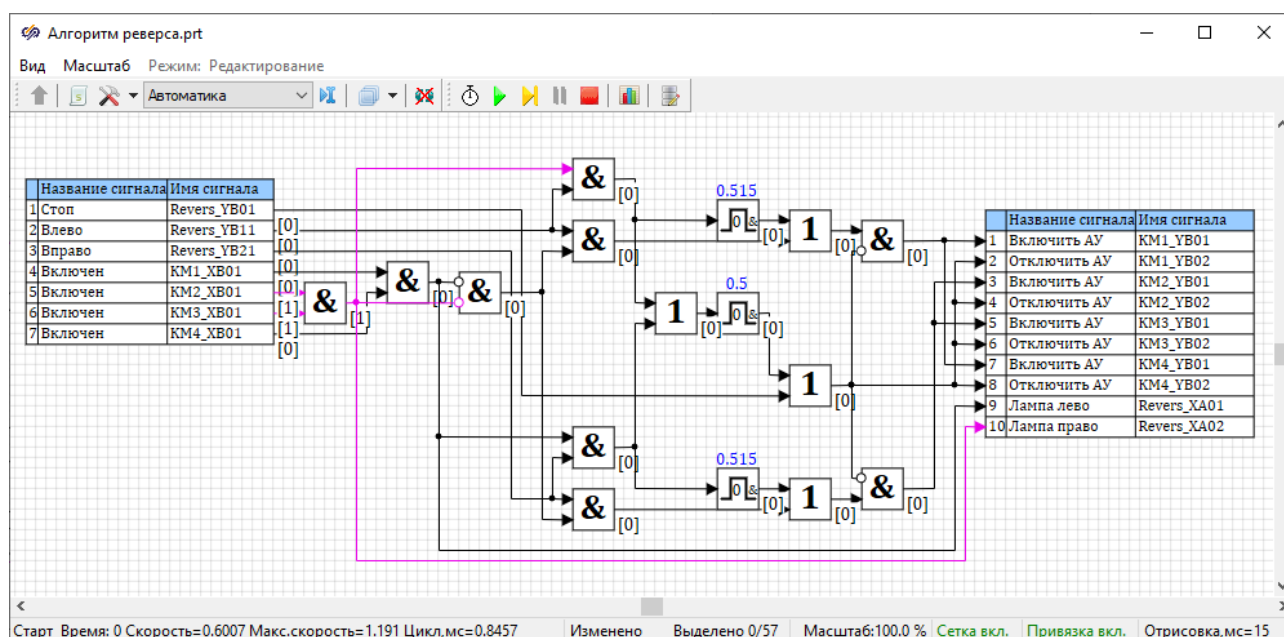


Рисунок 5.8.2. Окно проекта с активированным режимом «Показать значения на линиях связи».

Произведем проверку работы модели, а также протестируем обмен значениями расчетных переменных между моделью и подключенной к проекту базой данных. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- 5) Откройте редактор базы данных и активируйте пункт «**Обновлять текущие значения**».

Данный пункт активирует режим обновления значений переменных, находящихся в базе данных, на каждом расчетном шаге (Рисунок 5.8.3). После активации данного пункта в окне редактора для тех переменных, которые в ячейке «**Текущее значение**» на каждом расчетном шаге будет отображаться актуальное значение данной переменной. Ячейка «**Значение**» для тех переменных, которые задействованы в расчете какой-либо модели в одном или нескольких проектах, в режиме расчета будут обведены красной рамкой.

- 6) Не закрывая окна редактора базы данных, запустите расчет модели и убедитесь, что состояние сигналов в базе соответствует состоянию сигналов в схема алгоритма. В данном примере первоначально все сигналы установлены в логический ноль.

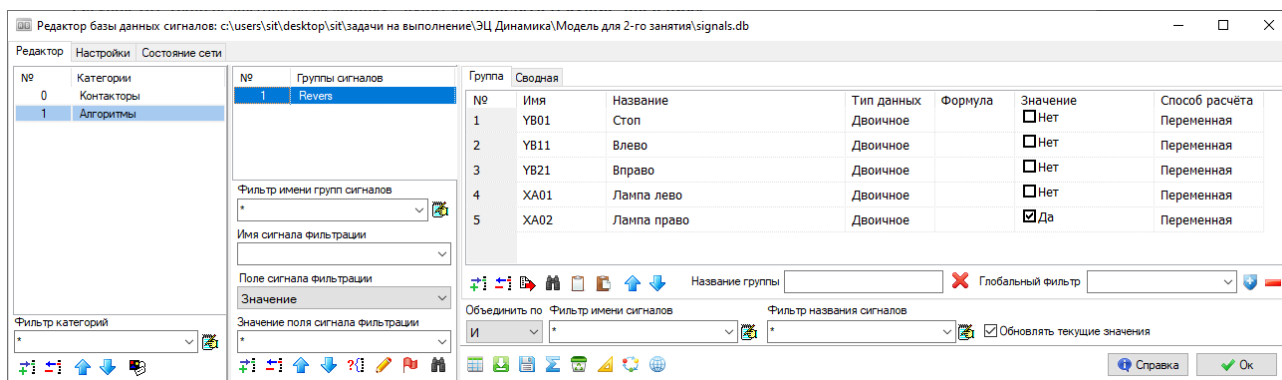


Рисунок 5.8.3. Окно редактора базы данных – пункт «Обновлять текущие значения».

- 7) Измените значения сигнала **Revers_YB01** прямо в базе на логическую единицу (Рисунок 5.8.4).

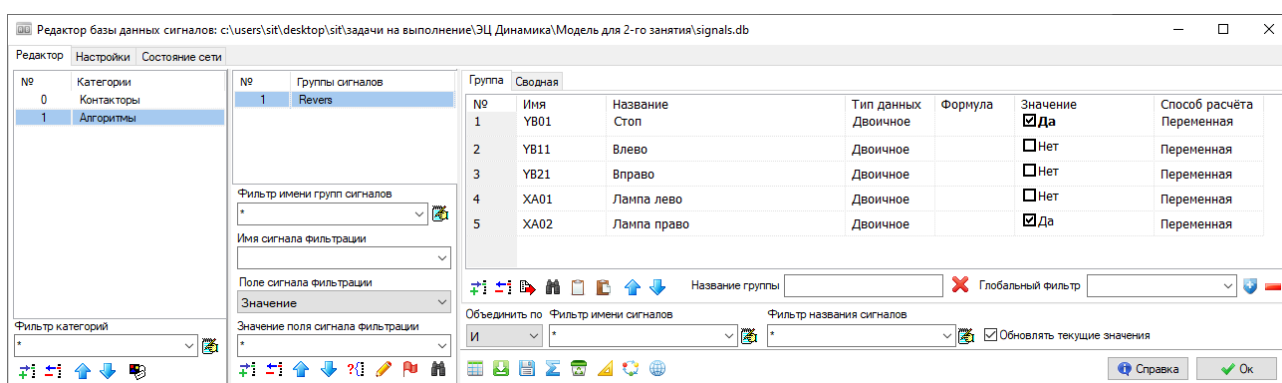


Рисунок 5.8.4. Изменение значения переменной **Revers_YB01** в редакторе базы данных.

- 8) Пронаблюдайте за изменением значения переменной **Revers_YB01** в окне проекта (Рисунок 5.8.5). На входе алгоритма должна появиться логическая 1 от команды «Стоп» и проходить до выхода из алгоритма на команды отключения всех контакторов.

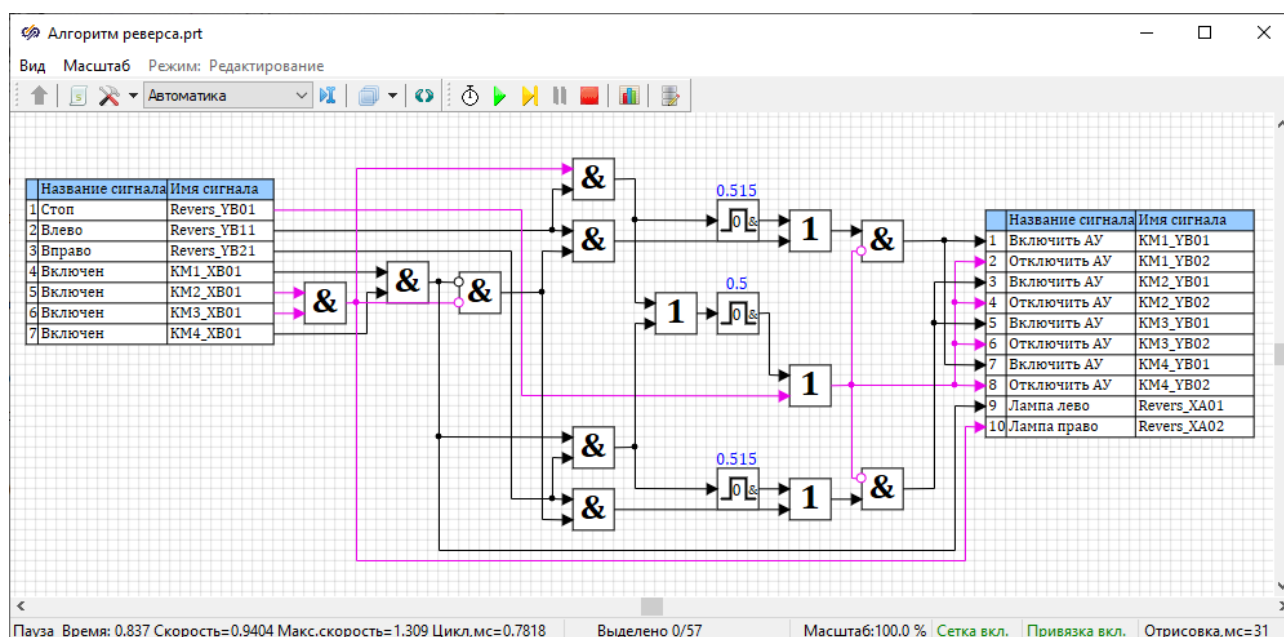


Рисунок 5.8.5. Изменение значения сигнала **Revers_YB01**.

- 9) Если у вас при моделировании получились такие же реакции модели алгоритмов управления, то завершите расчет проекта нажатием на кнопку **«Стоп»**.
- 10) Выполните сохранение текущего проекта, нажав кнопку **«Сохранить проект»** в главном окне программы.

Если при выполнении данного пункта текущего упражнения после нажатия на кнопку **«Инициализация»** в строке отображения расчетной информации появились записи о предупреждениях или ошибках, значит где-то были допущены ошибки, и необходимо понять с чем они связаны: **для поиска ошибок можно воспользоваться строкой отображения расчетной информации.**

6 Создание комплексной модели

6.1 Введение к упражнению

В данном упражнении будет рассмотрена работа с пакетом проектов SimInTech: будет создан новый пакет проектов;

- будет показан механизм **добавления существующих проектов в пакет** и показаны **инструменты работы с проектами в пакете**;
- будут осуществлено **задание базовых настроек пакета проектов**;
- будет осуществлен **расчет комплексной модели**, созданной с помощью пакета проектов.

Комплексная модель – это детальная модель какого-либо объекта, которую можно разложить на определенное количество простых моделей в зависимости от степени

детализации. Комплексная модель может быть сформирована из математических моделей, который могут быть рассчитаны как одним и тем же решателем, так и разными решателями, как встроенными в SimInTech, так и являющимися сторонними расчетными кодами или другими расчетными программами.

Комплексная модель позволяет производить совместный синхронный расчет составляющих ее проектов. **Расчет комплексной модели** может быть произведен как на локальном компьютере пользователя (**локальный расчет комплексной модели**), так и может быть распределен на несколько разных компьютеров с реализацией обмена значениями расчетных переменных по локальной сети (**распределенный расчет комплексной модели**). Для обмена значениями расчетных переменных между моделями, как правило, используется общая база данных сигналов, подключенная к проектам с моделями.

6.2 Создание пакета и добавление проектов в него

В процессе выполнения предыдущих упражнений были созданы два проекта с общей базой данных сигналов:

- проект «**Схема электрическая 1.prt**»;
- проект «**Алгоритм реверса.prt**».

Данные проекты используют базу данных сигналов с именем «**signals.db**».

С помощью пакета проектов объединим два эти проекта в комплексную модель.

Для создания пакета проектов выполните следующие действия:

- 1) В главном окне SimInTech на панели кнопок выберите кнопку «**Новый проект**».
- 2) В выпадающем меню выберите пункт «**Пакет**» (Рисунок 6.2.1).

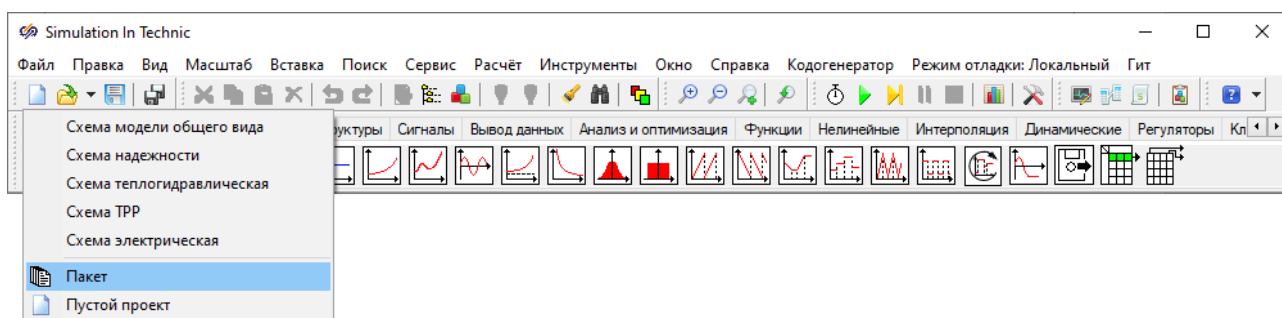


Рисунок 6.2.1. Меню создания нового пакета проектов.

Перед вами появится новое окно «**Пакет проектов**», которое служит для создания, редактирования, настройки и управления расчетом комплексной математической модели (Рисунок 6.2.2).

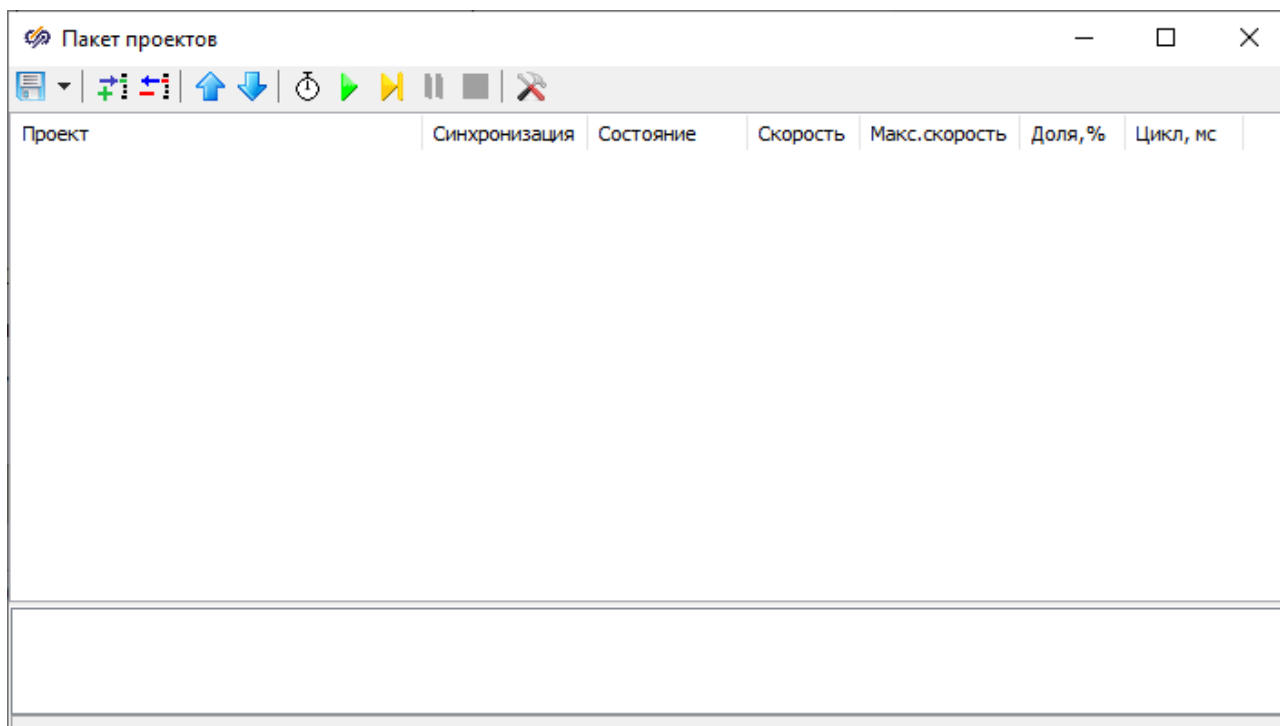


Рисунок 6.2.2. Окно пакета проектов.

- 3) Нажмите на кнопку **«Сохранить пакет»**, сохраните пакет под именем **«Пакет 1.pak»** в той же директории, в которой расположены файлы **«Схема теплогидравлики 1.prt»** и **«Схема общая 1.prt»**.
- 4) В появившемся окне сохранения проекта в поле **«Имя файла»** измените имя проекта на **«Пакет 1»** и нажмите на кнопку **«Сохранить»**.
- 5) После того, как сохранение пакета было произведено, обратите внимание, что заголовок окна пакета изменится в соответствии с заданным при сохранении именем.

Окно **«Пакет проектов»** можно разделить на три области (Рисунок 6.2.3):

- 1 область – **панель кнопок**. В данной области содержатся кнопки для сохранения файла пакета проектов, добавления, удаления и расположения проектов в списке, управления расчетом и настройки пакета.
- 2 область – **список проектов**. В данной области выводится список проектов, которые добавлены в пакет, а также присутствуют инструменты управления проектами.
- 3 область – **окно сообщений**. В данной области отображаются диагностические сообщения о загрузке проектов, входящих в пакет, их инициализации, расчете пакета, загрузке/сохранение рестартов, остановке пакета проектов и пр.

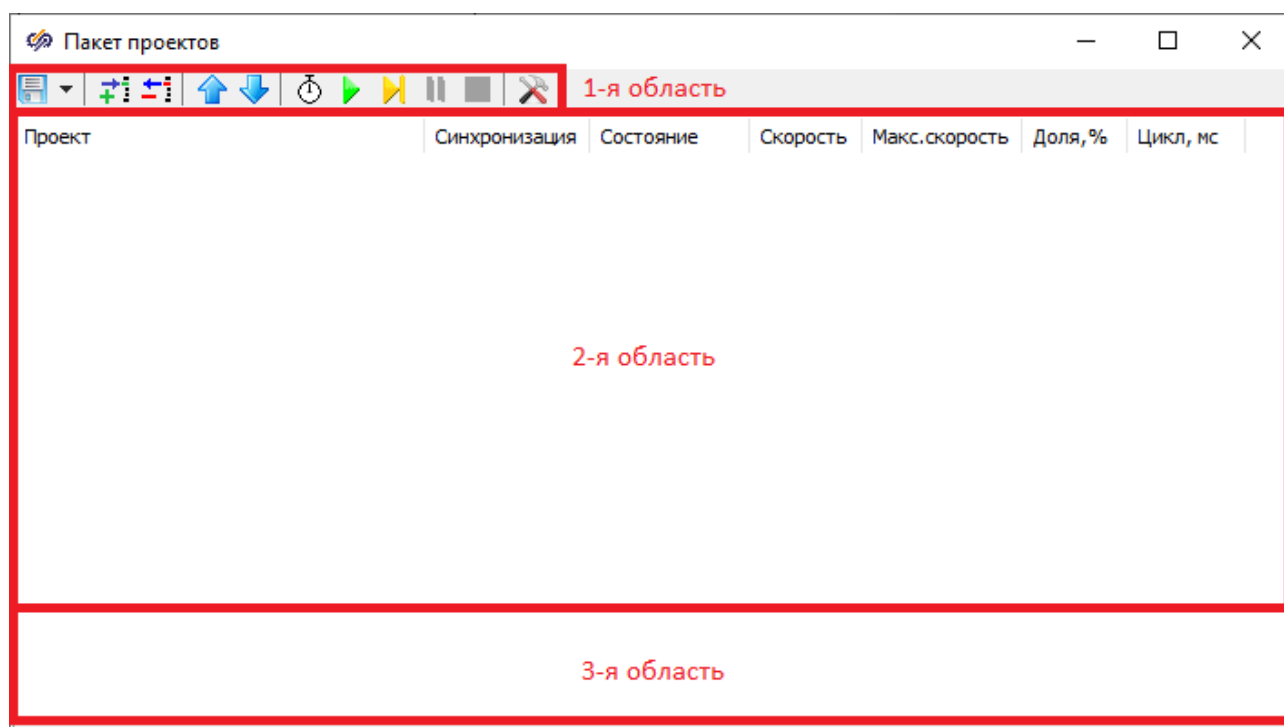


Рисунок 6.2.3. Области окна пакета проектов.

Панель кнопок содержит следующие кнопки:

- **Сохранить пакет** – открывает окно сохранения пакета проектов. Пакет проектов сохраняется в файл с расширением pak.
- **Добавить проект** – открывает окно выбора проекта для добавления в пакет проектов.
- **Удалить проект** – удаляет выбранный в списке проект из списка проектов.
- **Переместить вверх** – перемещает выбранный пользователем в списке проект на одну позицию выше.
- **Переместить вниз** – перемещает выбранный пользователем в списке проект на одну позицию ниже.
- **Инициализировать все** – инициализирует все проекты, которые входят в пакет проектов и которые.
- **Запустить все** – инициализирует все проекты, входящие в пакет проектов, и сразу пускает расчет этих проектов.
- **Сделать шаг** – все проекты, входящие в пакет проектов, делают один расчетный шаг с величиной, определяемой по модели с наименьшим расчетным шагом.
- **Пауза** – приостанавливает расчет всех проектов, входящих в пакет проектов.
- **Остановить все** – останавливает расчет всех проектов, входящих в пакет проектов.

- **Настройки пакета** – кнопка доступа к окну изменения расчетных параметров пакета.

Добавим в пакет проектов ранее созданные в предыдущих упражнениях проекты **Схема электрическая 1.prt** и **Алгоритм реверса.prt**, содержащие модель электрической схемы и модель алгоритма управления.

Для этого выполните следующие действия:

- 1) В окне пакета проектов нажмите на кнопку «**Добавить проект**».
- 2) В появившемся окне «**Добавление файла**» выберите нажатием левой кнопки мыши проект «**Схема электрическая 1.prt**», а затем нажмите на кнопку «**Открыть**».

При добавлении проекта в пакет проектов он будет автоматически открыт в SimInTech.

- 3) Аналогично добавьте в пакет проектов проект «**Алгоритм реверса.prt**».
- 4) Аналогично добавьте в пакет проектов проект «**Components.prt**», который выдается ведущим занятию.

Также можно добавить необходимые пользователю проекты в пакет проектов за один сеанс работы с окном «**Добавление файла**». Для этого необходимо осуществлять выбор проектов при зажатой клавише «**Ctrl**».

После добавления проектов окно «**Пакет проектов**» принимает следующий вид (Рисунок 6.2.4).

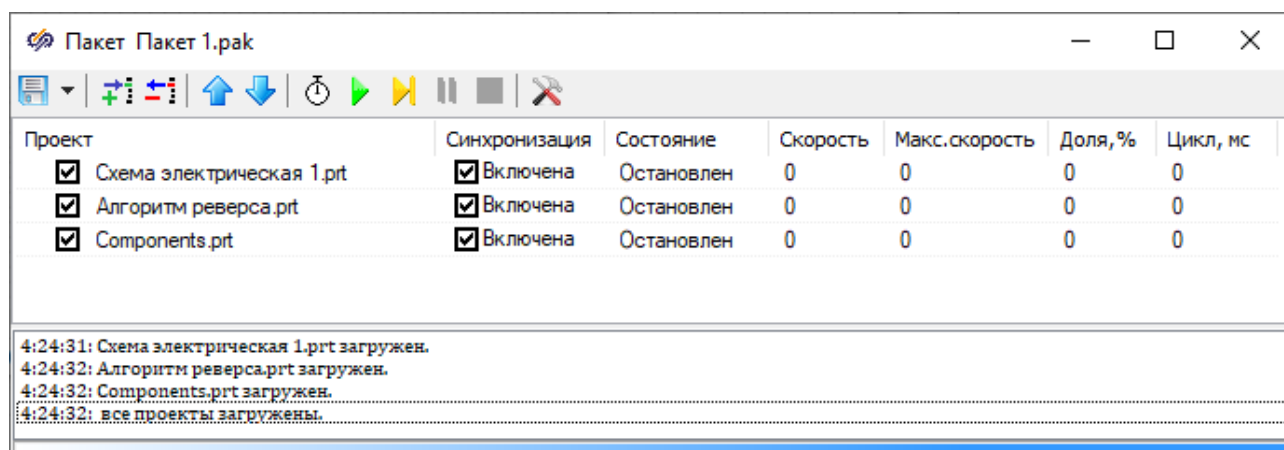


Рисунок 6.2.4. Окно пакета проектов после добавления проектов.

Перед тем, как приступить к следующему пункту данного упражнения, сохраните проект, используя кнопку «**Сохранить проект**» на панели кнопок главного окна.

6.3 Настройка пакета проектов

Для обеспечения синхронизации с реальным временем выполните следующие действия:

- 1) В окне пакета проектов на панели кнопок нажмите на кнопку **«Настройки пакета»**.
- 2) В появившемся окне **«Свойства пакета»** активируйте пункт **«Синхронизировать с реальным временем»** (Рисунок 6.3.1).

Если скорость работы пакета быстрее, чем режим реального времени (с учетом заданного коэффициента ускорения), то проект будет работать в режиме реального времени с заданным коэффициентом ускорения. Если скорость работы проекта медленнее режима реального времени (с учетом заданного коэффициента ускорения), то проект будет работать с максимально возможным коэффициентом ускорения.

Скорость работы пакета определяется в основном только самым медленным проектом так как используется распараллеливание вычислений по ядрам (потокам) процессора.

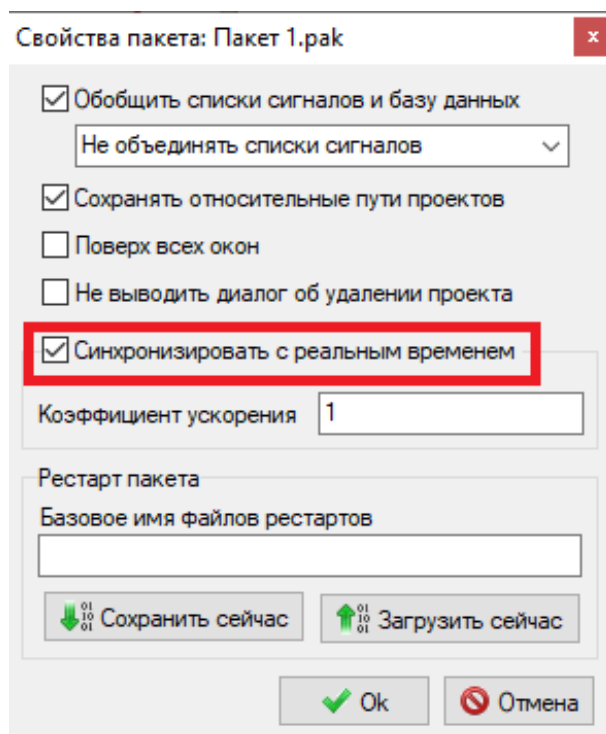


Рисунок 6.3.1. Окно **«Свойства пакета»** – Активация пункта **«Синхронизировать с реальным временем»**.

- 3) Сохраните изменения, внесенные в окно **«Свойства пакета»** нажатием на кнопку **«Ok»**.

Перед тем, как приступить к выполнению следующего пункта данного упражнения, выполните сохранение пакета проектов, нажав на кнопку **«Сохранить пакет»**.

6.4 Типовые блоки управления

Часто в электрических схемах применяется одностипное электрооборудование с одинаковой системой управления, например, выключатели. В этом случае целесообразно

выделить алгоритм управления выключателем в отдельный проект и в силу одинаковости алгоритма использовать векторную обработку сигналов от разных выключателей.

Ознакомимся с проектом «**Components.prt**». Для этого надо перейти в окно этого проекта. При значительном количестве проектов в пакете можно перейти в окно проекта выделив необходимый в окне пакета (Рисунок 6.4.1).

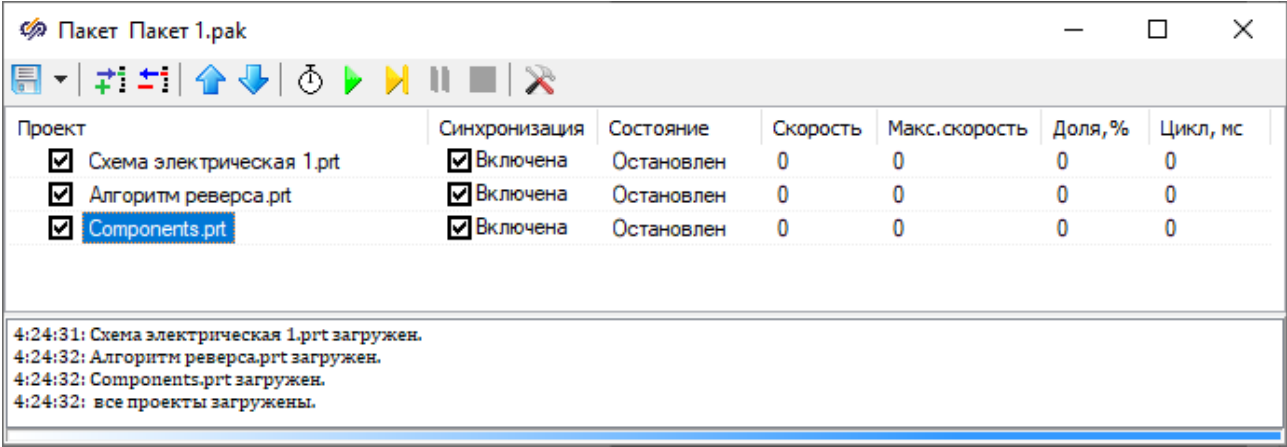


Рисунок 6.4.1. Выбор проекта в окне пакета.

Окно проекта «**Components.prt**» будет выглядеть как показано на рисунке ниже (Рисунок 6.4.2)

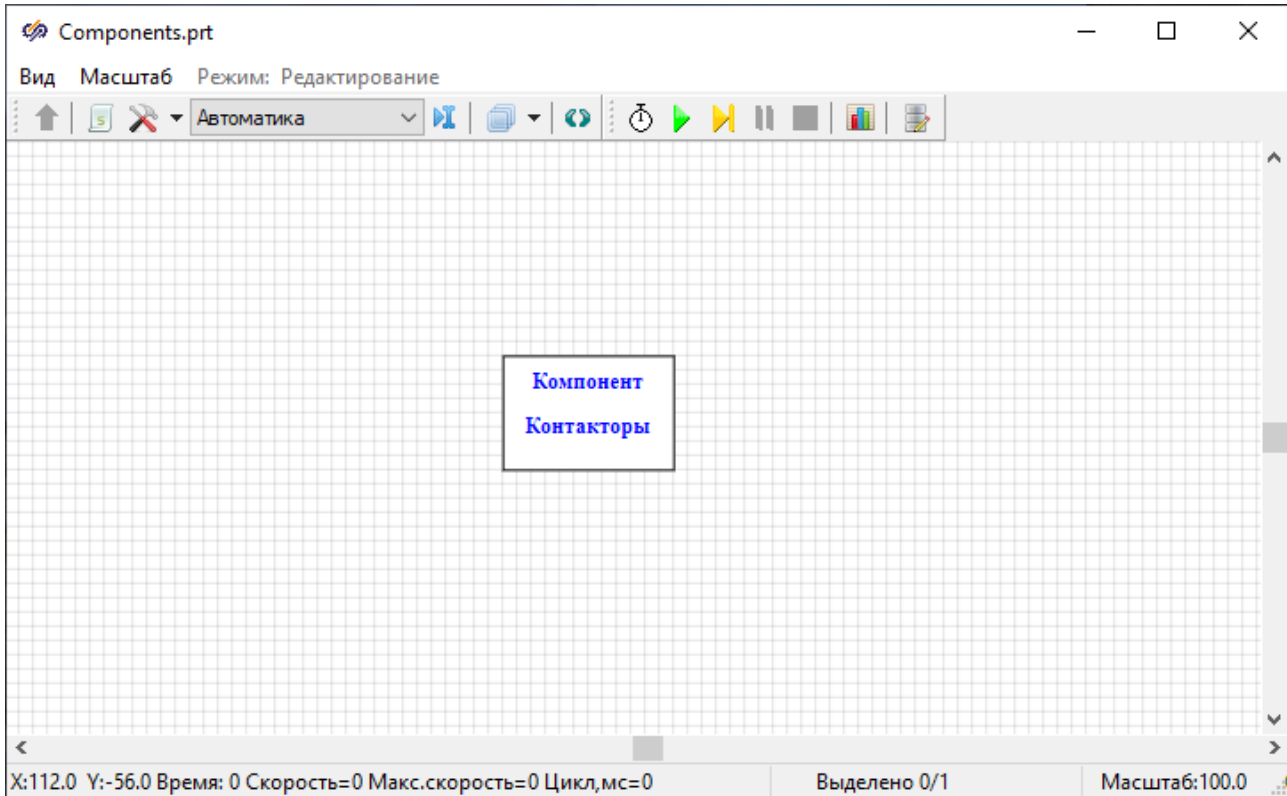


Рисунок 6.4.2. Проект «**Components.prt**».

Для просмотра алгоритма зайдите в субмодель «**Компонент Контактторы**». Внешний вид алгоритма представлен на рисунке (Рисунок 6.4.3).

Реализован простейший алгоритм, который принимает команды управления (**включить/отключить**) контактором от другого алгоритма или от дистанционного управления и запоминает текущее положение контактора (**включен/отключен**). Также реализуется возможные задержки в схеме управления при включении и отключении контактора.

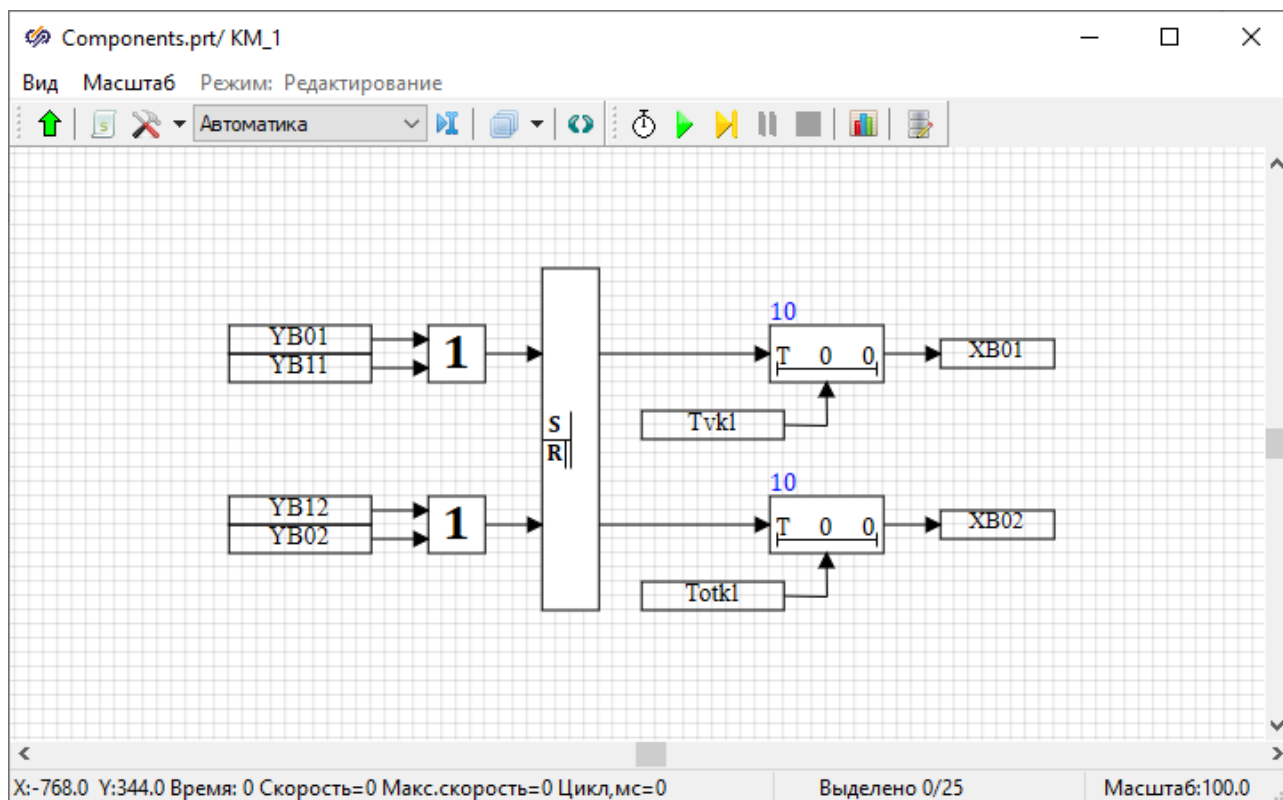


Рисунок 6.4.3. Алгоритм управления контактором в проекте «**Components.prt**».

Используя полученные ранее навыки, убедитесь, что проект «**Components.prt**» подключен к текущей базе сигналов «**signals.db**», к которой подключены все остальные проекты.

При необходимости подключите проект к базе сигналов.

Откройте базу сигналов. В базе сигналов уже была сформирована категория «**Контакторы**» и внесены группы сигналов для контакторов «**KM1**», «**KM2**», «**KM3**», «**KM4**» (Рисунок 6.4.4).

Редактор базы данных сигналов: C:\Users\SIT\Desktop\SIT\задачи на выполнение\ЭЦ Динамика\Модель для 3-го занятия\signals.db

№	Категории	№	Группы сигналов	Группа	Сводная
0	Контакторы	1	KM1		
1	Алгоритмы	2	KM2		
		3	KM3		
		4	KM4		

№	Имя	Название	Тип данных	Формула	Значение	Способ расчёта
1	YB01	Включить АУ	Двоичное		☐ Нет	Переменная
2	YB02	Отключить АУ	Двоичное		☐ Нет	Переменная
3	YB11	Включить ДУ	Двоичное		☐ Нет	Переменная
4	YB12	Отключить ДУ	Двоичное		☐ Нет	Переменная
5	XB01	Включен	Двоичное		☐ Нет	Переменная
6	XB02	Отключен	Двоичное		☒ Да	Переменная
7	XQ00	Начальное состояние	Двоичное		☐ Нет	Константа
8	Tvk1	Время включения	Веществен...	0.1	0.1	Константа
9	Totk1	Время отключения	Веществен...	0.05	0.05	Константа

Рисунок 6.4.4. База сигналов с категорией сигналов «Контакторы».

Алгоритм управления контакторами работает только для указанных в базе сигналов контакторов.

Запустив на расчет только проект «**Components.prt**» и включив просмотр линий связи, можно увидеть, что идет обработка векторов (Рисунок 6.4.5). Причем первый элемент каждого вектора – это сигналы, относящиеся к контактору «**KM1**», второй к «**KM2**» и т.д.

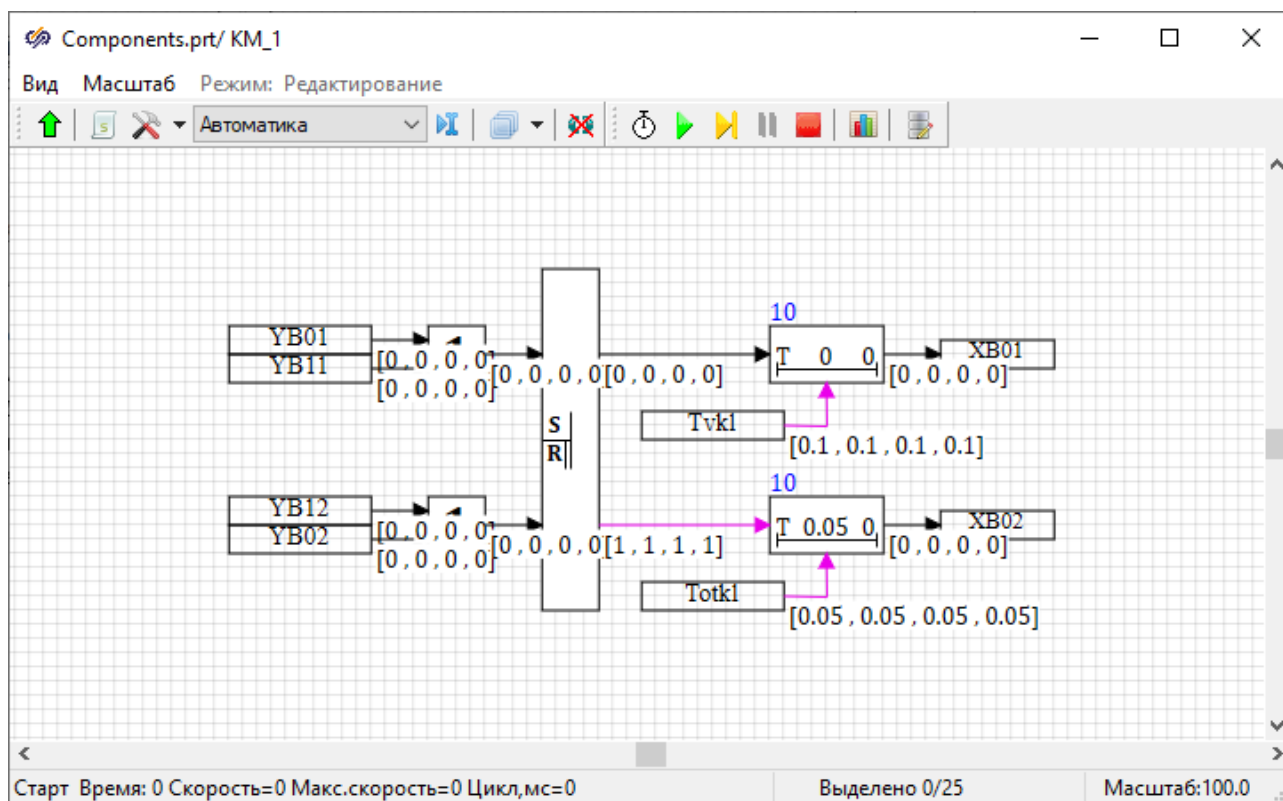


Рисунок 6.4.5. База сигналов с категорией сигналов «Контакторы».

6.5 Доработка модели электрической схемы

Вместо ручного управления контакторами с помощью кнопок установим связь каждого контактора с сигналами из базы. Для этого на схему установим блок «**Чтение из**

списка сигналов» вкладка «**Данные**» и подсоединим его к блоку «**Ключ постоянного тока (однополюсный)**», предварительно удалив существующее подключение (Рисунок 6.5.1).

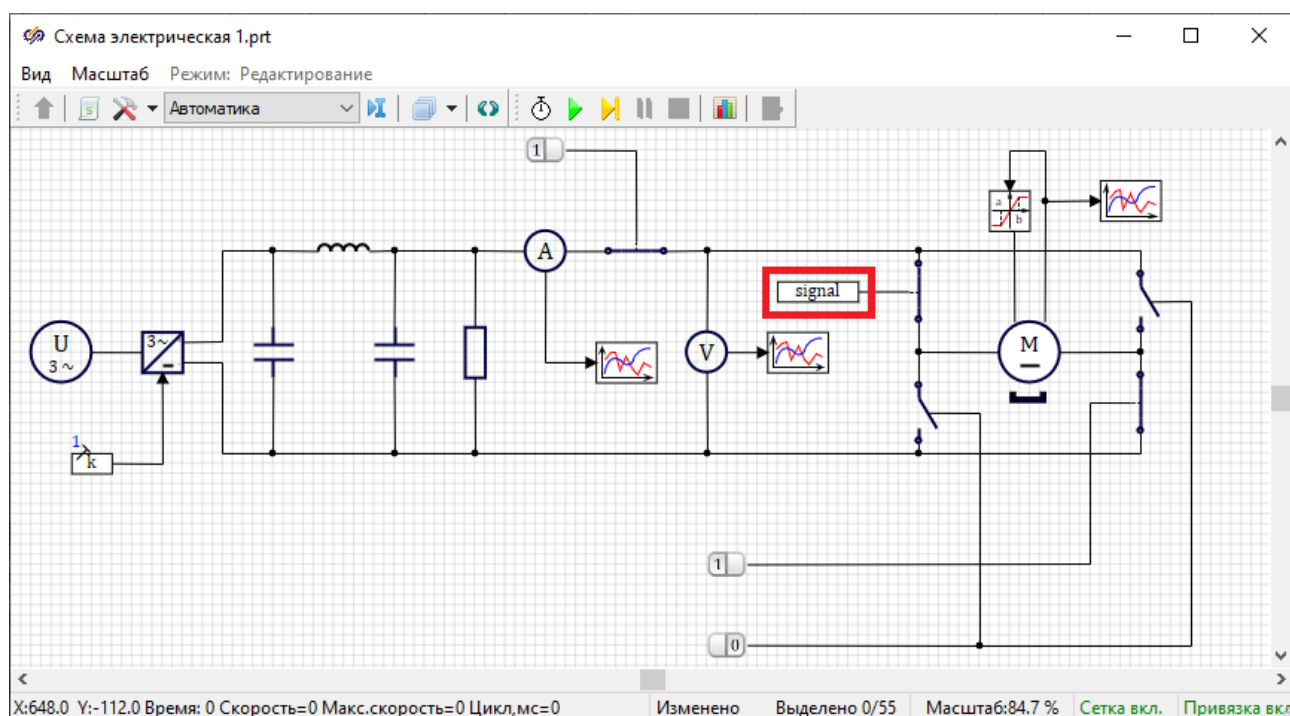


Рисунок 6.5.1. Фрагмент схемы с блоком «**Чтение из списка сигналов**».

Для получения нужного сигнала необходимо изменить свойства блока «**Чтение из списка сигналов**». На вкладке «**Свойства**» в поле «**Имена Сигналов**» («**signals**») либо вручную (важно! латиница или кириллица), либо непосредственно указав необходимый сигнал в базе, задать нужный сигнал (Рисунок 6.5.2).

Для контактора «**КМ1**» необходимо указать сигнал «**КМ1_XB01**».

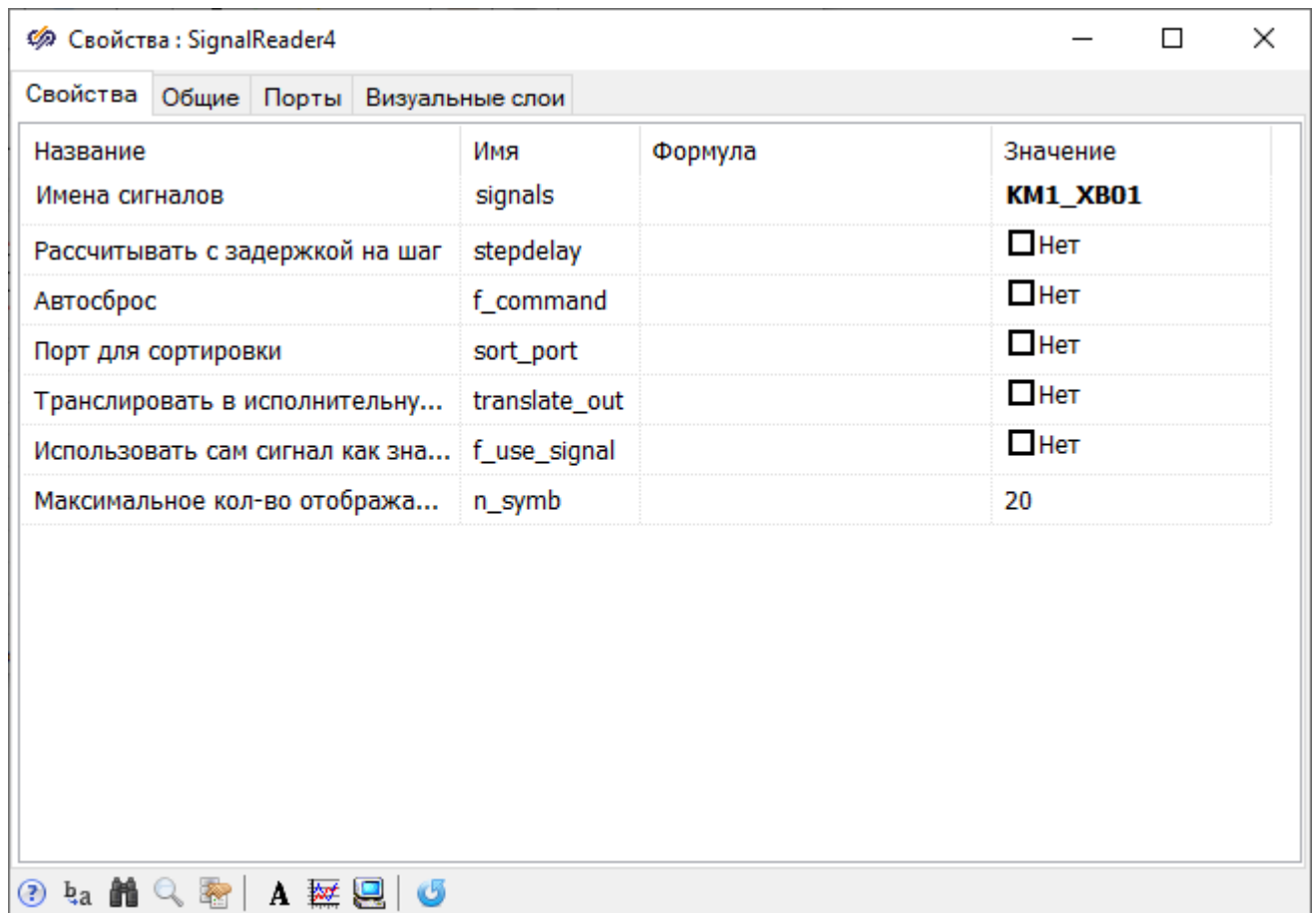


Рисунок 6.5.2. Свойства блока «Чтение из списка сигналов».

Прodelайте аналогичную процедуру для других контакторов. Схема приобретет следующий вид (Рисунок 6.5.3).

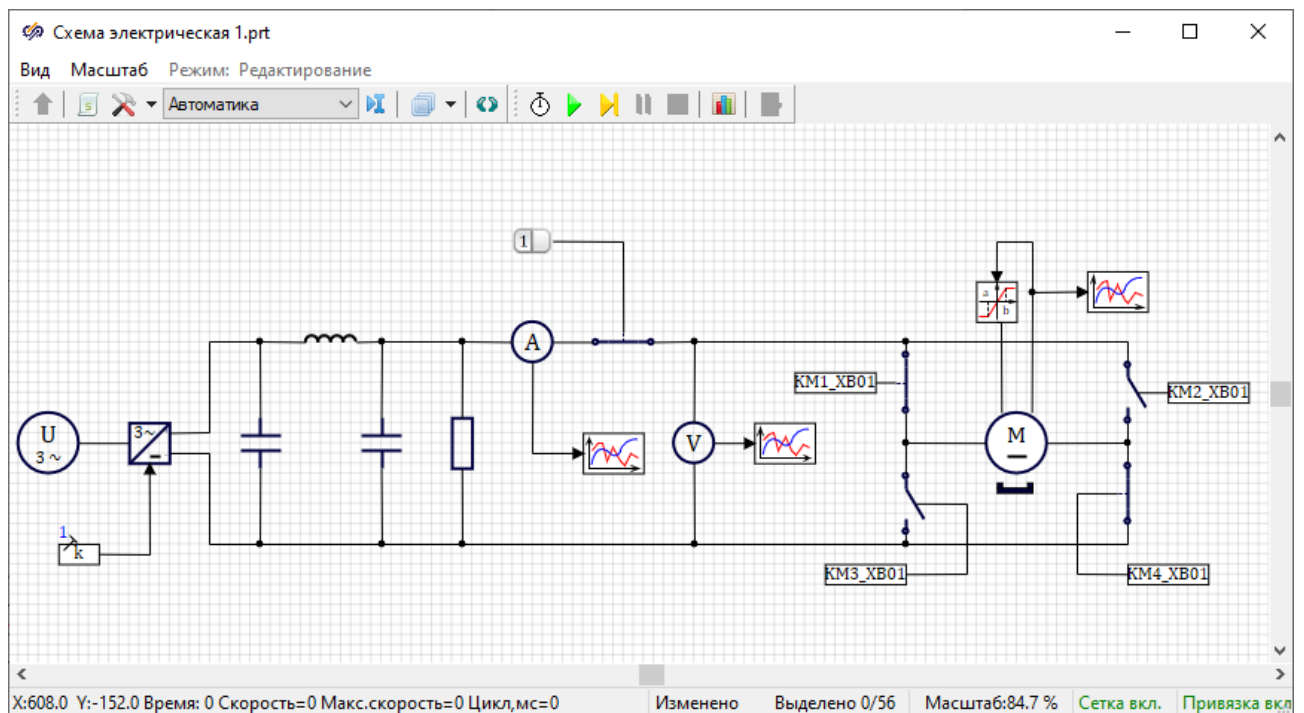


Рисунок 6.5.3. Фрагмент схемы с 4 блоками «Чтение из списка сигналов».

Для подачи команд на вход алгоритма реверса подключим блоки «Кнопка» (без фиксации, вкладка «Ключи») к блокам «Запись в список сигналов», вкладка «Данные» (Рисунок 6.5.4).

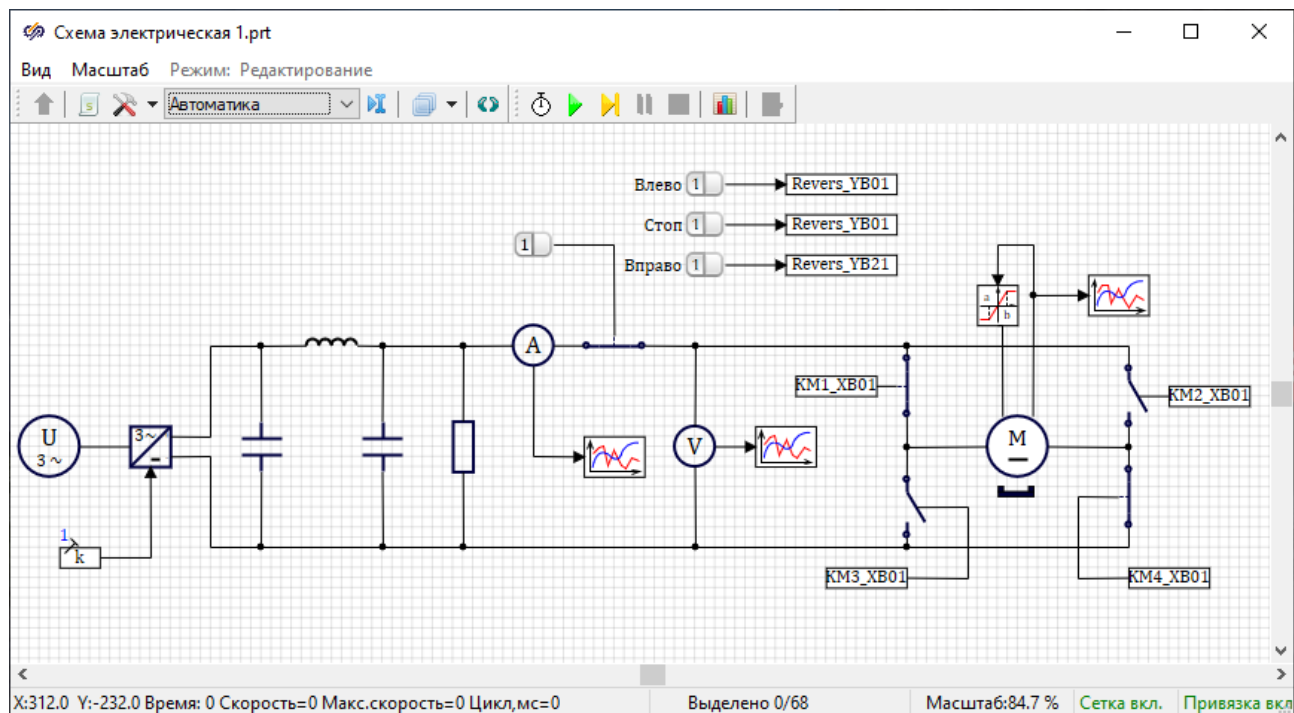


Рисунок 6.5.4. Фрагмент схемы с блоками «Запись в список сигналов».

Для получения нужного сигнала необходимо изменить свойства блока «Запись в список сигналов». На вкладке «Свойства» в поле «Имена Сигналов» («signals») либо вручную (важно! латиница или кириллица), либо непосредственно указав необходимый сигнал в базе, задать нужный сигнал (Рисунок 6.5.5).

Для кнопки, реализующей команду «Влево» необходимо указать сигнал **Revers_YB11**.

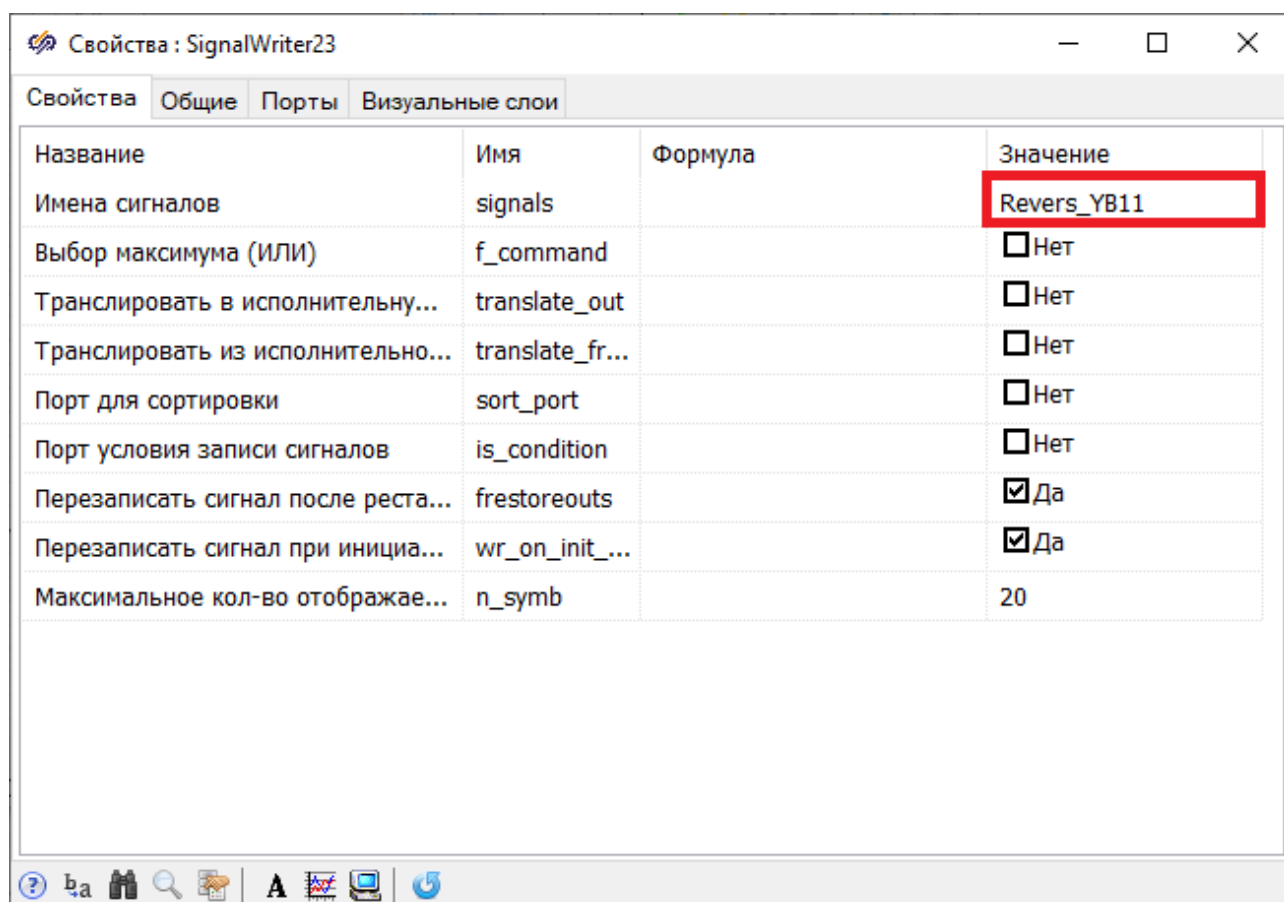


Рисунок 6.5.5. Свойства блока «Чтение из списка сигналов».

Проделайте аналогичную процедуру для других кнопок, для соответствующих команд. Схема приобретет следующий вид (Рисунок 6.5.6).

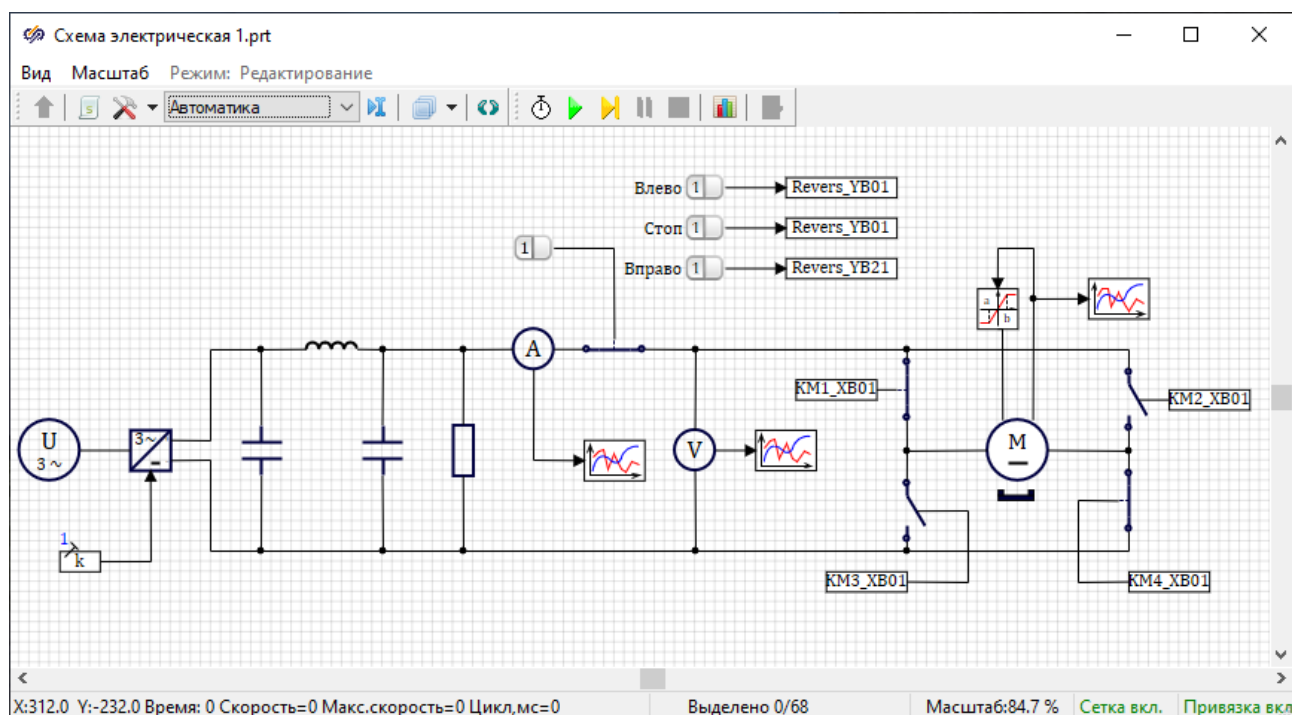


Рисунок 6.5.6. Фрагмент схемы с 3 блоками «Запись в список сигналов».

6.6 Запуск расчета комплексной модели

После проделанных в п.п. 6.5 процедур общий вид модели электрической схемы приобретает следующий вид (Рисунок 6.6.1).

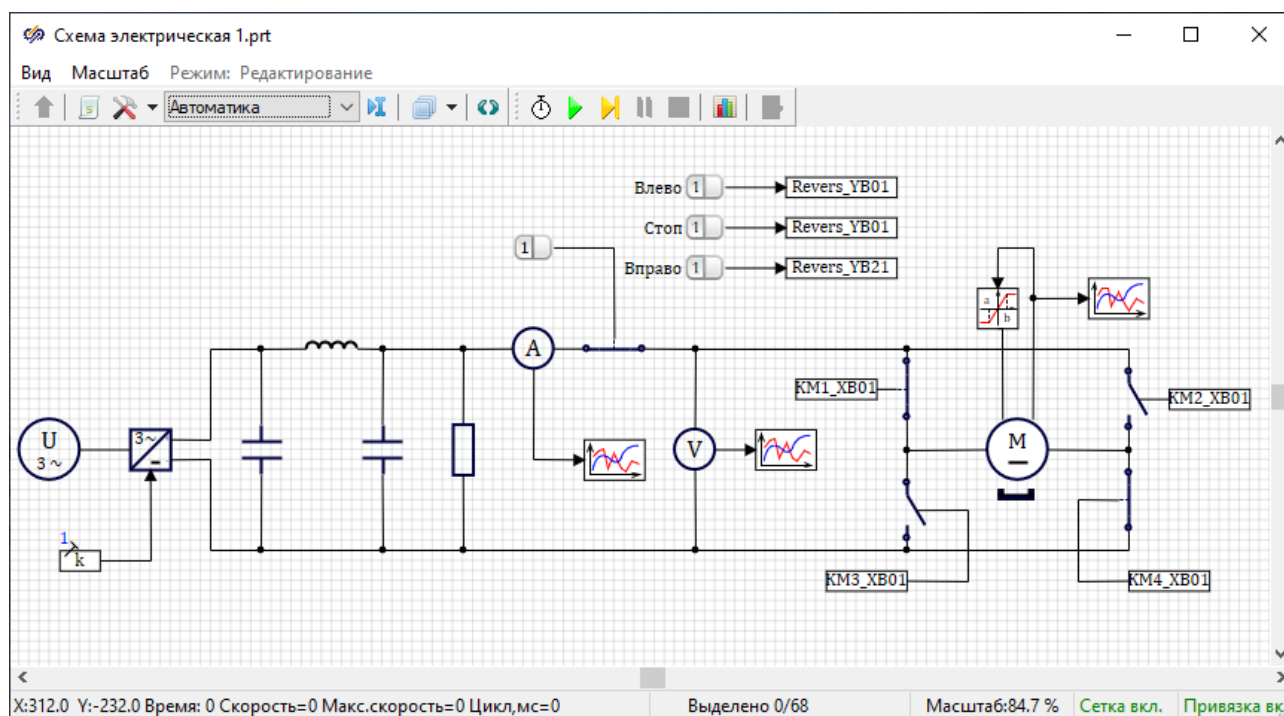


Рисунок 6.6.1. Окончательный вид модели электрической схемы.

Запустим созданную нами комплексную модель на расчет:

- 1) В окне пакета проектов **нажмите** на кнопку «**Инициализация**».

При этом будут инициализированы все проекты, входящие в пакет проектов. После инициализации в окне сообщений появятся записи о том, как прошла инициализация каждого из проектов.

Если инициализация проекта прошла без ошибок, то будет выведено сообщение о том, что проект инициализирован (например, применительно к модели алгоритмов управления, созданной в предыдущем упражнении, сообщение будет «**Схема электрическая 1.prt инициализирована**»), если же в процессе инициализации проекта произошли ошибки, то будет выведено сообщение о том, что проект не инициализирован (например, применительно к модели алгоритмов управления, созданной в предыдущем упражнении, сообщение будет «**Схема электрическая 1.prt не инициализирована (что-то пошло не так)**»). В этом случае нужно обратиться к окну проекта, в процессе инициализации которого произошли ошибки, разобраться по какой причине они возникли, устранить их и повторить инициализацию пакета проектов.

- 2) **Запустите пакет проектов**, используя кнопку «**Запустить все**» на панели кнопок.

При нажатии на данную кнопку происходит запуск на расчет проектов, входящих в пакет.

- 3) **Подождите** пока модельное время достигнет нескольких секунд и нажмите на кнопку **«Пауза»** либо в окне пакета, либо в любом из окна проектов, входящих в состав пакета.

За модельным временем можно наблюдать в любом из окон проектов, входящих в пакет. При этом происходит приостановка расчета во всех проектах, входящих в пакет проектов.

Так как проекты, входящие в состав комплексной модели, используют единую базу данных сигналов, происходит сквозной обмен значениями переменных между моделями:

каждая из моделей на каждом расчетном шаге обращается к базе данных для чтения и/или записи значений переменных.

Алгоритм управления контакторами считывает начальное положение контакторов и поэтому после запуска они все находятся в разомкнутом состоянии.

- 4) **Нажмите** кнопку **«Запустить все»**, продолжив тем самым расчет пакета проектов.

И далее нажимая кнопки **«Влево»**, **«Вправо»**, **«Стоп»** управляйте направлением вращения электродвигателя.

Например, после нажатия кнопки **«Влево»**, а затем **«Вправо»** график скорости вращения электродвигателя будет выглядеть приблизительно как показано на рисунке (Рисунок 6.6.2).

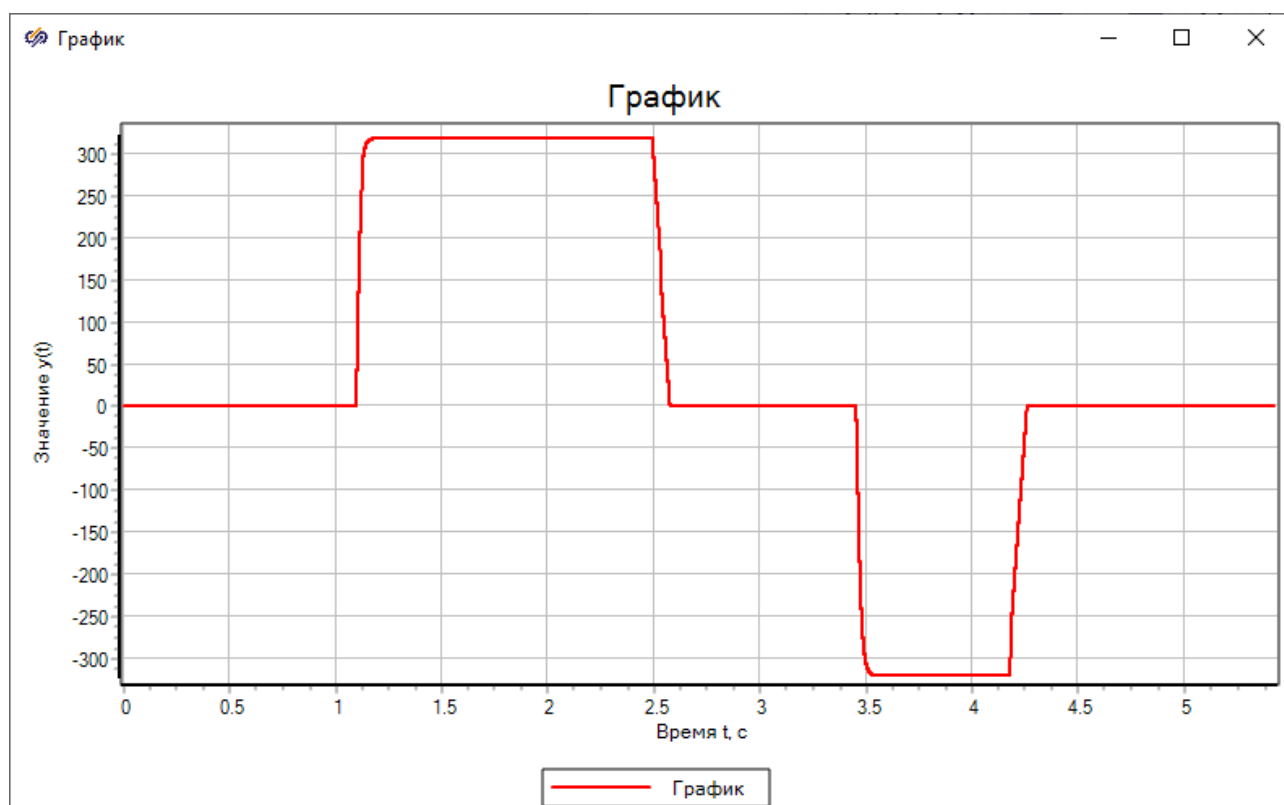


Рисунок 6.6.2. Скорость вращения электродвигателя при запуске реверса.