

Перечень сокращений и обозначений.....	5
Введение.....	6
▼ Глава 1	
Постановка задачи.....	8
1.1. Выбор библиотеки для моделирования.....	8
1.2. Исходные данные.....	9
▼ Глава 2	
Модель силовой электрической части.....	12
2.1. Создание файла проекта.....	12
2.2. Создание модели силовой электрической части.....	15
2.2.1. Схема выдачи мощности.....	15
2.2.2. Схема электроснабжения собственных нужд.....	36
2.2.3. Электродвигатели собственных нужд.....	41
2.2.4. Схема собственных нужд с электродвигателями.....	54
2.3. Первичное тестирование модели.....	58
2.3.1. Способы наблюдения режима.....	58
2.3.2. Анализ установившегося режима без электродвигателей.....	64
2.3.3. Анализ пуска электродвигателей.....	73
2.4. Модель турбоагрегата.....	78
2.4.1. Первичное тестирование модели генератора.....	78
2.4.2. Модель генератора в общей схеме.....	87

▼ Глава 3

База данных сигналов. Алгоритмы сигнализации, управления, релейной защиты и автоматики.....	96
3.1. База сигналов, пакетный режим.....	96
3.2. Использование датчиков как объекта управления.....	98
3.3. Выключатель как объект управления.....	102
3.4. Алгоритмы оперативной блокировки.....	106
3.5. Алгоритмы РЗА.....	114

▼ Глава 4

Использование рестартов.....	123
------------------------------	-----

▼ Глава 5

Автоматическая синхронизация. Панель управления. Отдельный проект модели турбины	127
5.1. Изменения проектов и пакета	127
5.2. Запуск пакета. Процесс автоматической синхронизации	137
Список литературы	142
Приложение А. Параметры электродвигателей с.н.	143

Перечень сокращений и обозначений

АД	– асинхронный двигатель
АВР	– автоматический ввод резерва
АРВ	– автоматический регулятор возбуждения
АРВ СД	– автоматический регулятор возбуждения сильного действия
АРНТ	– автоматический регулятор напряжения трансформатора
АС	– автоматическая синхронизация
БД	– база данных
ЗМН	– защита минимального напряжения
ЗН	– заземляющий нож
ЛЭП	– линия электропередачи
МТЗ	– максимальная токовая защита
РЗА	– релейная защита и автоматика
РПН	– регулирование под нагрузкой
РТСН	– резервный трансформатор собственных нужд
РУ	– распределительное устройство
с.н.	– собственные нужды
ТО	– токовая отсечка
ТСН	– трансформатор собственных нужд
УРОВ	– устройство резервирования отката выключателя
ШСВ	– шиносоединительный выключатель
SPE	– библиотека блоков, предназначенных для моделирования симметричных трехфазных цепей

Введение



В методических указаниях приведено пошаговое описание процесса создания модели электрической части энергоблока мощностью 300 МВт. Модель содержит электрическую схему энергоблока, схему электроснабжения собственных нужд, упрощенные системы регулирования турбоагрегата, алгоритмы управления коммутационными аппаратами, РЗА.

При реализации модели энергоблока применена концепция комплексной модели. Различные подсистемы моделируются в отдельных проектах и связаны между собой базой данных сигналов.

Комплексная модель энергоблока разделена на три основных проекта – модели:

- модель силовой электрической части энергоблока, в которой вычисляются параметры электрического режима;
- модель алгоритмов оперативной блокировки разъединителей и заземляющих ножей, алгоритмов релейной защиты и автоматики;
- модель, содержащая векторную реализацию типовых алгоритмов управления объектами и имитационные модели самих объектов (выключатели, электродвигатели, датчики).

В разделе, описывающем разработку модели электрической части, приведены приемы настройки и тестирования сложных элементов схемы, которыми являются вращающиеся электрические машины, а также всей схемы в целом.

В последующих разделах показаны подходы к реализации и настройке алгоритмов оперативных блокировок и РЗА. Приведены примеры тестирования алгоритмов.

Рассмотрена допустимость организации рестартов для возможности создания заранее подготовленных состояний схемы и режима энергоблока и их последующего использования.

В последнем разделе показано, как выделить модель турбины в отдельный проект и организовать обмен сигналами технологической и электрической частей энергоблока. Показана работа устройства АС с воздействием на регуляторы генератора и турбины.

Все рассмотренные задачи реализованы в примере, который можно скачать с сайта simintech.ru.

Методические указания ориентируются на пользователей, знакомых с принципами моделирования в SimInTech, и имеют представление об общетехнической библиотеке блоков. Также пользователи должны иметь представление об электротехническом оборудовании, в частности о параметрах и режимах работы электрических машин, представлять функции и основные принципы организации систем оперативной блокировки и релейной защиты и автоматики.

Постановка задачи

ГЛАВА

1

1.1. Выбор библиотеки для моделирования

Для моделирования электрических процессов и расчета параметров режима электроустановок в SimInTech предусмотрены библиотеки «ЭЦ-Динамика» и «ЭЦ-Статика».

«ЭЦ-Динамика» позволяет рассчитать мгновенные значения токов и напряжений в электрических цепях, не накладывая ограничения на их несинусоидальность и нелинейность. Библиотека применяется для исследовательских или практических задач, в которых нужно видеть электромагнитные переходные процессы. Ограничение «ЭЦ-Динамика»: шаг расчета даже для сети промышленной частоты 50 Гц должен быть, как правило, не более 0,001 с, а в реальности может быть значительно меньше, что часто ограничивает размерность задачи (число моделируемых элементов электроустановки; узлов электрической сети) и/или временной диапазон моделирования.

«ЭЦ-Статика» позволяет рассчитать действующие значения токов и напряжений в электрических цепях. Расчет выполняется в комплексных числах. Библиотека применима для расчета синусоидальных цепей переменного тока заданной частоты. Предназначена для расчета установившихся симметричных и несимметричных режимов электроустановок и электромеханических переходных процессов, вызванных инерцией вращающихся масс электрических машин и системами регулирования.

Расчет с некоторой заданной (синхронной) частотой проводится в пределах одного электрического контура (электрический контур – набор элементов, связанных между собой линиями электрической связи, далее контур). Допускается отличие частоты источников в пределах одного контура, но чем выше отклонение от синхронной частоты, тем выше погрешность расчета. Приемлемое отклонение частоты не более $\pm(5 \div 10)$ %. При больших отклонениях частоты следует пользоваться библиотекой «ЭЦ-Динамика».

Также подразумевается, что токи и напряжения не содержат высших гармоник, а если таковые есть, то используется их среднеквадратическое значе-

ние. Нельзя определить аperiodические составляющие, которые могут возникать в электрической цепи.

Библиотека «ЭЦ-Статика» содержит вкладку «SPE», имеющую блоки, предназначенные для моделирования только симметричных трехфазных цепей. Моделирование лишь по прямой последовательности позволяет ускорить расчет по сравнению с аналогичной трехфазной схемой, что дает возможность моделировать электрические схемы большой размерности в режиме реального времени. Данная задача часто встречается при разработке расчетных моделей для тренажеров, где моделируется не только значительный объем электрооборудования, но и различные вторичные системы, например РЗА. Кроме того, SPE-блоки содержат встроенный механизм, обеспечивающий работу с базой данных сигналов, которая позволяет объединять проекты различных систем объекта моделирования в комплексную модель.

В данном пособии подробно разберем, как разработать модель электрической части энергоблока 300 МВт и фрагмента прилегающей энергосистемы.

Модель предназначена для расчета установившихся режимов и электромеханических переходных процессов. В частности, процесса группового самозапуска электродвигателей с.н. при переводе на резервное питание. Модель должна обеспечивать расчет в режиме реального времени.

В модели должны учитываться соответствующие защиты с.н., АВР и другие устройства системы контроля и управления.

Так как для решения этой задачи в первом приближении достаточен расчет симметричного режима с учетом инерции вращающихся масс АД и турбогенератора и соответствующих регуляторов турбогенератора и, кроме того, необходимо обеспечить режим реального времени, то для разработки модели целесообразно использовать «SPE»-блоки библиотеки «ЭЦ-Статика».

Поскольку в достаточно большом объеме будут моделироваться не только силовая электрическая часть энергоблока, но и элементы систем РЗА, контроля и управления, то модель целесообразно выполнить в виде нескольких проектов, содержащих модели различных систем, объединенных в единую (комплексную) модель.

1.2. Исходные данные

Для создания модели электрической части энергоблока требуются определенные данные. Как минимум это схема выдачи мощности энергоблока, схема электроснабжения с.н. и перечень моделируемого электрооборудования с его паспортными характеристиками. Можно ограничиться набором типов электрооборудования, при условии что по типу можно найти паспортные (каталожные) данные.

Для примера приняты типовая схема выдачи мощности с энергоблоком мощностью 300 МВт и типовой состав электрооборудования. Энергоблок, включающий в себя турбогенератор, генераторный выключатель и блочный трансформатор, подключен к РУ напряжением 220 кВ, через которое обеспечивается выдача мощности в энергосистему по двум ЛЭП. Присутствует автотрансформаторная связь с РУ напряжением 110 кВ. Рабочий ТСН подключен в развилку между блочным трансформатором и генераторным выключа-

телем. РТСН подключен к РУ 110 кВ. От РУ 110 кВ питается местная нагрузка по одной ЛЭП. Структурная схема энергоблока и его связи с энергосистемой приведена на рис. 1.1.

Основные характеристики электроустановки:

- турбогенератор типа ТВВ-320-2ЕУ3;
- блочный трансформатор типа ТДЦ-400000/220;
- рабочий ТСН типа ТРДНС-32000/35;
- РТСН типа ТРДНС-40000/110;
- автотрансформатор связи типа АДЦТН-63000/220/110;
- ЛЭП 220 кВ двухцепная марки АС 400/51;
- ЛЭП 110 кВ марки АС 240/32;
- РУ 110 и 220 кВ выполнены по схеме «две системы сборных шин».

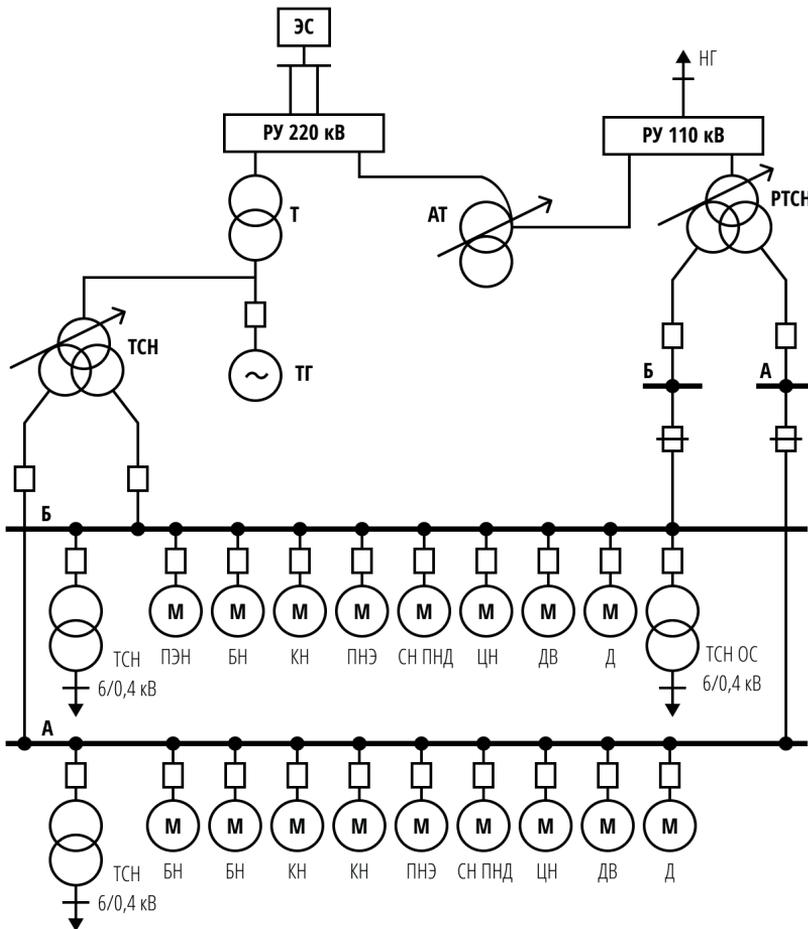


Рис. 1.1. Структурная схема энергоблока и его связи с энергосистемой

Электроприемники напряжением 6 кВ обычно моделируются индивидуально, а электроприемники напряжением 0,4 кВ эквивалентной нагрузкой

(при необходимости можно выделить несколько индивидуально моделируемых электроприемников напряжением 0,4 кВ). Это обусловлено тем, что на с.н. 6 кВ подключаются мощные электроприемники, как правило АД, пуски и самозапуски которых существенно влияют на режимы работы энергоблока. Например, подлежащий проверке режим самозапуска электродвигателей может сопровождаться током, в несколько раз превышающим номинальный ток РТСН.

Типовой основной состав с.н. энергоблока 300 МВт приведен в табл. 1.1. Некоторая блочная (например, электродвигатель резервного возбудителя) и общестанционная нагрузка здесь не представлена, но при необходимости может быть добавлена в соответствии с изложенной ниже методикой.

Данные электродвигателей, необходимые для моделирования, приведены в приложении А.

Таблица 1.1. Состав нагрузки с.н. энергоблока 300 МВт

Наименование механизма	Подпись на схеме	Количество длительно работающих	Количество по секциям	
			А	Б
Питательный электронасос	ПЭН	–	1	–
Бустерный насос	БН	2	1	2
Конденсатный насос	КН	2	1	2
Подъемный насос эжектора	ПНЭ	1	1	1
Сливной насос ПНД	СН ПНД	1	1	1
Циркуляционный насос	ЦН	2	1	1
Дутьевой вентилятор	ДВ	2	1	1
Дымосос	Д	2	1	1
Трансформатор 6/0,4 кВ (блочный)	ТСН	2	1	1
Трансформатор 6/0,4 кВ (общестанционный)	ТСН ОС	1	1	–

Модель силовой электрической части

ГЛАВА

2

2.1. Создание файла проекта

Проект комплексной модели, которая включает в себя, помимо силовой электрической части, вспомогательные системы: контроля и управления, РЗА и т. п. – рекомендуется начать с силовой электрической части. В эту модель включаются элементы электрической сети и электрооборудование.

Проект модели силовой электрической части из блоков «SPE» создается на основе шаблона «Схема электрическая», как показано на рис. 2.1.

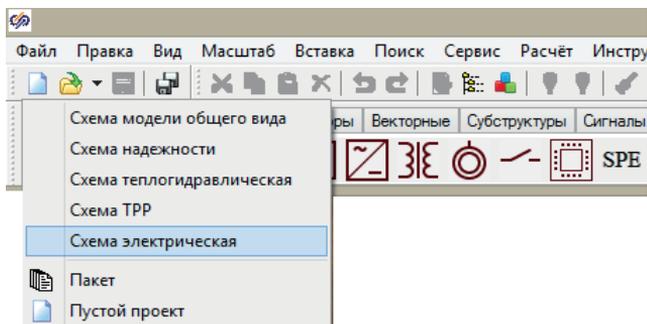


Рис. 2.1. Создание проекта на основе шаблона «Схема электрическая»

При создании проекта на основе данного шаблона автоматически подключается база данных сигналов с заранее созданными типовыми категориями оборудования, а также список сигналов проекта, необходимый для полноценного функционирования блоков «SPE». Использование данного функционала будет показано в последующих главах.

В открывшемся окне проекта (рис. 2.2) будем собирать электрическую схему.

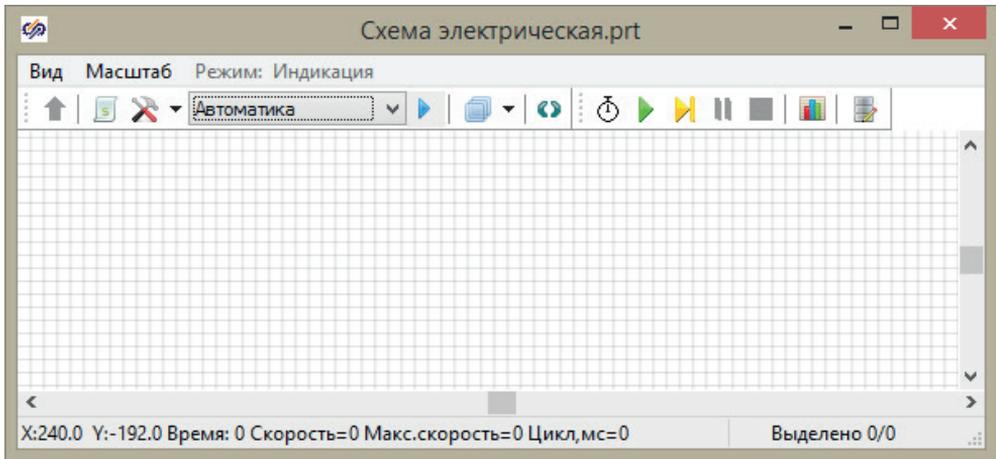
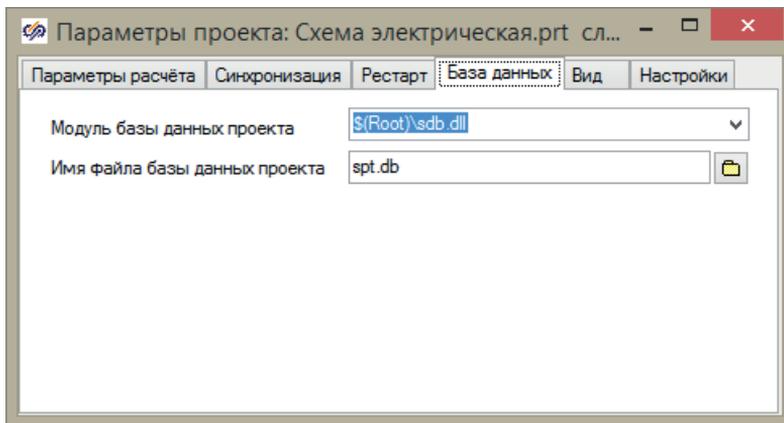


Рис. 2.2. Окно редактора проекта

Имя проекта по умолчанию «Схема электрическая» отражается в заголовке окна (рис. 2.2). Имя базы данных сигналов по умолчанию «spt.db» отражается в меню **Параметры проекта** на вкладке **База данных** (рис. 2.3).

Рис. 2.3. Окно параметров расчета, вкладка **База данных**

Для дальнейшей работы изменим имя базы данных сигналов на «model_PU300.db» (рис. 2.4).

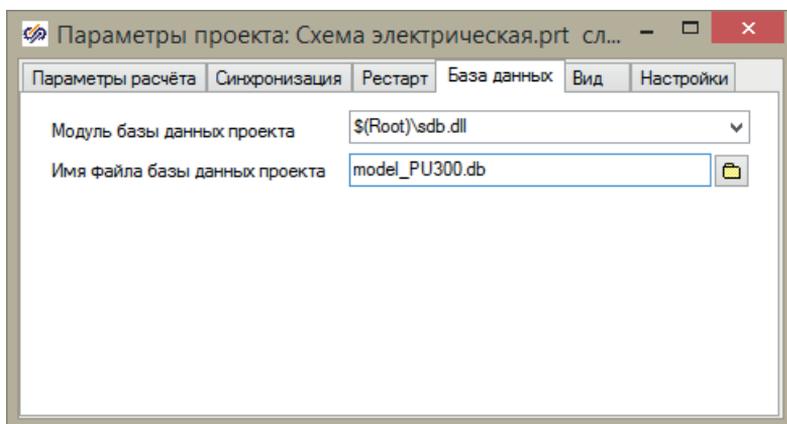


Рис. 2.4. Изменение имени базы данных сигналов

Проект сохраним с новым именем «model_PU300.prt» и в отдельной папке, так как даже при работе с простым проектом программой автоматически сохраняется несколько файлов.

В итоге в папке проекта увидим основные файлы (рис. 2.5):

- model_PU300.db – файл базы данных сигналов;
- model_PU300.prt – файл проекта;
- model_PU300.mgr – файл настроек проекта (графики, панели управления).

В папке проекта могут появиться файлы, являющиеся временными или бэкапом. Так, по умолчанию при каждом сохранении проекта будет оставаться его предыдущая версия под именами model_PU300.prt1, model_PU300.prt2 и т. д. Это определяется общими настройками SimInTech.

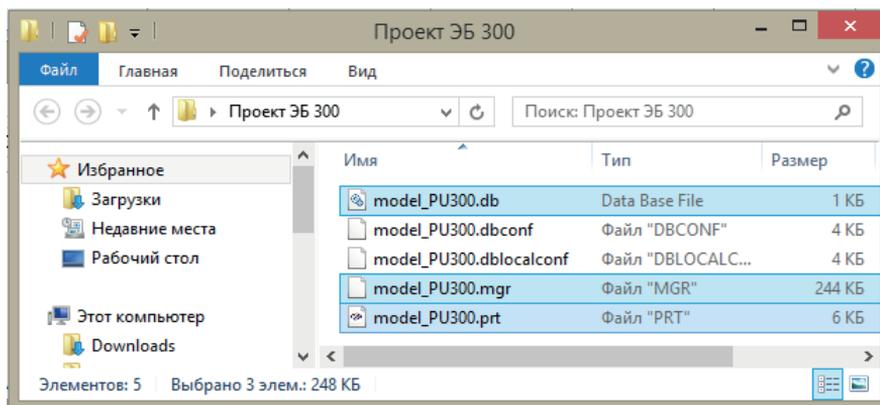


Рис. 2.5. Основные файлы проекта

2.2. Создание модели силовой электрической части

2.2.1. Схема выдачи мощности

Начать создавать модель силовой электрической части удобно с РУ. Нашу модель начнем создавать с РУ 220 кВ, которое выполнено по схеме «две рабочие системы сборных шин» (рис. 2.6).

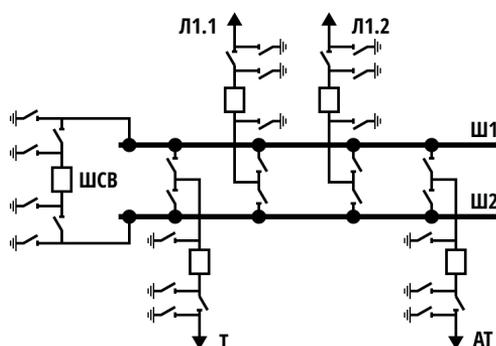


Рис. 2.6. Схема РУ 220 кВ

Объем моделирования элементов РУ зависит от решаемых задач. Если при запуске на расчет проекте есть задачи, такие как вывод выключателей в ремонт или перевод присоединений на другую систему шин, то требуется установка всех разъединителей и ЗН. Если нет задачи моделировать переключение разъединителей и ЗН, то их не устанавливают или устанавливают в ограниченном количестве для удобства использования модели, а все коммутации будут производиться выключателями. Излишне установленные элементы только загромождают схему и замедляют расчет.

В данной модели РУ 220 кВ выполним все ячейки в полном объеме по коммутационным аппаратам и далее покажем, как для них разработать алгоритмы управления в отдельном проекте.

Если моделируемая схема незначительная по объему элементов и нет необходимости в совместной работе с другими проектами и в базе данных сигналов, то можно использовать имена блоков, назначенные программой. Имеется в виду именно имя блока – свойство **Имя объекта** вкладки **Общие** и в пользовательских свойствах его имя, используемое в базе данных сигналов. Эти свойства не следует путать с подписью на схеме – свойство **Имя на схеме**, которая может быть любая. В комплексном проекте рекомендуется задать осознанные, уникальные имена оборудования – блоков. Это следует сделать сразу при установке блоков, так как изменение имен блоков в уже набранной большой схеме более трудозатратно.

Если модель выполняется по проектной схеме, то имена оборудования уже, как правило, присутствуют и представлены кодом KKS, которым можно воспользоваться. Или необходимо определить правила, в соответствии с которыми будут именоваться блоки.

Так как у нас в схеме присутствуют разные классы напряжений, то определим напряжение 220 кВ как «AD», 110 кВ – «AE», и это будет префиксом к именам блоков в РУ.

Выключатели обозначим как Q, нумерация по порядку слева направо в соответствии с номером ячейки.

Разъединители обозначим как QS, нумерация по порядку: 1 – шинный разъединитель на шину 1; 2 – шинный разъединитель на шину 2; 3 – разъединитель присоединения.

ЗН присоединений обозначим как QSG, нумерация по порядку 1, 2, 3 начиная от шин, заземляющие ножи на шину – по номеру шины и номеру ячейки.

Таким образом, шины Ш1 и Ш2 обозначим как AD1 и AD2 соответственно.

ШСВ обозначим как ADQ1, следующий выключатель присоединения будет ADQ2 и т. д.

Разъединители ШСВ (ячейка 1): на Ш1 – ADQS11, на Ш2 – ADQS12. Разъединители присоединения ячейки 2: шинный на Ш1 – ADQS21, на Ш2 – ADQS22; присоединения ADQS23.

ЗН ШСВ (ячейка 1): ШСВ в сторону шины 1 – ADQSG11, ШСВ в сторону шины 2 – ADQSG12. ЗН ячейки 1 на шины Ш1 и Ш2 AD1QSG1 и AD2QSG1 соответственно.

ЗН присоединения ячейки 2: со стороны шин – ADQSG21; в сторону присоединения по порядку ADQSG22, ADQSG23.

Аналогично обозначим имена для остальных ячеек.

Набор схемы РУ начнем с установки блока «Шина 1-проводная (db, mem, rms-only)». Данный блок представляет собой линию электрической связи, объединяющую порты блоков в эквипотенциаль – электрический узел, далее узел. В отличие от линии связи, графическое изображение блока приближено к используемому для электрической шины на схемах. Блок также обладает функционалом: измерение напряжения в данном узле; анимация отображения наличия напряжения; запись напряжения (модуля, активной и реактивной составляющих) в базу данных сигналов.

По умолчанию блок имеет три порта (рис. 2.7а). По схеме на рис. 2.6 видно, что нам нужно 5 портов, а также сразу целесообразно увеличить расстояние между портами. Для этого изменяем свойство **Количество присоединений** на 5 и во вкладке **Дополнительно** свойство **Кратность шага портов** на 6. При необходимости эти свойства можно изменять при редактировании схемы.

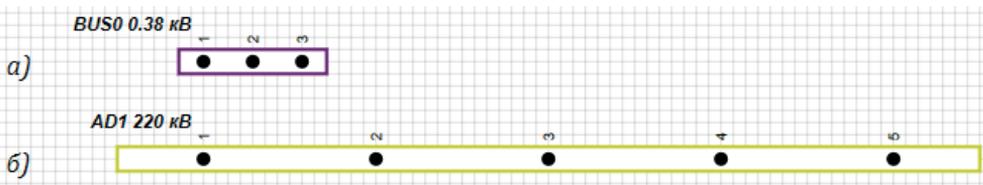


Рис. 2.7. Блок «Шина 1-проводная (db, mem, rms-only)» на схеме

Так как далее будем копировать блок для создания второй шины, то целесообразно сразу установить цвета шины, которым во вкладке **Дополнительно** соответствуют свойства **Цвет шины без напряжения**, **Цвет шины под**

напряжением, Цвет рамки. В соответствии с [1] цвет шины под напряжением для 220 кВ: красный – 200, зеленый – 200, синий – 0.

Также установим свойство **Номинальное напряжение (rms)**, **В** равным 220 000 и **Имя** AD1. Желательно, но не обязательно, **Имя объекта** во вкладке **Общие** установить также AD1, что впоследствии улучшит проверяемость схемы.

По умолчанию свойство **Имя на схеме** автоматически создается на основе заданного имени объекта и номинального напряжения по правилу (поле **Формула**) `self.name+ " "+dataostr(self.Unom/1000)+" кВ` (self – ссылка на сам блок), что позволяет визуально проверить правильность задания имен. Можно задать свою формулу или значение без формулы, либо поставить пробел, чтобы убрать подпись блока.

Кроме того, если свойство **Имя** будет совпадать со свойством **Имя объекта**, то свойству **Имя** можно задать формулу «self.name», чтобы несколько автоматизировать процесс задания имен. В итоге для блока зададим свойства, как показано на рис. 2.8. После этого блок приобретет вид как на рис. 2.7б.

Название	Имя	Формула	Значение
Подключен к БД	fr_db		<input type="checkbox"/> Нет
Имя	ob_name	self.name	AD1
Номинальное напряжение (rms), В	Unom		220000
Уставка отсутствия напряжения, о.е.	Uref		0.01
Время выдержки, с	Turef		0.1
Количество присоединений	Nobm		5
Сопротивление утечки [Ryt], Ом	Zut		[1E8]
Дополнительные			
Имя для получения параметров	_name		1#AD1
Имя на схеме	sc_name	self.name + " " + dataostr(self.Unom/1000) + " кВ"	AD1 220 кВ
Кратность шага портов	Shag		6
Цвет шины без напряжения	color_of		16777215
Цвет шины под напряжением	color_on		51400
Цвет рамки	obj_b_color		51400

Рис. 2.8. Свойства блока «Шина 1-проводная (db, mem, rms-only)»

Далее копируем настроенный блок шины и задаем по ранее установленным правилам свойство **Имя объекта**. В данном случае править не придется, поскольку последняя цифра в имени объекта автоматически увеличивается на 1.

Копируемый блок ставим на расстоянии от первого так, чтобы удобно было набирать схему РУ по топологии, близкой к оригинальной электрической схеме (рис. 2.6). При необходимости все элементы можно двигать как при начальном наборе схемы, так и впоследствии.

Далее разместим на схеме разъединители. Для этого на схему размещаем блок «Выключатель (db, rms-only)». Сразу задаем определенные свойства для дальнейшего удобного копирования.

Пусть это будет разъединитель ШСВ на 1 систему шин Ш1. Тогда в соответствии с установленным правилом **Имя объекта** – ADQS11 и **Цвет** как для оборудования 220 кВ. Свойство **УГО** – «Разъединитель» (блок имеет анимацию включенного и отключенного положений). Поскольку на первом этапе тестирование модели будет проводиться с помощью выключателей, а положение разъединителей и ЗН будем менять до запуска на расчет, то рекомендуется снять «галочку» напротив свойства **Управление с порта** и выставить **Состояние включен** на «Да». Оставление управления с порта дает возможность подключить, например, кнопку и управлять состоянием разъединителя или ЗН при расчете.

Сопротивление контактов разъединителей и ЗН указывается в документации на них или нормативной литературе. Максимально допустимые значения для некоторых типов представлены в **Объем и нормы испытаний электрооборудования**. Сопротивление контактов обратно пропорционально номинальному току, и если конкретных данных нет, то можно принять следующее соотношение: при номинальном токе 1000 А сопротивление контакта 0,0001 Ом. Сопротивление разомкнутого контакта для высоковольтных коммутационных аппаратов рекомендуется задавать от 10^9 до 10^{10} Ом. Чем выше напряжение, тем больше сопротивление может быть задано, рекомендуемое предельное значение 10^{11} Ом. Большие значения при определенной схеме могут привести к погрешностям в расчете, например если в контуре электрической цепи отношение максимального сопротивления к минимальному выйдет за 10^{16} .

Заданные свойства блока для модели разъединителя приведены на рис. 2.9, а фрагмент схемы – на рис. 2.10.

Название	Имя	Формула	Значение
Имя	ob_name	self.name	ADQS11
Подключен к БД	fr_db		<input type="checkbox"/> Нет
Сопротивление контакта, Ом	Ron		0.0001
Сопротивление в разомкнутом состоянии, Ом	Roff		1E10
Дополнительные			
Имя на схеме	sc_name	self.ob_name	ADQS11
Цвет	obj_color1		51400
УГО	QVis		Разъединитель
Управление с порта	CPort		<input type="checkbox"/> Нет
Состояние включен	InitState		<input checked="" type="checkbox"/> Да

Рис. 2.9. Свойства блока «Выключатель (db, rms-only)» для модели разъединителя и ЗН

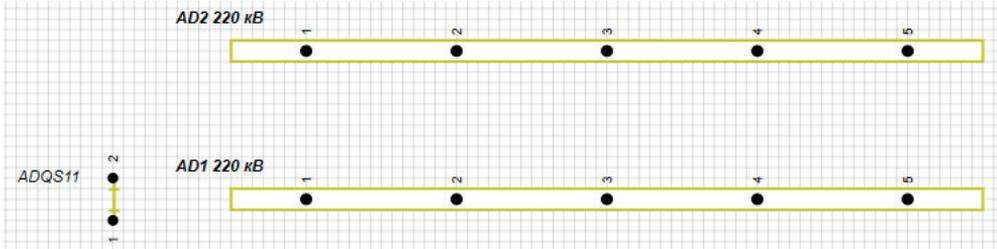


Рис. 2.10. Фрагмент РУ 220 кВ с шинами и разъединителем

Далее установим выключатель. Поскольку цепь выключателя обычно содержит трансформатор тока, то есть точку измерения тока, то в качестве выключателя используем блок «Выключатель + Измеритель электрических величин 3-фазный (db, mem, spe-model, rms-only)». Аналогично, как для разъединителя, сразу установим некоторые свойства.

Имя объекта в соответствии с установленным правилом – ADQ1, **Цвет** – как для оборудования 220 кВ. Свойство **УГО** – «Выключатель высоковольтный» (блок имеет анимацию включенного и отключенного положений). Оставим управление с порта, что дает возможность управления выключателем непосредственно при запущенном на расчет проекте и удобно при начальном тестировании модели. Сопротивления выставим из аналогичных соображений как для разъединителя.

Заданные свойства блока для модели выключателя приведены на рис. 2.11, а фрагмент схемы – на рис. 2.12.

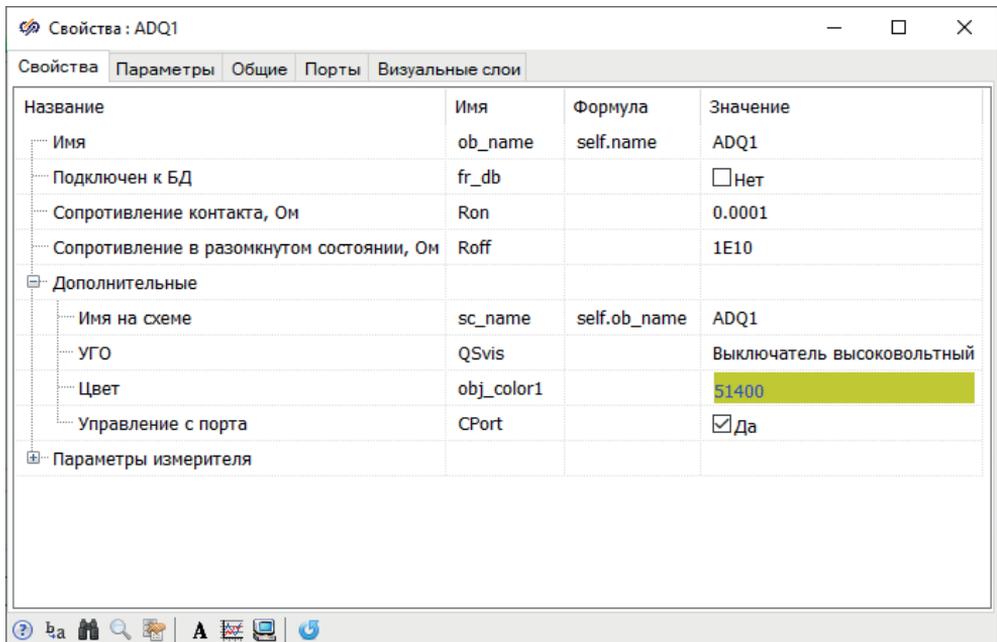


Рис. 2.11. Свойства блока «Выключатель + Измеритель электрических величин 3-фазный (db, mem, spe-model, rms-only)» для модели выключателя

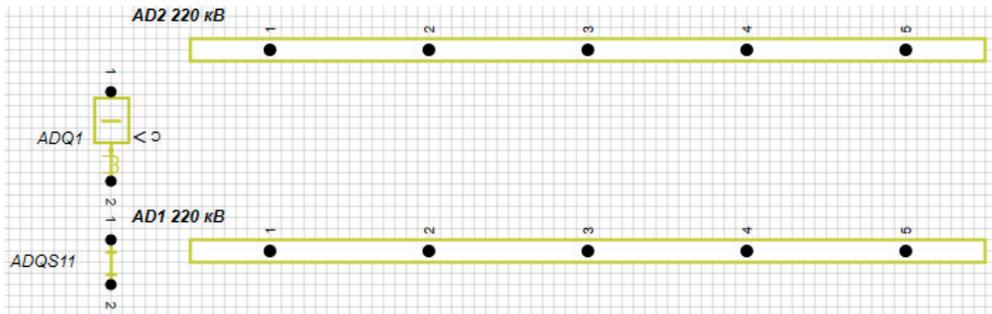


Рис. 2.12. Фрагмент РУ 220 кВ с шинами, разъединителем и выключателем

Следующим этапом копируем установленный разъединитель и устанавливаем разъединитель ШСВ на вторую систему шин, а также два разъединителя около портов шин под номером 2. Аналогично копируем выключатель и устанавливаем около порта 2 под шиной 1, поскольку это будет присоединение блочного трансформатора, отходящее вниз схемы (при составлении расчетной схемы придерживаемся топологии исходных электрических схем). Порт с номером 1 выключателя удобно расположить со стороны присоединения, поскольку измерение напряжения производится именно на этом узле. Такое расположение не потребует установки дополнительного вольтметра при необходимости контроля напряжения на присоединении, а на шинах напряжение измеряется блоком «шина». Кроме этого, мощности положительны при направлении протекания от порта 1 к порту 2, то есть по направлению к шинам, что соответствует требованиям [1]. Задаем блокам соответствующие имена, изменяя свойство **Имя объекта**. Приблизительная расстановка элементов показана на рис. 2.13а.

Для того чтобы в блоке выключателя изображение трансформатора тока отображалось со стороны присоединения, установим свойство блока **Зеркально отразить** на вкладке **Общие**.

Далее соединяем порты и получаем схему как на рис. 2.13б.

Устанавливаем разъединитель присоединения и все необходимые ЗН ячейки ШСВ и присоединения. Установка ЗН аналогична разъединителям, только в отличие от разъединителя устанавливаем значение свойства **Состояние включен** – «Нет» и порт ЗН, включаемый на землю, соединяем с блоком «Нулевой потенциал» из вкладки **Элементы топологии**, который имеет только свойство **Цвет**.

При необходимости перемещаем блоки и надписи блоков. После задания имен и соединения портов получим схему для ячеек ШСВ и присоединения блочного трансформатора, приведенную на рис. 2.14.

Аналогичным образом устанавливаются элементы для остальных ячеек. Поскольку остальные ячейки РУ похожи на ячейку присоединения трансформатора, то удобно копировать не по одному блоку, а сразу все блоки, входящие в ячейку.

Далее необходимо поменять имена блоков и соединить порты. К каждому порту «С» блока выключателя подсоединяем выход блока «Кнопка» из вкладки **Ключи**.

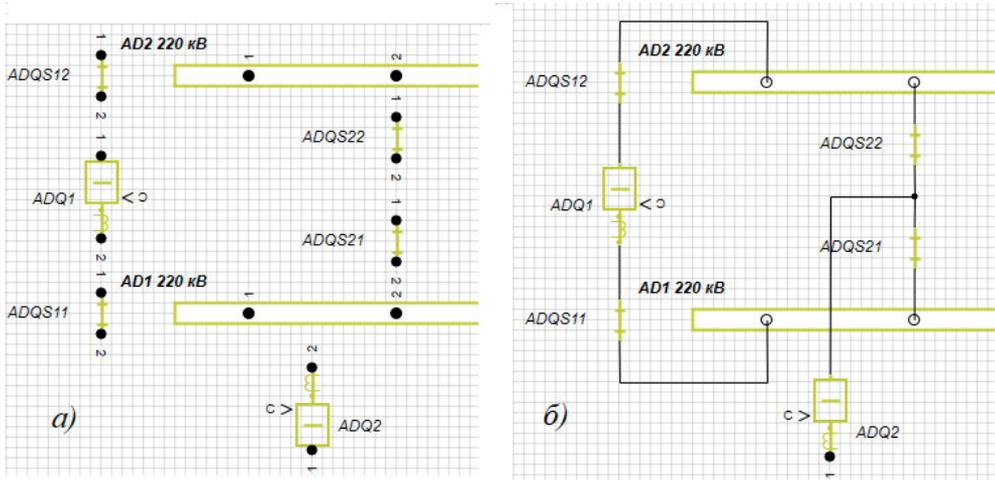


Рис. 2.13. Фрагмент РУ 220 кВ с разъединителями и выключателями ячеек ШСВ и присоединения

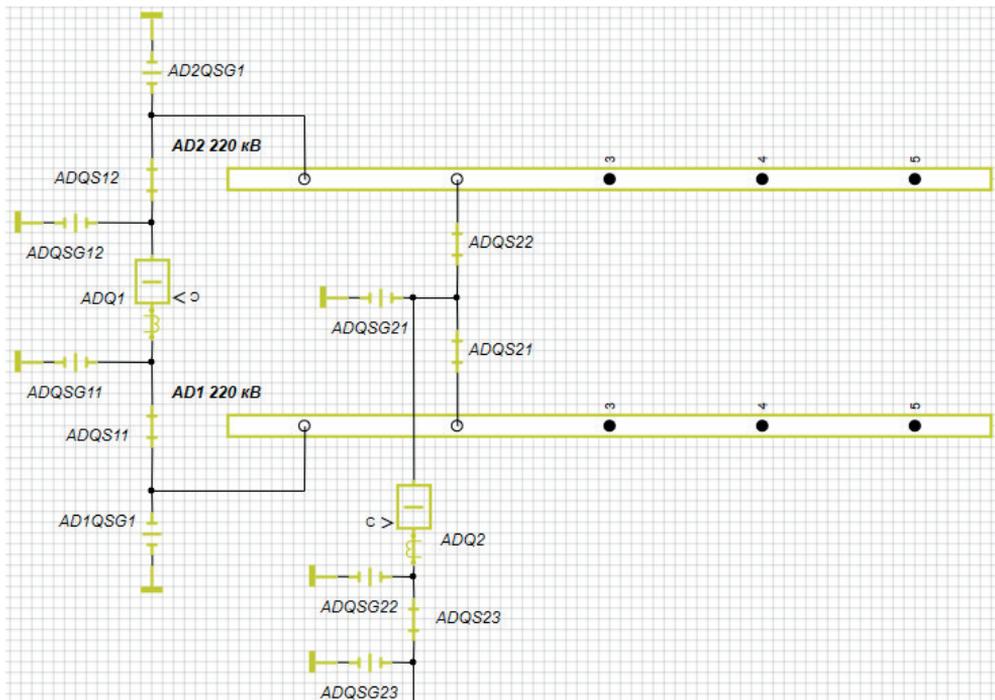


Рис. 2.14. Фрагмент РУ 220 кВ с элементами ячеек ШСВ и присоединения ячейки 2

Зафиксируем распределение присоединений по шинам. Для этого один из шинных разъединителей должен быть включен (выставим **Состояние включен** – «Да»), а другой отключен (выставим **Состояние включен** – «Нет»). Например, для подключения блочного трансформатора разъединитель ADQS21

должен быть включен, а ADQS22 отключен. Присоединения обычно равномерно распределяют по шинам, особенно парные, то есть в нашем случае одна линия должна быть подключена к шине 1, а вторая – к шине 2.

Итоговая схема РУ 220 кВ представлена на рис. 2.15. По схеме легко визуально проверить правильность задания имен блоков и положение коммутационных аппаратов. Впоследствии, не меняя имена блоков, подписи блоков можно при необходимости заменить на любые другие или убрать вовсе.

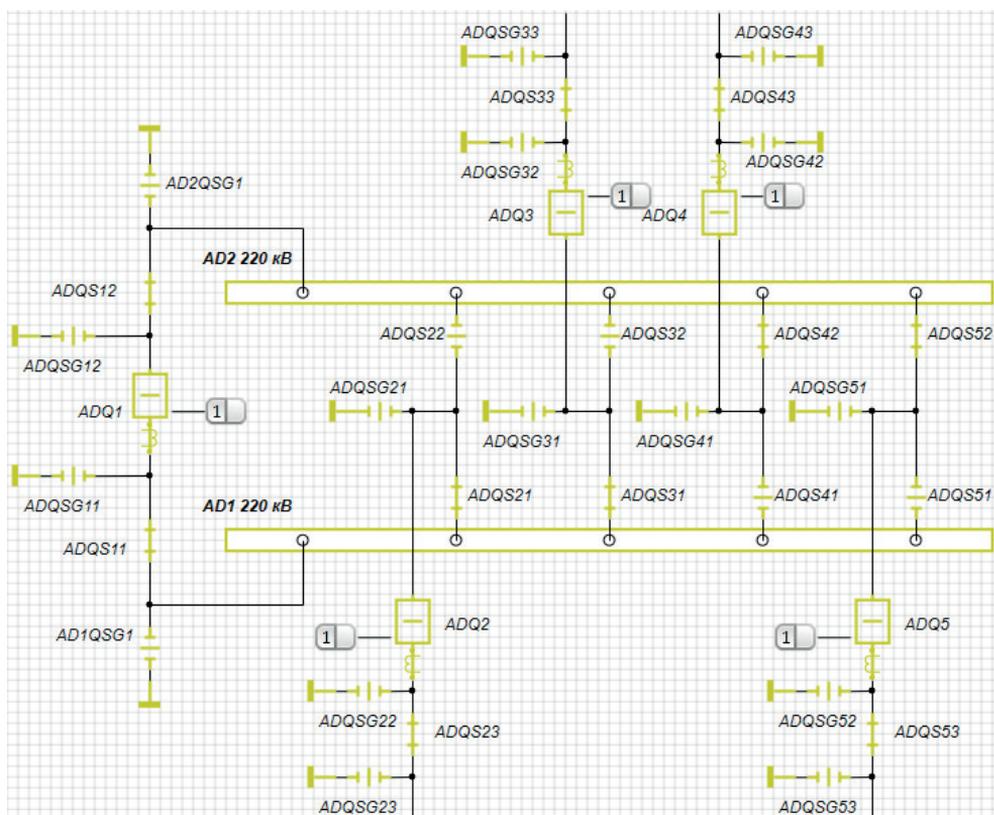


Рис. 2.15. Схема РУ 220 кВ с именами аппаратов

Поскольку схема РУ 110 кВ выполнена по такой же схеме, как и РУ 220 кВ, то ее можно не собирать с «нуля», а скопировать всю схему РУ 220 кВ и далее добавить отсутствующие или удалить ненужные элементы.

В нашем случае в РУ 110 кВ четыре присоединения, так что в случае копирования удалим блоки последней пятой ячейки и изменим свойство шин **Количество присоединений** на 4.

В нашей задаче в РУ 110 кВ не предполагается управление разъединителями и заземляющими ножами, поэтому эти блоки удалим после копирования (не будем устанавливать в случае сбора схемы с «нуля»). Шинные разъединители оставим для удобства перефиксации присоединения с одной шины на другую до запуска проекта на расчет. Оставшимся на схеме блокам зададим по установленному правилу имена, изменяя свойство **Имя объекта**.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru