

E-mail: modus@swman.ru
WWW: <http://www.swman.ru>
Тел/Факс.: (495) 642 89 62,(499) 267 79 59

Аниматор

Версия 5.20

г. Москва

Компания Модус

Содержание

Часть I. О программе Аниматор схем	8
1. Введение	8
2. Назначение программы	9
Внешний вид программы и назначение основных окон	11
Отладка топологии схемы энергообъекта	13
Согласование поведения элементов	17
Настройка правил переключения для элементов схемы	20
Настройка и проверка функционирования блокировок и защит	26
3. Сервисные функции программы	28
Ограничения демо-версии	29
4. Начало работы с программой Аниматор схем	29
Как открыть схему в программе	30
5. Работа со схемой	33
Настройка стиля выделения объектов	34
Переключение с вкладки на вкладку	35
Просмотр схемы	36
Полосы прокрутки	37
Показ по двойному щелчку	37
Поиск элементов макета	37
Использование навигатора	38
Изменение степени детализации схемы	39
Изменение масштаба схемы	40
Изменение конфигурации окна	42
6. Изменение состояния объекта	43
Включение/отключение коммутационного аппарата	43
Изменение состояния объекта средствами контекстного меню элемента	46
Различие контекстных меню активного и указанного объектов	46
Использование вспомогательного поля активного элемента	47
Расшиновка присоединения	49
Моделирование повреждения	53
Изменение параметров объекта средствами панели Свойства	56
Блокировка привода	59
Запрет	60
Нагрев	61
Оперативный ток и оперативный ток привода	61
Повреждение	61
Положение	63

Присоединение.....	63
Запоминание и восстановление состояния схемы.....	64
Объектная модель и навигация по связям между элементами.....	67
Диагностика моделей.....	70

Часть II. Отладка топологии и модели электрической сети 72

1. Анализ режима и сверка схемы.....	72
Отображение информации об объекте схемы.....	73
Определение наличия или отсутствия напряжения на участке.....	76
Проверка корректности работы схемы по информации в строке состояния...	80
Сверка информации о состоянии узлов и наличии токов.....	83
Выявление деления участков схемы.....	85
Выявление нарушения топологической связи объектов схемы.....	86
Выявление шунтированных объектов схемы.....	88
Многостраничные коммутационные модели.....	88
Просмотр состояния модели.....	92
Просмотр состояния узлов.....	92
Просмотр состояния узлов.....	95
Учет кабельных и воздушных линий внутри объекта.....	101
Модель сети.....	103
Ограничения при построении модели сети.....	103
Данные на основании модели сети.....	105
Примеры различных ошибок в модели сети.....	105
Топология отключена.....	105
Топология включена.....	107
Ошибки при изображении шунтированных КА.....	113
Ошибки при использовании контейнера.....	114
Усложнение схемы: появление второй шины и воздушных линий.....	116
Проверка действия оперативных блокировок.....	118
Ошибки в присоединении трансформатора.....	121

Часть III. Индивидуальная настройка правил переключения для элементов схемы 126

1. Назначение подсистемы контроля правил и блокировок.....	126
2. Включение/отключение правил и блокировок.....	126
Режим работы подсистемы контроля правил и блокировок.....	127
Включение/отключение конкретного правила или блокировки.....	131
3. Блокировки, реализованные в программном комплексе Modus.....	132
Запрет переключения.....	133
Запрет включения.....	135
Отказ привода.....	135

Отказ переключения.....	136
4. Правила, реализованные в программном комплексе Modus	138
КЗ на землю.....	139
Повреждение ЗН.....	141
Межфазное короткое замыкание.....	141
Ошиновка под напряжением.....	143
Операция под нагрузкой.....	144
Отключение тока КЗ.....	145
Шунт вторичных цепей ТН (наведенное напряжение).....	145
Отключение потребителей.....	147
Отключение собственных нужд.....	147
Реакция на повреждение ОСИ (опорно-стержневой изоляции).....	147
Отключение холостого хода (ХХ) трансформатора.....	150
Отключение реактивной нагрузки.....	150
Отключение зарядной мощности линии.....	151
Увеличение зоны заземления.....	152
Замыкание независимых цепей.....	153
Феррорезонанс.....	154
Повреждение генератора.....	155
5. Колонка синхронизации.....	155
Назначение колонки синхронизации.....	155
Управление колонкой синхронизации.....	160
Выбор вида колонки синхронизации.....	161
6. Редактирование списка блокировок.....	162
7. Множественные лампочки индикации.....	163
8. Множественные датчики.....	165
9. Кнопки добавленные в версии 5.....	167
Часть IV. Редактирование и отладка согласованного поведения элементов	170
1. Назначение команд и зависимостей.....	170
2. Создание и редактирование команд управления и зависимостей.....	171
3. Идентификация участвующих в командах и зависимостях элементов схемы.....	173
4. Восстановление привязок при загрузке схемы.....	175

5. Команды с обратной связью.....	177
6. Планы по развитию.....	177
7. Создание команды.....	178
Открытие редактора настройки команды управления.....	179
Выбор свойств источника и приемника.....	183
Вставка всех возможных значений в таблицу.....	185
Подбор свойств по названию.....	186
Очистка таблицы.....	186
Операции с командами.....	186
Контроль исполнения команды.....	187
Редактирование команды.....	188
Удаление команды.....	189
Упорядочение списка команд.....	189
Отображение источника и приемника или контроллера и индикатора на.....	190
Условия исполнения команд управления и зависимостей.....	191
Особенности условий для команд управления.....	192
8. Создание зависимости.....	193
Открытие редактора настройки контроля состояния.....	193
Выбор свойств контроллера и индикатора.....	194
Кнопки редактора контроля состояния.....	196
Операции с зависимостями.....	196
Реализация зависимости при моделировании ситуации.....	196
Возможности контекстного меню зависимостей.....	198
Составные условия изменения состояния.....	199
Ограничения при создании и редактировании зависимостей.....	201
9. Контроль положения коммутационного аппарата.....	202
Датчики, реализованные в программном комплексе Modus.....	202
Назначение индикатора датчику «контроль включения/отключения».....	204
Назначение индикатора датчику «выбор параметра».....	207
Отмена назначения датчику индикатора.....	208
10. Сохранение изменений, внесенных в настройку поведения.....	208
11. Примеры моделирования системы дистанционного управления и контроля.....	209
Дистанционное включение (отключение) от ключа управления.....	209
Отключение (включение) оперативного тока управления.....	211
Контроль наличия тока (потока мощности) с помощью приборов.....	212
Контроль напряжения посредством сложной составной зависимости.....	214
Контроль тока с помощью сложной составной зависимости.....	217
Пофазный контроль тока через выключатели.....	220

Часть V. Настройка системы релейной защиты и автоматики	224
1. Назначение системы защит	224
2. Создание модели защит и ее элементы	224
Зона защиты и ее элементы	231
Настройка отображения зоны защит на схеме	231
Элементы зоны защит	237
Сортировка элементов таблицы	240
Выделение зоны защиты и показ ее элементов на схеме средствами контекстного меню	240
Переход от зоны к узлу и обратно средствами контекстного меню	241
Разделитель зон защиты	242
Чувствительность защит	245
Узел защиты и его элементы	248
Комплект устройств защит для линий	251
Комплект устройств защит для трансформатора	255
Комплект устройств защит для шин	256
Комплекты устройств защит для низших классов напряжения	257
Оперативные блокировки	257
Блокировки разъединителей	258
Отображение условий оперативных блокировок на схеме и показ их средствами контекстного меню	259
3. Проблемы идентификации в модели защит	261
Привязка узла защиты к оборудованию	262
Привязка зоны защиты к оборудованию	262
Изменена идентификация органов управления защит	264
Восстановление потерянных комплектов защит	264
4. Вычеркивание неиспользуемых защит	266
5. Отображение непривязанных защит в дереве	268
6. Добавление защит в комплекты. Добавление каналов в защиты	269
7. Редактирование названия защит	273
8. Органы управления устройствами защит	274
Множественные органы управления защитами	274
Групповое назначение защит	276
Накладка пофазно	279
Блинкер Повреждения	281
Настройка свойства органа индикации	283
Работа сирены при срабатывании защиты	284
9. Поддержка УРОВ	285
10. Уточнение в логике срабатывания защит	286

11. Работа алгоритма защиты	287
12. Создание карт защит для упрощенного макета	288
Создание карт защит	289
Суммарные защиты	292
13. Построение дерева защит для различных схем и выявление ошибок схемы средствами системы защиты	298
Определение связности схемы	299
Проверка работы КА	300
Зона защит для схемы с двумя системами шин	301
Схема с трансформаторами	303
Замыкание участков различных классов напряжения	306
Схема с обходной системой шин	308
14. Интерфейсные устройства защиты	312
Для чего нужны интерфейсные устройства защиты	312
Как назначить интерфейсные устройства защиты	315
Как отменить назначение интерфейсных устройств защиты	316
Изменение состояния устройства защиты	317
Работа устройств защиты на примере трансформатора АТ-1	318
Работа устройств защиты на примере трансформатора АТ-2	321
Работа устройств системы защит для линий	323
Работа устройств системы защит для шин	325
Работа устройств системы защит на примере схемы 10 кВ	327
Работа устройств системы защит на примере схемы подстанции	329
Гашение табло на щите управления	335
Дополнительные рекомендации при назначении накладок	336

Часть VI. Тестирование моделей

337

1. Аппарат для составления тестов моделей макетов.	337
2. Принцип работы	338
3. Составление тестов.	340
4. Проигрывание теста	341
5. Начальные состояния	341
6. Хранение тестов	342
7. Рекомендации по составлению тестов для проверки моделей.	343
8. Планы по развитию системы построения тестов.	343

Предметный указатель	345
-----------------------------	------------

Часть 1. О программе Аниматор схем

Этот раздел документации содержит общее описание программы *Аниматор схем*. В деталях процедура установки программы *Аниматор схем*, входящей в комплекс программ, разработанных фирмой «Модус», описана в томе документации «Руководство по установке и настройке программного комплекса Modus 5.20.50».

1.1 Введение

Программа Аниматор схем предназначена для проверки и отладки схем, применяемых в программах Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов и Оперативный журнал, а также для создания и отладки схем реальных энергообъектов.

В этом томе документации рассказано о подготовке схем для дальнейшего использования в программах «Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов» (далее просто «Тренажер по оперативным переключениям» или «Тренажер») или «Оперативный журнал».

Безусловно, это трудоемкая и ответственная работа, поэтому ее сложно совместить с выполнением других должностных обязанностей. Опыт показывает, что эффективность выполнения работ такого рода повышается, если ей занимаются специально подготовленные сотрудники, хорошо разбирающиеся в специфике работы энергообъекта, знающие технологические особенности его обслуживания и необходимые меры безопасности.

Прежде всего это технологи, в круг обязанностей которых входит не только контроль за эксплуатацией объекта, но и разработка и создание документации по эксплуатации энергообъекта.

Кроме того, это могут быть методисты учебного центра, занимающиеся обучением персонала, сотрудники группы АСУ, отдела техники безопасности, электроцеха или др.

Сотрудники всех перечисленных категорий способны в полной мере оценить, насколько созданная средствами программы *Графический редактор* схема адекватна реальному объекту и насколько она отражает особенности его поведения, проанализировать поведение модели объекта средствами *Аниматора схем* и скорректировать их.

Программы комплекса Modus обладают развитой функциональностью и обширным

набором инструментальных средств, поэтому освоить их самостоятельно достаточно сложно. В помощь тем, кто собирается изучать эти программные средства, созданы специальные курсы подготовки, например, действующие на базе Санкт-Петербургского института повышения квалификации или Центра подготовки персонала Мосэнерго. Более подробная информация о курсах опубликована на Web-узле компании, расположенном по адресу www.swman.ru, а также в системе оперативной поддержки пользователей на Web-узле www.karan.ru.

Для подготовки схемы, ее проверки и настройки требуется не только хорошо знать технологию работы энергообъекта, но и обладать навыками работы на компьютере. Однако не всегда удастся найти сотрудника, отвечающего этим требованиям. Поэтому вполне возможно, что на первых порах весьма эффективной окажется совместная работа технолога и сотрудника, имеющего опыт работы на компьютере.

Хотя во всех томах документации есть глава, посвященная приемам работы с компьютером, а во всех остальных главах очень подробно описано, как осуществить ту или иную операцию, помощь пользователя, имеющего опыт практической работы на компьютере, может оказаться весьма своевременной при отладке и проверке созданных схем энергообъекта.

Подготовленные, проверенные и отлаженные схемы можно далее использовать в программе комплекса Modus *Тренажер по оперативным переключениям* или, если эти схемы готовились для конкретного реального объекта, то в оперативной работе на реальном объекте с помощью программы *Оперативный журнал*.

В первой главе этого тома документации есть раздел, посвященный особенностям установки программы *Аниматор схем*. Ее мы рекомендуем прочитать системным администраторам. Подробно общие инструкции по установке и настройке программ комплекса Modus описаны в отдельном томе документации, так как все программы комплекса Modus устанавливаются и настраиваются практически одинаково. Однако некоторые отличия для каждой конкретной программы все же имеются, они описаны в томе документации, посвященном этой конкретной программе.

1.2 Назначение программы

Программа *Аниматор схем* входит в комплекс, разработанный специалистами компании «Модус». Она предназначена для моделирования, отладки и дополнительной настройки схем, созданных в *Графическом редакторе* и применяемых в программе *Тренажер по*

оперативным переключениям.

Вот перечень задач, решаемых программой *Аниматор схем*:

- проверка топологии и модели электрической сети;
- настройка и проверка согласованного поведения элементов;
- настройка и проверка правил переключения для элементов схемы;
- настройка и проверка функционирования блокировок и защит.

Программа *Аниматор схем* предоставляет обширный набор инструментов для решения всех этих задач.

Первоначально принципиальная схема объекта создается и редактируется при помощи другой программы комплекса Modus— *Графического редактора* (подробно о том, как это сделать, рассказано в соответствующем томе документации). *Графический редактор* позволяет подготовить структуру данных, их отображение, связать элементы электрической схемы между собой, а также идентифицировать элементы в схеме.

Таким образом, при помощи *Графического редактора* по рисунку электрической схемы создается упрощенный макет энергообъекта, отражающий ее нормальное состояние. По макету в *Тренажере по оперативным переключениям* строится модель сети. При этом определяются электрические узлы и наличие нагрузки и напряжения на них. Для коммутационных аппаратов в схеме определяется наличие тока.

Нарисованную в *Графическом редакторе* схему энергообъекта перед применением в *Тренажере по оперативным переключениям* необходимо сверить на предмет выявления несогласованностей в работе. Эта операция выполняется средствами *Аниматора схем*:

- производя коммутации, можно определить корректность работы схемы; например, контролируя наличие напряжения и тока в ее цепях, проследить отсутствие коротких замыканий и др.;
- *Аниматор схем* уточняет состав стандартных правил переключения коммутационных аппаратов (КА). При моделировании схемы энергообъекта он позволяет учесть особенности тех или иных элементов схемы;
- для того, чтобы качественно имитировать работу персонала на реальном энергообъекте, принципиальной электрической схемы недостаточно. Поэтому, кроме электрической схемы на этапе подготовки проекта в *Графическом редакторе* для работы в *Тренажере по оперативным переключениям*, создаются панели с

изображением ключей управления и контрольных приборов (щиты управления), элементами защиты и т. д. Однако все эти панели существуют отдельно друг от друга, они не связаны друг с другом и со схемой. *Аниматор схем* позволяет связать конкретный объект на электрической схеме с ключами управления, изображенными на щите управления, а также датчиками и приборами индикации и задать при этом модель поведения каждой пары связанных элементов. В результате макет будет достаточно полно отражать взаимосвязи устройств на реальном энергообъекте;

- *Аниматор схем* позволяет проверить адекватность модели поведения готовой схемы с помощью правил и блокировок. Набор правил и блокировок был определен для каждого КА;
- кроме того, *Аниматор схем* предоставляет еще одну очень важную возможность — настройку управляющей системы, предназначенной для локализации неисправностей (модель защиты). Модель защиты выполняет анализ схемы с точки зрения возможности локализации неисправности, возникшей в узле или зоне. Анализ выполняется автоматически, когда принципиальная электрическая схема сети открывается в *Аниматоре схем*. При этом создаются списки зон защит, узлов схемы и взаимных блокировок, доступные для просмотра пользователем. Ввод информации о повреждении элемента приводит к отключению участка сети, что также может быть использовано для сверки схемы.

Таким образом, средствами программного комплекса Modus удастся построить полнофункциональную модели электрической сети, адекватно отражающую особенности структуры и поведения реального энергообъекта.

1.2.1 Внешний вид программы и назначение основных окон

При запуске *Animator.exe* вы увидите следующую картинку, представленную на Рис. 1-1..

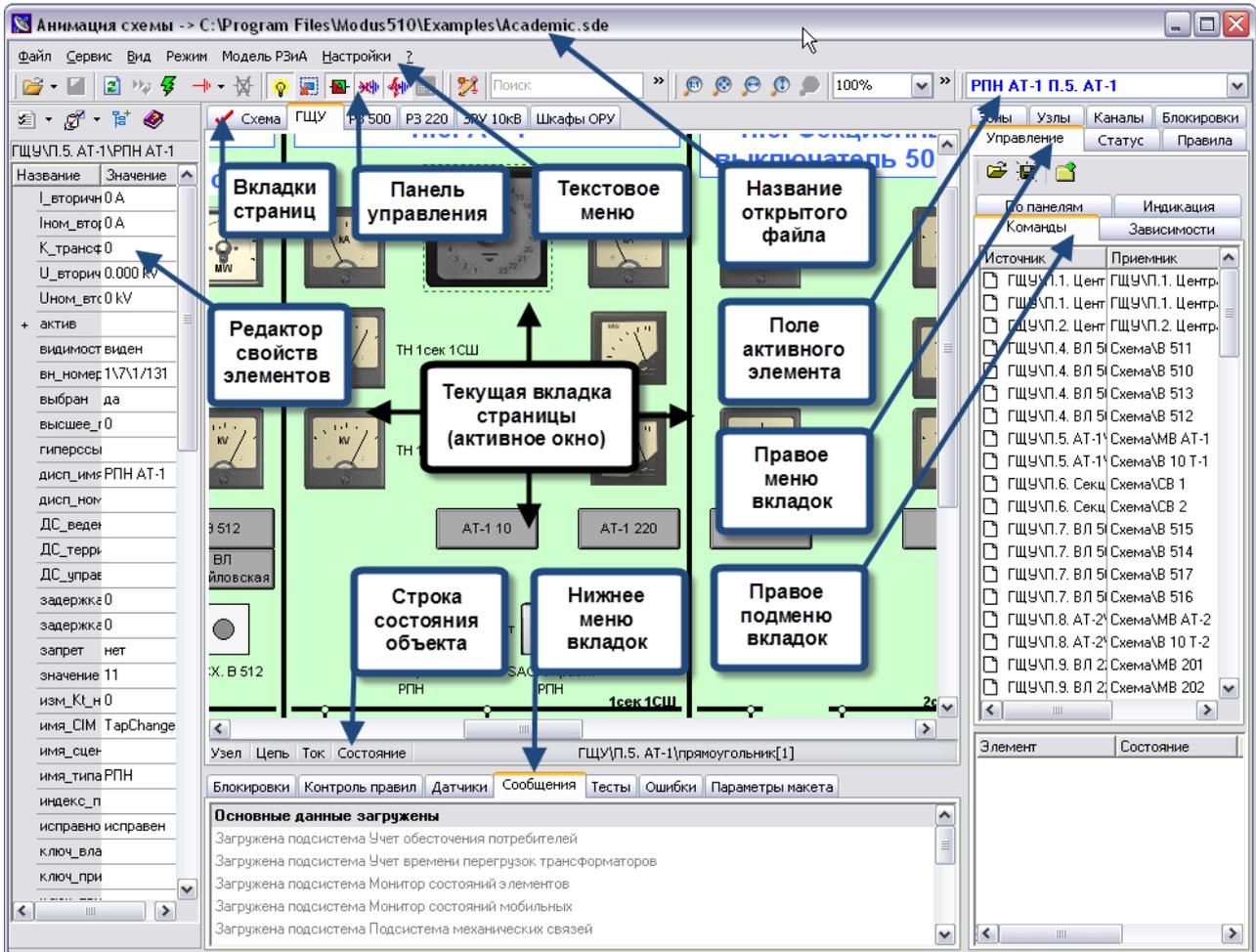


Рис. 1-1. Внешний вид программы *Аниматор*

Конфигурация элементов управления программы *Аниматор* (присутствие и положение элементов) может быть изменена по желанию пользователя. При этом часть меню может быть скрыта двойной галочкой.

Элементы управления

№	Тип элемента	Краткая характеристика
1	Название открытого файла	Содержит название файла, с которым ведется работа
2	Тестовое меню	Содержит текстовое меню команд <i>Аниматора схем</i> , разбитое на группы
3	Панель инструментов	Содержит панель инструментов команд <i>Аниматора схем</i> , разбитое на группы

4	Вкладка страниц	Содержит вкладки страниц файла, участвующих в создании макета
5	Активный элемент	Выделенный элемент, с которым можно произвести действие
6	Редактор свойств элементов	Содержит основные параметры и настройки активного элемента
7	Поля состояния модели	Содержит основную информацию о состоянии схемы, также показывает элемент, на который наведен курсор мышки
8	Нижнее меню вкладок	Содержит следующие вкладки настроек <i>Аниматора схем</i> : Блокировки\ Контроль правил\ Датчики\ Тесты\ Ошибки\ Параметры макета
9	Правое меню вкладок	Содержит следующие вкладки настроек <i>Аниматора схем</i> : Зоны\ Узлы\ Каналы\ Блокировки\ Управление\ Статус\ Правила
10	Правое подменю вкладок	Содержит следующие вкладки настроек для правого меню вкладок <i>Аниматора схем</i> : Узлы - Управление\ Действие \Параметры Управление - Команды\ Зависимости\ Индикация\ Панелям Зоны – КА\ Объекты Статус – Узлы\ Все узлы\ Зоны\ Цепочки\ Статистика
11	Текущая вкладка страницы (активное окно)	Рабочее окно для вывода изображения макета. Создание и редактирование элементов макета происходит только в этом окне.

1.2.2 Отладка топологии схемы энергообъекта

Каждый элемент схемы обладает свойствами, присущими оборудованию, которое он отображает. Например, электрические схемы, представляющие электрическое оборудование, обладают таким свойством, как класс напряжения. Совокупность значений свойств образует состояние объекта. При подготовке схемы в *Графическом редакторе* необходимо учесть, что

каждый элемент схемы должен находиться в нормальном состоянии. Таким образом, схема, подготовленная в *Графическом редакторе*, является нормальной.

Однако зачастую, хотя макет сети визуально выглядит корректно, при его создании могут быть допущены ошибки. А если он неверно отражает реальный энергообъект, то, естественно, не пригоден для эксплуатации в *Тренажере по оперативным переключениям* и *Оперативном журнале*.

Выполнение сверки схемы и выявление допущенных ошибок — одна из возможностей, предоставляемых *Аниматором схем*. Открытая в этой программе схема «оживает», становится функциональной. Теперь пользователь может наблюдать ее поведение, изменяя состояние различных объектов.

Работа с моделью начинается с ее просмотра (сверки). При этом пользователь определяет, какие узлы и цепи находятся под напряжением, а какие — нет. Наличие или отсутствие напряжения определяется по внешнему виду линий в соответствии с установленным стандартом отображения. На (Рис. 1-2.) стандарт отображения настроен таким образом, что элементы схемы под напряжением обозначены сплошными линиями различной толщины, а обесточенные — пунктирными линиями с косыми темно-зелеными штрихами.

Таким образом, в процессе сверки схемы пользователь сразу же видит, какой участок находится под напряжением, а какой — нет, и может отредактировать схему, если она некорректна. Корректировка выполняется в программе *Графический редактор*.

Элементы схемы в электрических узлах, имеющих не локализованные короткие замыкания (КЗ), также отображаются по правилам для отключенных участков.

Кроме того, моделируя некоторые технологические операции, например, оперируя коммутационными аппаратами, можно оценить работу конкретного участка при изменении конфигурации схемы.

Итак, чтобы проверить, соединена ли конкретная шина с другими элементами, следует отключить все коммутационные аппараты (КА), которые к ней подведены. Затем поочередно их включать и отключать, фиксируя подачу напряжения на проверяемую шину по изменению изображения шины. При этом рекомендуется проверять правильность автоматической установки и снятия взаимной блокировки. О том, как выполнять все эти операции, рассказано в главе 3 этого тома документации.

Взаимная блокировка — это запрет на изменение состояния КА (разъединитель,

заземляющий нож) в зависимости от состояния других элементов. Эта функция реализована при включенном действии защиты.

Таким способом выявляют возможные ошибки, допущенные при подготовке схемы: обрыв и короткое замыкание (КЗ).

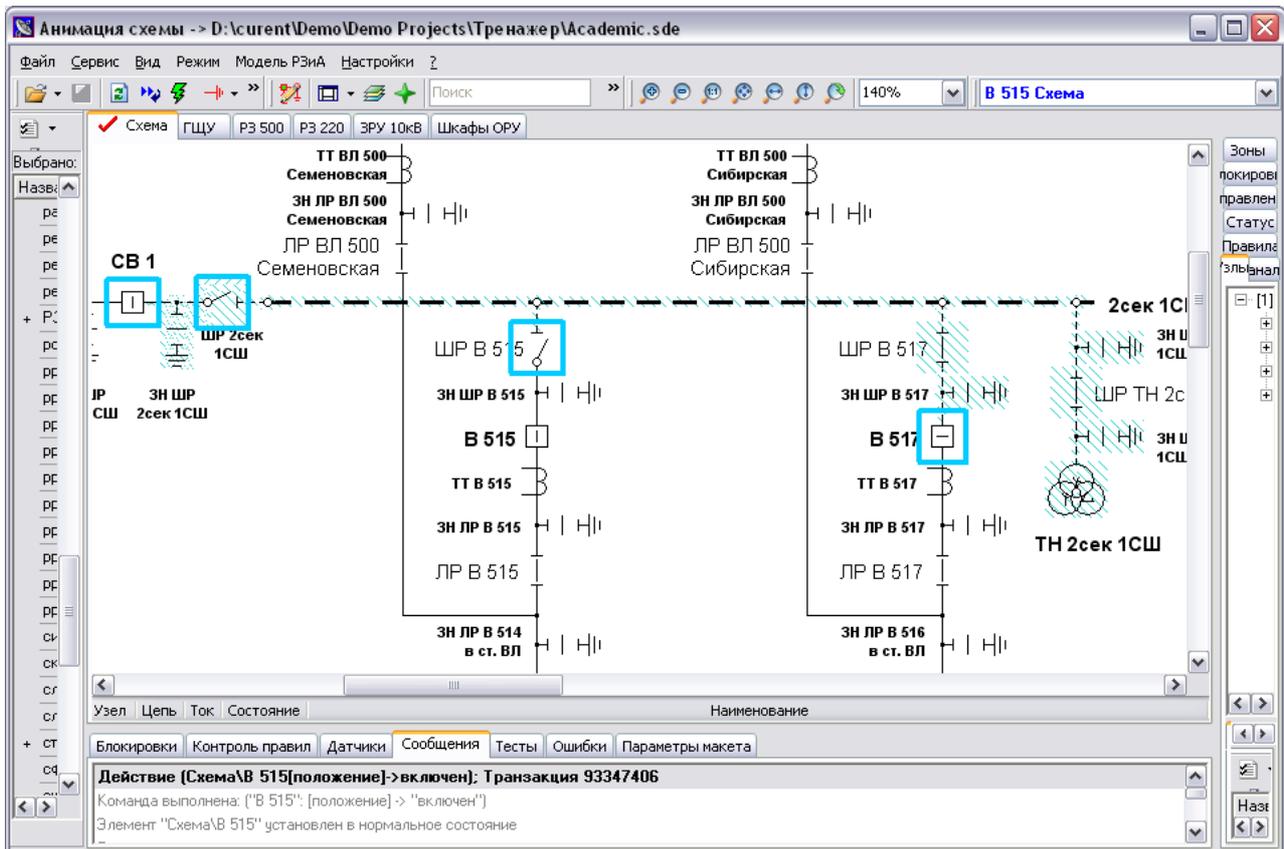


Рис. 1-2. Анализ режима модели электрической сети

В *Аниматоре схем* предусмотрено еще одно удобное средство, значительно облегчающее сверку схемы. Когда на конкретный объект схемы наводится указатель мыши, в строке состояния, расположенной внизу окна, отображаются развернутые данные о его режиме (Рис. 1-3.)

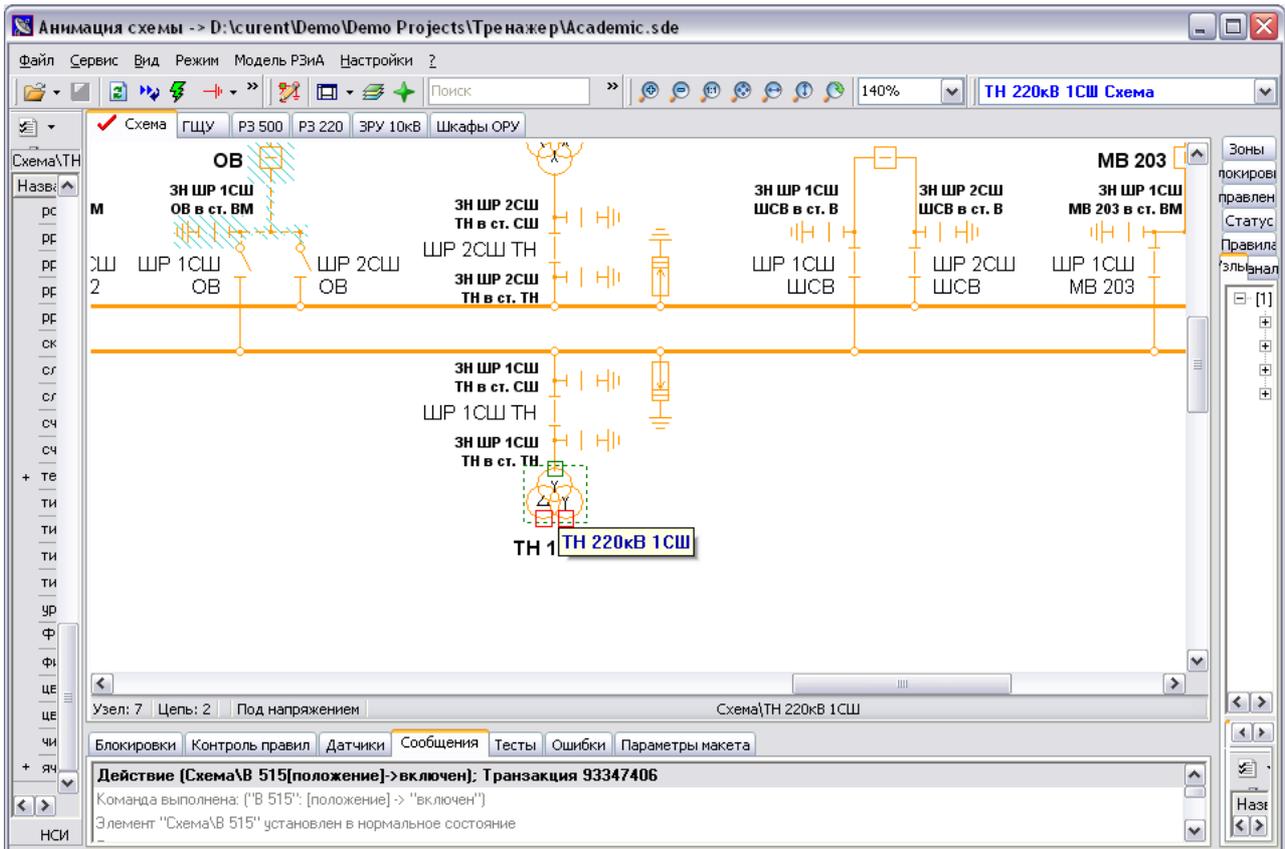


Рис. 1-3. Отображение данных об объекте в строке состояния

В данном случае программа идентифицирует объект как узел 7, цепь 2.

Здесь надо пояснить, что *электрическим узлом* в данном случае называется участок схемы, все элементы которого соединены друг с другом и находятся под одинаковым напряжением.

Цель — это группа электрических узлов, объединенных силовыми элементами: линиями воздушными и кабельными, трансформаторами и др.

Совокупность узлов и цепей описывают текущее состояние схемы, отслеживая их, можно выявить ошибки в схеме.

Далее указано, что объект находится под напряжением, и приведено его имя — «Центральная\ТН-220 1СШ\ТН».

Если теперь, разомкнуть цепь разъединителем, расположенным выше этого объекта, и снова навести на него указатель — номера узла и цепи изменились: узел 8, цепь 3 (Рис. 1-4.)

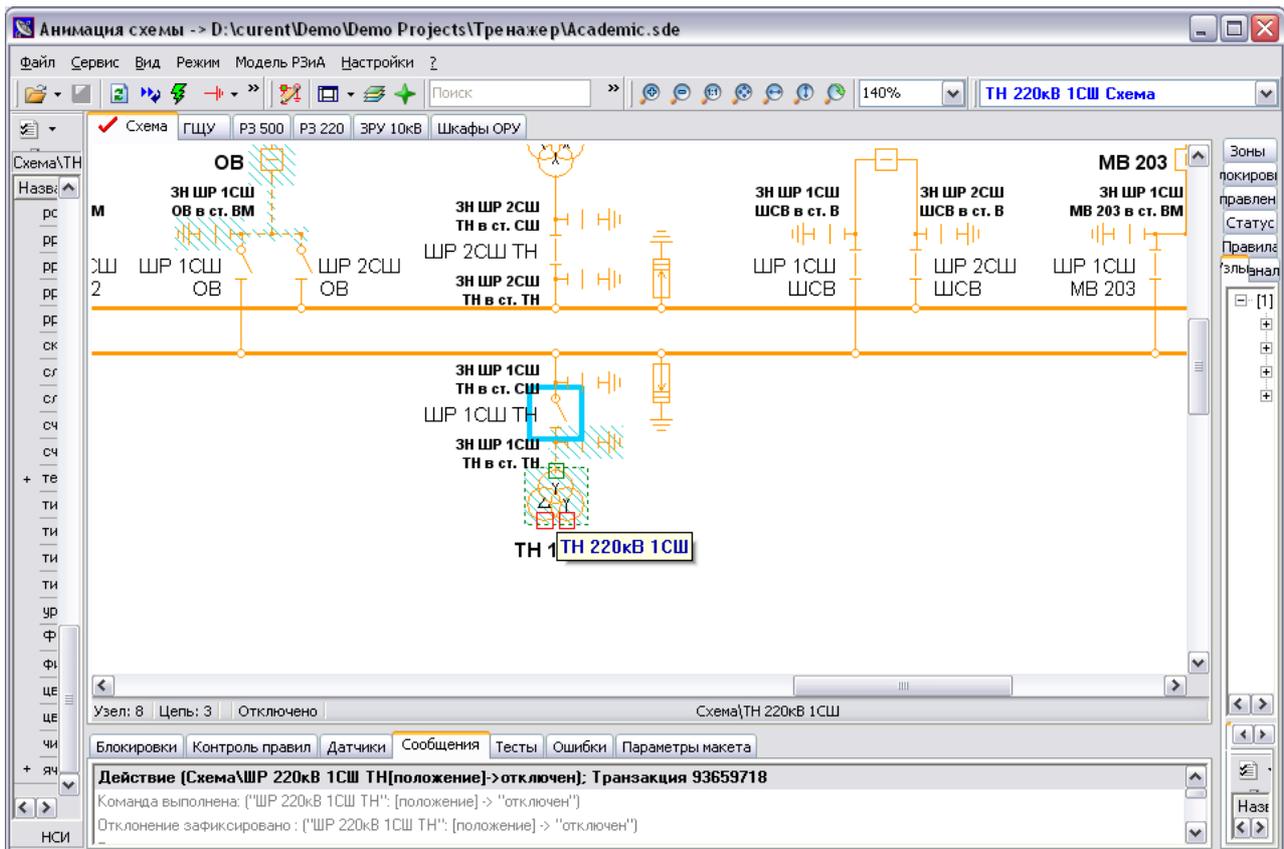


Рис. 1-4. Отображение данных об объекте в строке состояния при размыкании цепи трансформатора напряжения

Таким образом, изменение номера узла и цепи относительно первоначального свидетельствует о разрыве цепи. Это средство позволяет выявлять наличие разрывов в цепи, проверять, находятся узлы или цепи под напряжением или же они обесточены.

1.2.3 Согласование поведения элементов

Макет энергообъекта, как правило, представляет собой документ в электронном виде и состоит из нескольких страниц, которые в терминологии программы называются вкладками. На них схематично изображены электрические схемы и различные элементы систем телеметрии, управления и защиты, относящиеся к ней. Созданием вкладок в документе занимается разработчик. Состав вкладок зависит от назначения документа. Поэтому вкладок в нем может быть как одна, так и несколько.

Имейте в виду, что модель режима строится и обрабатывается только по данным первой страницы. Если схема располагается на второй или последующих страницах, то модель режима по ней построить не удастся.

Например, макет подстанции ПС Academic состоит из головной электрической схемы,

элементов щита управления, панели защиты и т.д. Все эти вкладки показаны на рис. Рис. 1-5.

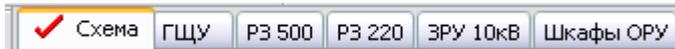


Рис. 1-5. Вкладки модели энергообъекта ПС Academic

Для моделирования согласованного взаимодействия элементов, расположенных на различных вкладках документа, в *Аниматоре схем* предусмотрена подсистема дистанционного контроля и управления, позволяющая имитировать поведение устройств телеуправления и телеметрии.

Это инструментальное средство называется редактором согласованного поведения элементов схемы (подробнее о функциях редактора рассказано в главе 4) и позволяет создавать и исполнять команды управления, а также определять условия изменения состояния элементов макета.

Команда управления — это некоторое управляющее воздействие пользователя на элементы макета, цель которого изменить режим или состояние связанных с ними объектов. Например, пользователь воздействует на ключ управления, изображенный на вкладке, озаглавленной «Щит управления» или просто «ЩУ». Этот ключ связан командой (команда — одна из функций, предоставляемых программой *Аниматор схем*) с неким объектом на принципиальной электрической схеме. В результате воздействия состояние объекта изменяется.

В реальной системе оперативный персонал воздействует на орган управления, в результате чего изменяется состояние объекта. Например, изменение положения ключа, расположенного на щите управления, приводит к изменению состояния коммутационного аппарата и, следовательно, к изменению нагрузки в конкретной цепи. Для моделирования подобного действия в программе *Аниматор схем* необходимо создать команду управления, связывающую конкретное коммутационное устройство (КУ) на щите управления с выключателем на схеме электроустановки.

Подробно о том, как это сделать, рассказано в главе 4 этого тома документации, здесь же показан результат — команды, отображаемые на вкладке Команды, связывают различные объекты макета электрической схемы с элементами, изображенными на вкладке «ЩУ».

Первая часть команды относится к устройству на щите управления (ЩУ) или на комплектном распределительном устройстве (КРУ), вторая — к объекту на электрической

схеме. Воздействуя на ключ управления, изображенный на щите управления, можно изменить состояние объекта, расположенного на принципиальной электрической схеме.

Например, выделенная на рис. Рис. 1-6. команда связывает элементы макета: ключ управления В 511, расположенный на щите управления (ЩУ) на панели П.4 ВЛ 500кВ, с объектом принципиальной электрической схемы В 511, на вкладке Схема.

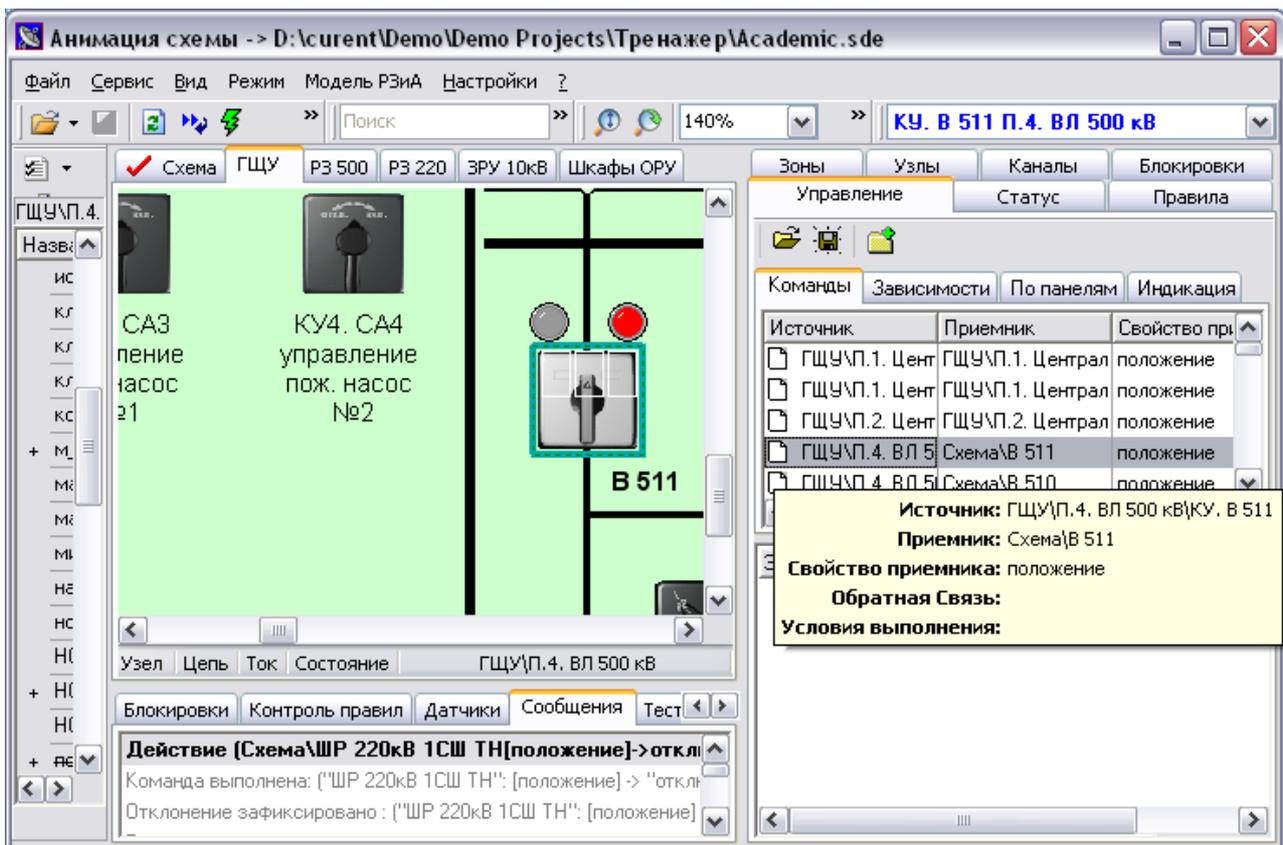


Рис. 1-6. Макет ПС Academic: список команд и панель ЩУ

Теперь пользователь может, как и на реальном энергообъекте, изменив положение ключа на щите управления, обесточить или наоборот подключить к источнику цепь или узел на схеме электроустановки, то есть имитировать действия оперативного персонала, выполняющего коммутации на реальном объекте.

Для создания полной модели реального энергообъекта в *Аниматоре схем* предусмотрена возможность использовать для отображения текущего состояния объекта различные индикаторы, такие, как контрольные лампочки, измерительные приборы, исполнительные органы устройств РЗА (релейной защиты и автоматики). Эта возможность называется контролем состояния или созданием зависимости. Например, можно связать показания амперметра с фактом протекания тока через выключатель.

Подробно о том, как это сделать, рассказано в главе 4 этого тома документации, здесь же показан результат— контролируемые параметры, отображаемые на вкладке Зависимости.

Например, на рис. Рис. 1-7. показана зависимость показаний активной мощности «ВЛ 201», расположенного на щите управления на панели П.9 ВЛ 220кВ, от режима выключателя электрической схемы МВ-201, расположенного на вкладке Схема.

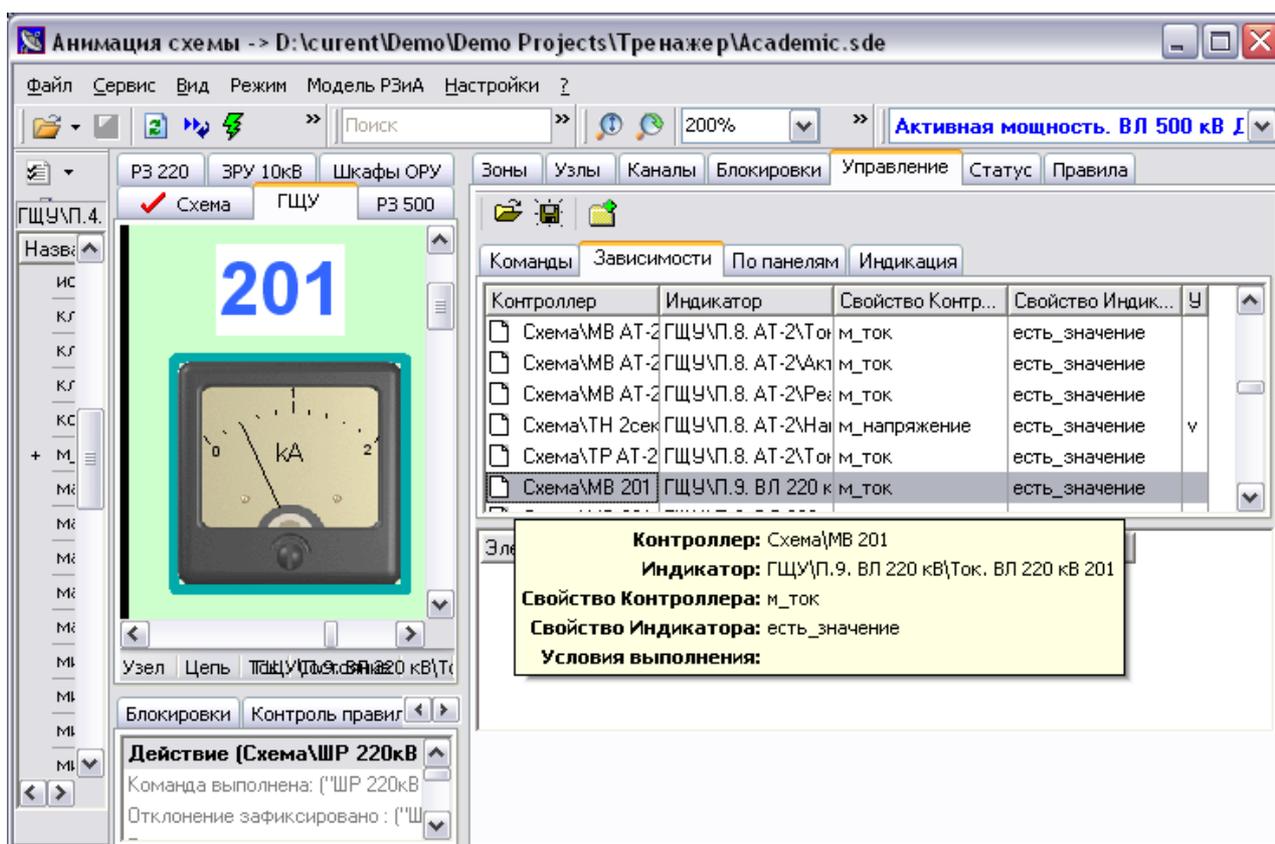


Рис. 1-7. Макет ПС Academic: список зависимостей

При подготовке модели поведения объекта, предназначенного для тренировок оперативного персонала, управление элементами можно реализовать как в полном объеме, так и частично— в зависимости от цели.

1.2.4 Настройка правил переключения для элементов схемы

В приложении *Аниматор схем* реализован механизм настройки стандартных правил переключения коммутационных аппаратов. При моделировании схемы энергообъекта он позволяет учесть особенности поведения тех или иных элементов схемы.

Правила переключения используются для контроля возникновения недопустимых ситуаций. Они определяют действия, запрещенные для данного типа коммутационного аппарата. Вот, например, некоторые из правил, реализованных в версии 5.20.50

программного комплекса Modus:

- отключение зарядной мощности линий;
- отключение реактивной нагрузки;
- отключение XX трансформатора;
- увеличение зоны заземления;
- отключение тока КЗ;
- операция под нагрузкой;
- отключение потребителей;
- КЗ на землю;
- ошиновка под напряжением;
- шунт вторичных цепей ТН;
- отключение потребителей собственных нужд;
- отключение потребителей;
- повреждение генератора;
- межфазное короткое замыкание;
- замыкание независимых цепей;
- реакция на повреждение ОСИ.

Некоторый фиксированный набор правил определен для каждого типа КА при разработке программного комплекса Modus.

Заметим, что набор правил переключений можно уточнить в зависимости от конкретного положения КА в схеме энергообъекта и его типа, так как в ходе настройки модели энергообъекта Вы можете запрещать действие тех или иных правил. Имейте в виду, что отключенное правило не будет проверяться для данного элемента, однако действие правила сохраняется для других аналогичных элементов.

Правила переключения отображаются для активного элемента. Чтобы сделать элемент активным, надо щелкнуть его мышью— элемент будет выделен пунктирной рамочкой. На схеме активным может быть только один элемент.

Именно для активного элемента в нижней панели на вкладке Контроль правил отображается список правил. Например, на рис. Рис. 1-8. отображается набор правил для

разъединителя.

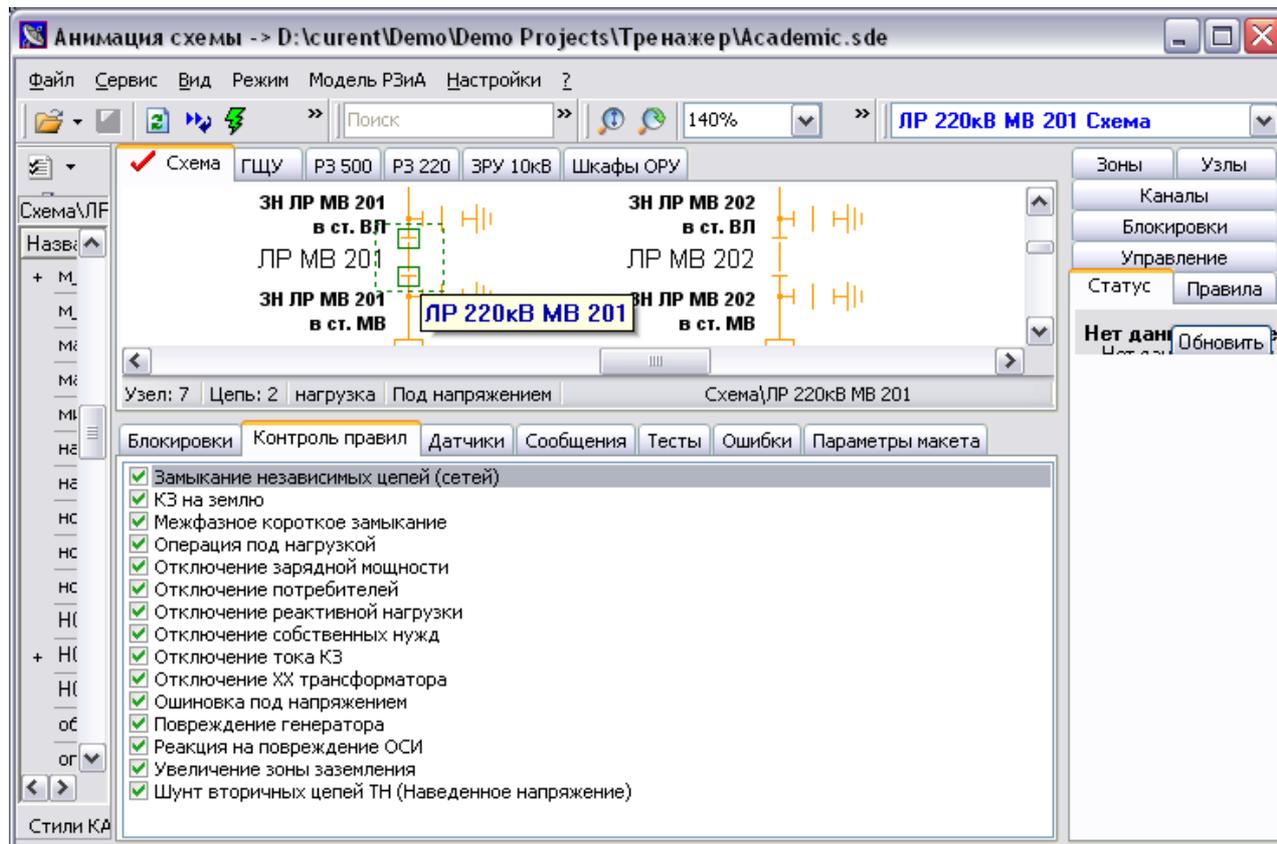


Рис. 1-8. Набор predetermined правил для разъединителя

Кроме того, для объекта задается набор блокировок— особый род правил, определяющих выполнение условий, при которых запрещено изменение состояния объекта.

Чтобы просмотреть набор блокировок для того же активного элемента, надо открыть вкладку Блокировки (Рис. 1-9.).

Правила и блокировки позволяют проверить корректность проведения операций в схеме. Для выполнения подобной проверки пытаются выполнить операцию, которая в данных условиях заведомо приведет к возникновению опасной ситуации.

Если правило не работает в данной ситуации, вероятно, в схеме ошибка. Если же оно действует, значит, схема составлена корректно.

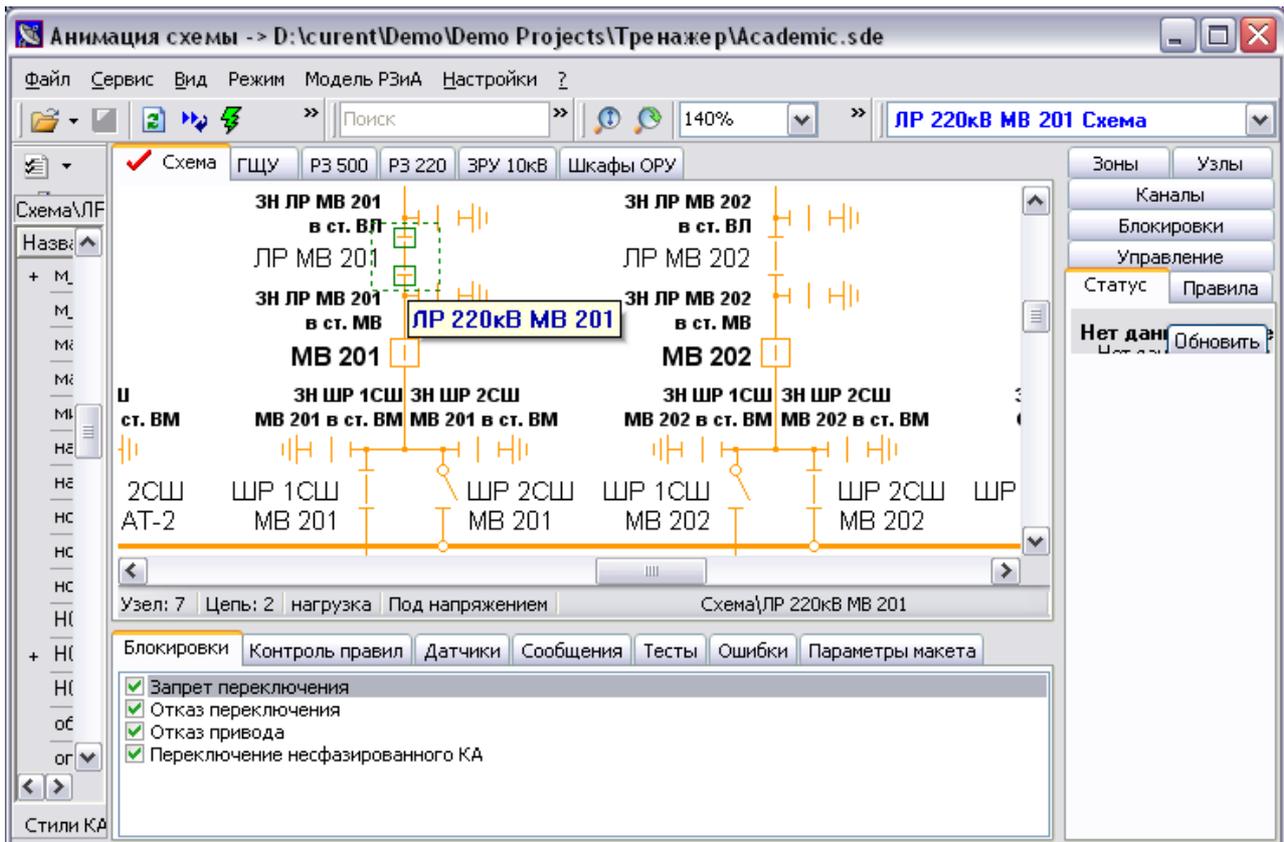


Рис. 1-9. Набор predetermined блокировок для разъединителя

Для того, чтобы задействовать основные правила блокировки и защиты, необходимо кнопки

Предупреждение, Действие защит и Учет блокировок перевести в положение нажато.

Кнопка Предупреждение предназначены для отслеживания правил при изменении состояния схемы в *Аниматоре схем*

Кнопка Учет блокировок включает/отключает действие блокировок в *Аниматоре схем*

Для отслеживания повреждений на схеме необходимо кнопку Действие защит перевести в положение нажато.

Кнопка Действие защит включает/отключает действие защит в *Аниматоре схем*

Возможности программы *Аниматор схем* продемонстрируем на следующем примере. Отключим выключатель МВ-201 (Рис. 1-10.) на него наведен указатель мыши) и затем попробуем переключить линейный разъединитель выключателя МВ-201.

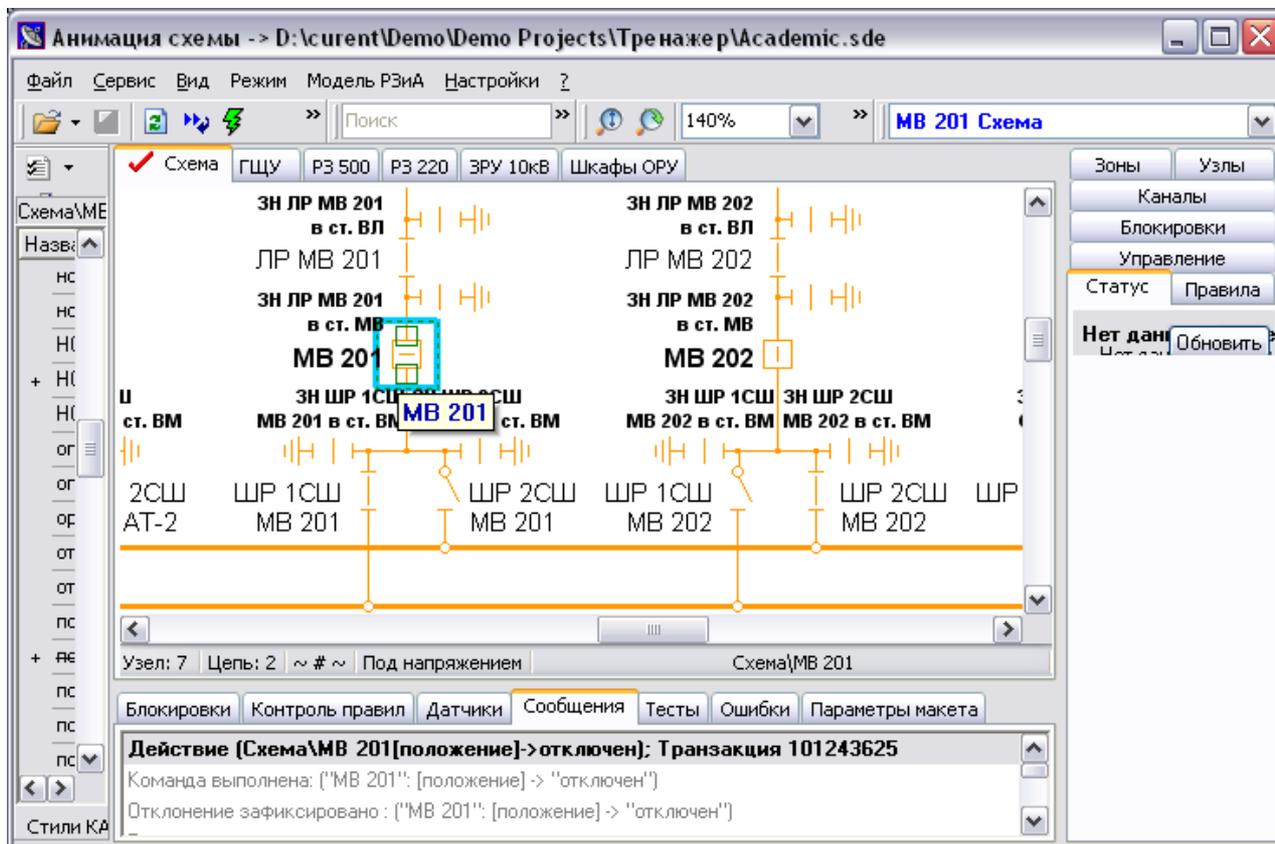


Рис. 1-10. Отключение выключателя МВ-201

Чтобы переключить разъединитель, дважды щелкнем его. В результате этого действия на экране появляется предупреждение (Рис. 1-11.) о том, что линейный разъединитель заблокирован, то есть на него распространяется действие заданного набора блокировок. В данном случае действует блокировка «Запрет переключения».

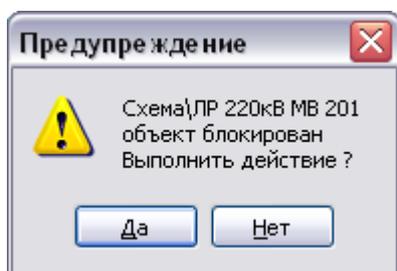


Рис. 1-11. Предупреждение появляется в результате действия блокировки «Запрет переключения»

Однако мы, несмотря на предупреждение, все-таки выполним действие, щелкнув кнопку

Да. В этом случае на экране появится сообщение, которое свидетельствует о действии предопределенных правил и конкретно— правила «Операция под нагрузкой» (Рис. 1-12.).

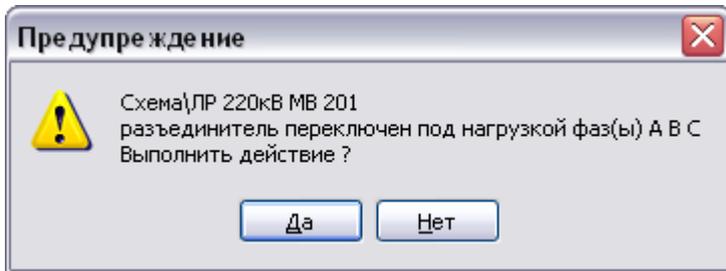


Рис. 1-12. Предупреждение появляется в результате действия правила «Операция под нагрузкой»

В нашем примере и правила, и блокировки сработали. В результате на вкладке Сообщения, расположенной внизу окна главного окна программы *Аниматор схем*, в перечне сообщений, описывающих ход выполнения операции, появился подробный отчет о выполнении операций и действии соответствующих правил (Рис. 1-13.).

Не обязательно применять все правила или блокировки из предопределенного набора. Вы можете отключить любое из них для любого КА. Однако нет необходимости отключать проверку, если Вы не ожидаете ложного результата или в данной схеме правило вообще не может проявиться (например, КЗ на остановленный генератор в схеме, где генераторы не предусмотрены).

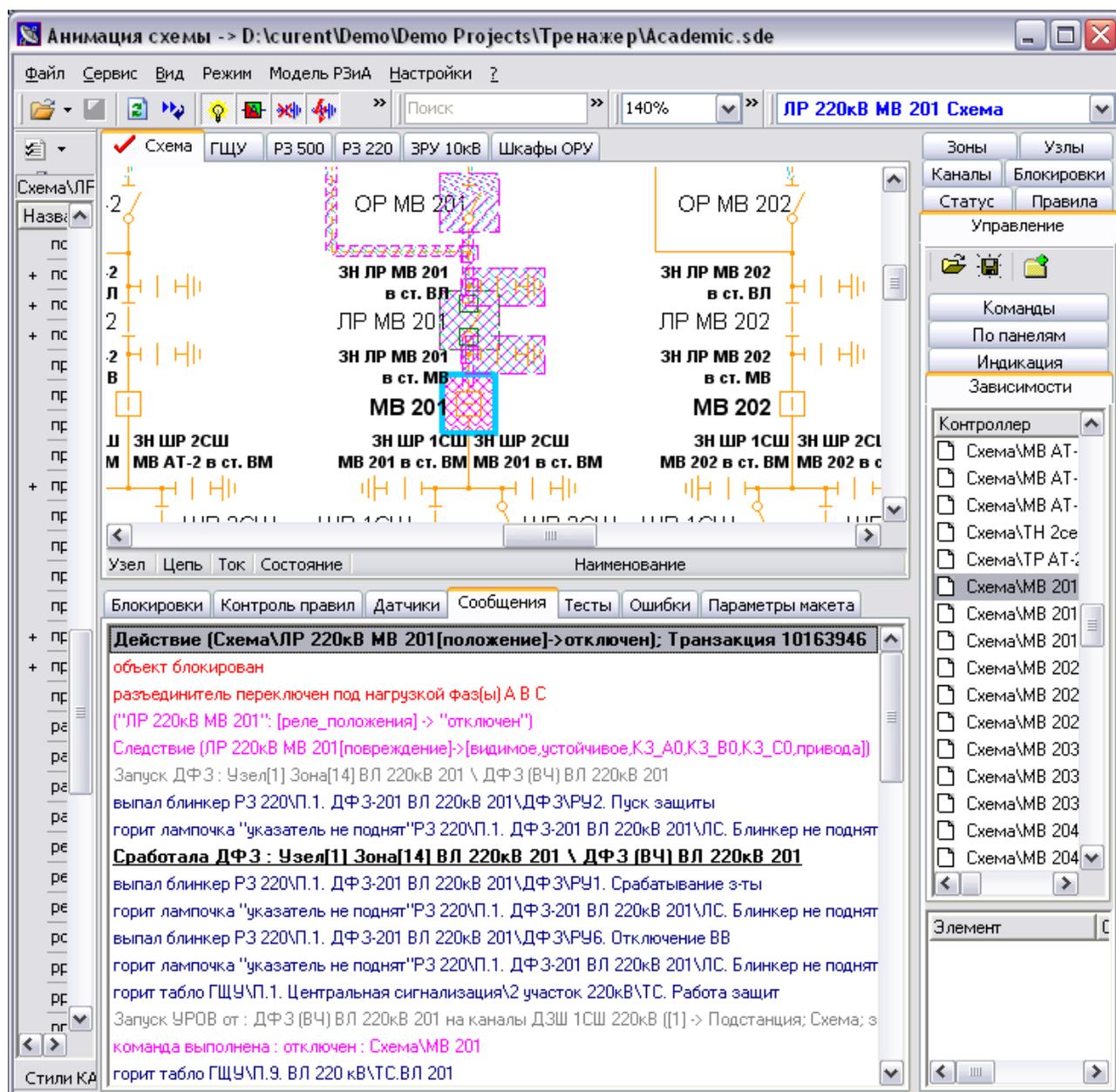


Рис. 1-13. Отчет о выполнении операций и действии соответствующих правил и блокировок

1.2.5 Настройка и проверка функционирования блокировок и защит

Программа *Аниматор схем* позволяет моделировать поведение еще одной системы — управляющей системы, предназначенной для моделирования и локализации неисправностей. Она называется системой защит.

Модель системы защиты программы *Аниматор схем* представляет собой часть системы управления схемой электропередачи и ее контроля. Эта часть функциональности определяется программными средствами. Она воспроизводит принцип действия защит реальных устройств, но, естественно же, с некоторой долей условности. То есть можно

говорить об имитации работы защитных устройств.

Так, при попытке переключения линейного разъединителя ЛР (Рис. <%NUMBERING1%>-13.) сработали не только правила и блокировки, но и система защиты. Программа *Аниматор схем* выявила участок, где в результате наших действий возникло короткое замыкание, и отключила выключатели, чтобы локализовать неисправность. Все выполненные программой действия зафиксированы в отчете на вкладке Сообщения после строки «Следствие...».

Аниматор схем отключил выключатель В-510 и линию, подающую напряжение на опасный участок. Далее была выполнена попытка включить выключатель В-511. Однако при этом программа зафиксировала повторное короткое замыкание. Поэтому в результате В-511 был отключен.

Отключенный участок схемы теперь обозначен пунктирной линией.

Кроме того, система защиты программы *Аниматор схем* составляет перечень коммутационных устройств, средствами которых можно локализовать неисправность в конкретной зоне. *Аниматор схем* анализирует схему при загрузке на основе этих данных воспроизводит модель энергообъекта в отдельном столбце таблицы, снабжённом соответствующим заголовком, сгруппированных по принципу их взаимосвязи с точки зрения возможности локализации неисправности.

Данные подсистемы защит располагаются на отдельной вкладке: Зоны, Узлы и Взаимные блокировки.

Для ускорения анализа в контекстное меню указанного элемента схемы введён пункт «Зона». На Рис. <%NUMBERING1%>-14. мы раскрыли вкладку «Зона».

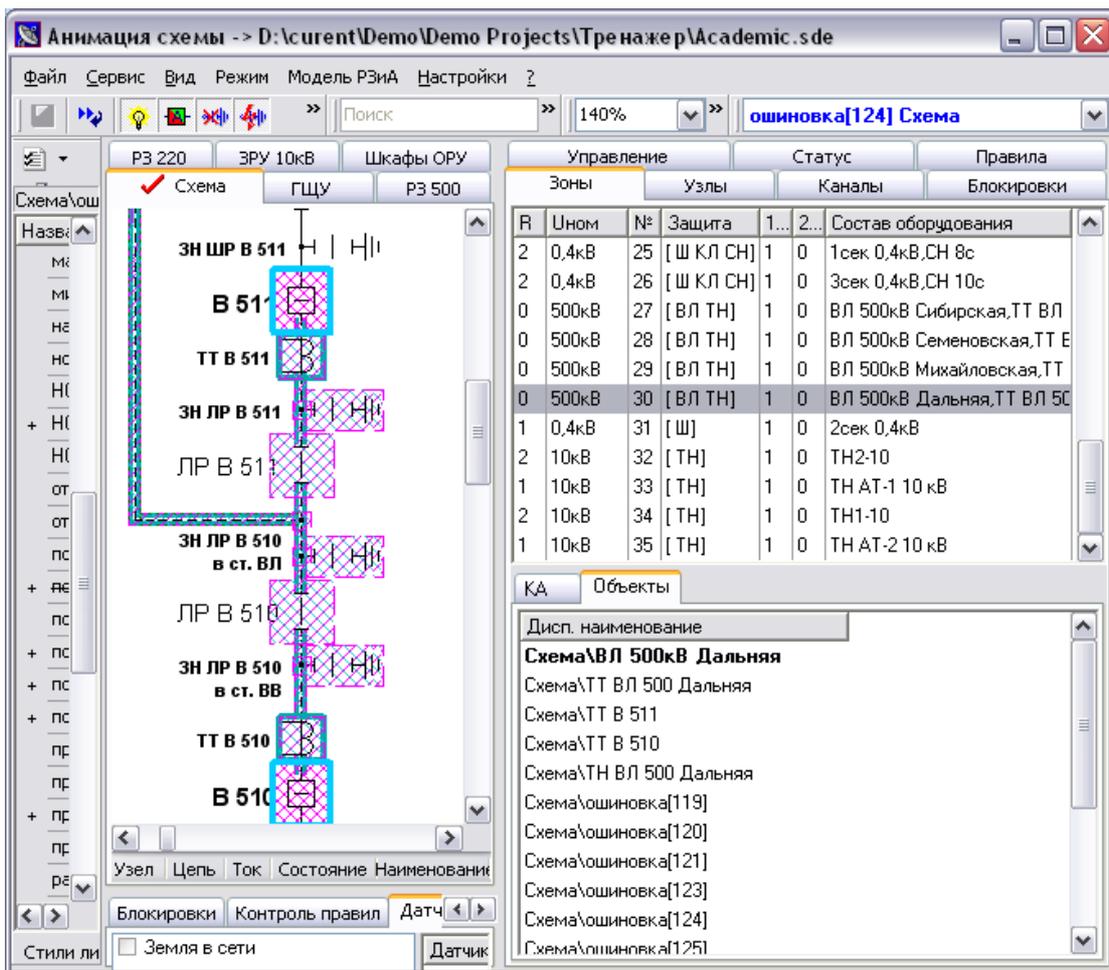


Рис. 1-14. Отображение данных подсистемы защит на вкладке Зона

Подробнее о том, по какому принципу формируются названия элементов в Панели защит рассказано в главе 5.

1.3 Сервисные функции программы

Схемы, созданные в программе *Графический редактор*, можно рассматривать, как базы данных. В этих базах данных хранятся свойства элементов и их взаимосвязи, сведения о графическом изображении элементов и другая информация.

Аниматор схем предоставляет в распоряжение пользователей набор средств, которые облегчают выполнение основных функций. Эти средства получили название сервисных функций программы. Они ускоряют и упрощают сверку, отладку и настройку модели энергообъекта.

К таким средствам относятся:

- отображение информации об указанном объекте и его режиме в строке состояния;
- быстрый переход к объекту, который ранее был отмечен как активный;

- быстрый доступ к блокировкам и правилам активного объекта, связанным с этим объектом датчикам и сообщениям, а также элементам защитного оборудования;
- регистрация всех событий, произошедших в схеме при попытке выполнения какого-то действия с объектом на схеме;
- доступ к данным настройки системы телеметрии и телеуправления;
- навигация по схеме;
- возможность запомнить состояние схемы и быстро восстановить его при необходимости.

Подробно все эти возможности описаны в следующих главах этого тома документации.

1.3.1 Ограничения демо-версии

Имейте в виду, что при работе в демо-версии действует ряд ограничений.

Во-первых, разрешается создавать не более пяти команд и пятнадцати зависимостей. Если Вы попытаетесь создать шестую команду или шестнадцатую зависимость, то на экране появится соответствующее предупреждение (Рис. 1-15.)

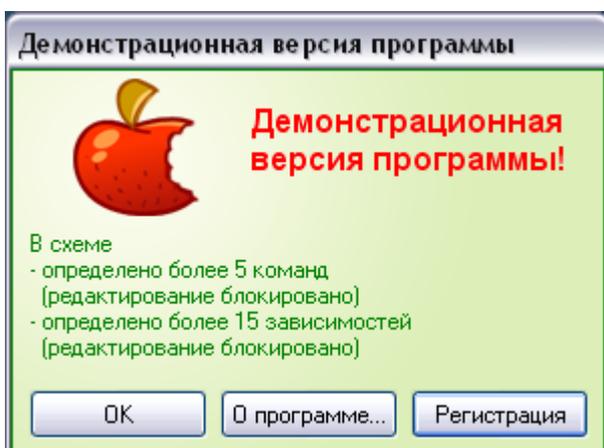


Рис. 1-15. Предупреждение, появляющееся в демо-версии, когда Вы пытаетесь создать шестую команду

Во-вторых, действует запрет доступа к списку команд и зависимостей.

В-третьих, действует запрет записи настроек подсистемы защиты и автоматики.

1.4 Начало работы с программой Аниматор схем

Работа с программой *Аниматор схем*, как и с любой другой программой, начинается с ее установки.

Об установке программы подробно рассказано в отдельном томе документации

«Руководство по установке и настройке программного комплекса Modus 5.20.50» и в разделе главы 1 «Установка и настройка программы».

Далее программу надо запустить. Для этого щелкните в меню **Start** строку **Programs**, затем **Modus 5.20.50** и затем — **Аниматор схем**.

В результате на экране откроется окно программы.

1.4.1 Как открыть схему в программе

Когда Вы запускаете программу *Аниматор схем* **первый раз**, открывается окно программы, в которое еще не загружена никакая схема (Рис. 1-16.)

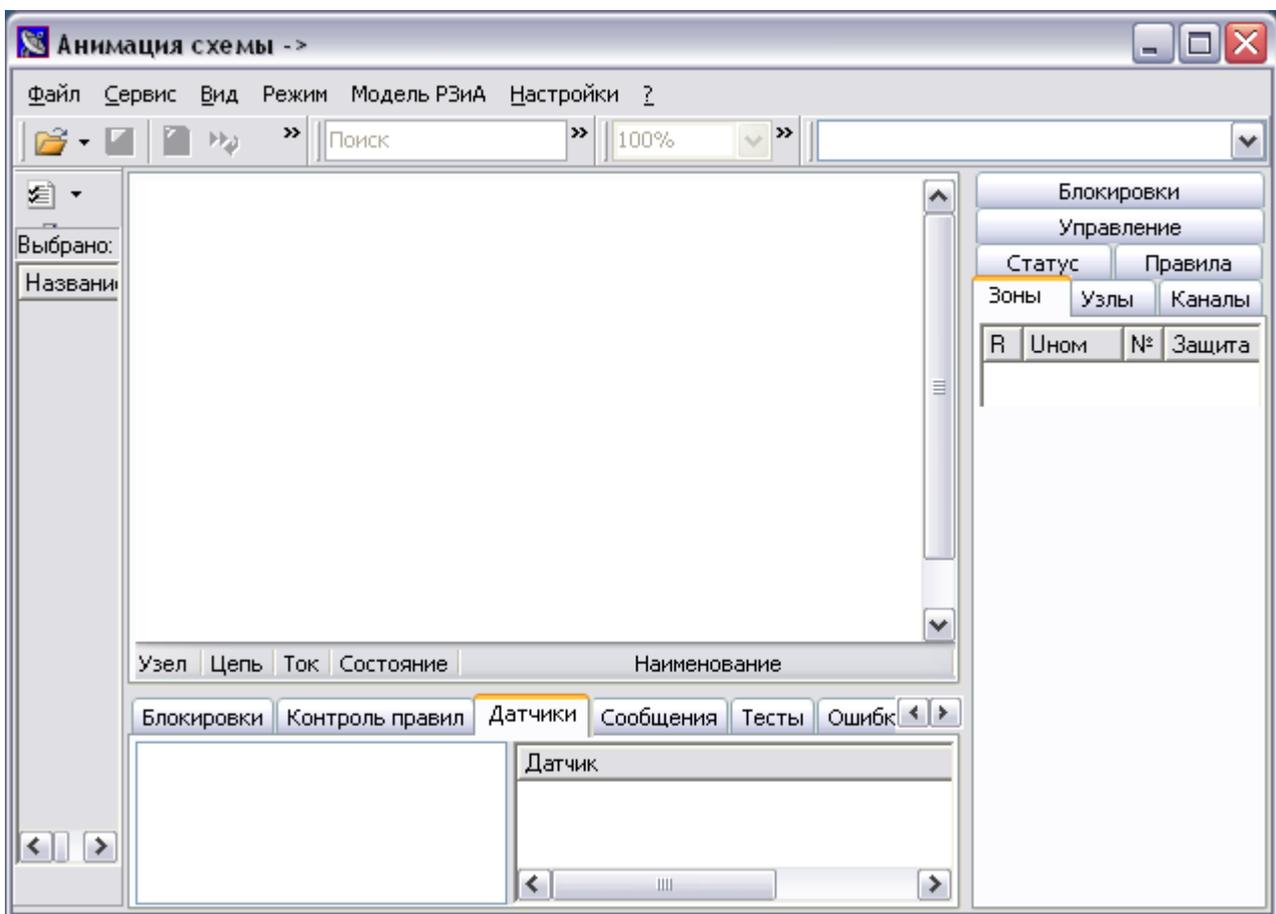


Рис. 1-16. Первый запуск программы — открывается пустое окно программы

Однако при этом по умолчанию открыты все возможные панели, доступные в меню **Вид**: **Зоны**, **Узлы**, **Каналы**, **Блокировки**, **Статус**, **Правила**, **Управление**. Подробно о назначении и применении каждой панели Вы узнаете по мере изложения материала.

Так как сейчас наша цель— просмотреть схему целиком, то множество открытых панелей на экране нам будет мешать. Измените конфигурацию окна, щелкнув меню **Вид**— **Окно- и**

выбрать Схема, все лишние панели в окне программы будут закрыты и область просмотра станет максимальной.

Теперь в окне программы откроем схему. Примеры схем поставляются вместе с демо-версией. Они хранятся в папке Examples. Щелкните строку **Открыть схему...** меню **Файл** (Рис. 1-17.), чтобы открыть стандартное окно для выбора нужного файла.

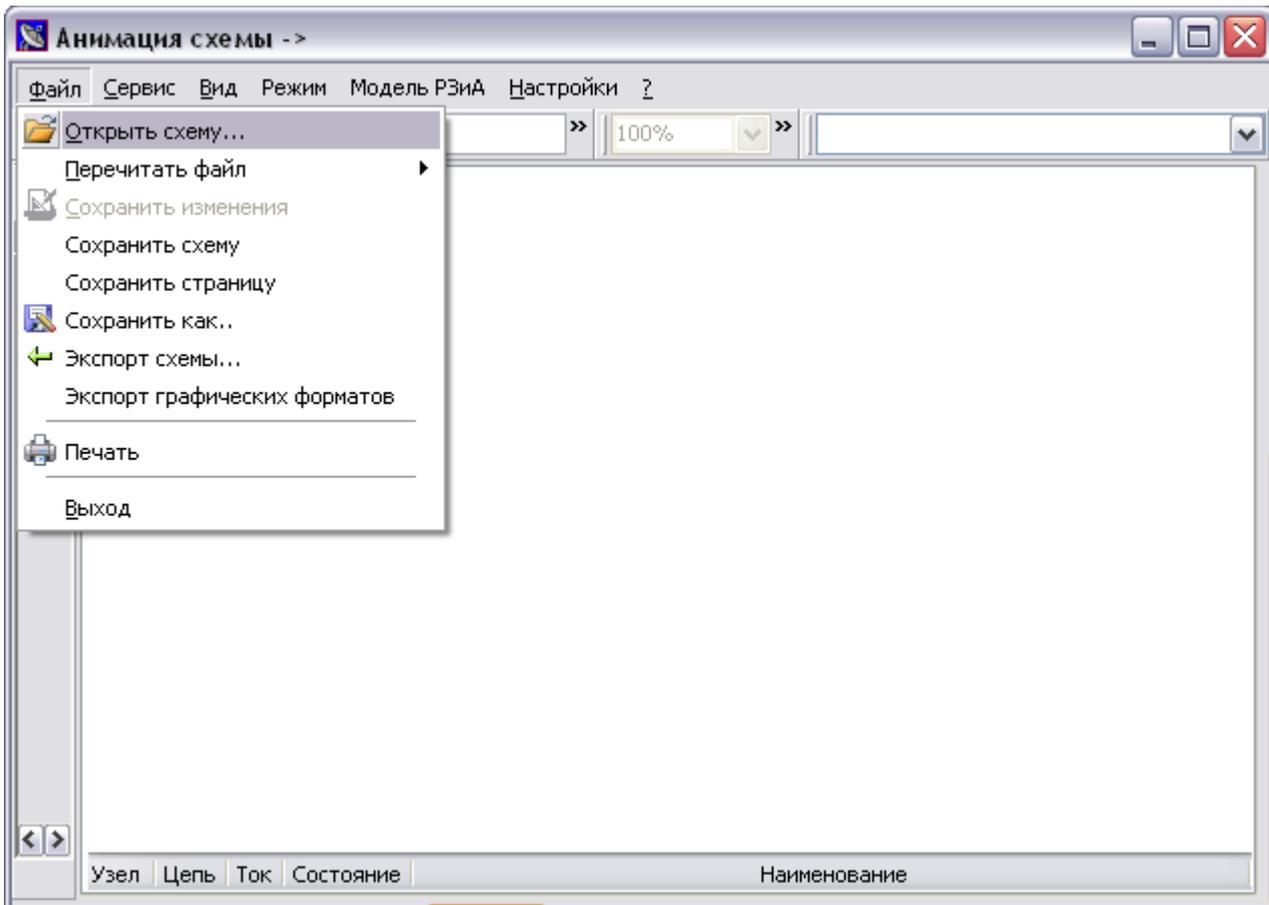


Рис. 1-17.. Вызов окна для открытия файла

В появившемся на экране стандартном окне **Открыть схему** (Рис. 1-18.) по умолчанию отображаются все папки, хранящиеся в папке **Мои документы**.

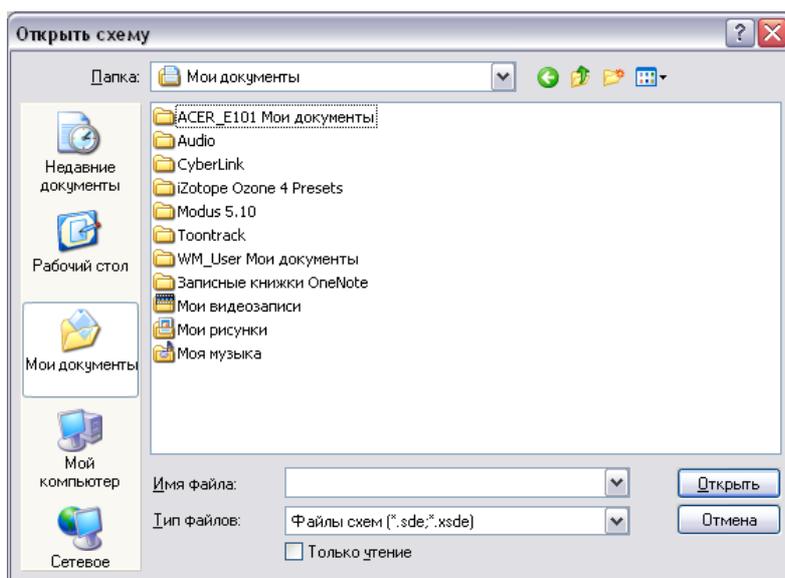


Рис. 1-18. В окне Открыть схему по умолчанию отображается папка Мои документы

Выберите папку, куда был установлен программный комплекс Modus. Раскройте список в строке **Look in** (если на Вашем компьютере установлена русская версия операционной системы Windows, то эта строка называется **Папка**), выберите в нем нужный диск и папку. В стандартной поставке программного комплекса Modus в папке **Examples** хранятся схемы энергообъектов.

Выберите любую схему (файл с расширением .sde) и щелкните кнопку **Open (Открыть)**. Схема загрузится в открытое окно программы *Аниматор схем* (Рис. 1-19.). Теперь с ней можно работать.

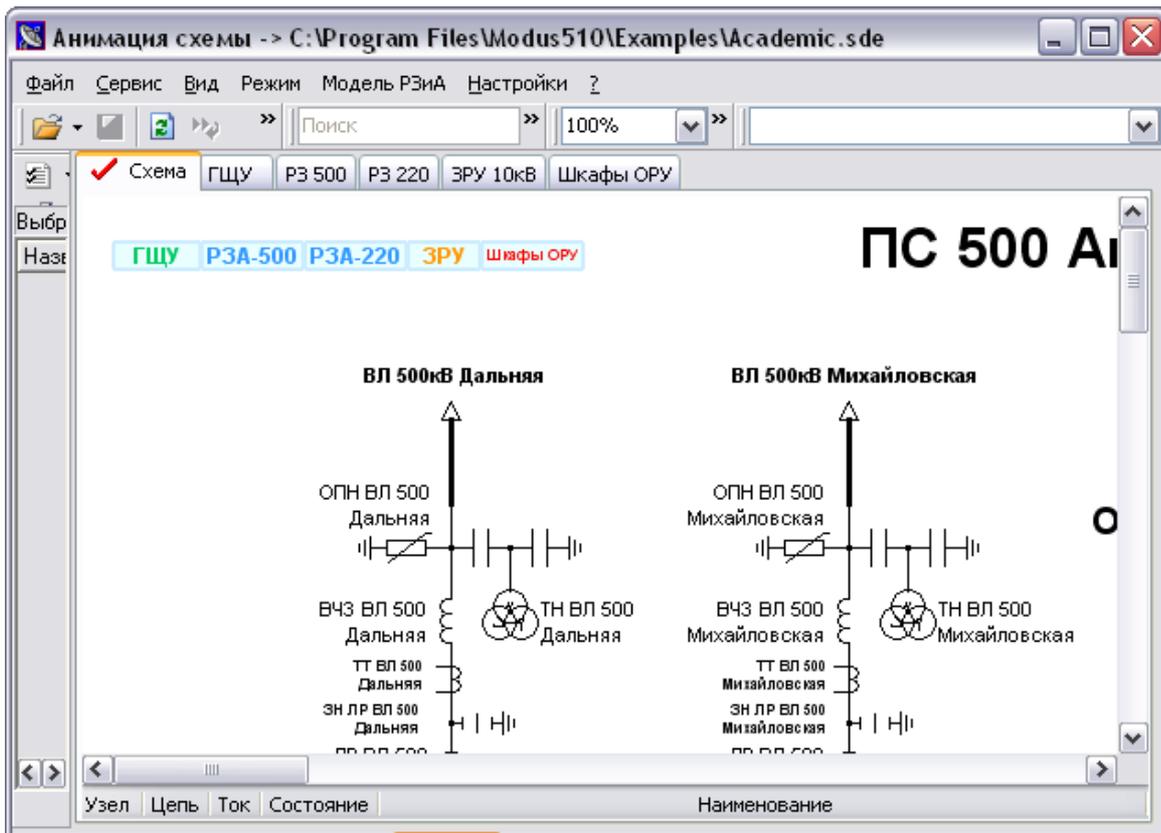


Рис. 1-19. Схема открыта в окне программы *Аниматор схем*



Для того, чтоб открыть файл, можно воспользоваться также кнопкой на панели инструментов.

Если Вам для работы требуется другой документ, загрузите его в окно программы таким же способом, как и в первый раз— воспользуйтесь средствами меню **Файл**.

При загрузке файла в ранних версиях программы схема отображалась только после проведения анализа и загрузки данных подсистемы защит. В текущей версии появление изображения в окне программы происходит до полной инициализации программы, о чём сообщает курсор мыши в виде часов.

1.5 Работа со схемой

Прежде, чем отлаживать топологию и модель электрической сети, редактировать и настраивать согласованное поведение элементов энергообъекта, настраивать правила переключения для элементов схемы и систему защит, необходимо просмотреть схему.

Программа *Аниматор схем* предоставляет различные возможности просмотра схемы. Как правило, документ, загружаемый в *Аниматор схем*, весьма велик: он состоит из нескольких вкладок, кроме того, каждая вкладка не всегда помещается на экране монитора целиком.

Поэтому предусмотрена возможность быстрого переключения с одной вкладки на другую, просмотра открытой страницы с помощью навигатора или полосы прокрутки, изменения масштаба страницы. Кроме того, Вы можете изменить конфигурацию окна, выведя на экран те панели, которые необходимы Вам для работы в данный момент.

1.5.1 Настройка стиля выделения объектов

В программе *Аниматор* можно задавать стиль отображения различных объектов. Разработчики рекомендуют **не** использовать для выделения объектов стили с миганием.

Щелкните в меню **Настройки - Настройки аниматора - Выделение** (Рис. 1-20.).

В открывшемся окне расположены пять полей.

В первом — **зона защит** — задается выделение оборудования выбранной зоны и КА по запросу.

Во втором — **устройство защиты** — выделяется выбранный комплект защит узла и соответствующих КА.

В третьем — **блокировка** — назначаются взаимоблокировки элементов.

В четвертом — **связан. объекты** — задается выделение элементов схемы, участвующих в выбранной команде или зависимости, а также выделение индикаторов и т.д. на вкладке **Датчики**.

В пятом - **Зона чувствительности** - задается зона чувствительности

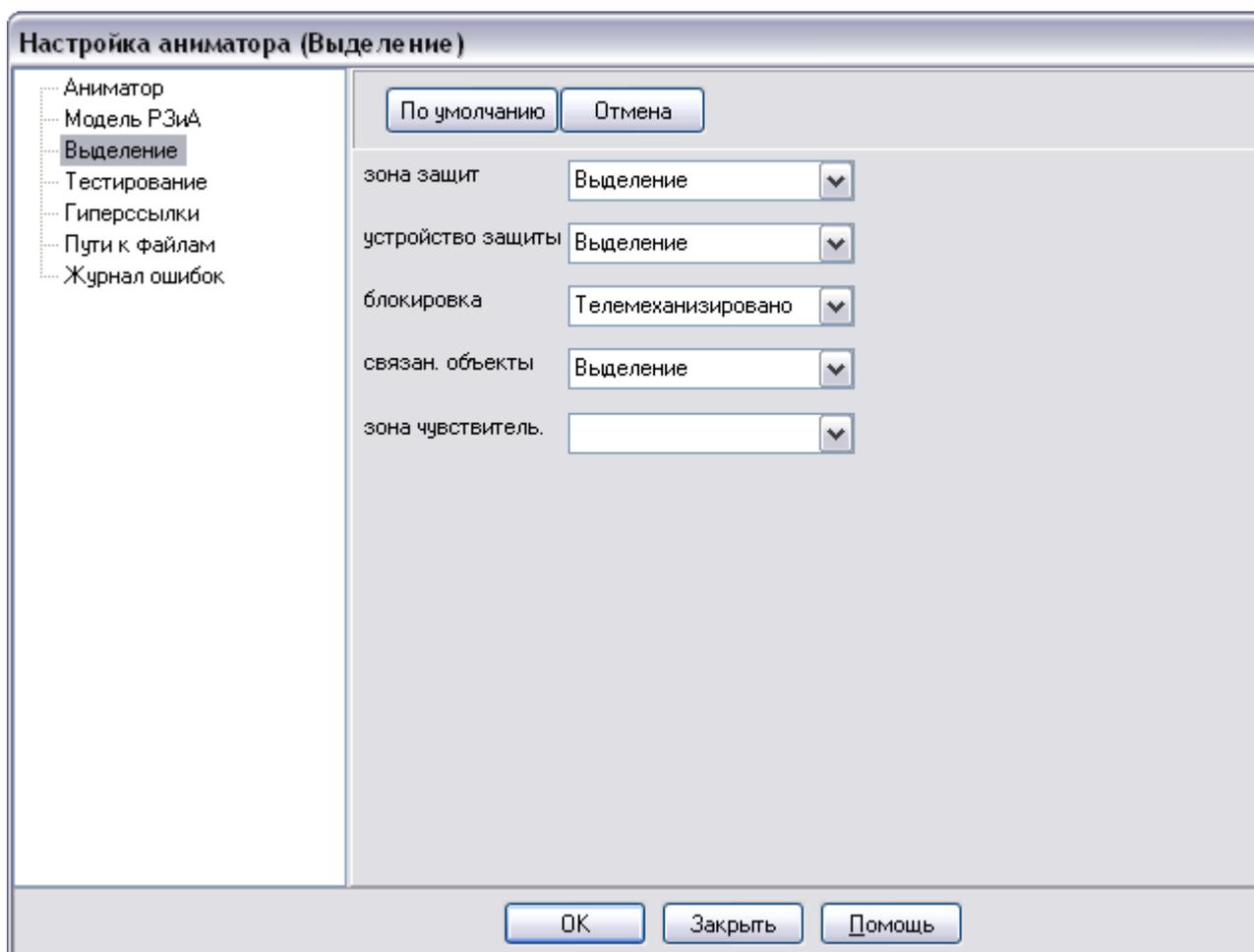
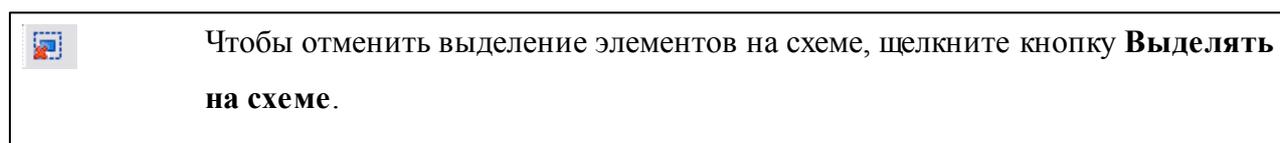


Рис. 1-20. Окно настройки выделенных объектов

В появившемся окне определите стиль для устройств защиты и блокировок, а также команд и зависимостей и щелкните кнопку **Применить**.



1.5.2 Переключение с вкладки на вкладку

Вы уже знаете, что макет энергообъекта состоит из нескольких страниц, которые в терминологии программы называются вкладками. На вкладках схематично изображены электрическая схема энергообъекта и различные элементы систем телеметрии, управления и защиты. Вкладок в одном документе может несколько.

Название каждой вкладки, указанное в верхней ее части (Рис. 1-21.), используется программой при идентификации любого объекта на схеме: программа составляет полное имя объекта, которое начинается именно с названия вкладки.

Чтобы переключиться с вкладки на вкладку, достаточно щелкнуть заголовок вкладки. Кроме того, можно переключаться с вкладки на вкладку, используя кнопки «Стрелка влево» и «Стрелка вправо» на клавиатуре, когда фокус ввода находится на заголовке вкладки.

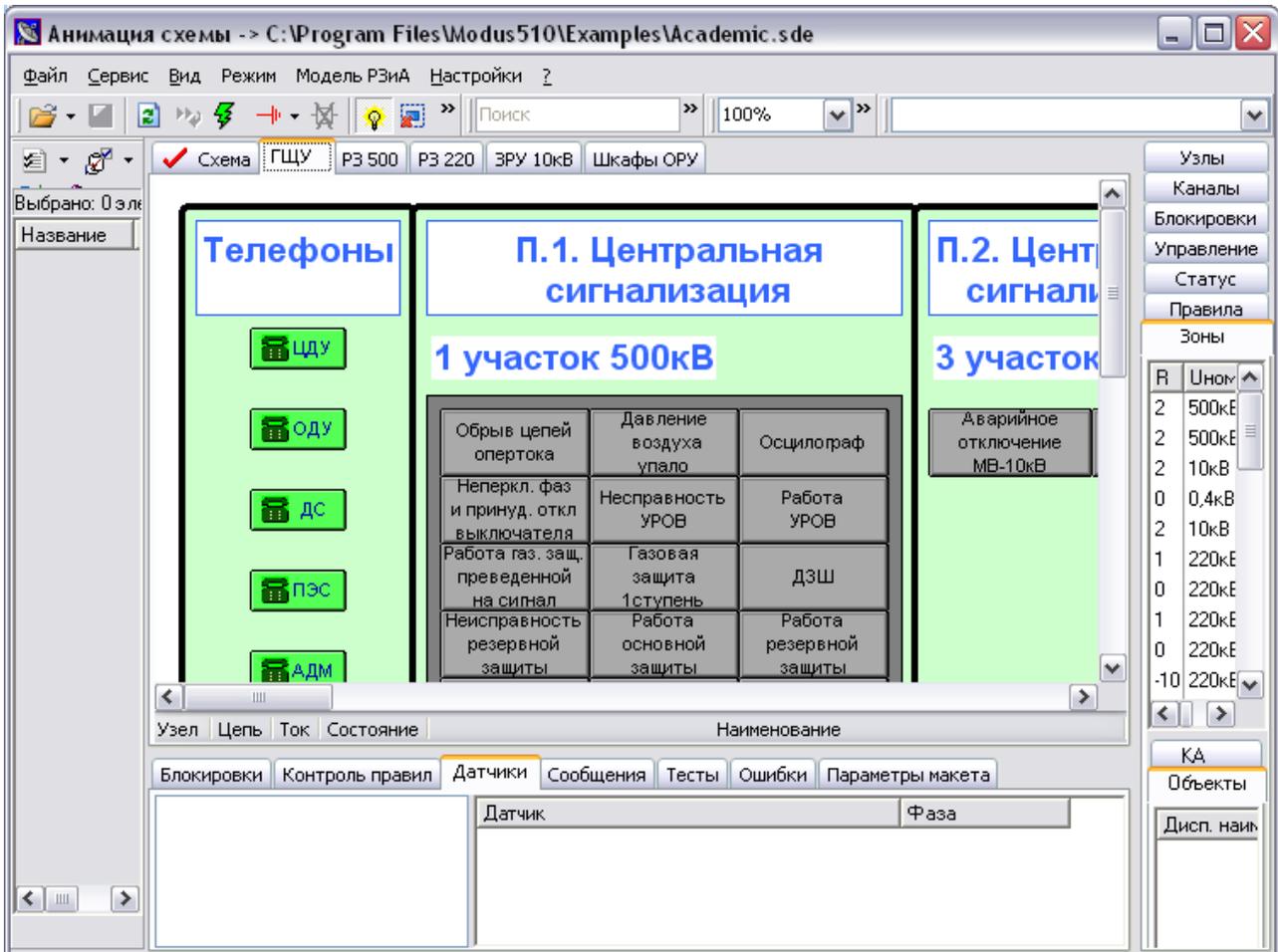


Рис. 1-21.. Отрытая вкладка «ГЩУ» модели энергообъекта ПС Academic

1.5.3 Просмотр схемы

Для более удобной работы с большими схемами можно изменить масштаб схемы. Существует также специальное средство программы— навигатор.

Для того, чтобы отобразить нужный фрагмент схемы, можно выполнить показ по двойному щелчку в строке на панели «Сообщения» элемента, или выполнить поиск элемента макета.

Для перемещения по схеме можно использовать полосы прокрутки, или мышку. Возможен сдвиг изображения движением мыши при нажатой правой клавише манипулятора и можно использовать постраничный сдвиг изображения при вращении колёсика на манипуляторе. Направление сдвига изменяется при одновременном нажатии правой клавиши манипулятора или клавиши <Ctrl>.

Рассмотрим эти приемы.

1.5.3.1 Полосы прокрутки

Если схема не помещается полностью на странице, то в правой и нижней частях окна появляются полосы прокрутки.

Передвиньте бегунок на полосе прокрутки или щелкните стрелочку, расположенную в конце полосы, чтобы переместить схему в нужном направлении.

Кроме того, Вы можете воспользоваться сочетанием клавиш **Ctrl** + «Стрелка вверх», **Ctrl** + «Стрелка вниз» или **Shift** + «Стрелка вверх», **Shift** + «Стрелка вниз», чтобы прокрутить схему вверх или вниз, а также **Ctrl** + «Стрелка влево», **Ctrl** + «Стрелка вправо» или **Shift** + «Стрелка влево», **Shift** + «Стрелка вправо», чтобы прокрутить ее влево или вправо.

1.5.3.2 Показ по двойному щелчку

Вы можете найти элемент на схеме, сделав двойной щелчок на строке в панели «Сообщения» элемента, об изменении состояния которого сообщается (Рис. 1-22.).

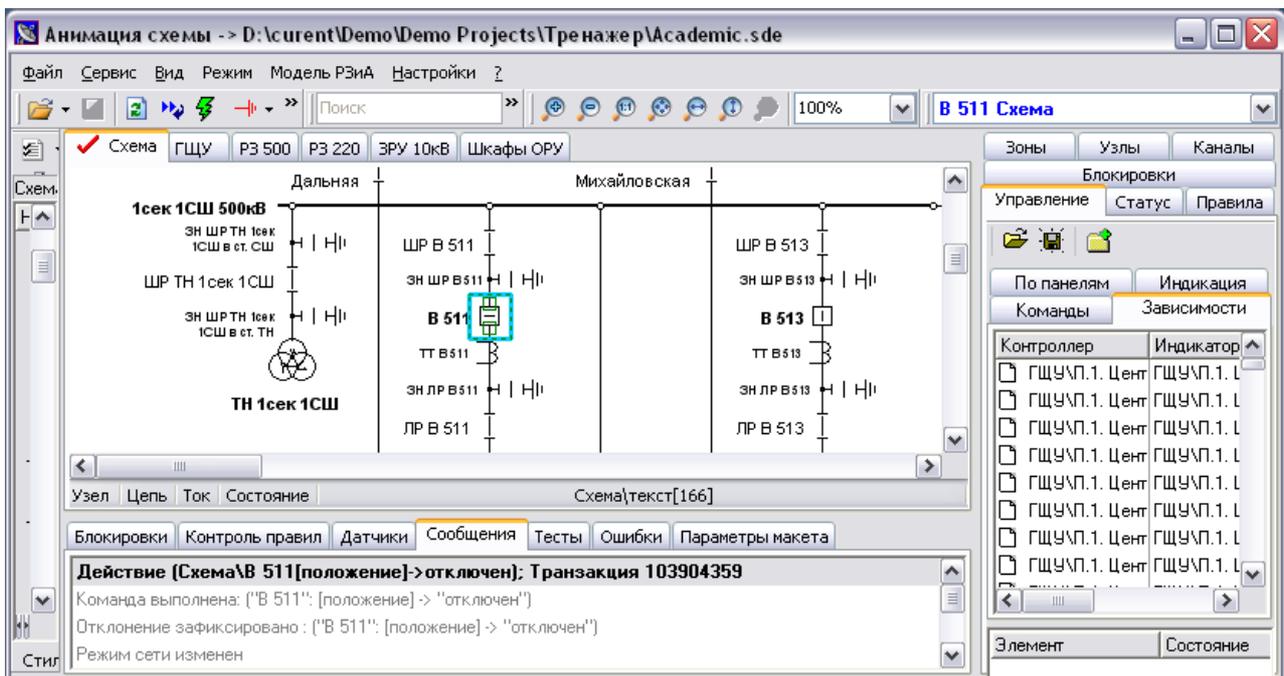


Рис. 1-22. Показ по двойному щелчку на строке в панели «Сообщения»

1.5.3.3 Поиск элементов макета

Элементы макета можно найти по различным критериям с использованием стандартного диалогового окна, вызвать которое можно из меню **Сервис** или нажав **Ctrl+F** (Рис. 1-23.).

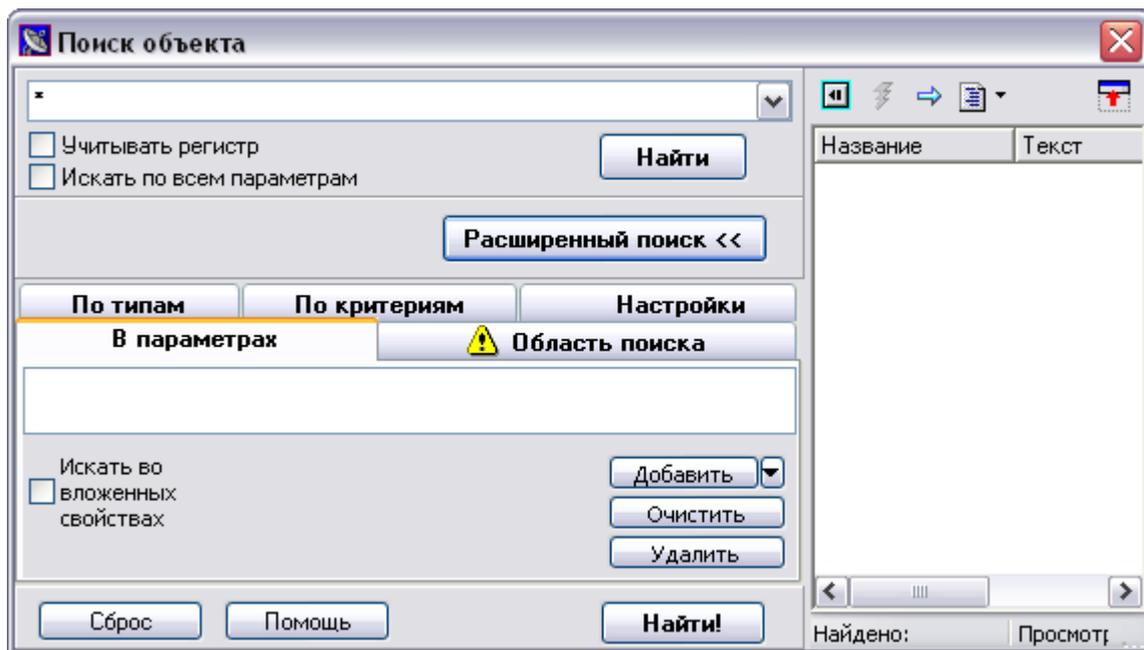


Рис. 1-23. Поиск элементов макета.

1.5.3.4 Использование навигатора

Для облегчения передвижения по большим схемам предусмотрен навигатор, кнопка которого располагается в инструментальной панели программы (Рис. 1-24.).



Рис. 1-24. Кнопка навигатора на панели инструментов программы



Щелкните кнопку навигатора— и на схеме появится небольшое окно **Навигатор** (Рис. 1-25.), в котором видна вся схема целиком. Черным прямоугольником выделяется место видимого в окне участка макета схемы..

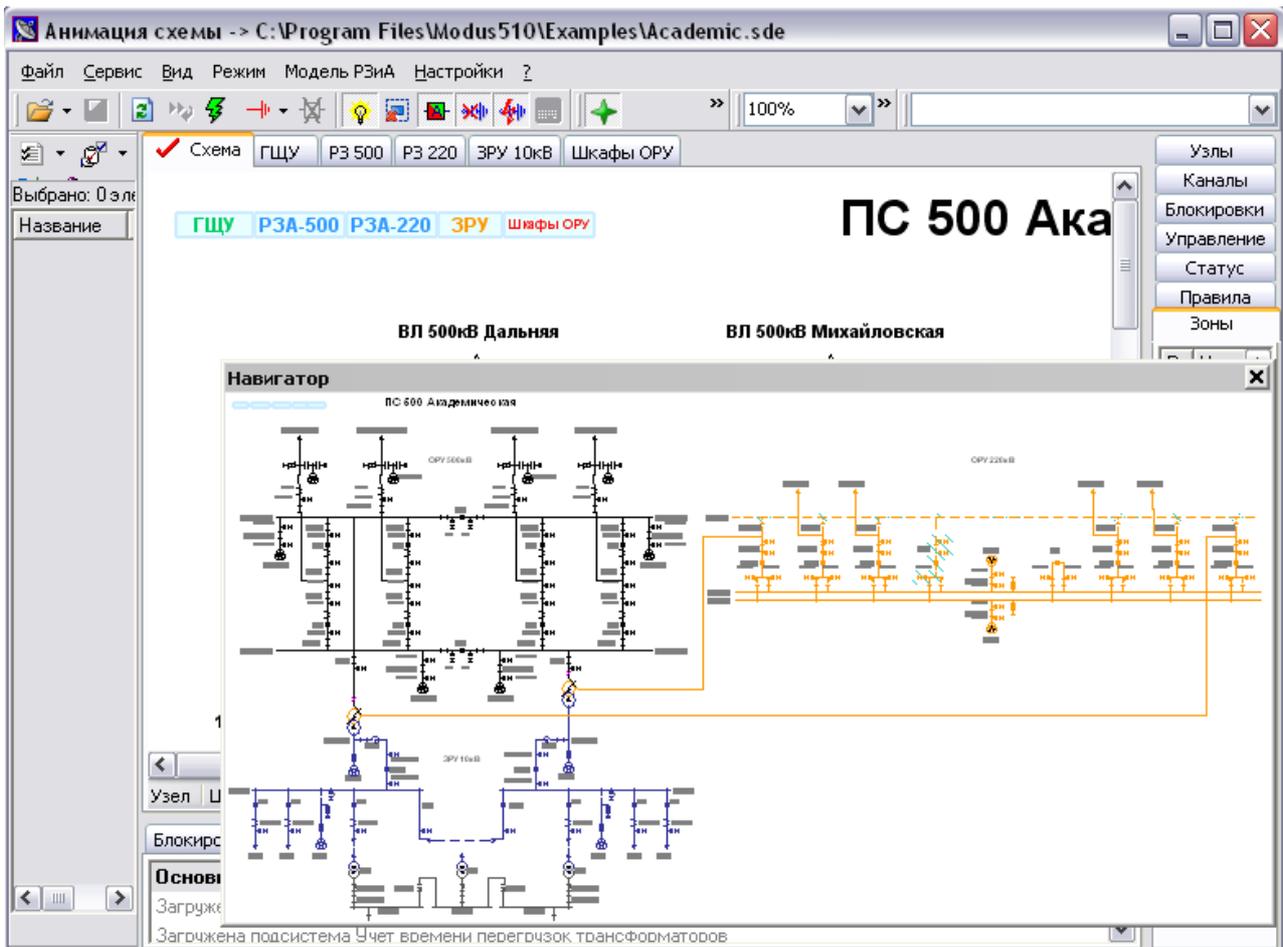


Рис. 1-25. Окно навигатора в окне программы *Аниматор схем*

Чтобы отобразить на экране какой-то другой фрагмент схемы, просто перетащите мышью этот чёрный прямоугольник в нужное место схемы или щелкните нужное место в окне навигатора мышью.

Окно навигатора является «плавающим», поэтому, если оно мешает Вам, возьмите его заголовок мышью и перетащите его в другое место на экране.

Чтобы закрыть окно навигатора, щелкните кнопку с изображением крестика, расположенную в правом верхнем углу окна навигатора.

1.5.4 Изменение степени детализации схемы

Обычно при просмотре схем требуется разный уровень подробности представления информации.

Чтобы не приходилось поддерживать несколько копий одной и той же схемы с разной степенью подробности, разработан механизм уровней подробности. Самым подробным уровнем просмотра является **Коннекторы**, самым общим — **0 (нулевой уровень)**. Переход от одного уровня к другому осуществляется нажатием сочетания клавиш **Ctrl+-** или **Ctrl++**

(«плюс» и «минус» расположены в правой части клавиатуры): первое позволяет сделать схему менее подробной, второе — более подробной. Чтобы перейти ко второму или третьему уровню подробности, надо щелкнуть эти клавиши несколько раз.

1.5.5 Изменение масштаба схемы

Чтобы уяснить топологические особенности взаимосвязи элементов, иногда требуется просмотреть схему энергообъекта целиком

Для этого проще всего воспользоваться клавишами «-»/«+», расположенными в правой части клавиатуры, с помощью которых можно уменьшить или увеличить изображение на экране.

Кроме того, в программе *Аниматор схем* предусмотрены специальные инструменты масштабирования, расположенные в инструментальной панели.



В поле **Масштаб** можно выбрать одно из фиксированных значений детализации схемы.

Чтобы раскрыть список, его нужно щелкнуть левой клавишей мыши. Далее следует выбрать нужный масштаб отображения списка. Для последовательного перебора значений масштаба используйте небольшие кнопки треугольной формы со стрелками, расположенные слева от поля.

На Рис. 1-26. показано раскрытый список поля **Масштаб** и выбрано значение 50%.

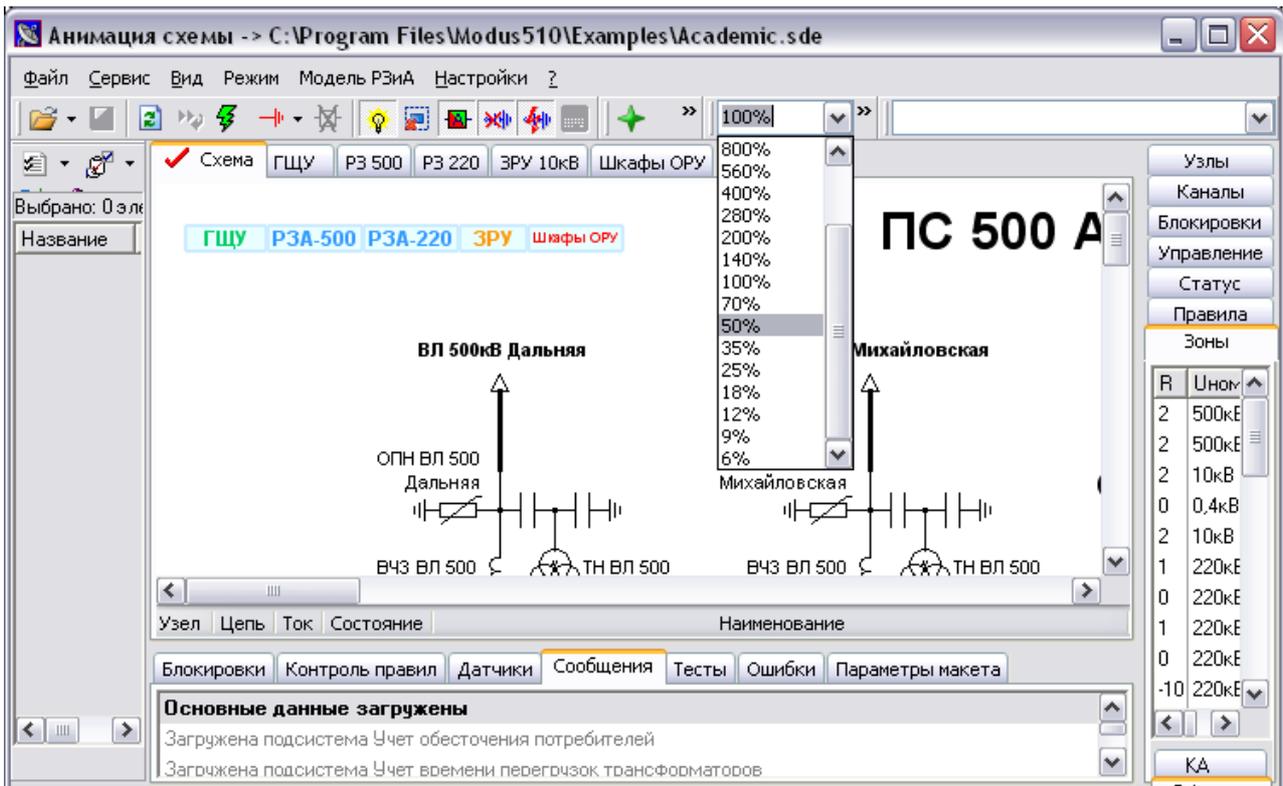


Рис. 1-26. Изменение масштаба схемы

На инструментальной панели программы *Аниматор схем* имеются еще кнопки, позволяющие изменять масштаб схемы.



На инструментальной панели программы *Аниматор схем* имеются еще две кнопки, позволяющие изменять масштаб схемы.

	Кнопкой Увеличить можно установить масштаб на 1 шаг выше текущего (100/140/200/280/400 % ...)
	Кнопкой Уменьшить можно установить масштаб на 1 шаг ниже текущего ... 400/280/200/140/100/70/50/35...6%. При этом на изображении схемы, возможно, пропадут мелкие детали.
	Кнопкой Масштаб 100% можно сразу установить масштаб, равный 100%.
	Кнопка Во весь экран позволяет установить схему во весь экран

	Кнопка По ширине позволяет установить схему по ширине.
	Кнопка По высоте позволяет установить схему по высоте.
	Кнопка Предыдущий масштаб возвращает предыдущее состояние масштаба, до его последнего изменения

1.5.6 Изменение конфигурации окна

В зависимости от того, какую задачу Вы решаете в программе *Аниматор схем*, изменяются Ваши потребности в инструментальных средствах. Сервисные средства расположены на инструментальной панели и всегда видны на экране, так как могут потребоваться при выполнении любой операции. Средства, которые необходимы для решения основных задач (проверки топологии и модели электрической сети, редактирования и настройки согласованного поведения элементов энергообъекта, настройки правил переключения для элементов схемы и системы защит), доступны из меню **Вид - Окно**.

Эти средства расположены на отдельных панелях, которые можно открывать как по отдельности, так и все одновременно. Последний вариант показан на Рис. 1-27.

В правой части экрана расположены несколько вкладок— **Зоны, Узлы, Каналы, Блокировки, Управление, Статус, Правила**. В левой части экрана находятся свойства элементов. Внизу расположены вкладки **Блокировки, Контроль правил, Датчики, и Сообщения, Тесты, Ошибки, Параметры макета**.

Чтобы убрать все панели с экрана воспользуйтесь командой **Схема** меню **Вид - Окно**.

Вы можете изменять размеры открытых панелей, перетаскивая их границы мышью.

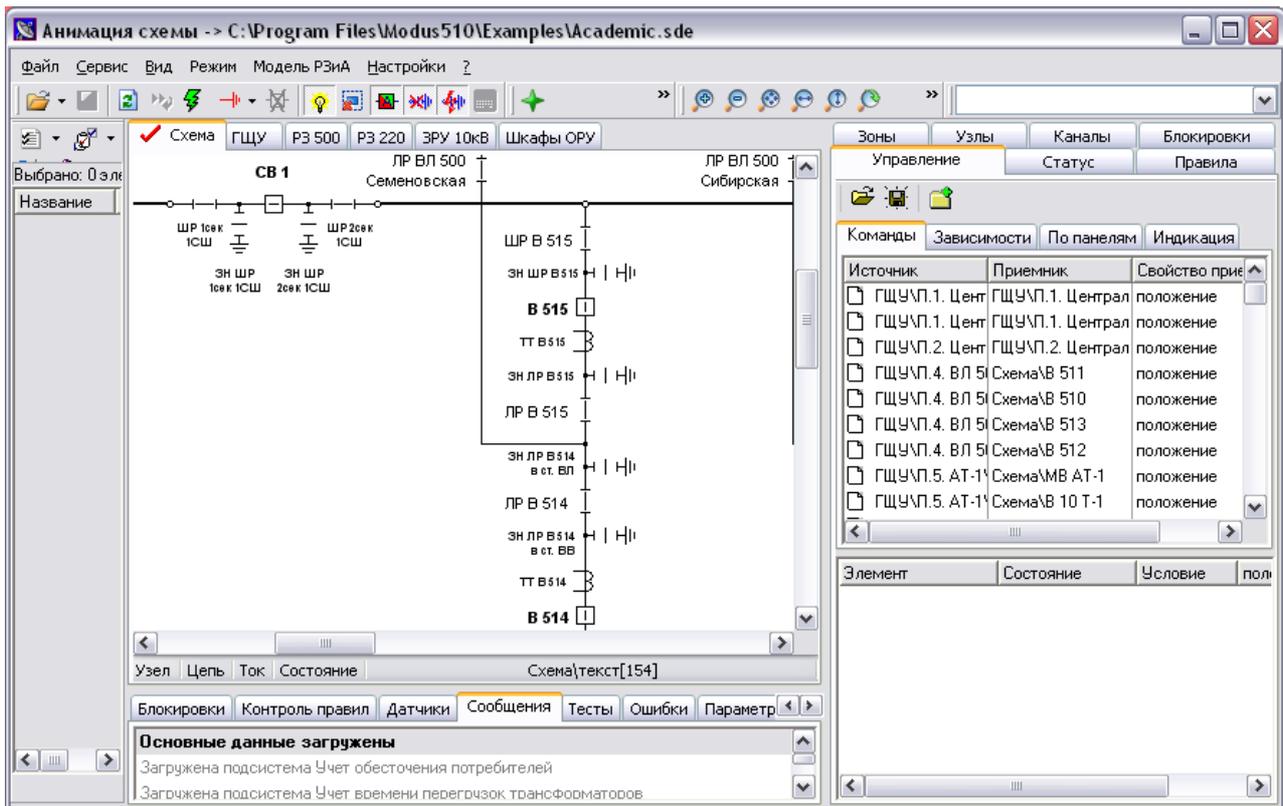


Рис. 1-27. Открыты все панели меню Вид

1.6 Изменение состояния объекта

Для контроля правильности изменения режима сети надо смоделировать изменения в ее работе и проанализировать полученный результат. Для моделирования ситуации программа *Аниматор схем* предоставляет широкий спектр возможностей. Вы можете переключать КА, используя для этого различные инструменты, расшиновать присоединение, вызвать повреждение объекта.

Все эти операции вызываются из контекстного меню и из специальной панели **Свойства**. О том, как это сделать, подробно рассказано в следующих разделах.

1.6.1 Включение/отключение коммутационного аппарата

Говоря о сверке схемы, мы приводили примеры, в которых моделировали различные ситуации. При этом нам приходилось отключать и включать КА, однако мы не объясняли, как это осуществить. В этом разделе речь пойдет о том, как изменить состояние КА.

Самый простой способ включить/отключить КА — щелкнуть его мышью. Имейте в виду, что однократного щелчка достаточно только для *активного* элемента. Он необходим при создании команд или зависимостей (подробно о том, как это делать, — в главе 4). О том, что элемент стал активным, свидетельствует пунктирная рамочка зеленого цвета, которая

появляется вокруг элемента..

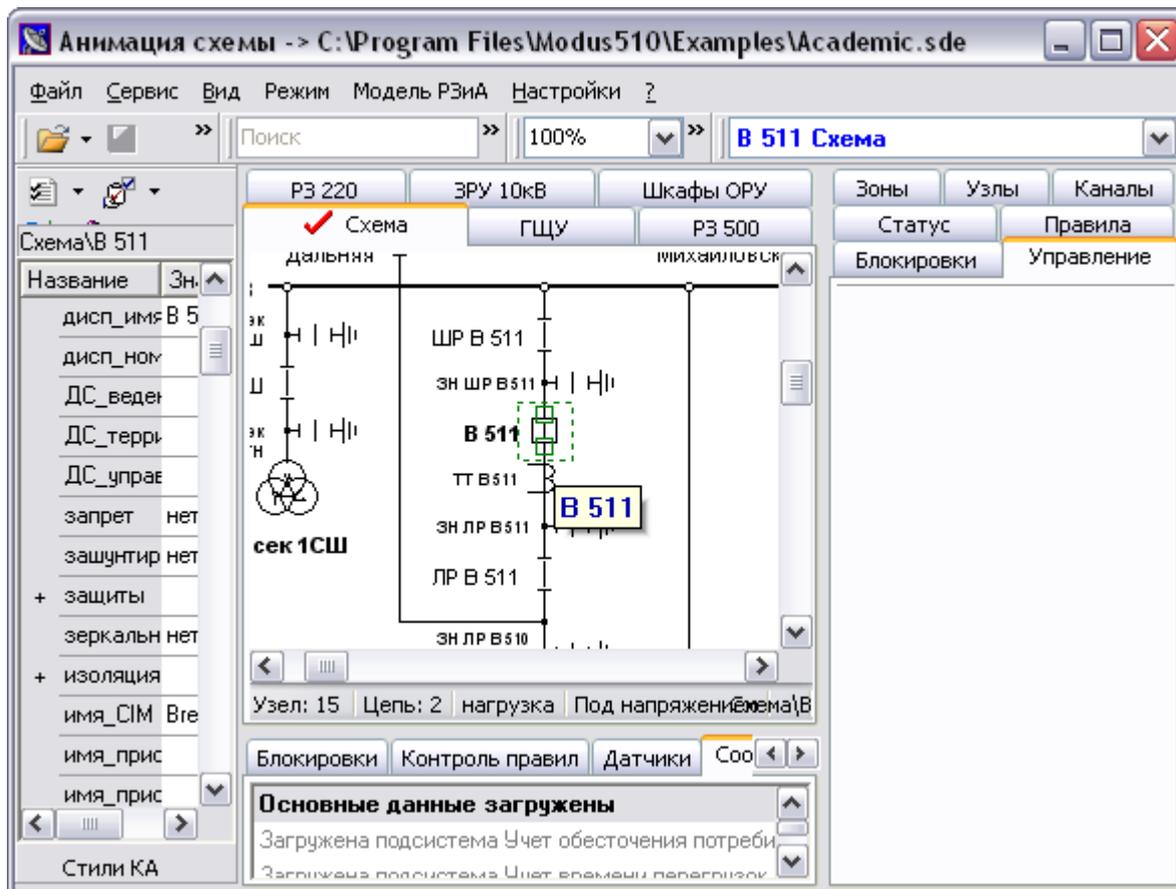


Рис. 1-30. Изменение состояния выключателя щелчком мыши

Если же он неактивен, то щелкнуть придется два раза: первым щелчком Вы сделаете его активным, а вторым— измените его состояние.

На рис. Рис. 1-30. показано изменение положения выключателя В-4, расположенного в ячейке Л503 вкладки «Центральная».

В данном случае при изменении положения КА никакие правила и блокировки нарушены не были, поэтому при отключении КА никакие предупреждения на экране не отображались.

Обратите внимание, что элемент, состояние которого мы изменяли, стал активным — он выделен пунктирной рамочкой зеленого цвета. О свойствах активного объекта мы расскажем по ходу описания возможностей программы.

Кроме того, включить/отключить коммутационный аппарат можно средствами контекстного меню. Для этого надо щелкнуть объект правой кнопкой мыши и выбрать строку **Положение**, затем из меню второго уровня выбрать строку **отключить** (Рис. 1-31.).

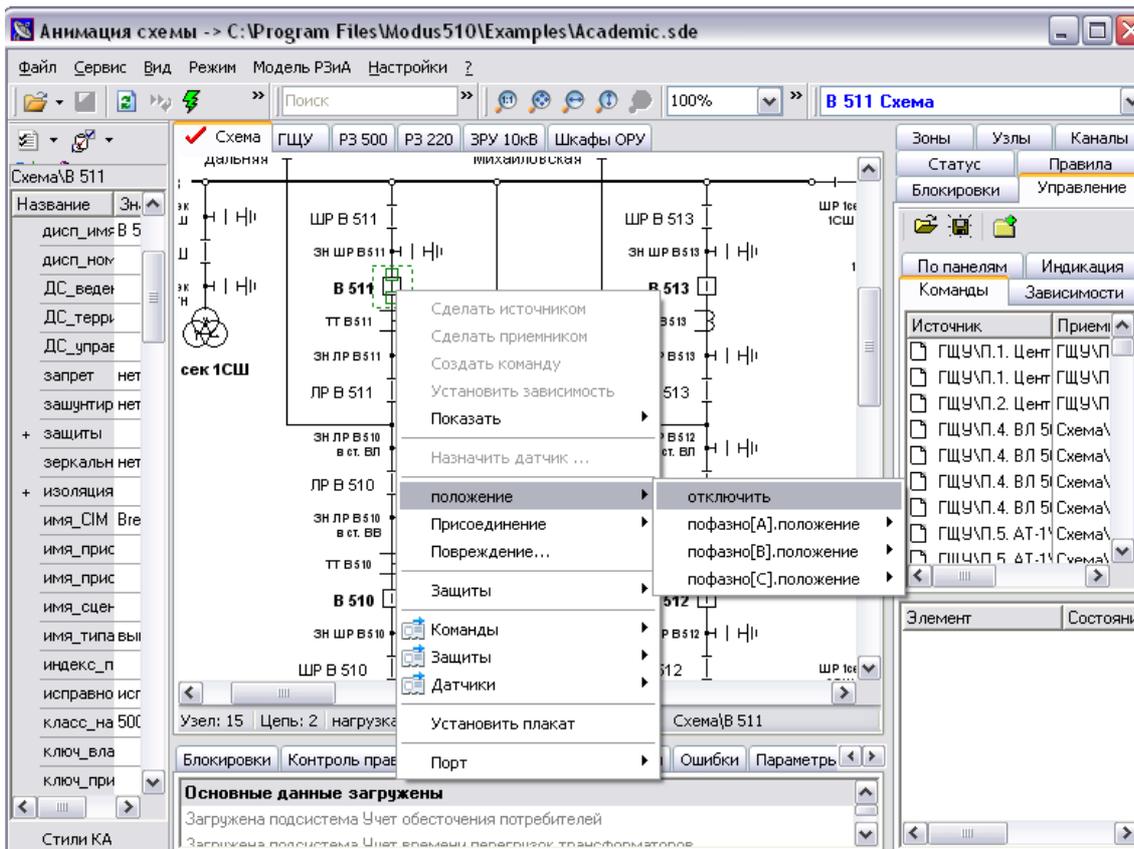


Рис. 1-31. Отключение КА средствами контекстного меню

Если теперь Вы откроете контекстное меню для отключенного КА, то заметите, что его состав изменился: в строке **Положение** возможность **Отключить** заменена возможностью **Включить** (Рис. 1-32). Таким образом, средства контекстного меню меняются в зависимости от состояния объекта, что позволяет выполнять операции с КА в обоих направлениях.

Предварительная активизация объекта для этого способа не обязательна.

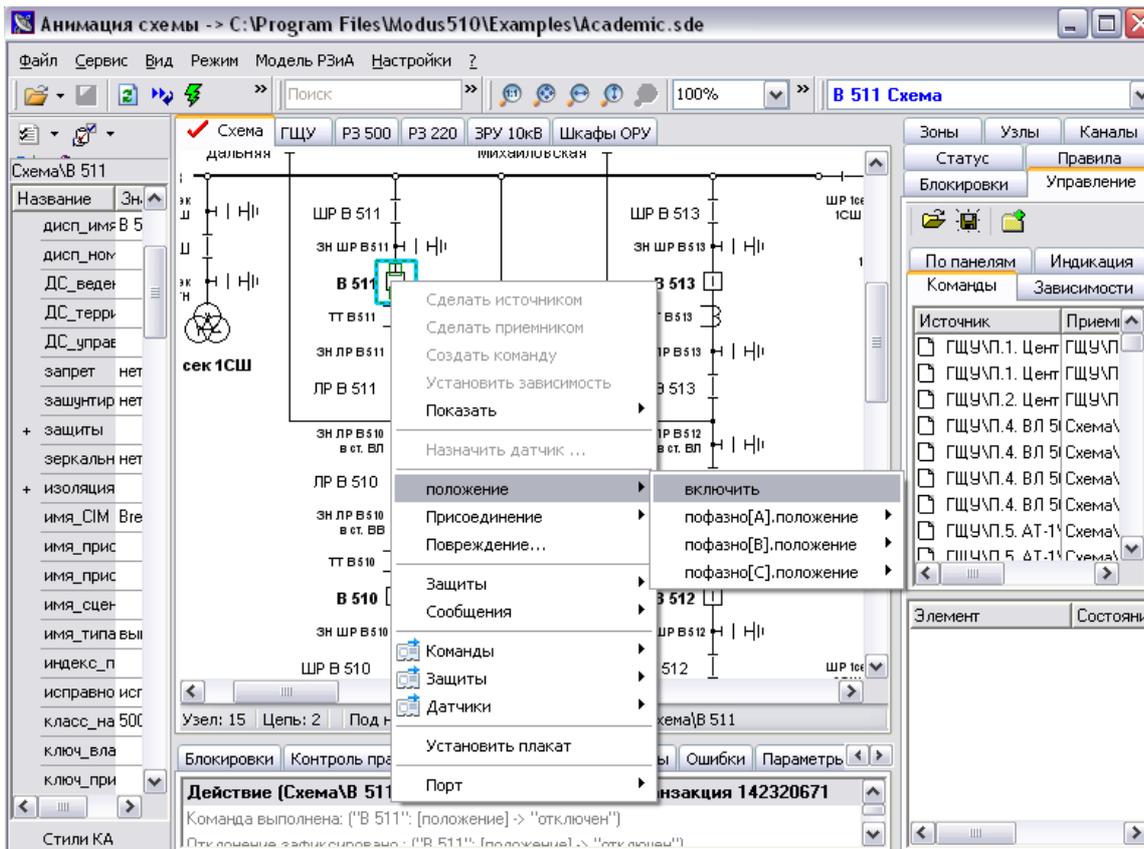


Рис. 1-32. Изменение состава контекстного меню в зависимости от состояния объекта

1.6.2 Изменение состояния объекта средствами контекстного меню элемента

Контекстное меню объекта позволяет не только включить или отключить КА. Его возможности гораздо шире. Вы можете также расшинувать (отсоединить) любое присоединение и смоделировать разнообразные повреждения— от короткого замыкания до повреждения корпуса или пожара на объекте.

1.6.2.1 Различие контекстных меню активного и указанного объектов

Вы уже знаете: для того, чтобы отобразить контекстное меню на экране, надо щелкнуть объект правой кнопкой мыши. Однако состав контекстного меню зависит от того, какой объект Вы щелкнули,— активный или указанный.

Здесь необходимо напомнить, какой объект называется активным, а какой— указанным. *Указанный* объект— тот, на который Вы навели указатель мыши. Он никаким образом не выделен. Он станет *активным*, если Вы его щелкнете мышью.

На Рис. 1-32. показано контекстное меню активного объекта, а на Рис. 1-33. - указанного объекта.

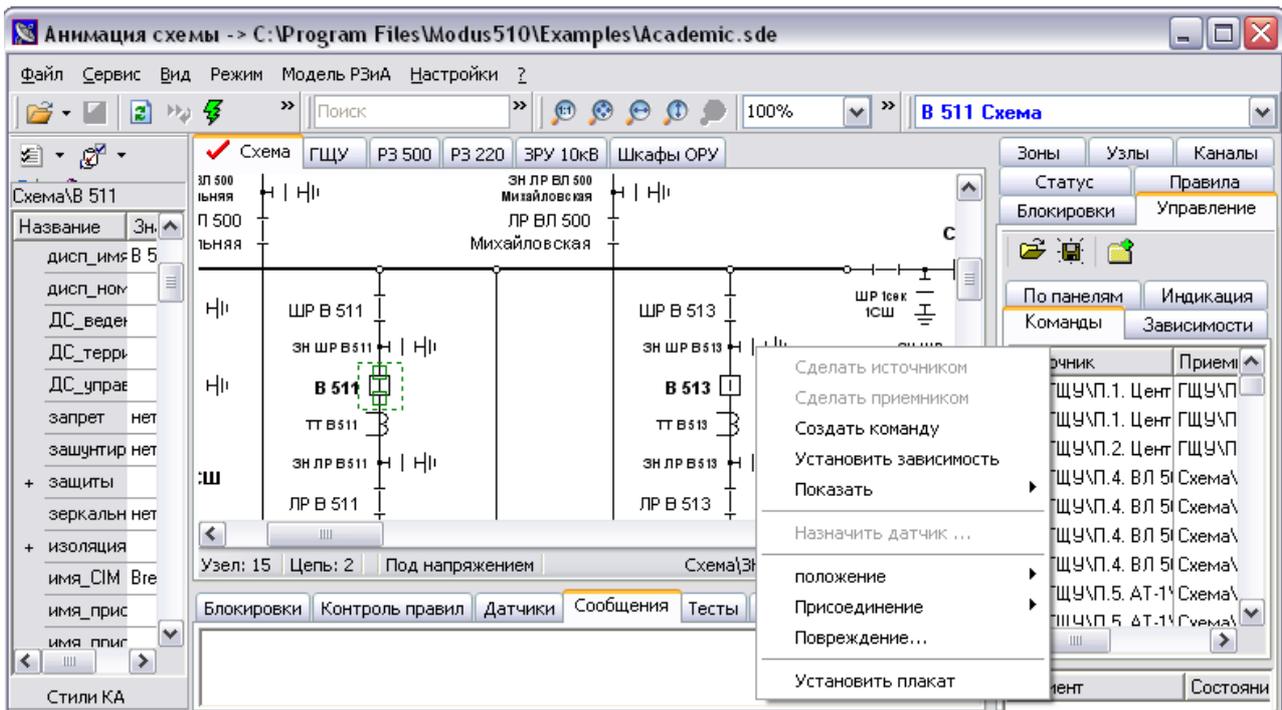


Рис. 1-33. Контекстное меню указанного объекта

Итак, контекстное меню активного и указанного объектов различаются. В контекстном меню указанного объекта появляется еще две возможности. Они позволяют создавать команды и зависимости, о чем подробнее рассказано в главе 4.

Так выглядит меню указанного элемента, если на схеме выбран хотя бы один активный элемент. Если же на схеме не выбран ни один активный элемент, то контекстное меню указанного объекта лишается двух верхних строк— **Создать команду** и **Установить зависимость**.

Для изменения состояния КА важны три последние возможности контекстного меню: **Положение**, **Присоединение** и **Повреждение**.

1.6.2.2 Использование вспомогательного поля активного элемента

В панели инструментов программы *Аниматор схем* предусмотрено поле **Активный элемент**, где отображается название активного объекта. На Рис. 1-34. показан активный элемент, который расположен на вкладке «Центральная». Обратите внимание, что в схеме в каждый момент времени может быть только один активный объект.

Таким образом, чтобы проверить, какой объект активен в данный момент, не надо переключаться на ту вкладку, где он расположен, и прокручивать всю схему. Достаточно взглянуть на текущее значение поля **Активный элемент**.

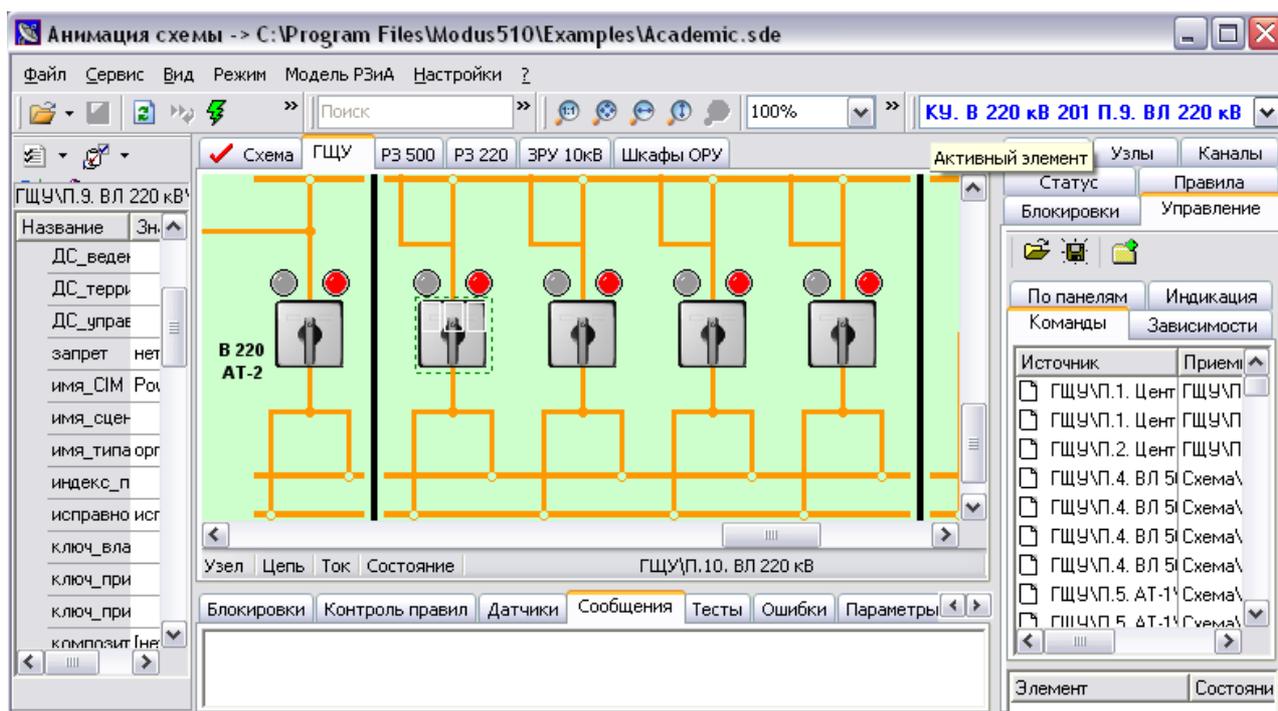


Рис. 1-34. Поле Активный элемент

Кроме того, в нем хранится список всех активных объектов для данного сеанса работы в программе *Аниматор схем*. Чтобы раскрыть список, достаточно щелкнуть стрелочку, расположенную в правой его части. Щелкнув название любого объекта в этом списке, мы сделаем его активным, не открывая ту вкладку, где он расположен.

Если список активных объектов стал настолько велик, что им неудобно пользоваться, его следует очистить. Для этого необходимо щелкнуть поле правой кнопкой мыши— появится контекстное меню, содержащее строку **очистить** (Рис. 1-35.).

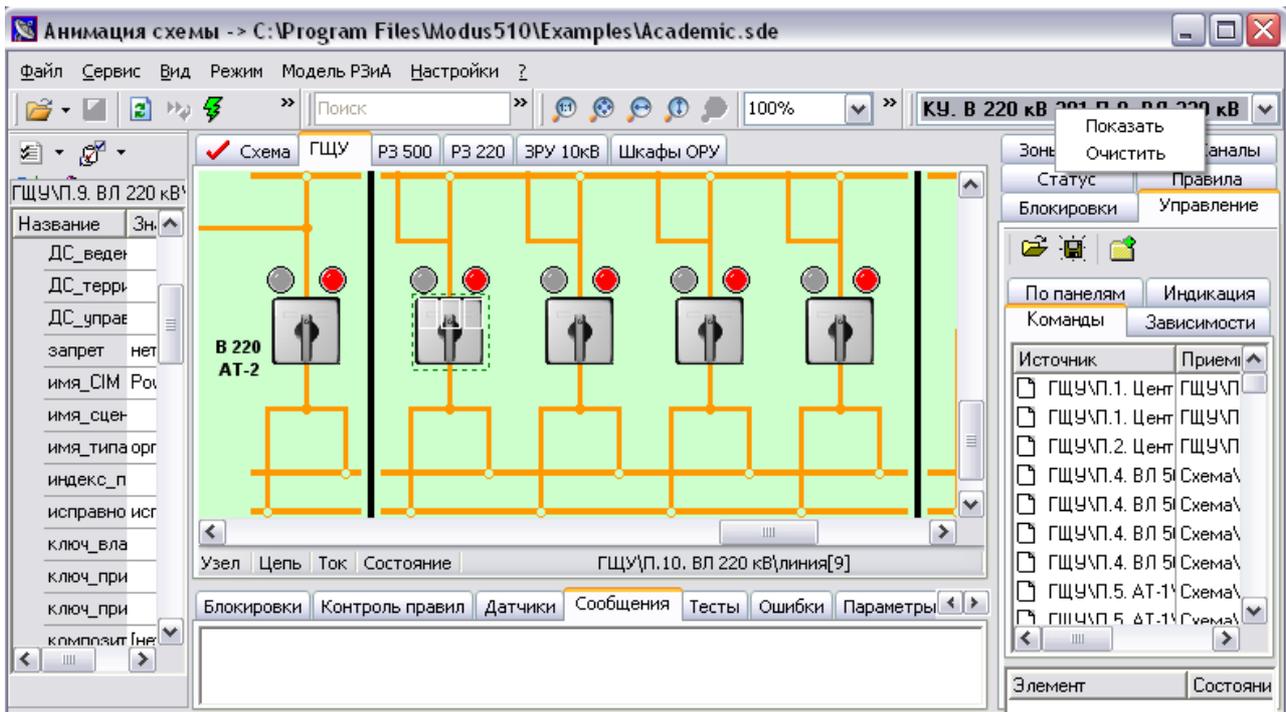


Рис. 1-35. Очистка поля Активный элемент

В результате из списка будут удалены все элементы.

Кроме того, щелкнув строку **показать**, мы отобразим на экране участок схемы с активным элементом.

1.6.2.3 Расшиновка присоединения

Упомянутая выше строка **Присоединение** контекстного меню позволяет расшиновать каждое из двух присоединений к данному КА (Рис. 1-36.).

Щелкнем строку **Расшиновать[2]**, чтобы расшиновать одно из присоединений на отключенном участке цепи.

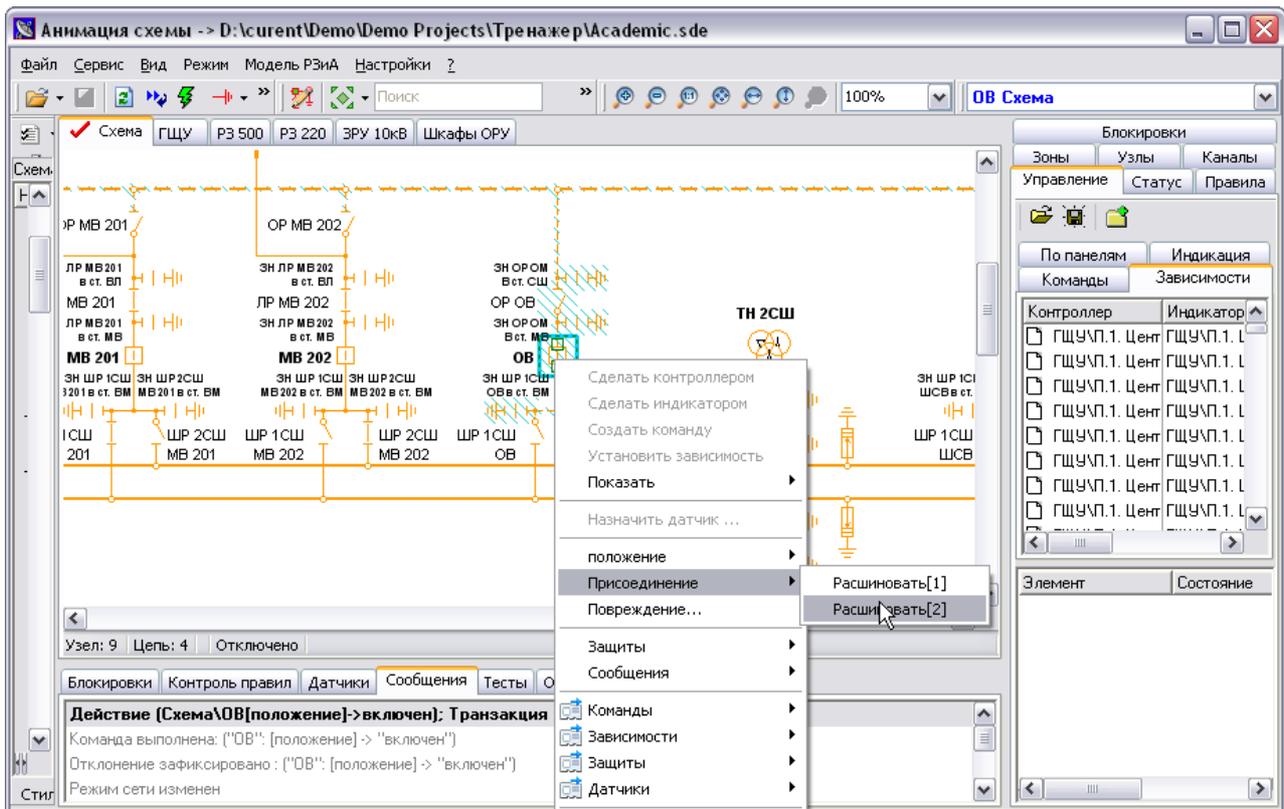


Рис. 1-36. Расшировка присоединения 1 средствами контекстного меню

Расшированное присоединение обозначается на схеме крестиком сиреневого цвета (Рис. 1-37).

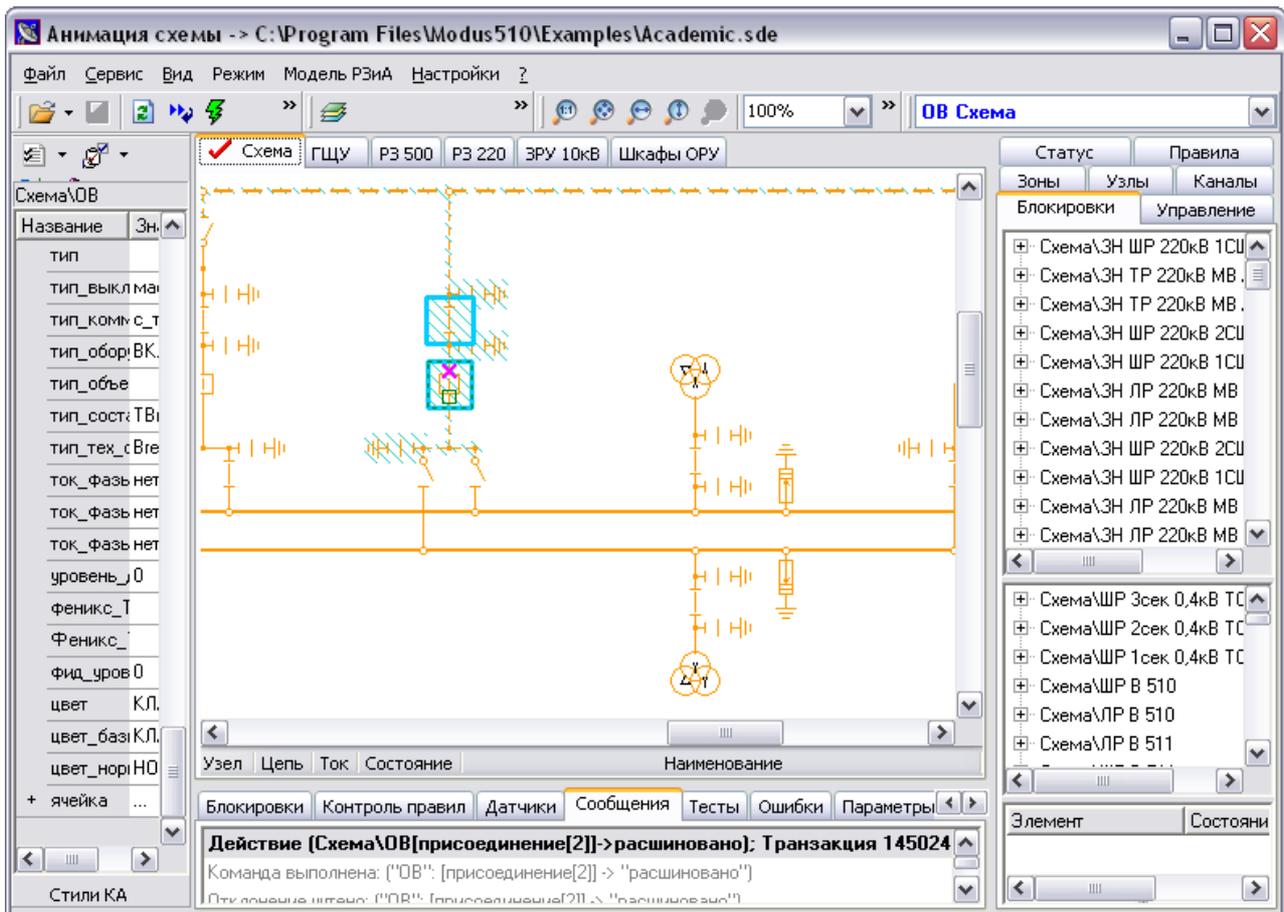


Рис. 1-37. Обозначение расшинованного присоединения

Теперь посмотрим, как отразится эта операция на работе схемы. Включите разъединитель ШР-1 или ШР-2— напряжение появится на участке только выше выключателя (Рис. 1-38.).

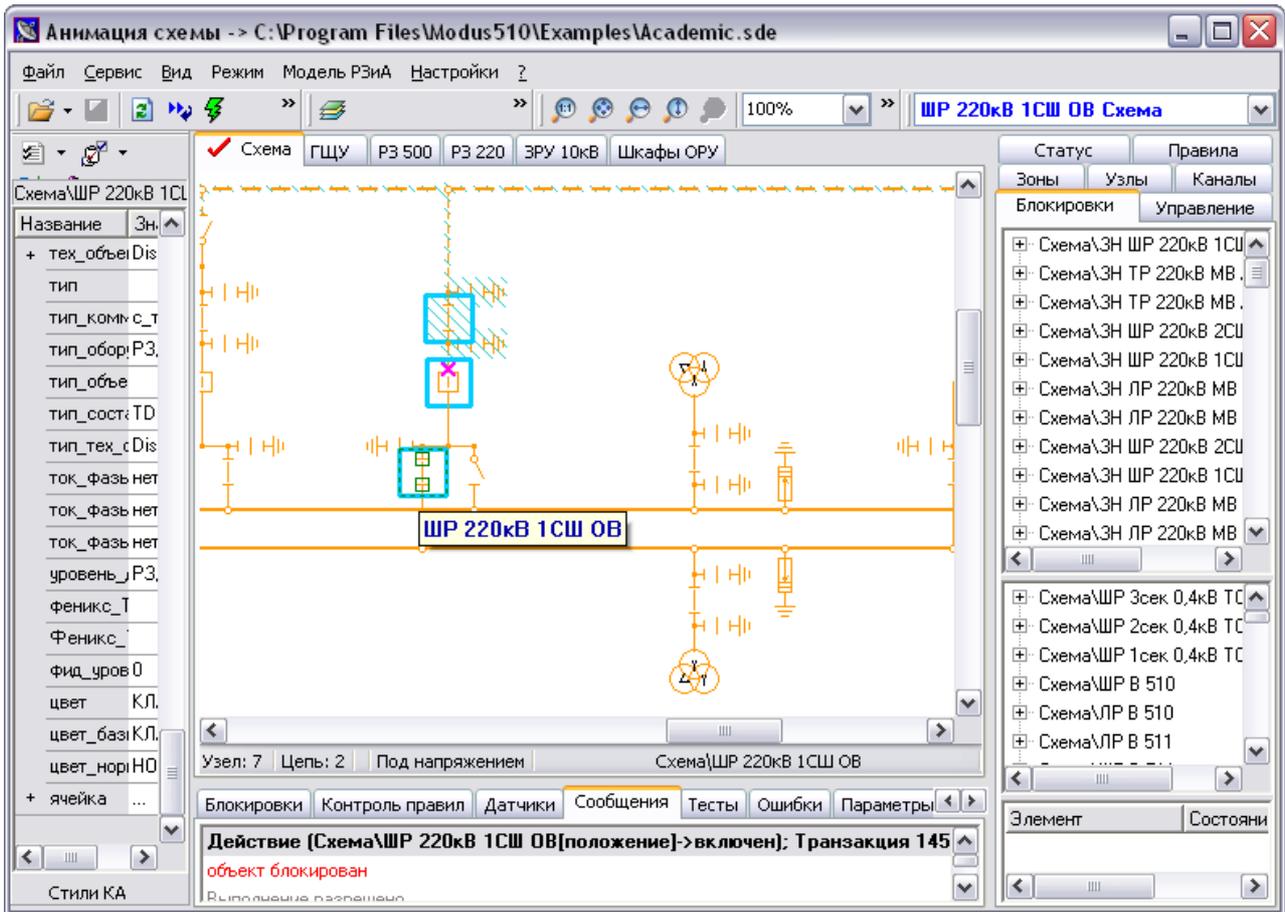


Рис. 1-38. Выполнение расшировки присоединения

Если Вы еще раз раскроете контекстное меню этого же элемента на строке **Присоединение**, то увидите, что его состав изменился. В нем появилась обратная возможность — **Присоединить [2]** (рис. <NUMBERING1%>-39).

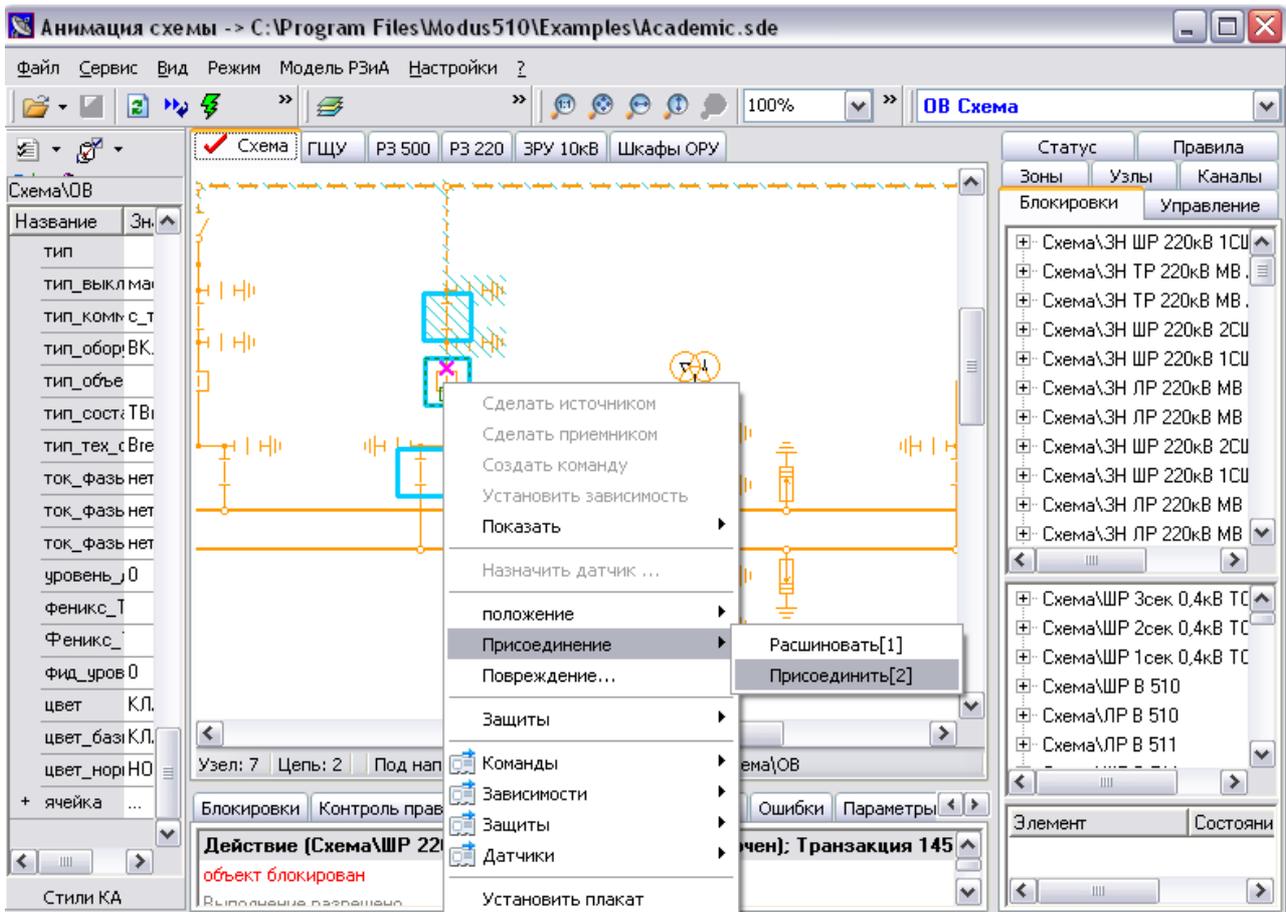


Рис. 1-39. Изменение состава контекстного меню в зависимости от состояния объекта

1.6.2.4 Моделирование повреждения

Щелкнув строку контекстного меню **Повреждение** (Рис. 1-40.), Вы откроете одноименное окно, где перечислены различные виды повреждений, которые можно смоделировать для данного элемента схемы. В этот набор разработчики включили повреждения, наиболее типичные для реальных энергообъектов.

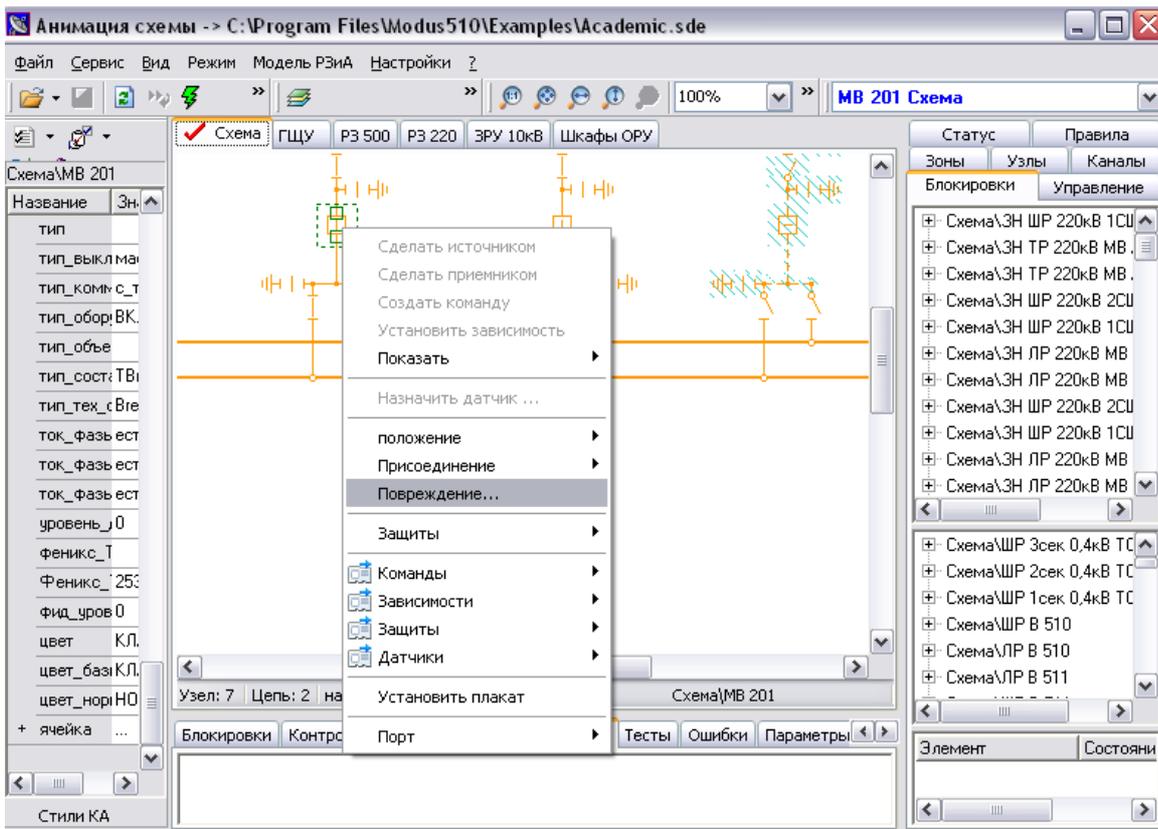


Рис. 1-40. Моделирование повреждения схемы средствами контекстного меню

Обратите внимание, что под заголовком окна (Рис. 1-40.) указано название того объекта, на котором Вы щелкали правой кнопкой мыши. Это поможет Вам не допустить ошибки при моделировании ситуации. Мы открыли контекстное меню для объекта В-3, и именно для него будем моделировать повреждение.

Установим флажки в первых трех строках (Рис. 1-41.). Таким образом, мы задали видимое, устойчивое короткое замыкание.

Термин «устойчивое» требует уточнения. Некоторые виды повреждений самоликвидируются по истечении некоторого времени, например, отказ операции КА или отключение КЗ на воздушной линии.

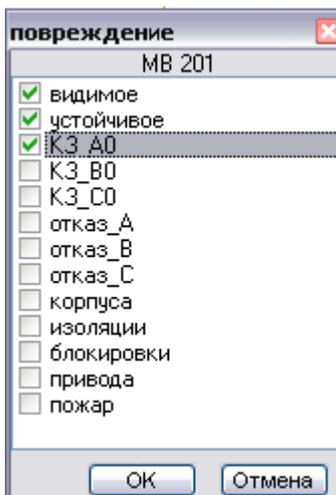


Рис. 1-41. Окно с перечнем возможных повреждений

Когда Вы щелкнете кнопку **ОК**, заданное повреждение будет смоделировано на схеме (Рис. 1-42.). В результате повреждения сработала система защиты, локализовавшая место повреждения отключением всех смежных с ним выключателей.

Все действия, которые смоделированы программой *Аниматор схем*, зафиксированы на вкладке **Сообщения**. Так как до сих пор нам требовалась максимальная область просмотра, мы закрыли все вкладки, щелкнув строку **Схема** меню **Вид**. Теперь же откроем вкладку **Сообщения**. Для этого надо щелкнуть строку **Правила** меню **Вид**.

Прокрутите бегунок так, чтобы отчет на экране начинался со строки, описывающей заданное повреждение. Далее перечислены все действия, которые выполнила программа для локализации последствий повреждения.

Таким образом, программа смоделировала ситуацию и отразила ее на схеме. Теперь Вы можете проанализировать результат и сделать вывод об адекватности работы модели.

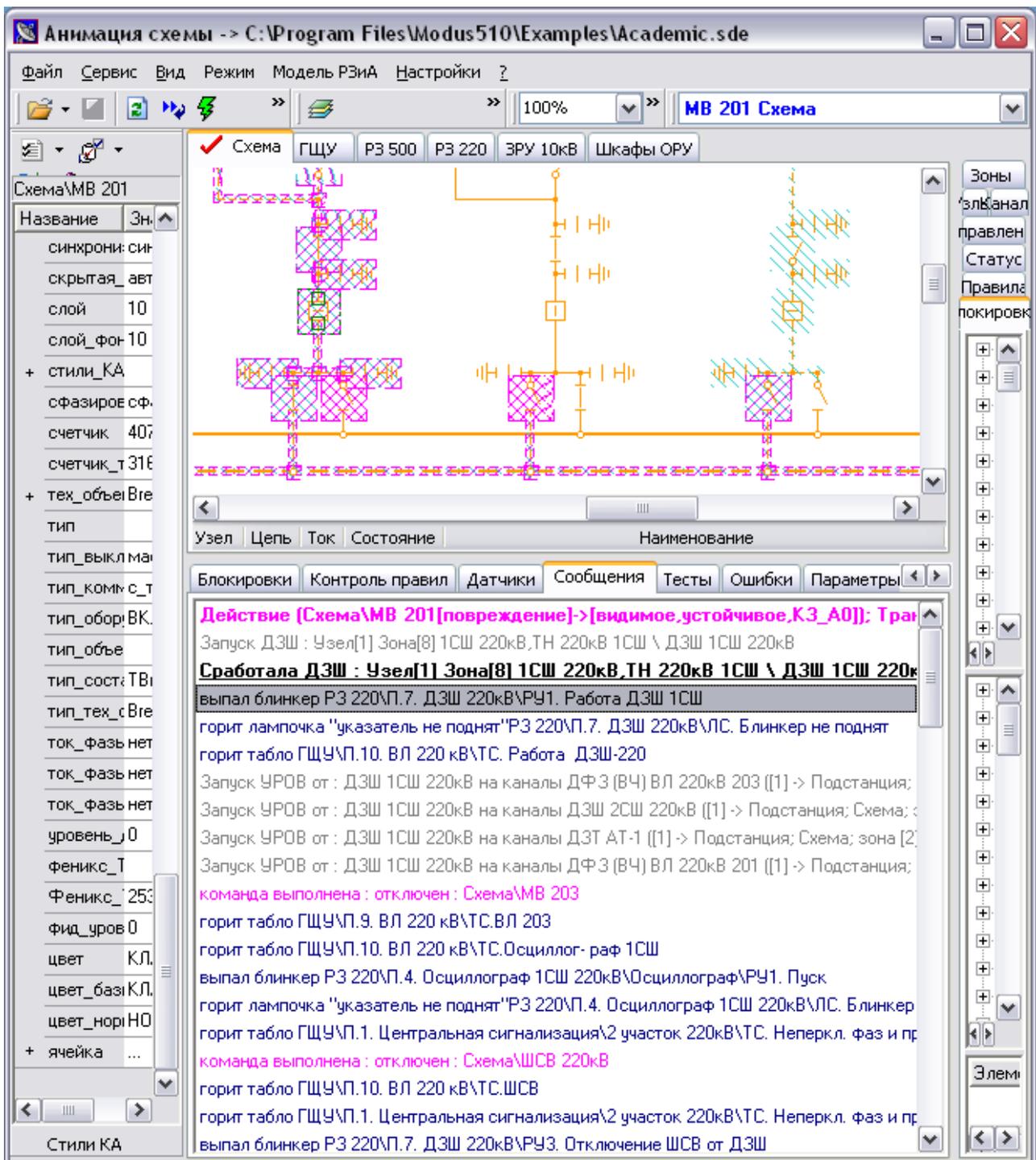


Рис. 1-42. Отображение результата повреждения на схеме и фиксирование его на вкладке Сообщения

1.6.3 Изменение параметров объекта средствами панели Свойства

В программе *Аниматор схем* предусмотрено еще одно средство для изменения состояния объекта. Это вкладка **Редактор свойств элементов**, расположенная в в левой части Аниматора.

Если на схеме не выделен ни один активный элемент, то во вкладке Свойства не отображается ни один параметр (Рис. 1-43.)

Активизируйте объект на схеме (для этого его надо щелкнуть мышью)— во вкладке **Редактор свойств элементов** отобразятся параметры, которые можно задавать для данного активного объекта (Рис. 1-44.)

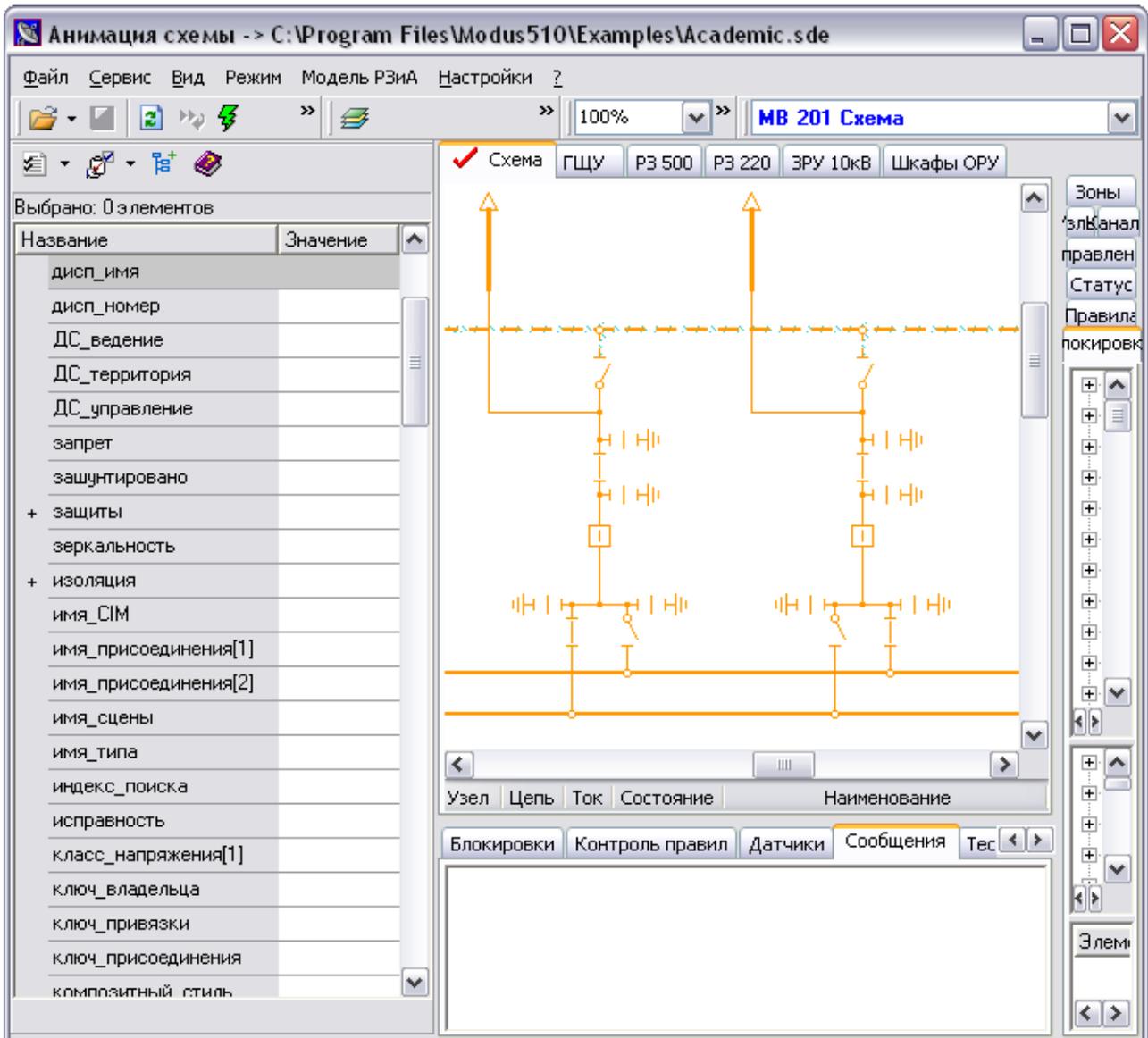


Рис. 1-43. Внешний вид вкладки Редактор свойств элементов, когда на схеме не выделен ни один активный элемент

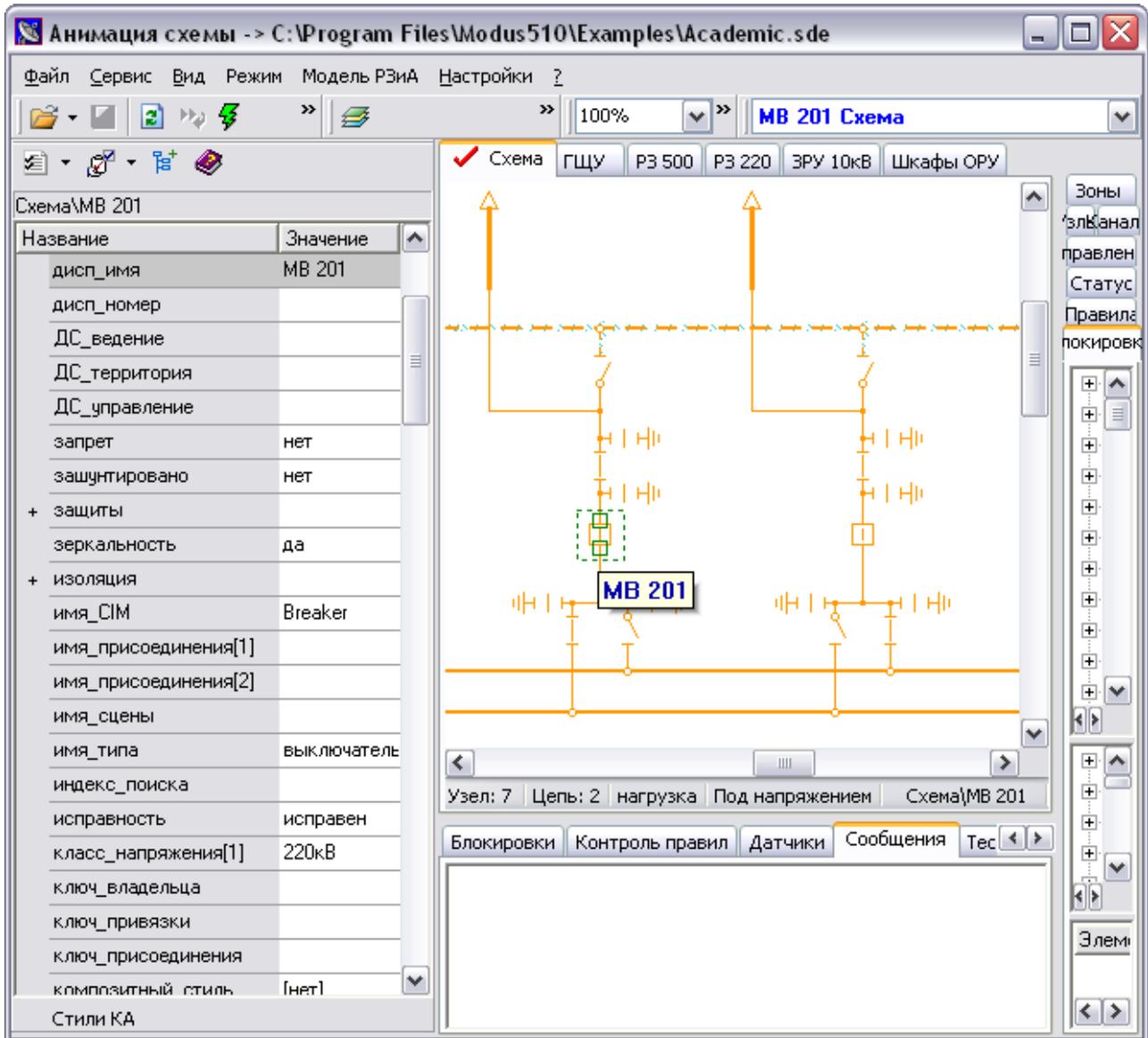


Рис. 1-44. Отображение параметров для активного элемента во вкладке

Редактор свойств элементов

Обратите внимание, что возможности этой вкладки гораздо шире тех, что предоставляет контекстное меню. Они не ограничены положением, присоединением и повреждением объекта.

Здесь можно задать также наличие или отсутствие блокировок привода, оперативного тока и оперативного тока привода, запреты, стиль выделения объекта на схеме и т.д.

Обращаем Ваше внимание, что набор параметров в этой вкладке отображается для текущего активного объекта и различается для разных типов объектов.

На рис. Рис. 1-44. показан набор для разъединителя. Мы выбрали его не случайно: набор параметров для него — максимальный.

Сравните его с набором для трансформатора напряжения (Рис. 1-45.)

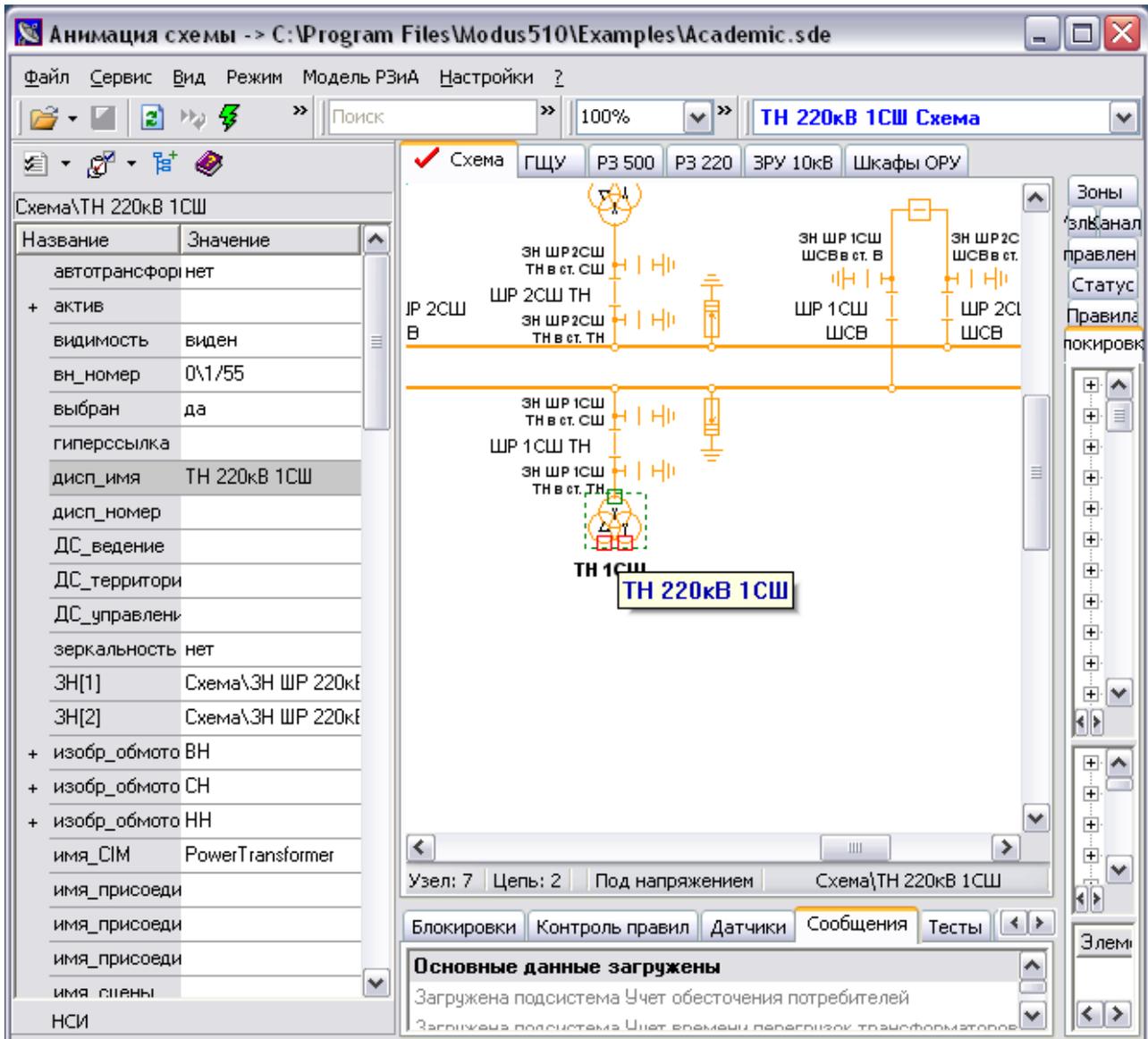


Рис. 1-45. Набор параметров для трансформатора напряжения

Обратите внимание, что трансформатор напряжения имеет три коннектора. К третьему коннектору не присоединен никакой объект, но он обозначен как «соединенный», т. е. он не расхинован.

Чтобы установить любой параметр вкладки **Свойства**, щелкните соответствующую строку мышью. Теперь в левой ее части можно выбрать нужное состояние, которое и будет зафиксировано для данного активного объекта.

1.6.3.1 Блокировка привода

Теперь рассмотрим параметры вкладки **Свойства** по порядку их расположения во вкладке. Первый из них — **блокировка_привода**.

Щелкните мышью строку **блокировка_привода**, затем раскройте появившийся список. Параметр **блокировка_привода** имеет два состояния **исправна** и **нарушена**. Выберите нужное и щелкните его мышью (Рис. 1-46.)

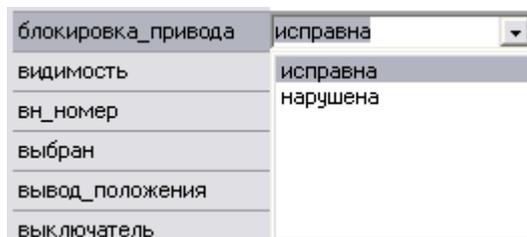


Рис. 1-46. Состояния параметра блокировка_привода

Если Вы выберете состояние **исправна**, то при попытке изменить состояние этого объекта сработает система правил, и на экране будут появляться соответствующие предупреждения (Рис. 1-47.)

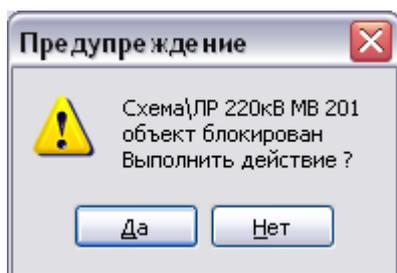


Рис. 1-47. Появление предупреждений, если блокировка привода исправна

Если же Вы отключите этот параметр, то состояние будет изменено.

1.6.3.2 Запрет

Назначение параметра **запрет** аналогично предыдущему. Однако он отличается от блокировки тем, что устанавливается по желанию составителя тренировки в *Редакторе бланков*, тогда как блокировка возможна не для каждого типа элементов. Параметр **запрет** можно применить, например для запрета манипуляции с неким ключом управления.

Этот параметр также имеет два состояния: **есть** и **нет** (Рис. 1-48.): в результате его включения операции игнорируются, а в противном случае— нет.



Рис. 1-48. Состояния параметра запрет

1.6.3.3 Нагрев

Параметр **нагрев** позволяет обозначить нагрев контакта. Он также имеет два состояния: **не нагрев** и **нагрев** (Рис. 1-49.)

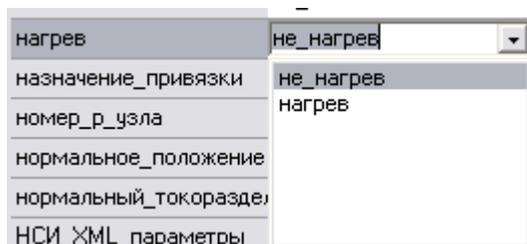


Рис. 1-49. Состояния параметра нагрев

1.6.3.4 Оперативный ток и оперативный ток привода

Параметр **оперативный ток привода**, как и параметр **оперативный ток**, имеет два состояния: **включен** и **отключен** (Рис. 1-50.)

Если отключить оперативный ток, то объект теряет управление, т. е. срабатывают правила блокировки объекта на включение и отключение. Если отключить оперативный ток привода, то срабатывает правило, запрещающее только включение. Отключить такой объект можно.

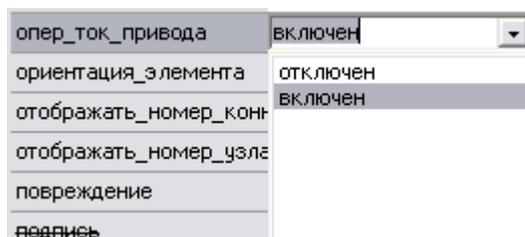


Рис. 1-50. Состояния параметра оперативный ток привода

Подробнее о подсистеме правил рассказано в главе 3.

1.6.3.5 Повреждение

Чтобы задать повреждение объекта в макете схемы, надо щелкнуть строку **повреждение** и затем — многоточие в правой части поля. Откроется перечень параметров, аналогичный тому, что открывается из контекстного меню (Рис. 1-51.)

Здесь можно задать несколько признаков. Для этого, как вы уже знаете, достаточно установить флажки (галочки) в нужных строках и щелкнуть знак многоточия.

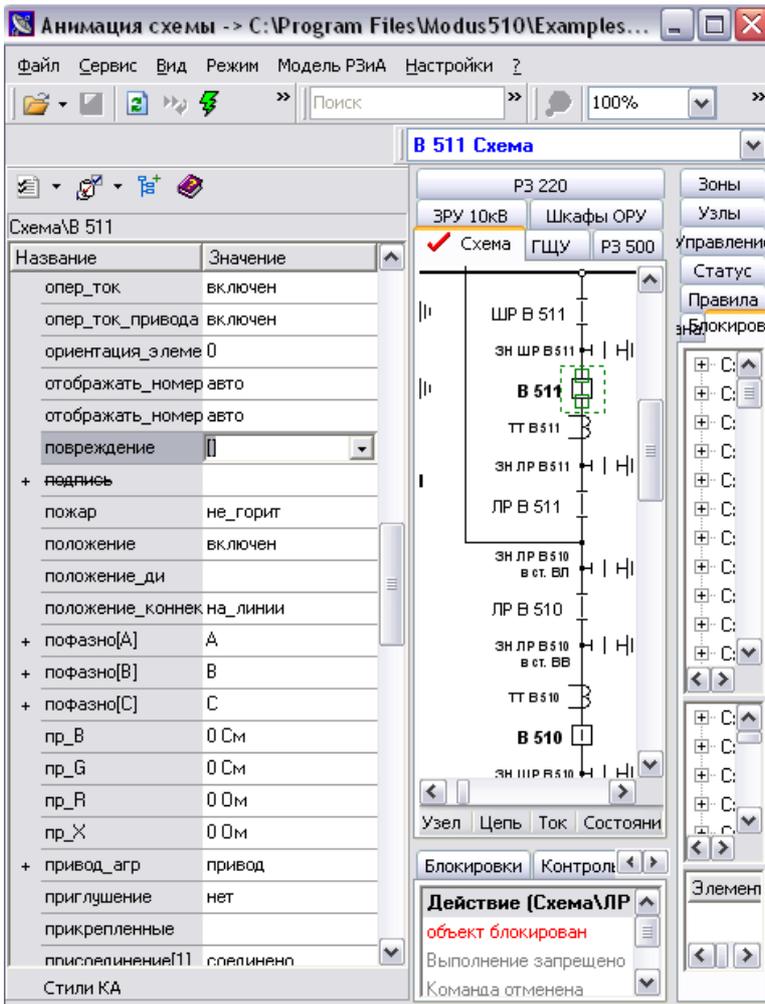


Рис. 1-51. Состояния параметра повреждение

Попробуем задать устойчивое короткое замыкание и посмотрим, как это повреждение отобразится на схеме макета (Рис. 1-52.)

Состояние цепи, на который наведен указатель мыши, обозначено, как заземленное, хотя ни один заземляющий нож здесь не включен. Обратите внимание, что в соответствующей строке вкладки **Свойства** появилось описание заданного повреждения.

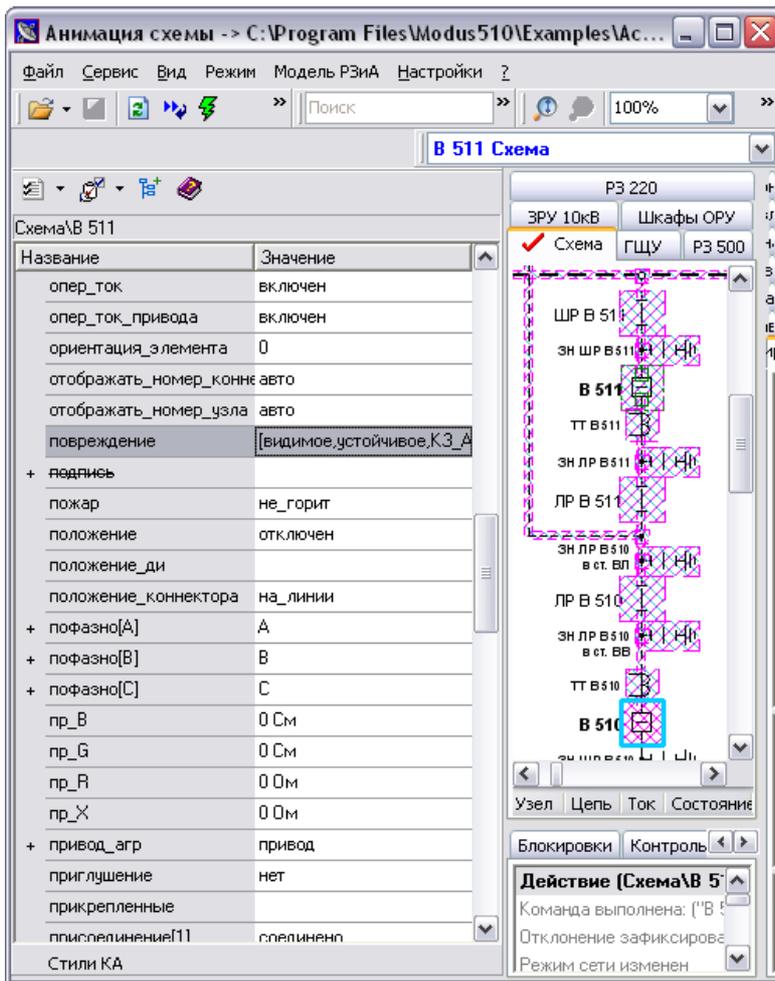


Рис. 1-52. Вот как на схеме макета отображается заданное короткое замыкание

1.6.3.6 Положение

Параметр **положение** для КА имеет два состояния: **включен** и **отключен** (Рис. 1-53.) Для ключа управления их может быть больше. Воспользовавшись этим параметром, Вы можете включить или отключить активный объект, что приводит к изменению внешнего вида схемы.

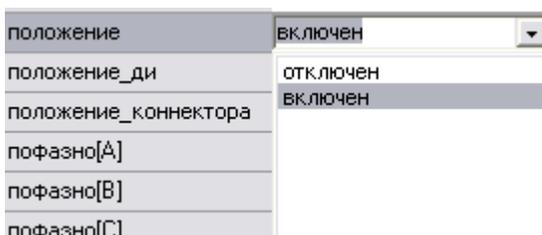


Рис. 1-53. Состояние параметра положение

1.6.3.7 Присоединение

На вкладке **Свойства** параметры меню **присоединение** представлены шире, чем в контекстном меню. Здесь можно не только расширять и соединить элемент, но и

закоротить или заземлить его (Рис. 1-54.) Последние два состояния в модели не учитываются.

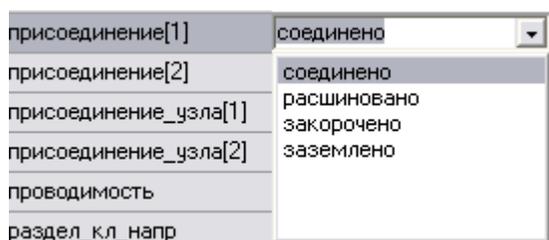


Рис. 1-54. Состояние параметра присоединение

1.6.4 Запоминание и восстановление состояния схемы

При проверке схемы в программе *Аниматор схем* приходится изменять состояния множества объектов, чтобы, например, локализовать какую-то неисправность, и, естественно, неудобно каждый раз повторять алгоритм из десятков (а иногда и нескольких десятков) переключений заново.

Чтобы облегчить работу со схемой, в программе *Аниматор схем* предусмотрена сервисная возможность — запомнить состояние схемы после изменения состояния одного КА или нескольких— по Вашему усмотрению — и быстро перейти к любому из сохраненных состояний, а также к исходному состоянию.

Мы отключили КА В-1; теперь откроем меню **Сервис** и щелкнем строку **Запомнить состояние** (Рис. 1-55.). Обратите внимание: пока Вы не изменили состояние схемы, эта строка недоступна.

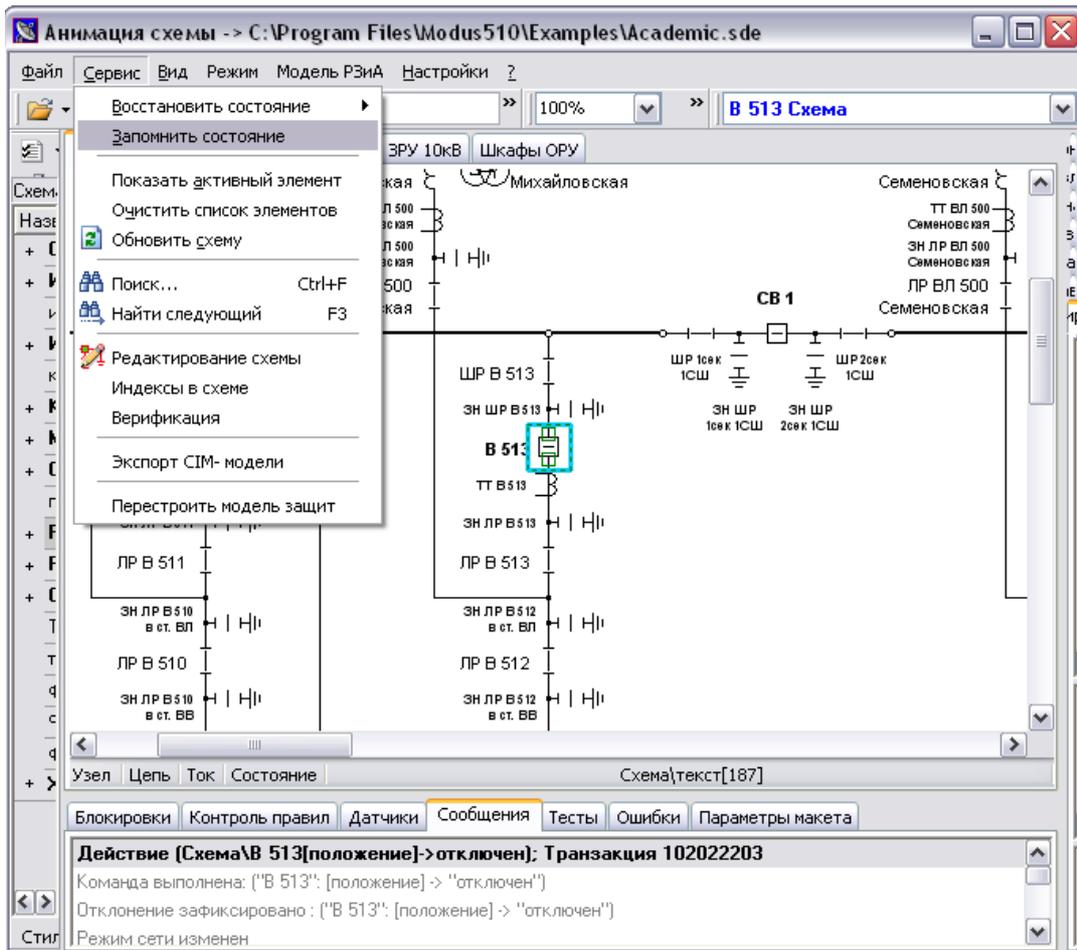


Рис. 1-55. Сохранение нового состояния схемы

Теперь откройте меню второго уровня, наведя указатель мыши на строку **Восстановить состояние** меню **Сервис** (Рис. 1-56.). В нем появились две возможности: **Исходное** и **0**. Щелкнув **Исходное**, Вы вернете схему в исходное состояние; щелкнув **0**, отобразите схему в измененном состоянии.

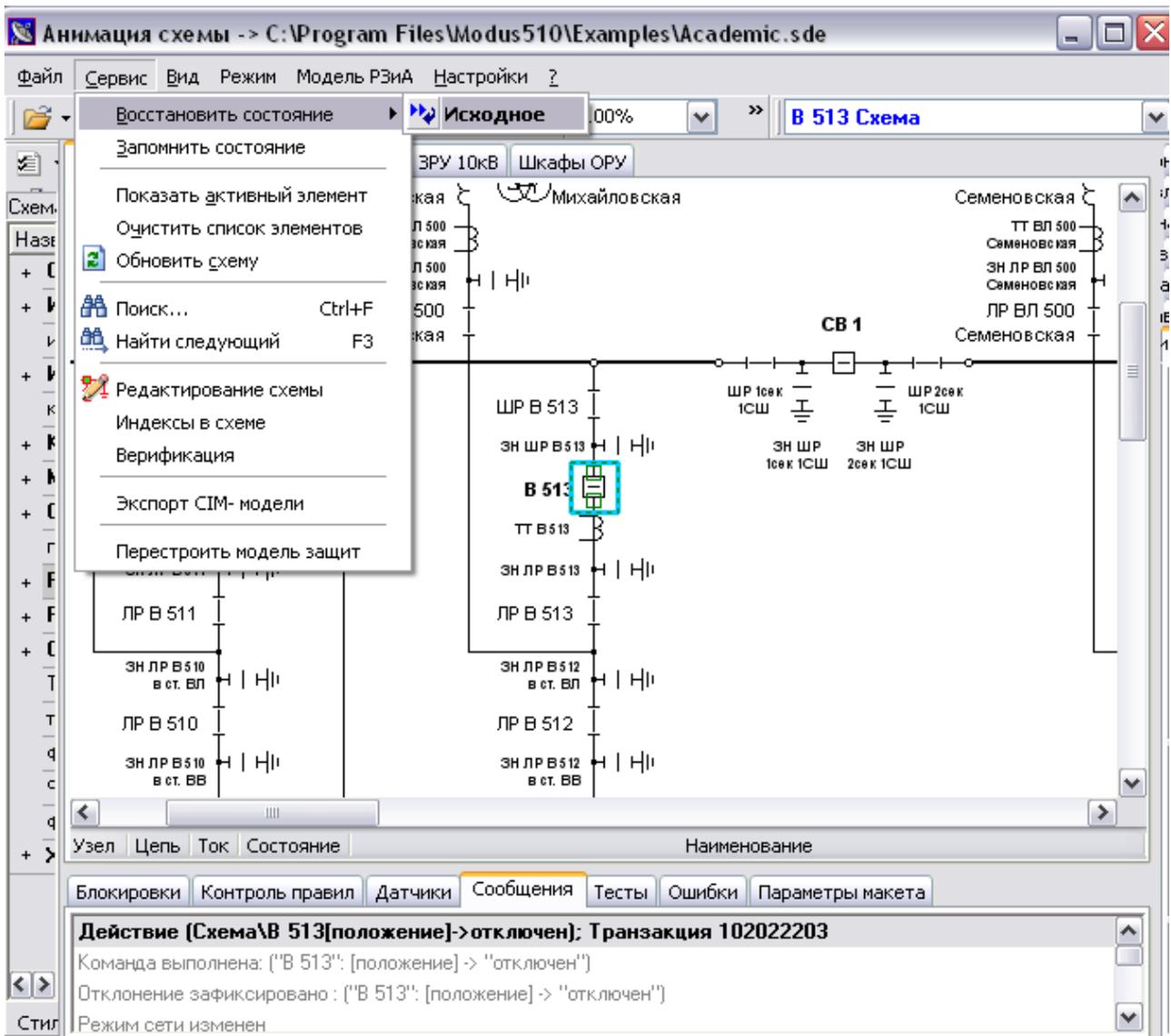


Рис. 1-56. Два сохраненных состояния

Теперь попробуем сохранить несколько состояний схемы. Для этого переключим несколько КА, после каждого сохраняя состояние схемы средствами меню **Сервис**. Теперь откроем меню **Восстановить состояние** (Рис. 1-57.) Из него Вы можете открыть любое из сохраненных состояний.

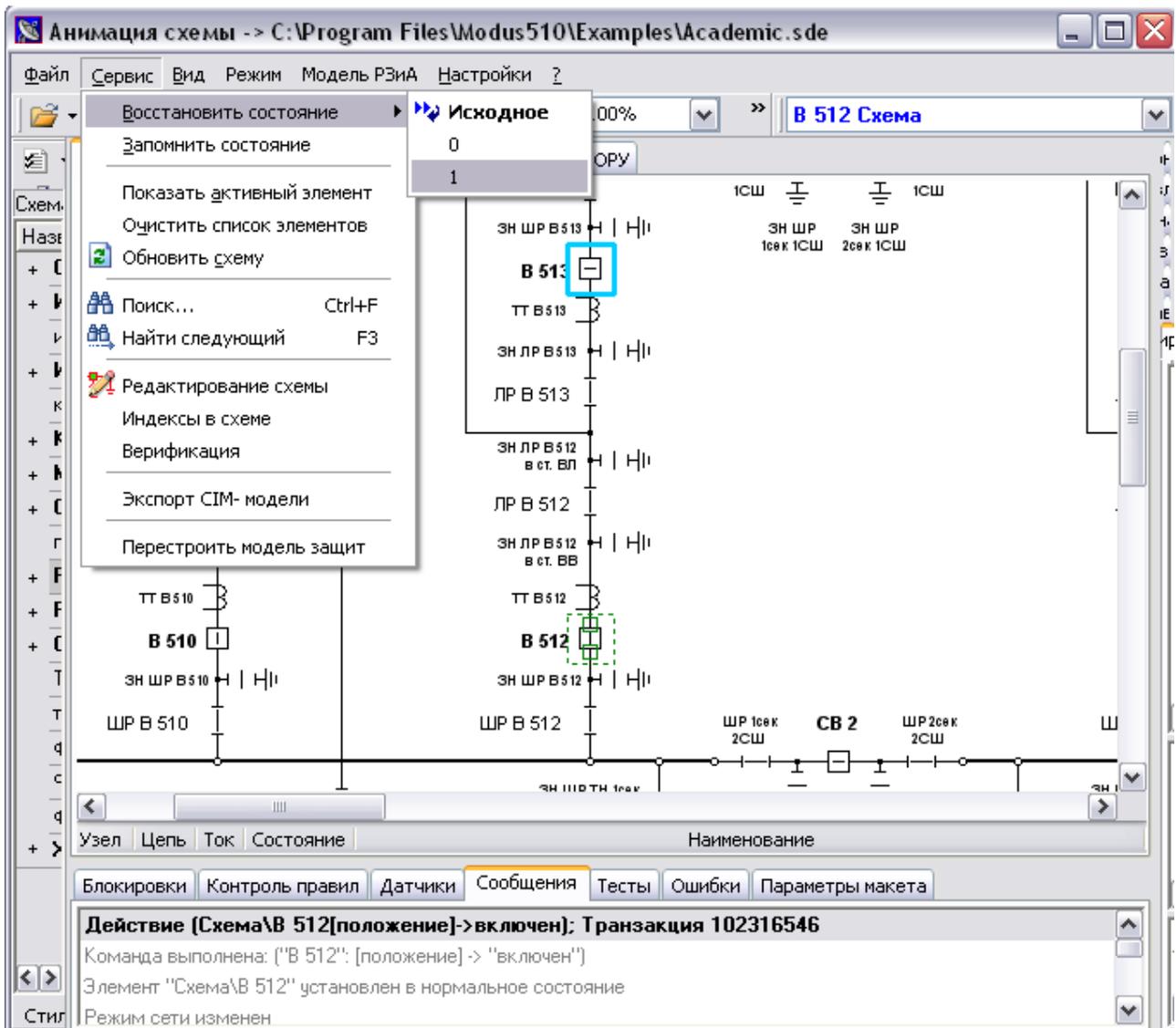


Рис. 1-57. Несколько сохраненных состояний

Чтобы перейти к исходной схеме, достаточно щелкнуть строку **Исходное** в меню второго уровня.

Для возврата схемы в исходное состояние предусмотрено удобное средство— кнопка **Установить исходное состояние схемы** на панели инструментов.



Щелкните эту кнопку, чтобы вернуть схему в исходное состояние.

1.6.5 Объектная модель и навигация по связям между элементами

Навигация между элементами, связанными отношениями

Свойства – отношения

различия в фазах	нет
разрешение_ОБ	нет
разъединитель	Схема\ЛР В 510
реакция_на_мышь	есть
реле_положения	отключен
реле_положения_несоответствие	нет
роль_в_схеме	
pp_DeltaP	0 Вт
pp_DeltaQ	0 ВАР
ДС_территория	
ДС_управление	
замок_привода	не_заперто
запрет	нет
зашунтировано	нет
зеркальность	да
ЗН[1]	Схема\ЗН ЛР В 510 в ст. ВВ
ЗН[2]	Схема\ЗН ЛР В 510 в ст. ВЛ
+ изоляция	

Рис. 1-58.

Строковые индексы в свойствах

Название	Значение
разъединитель	7
реакция_на_мышь	есть
роль_в_схеме	
скрытая_детализация	авто
слой	30
слой_фона	30
составляющие	
составляющие[1]	ID:33M110_M3_640_61
составляющие[10]	IDP3D110_M3_640_522
составляющие[11]	IDP3D110_M3_640_523
составляющие[12]	
составляющие[13]	
составляющие[2]	IDP3D110_M3_640_462
составляющие[3]	ID:33M110_M3_640_60
составляющие[4]	ID:33M110_M3_640_58
составляющие[5]	IDP3D110_M3_640_453
составляющие[6]	ID:33M110_M3_640_59
составляющие[7]	IDBKП110_M3_640_B101
составляющие[8]	ID:33M110_M3_640_134
составляющие[9]	ID:33M110_M3_640_133
светник	7844
тип_выключателя	масляный
тип_оборудования	ВКЛ
толщина_линии	авто
уровень_детализации	0

Название	Значение
окрышка_детализация	авто
слой	30
слой_фона	30
составляющие	
составляющие[BKП]	IDBKП110_M3_229_B106
составляющие[3ЛРВ]	ID:33M110_M3_229_80
составляющие[3ЛРП]	ID:33M110_M3_229_81
составляющие[3ОРП]	
составляющие[3ШР1В]	ID:33M110_M3_229_64
составляющие[3ШР1Ш]	
составляющие[3ШР2В]	
составляющие[3ШР2Ш]	
составляющие[ЛР]	IDP3D110_M3_229_462
составляющие[ОП]	
составляющие[ШР1]	IDP3D110_M3_229_493
составляющие[ШР2]	IDP3D110_M3_229_492
светник	7807
тип_выключателя	масляный
тип_кабин_аппарата	Б_трехфазный_выключатель
тип_оборудования	ВКП
тип_тек_объекта	TViewObject
толщина_линии	авто
уровень_детализации	0
цвет_подписи	прозрачный

Рис. 1-59.

Технологическая модель

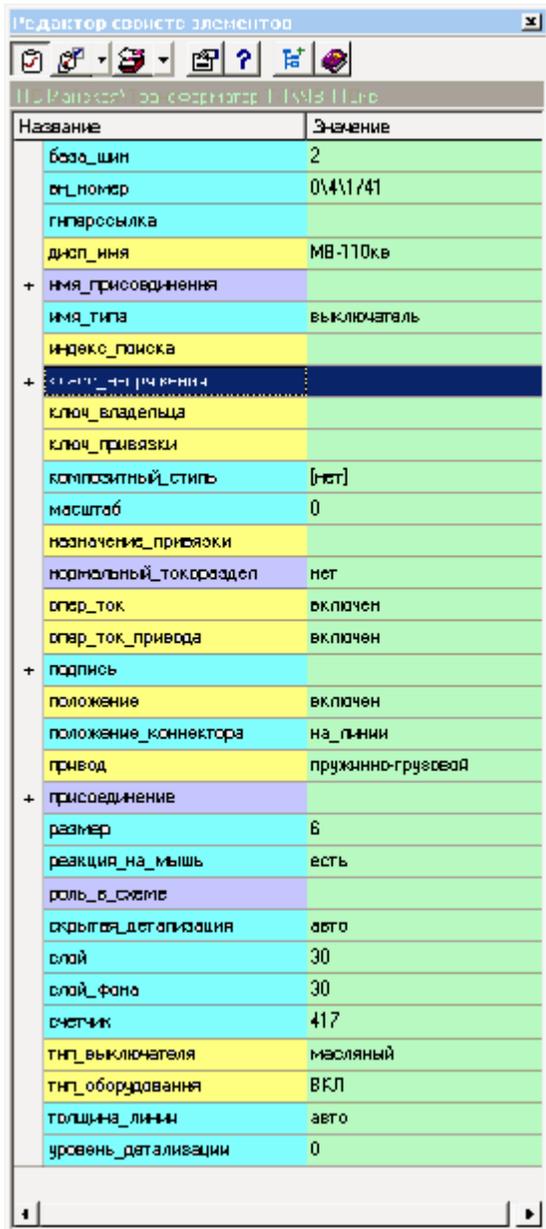


Рис. 1-60.

дисп_имя	Технологические данные
имя_присоединения	Место в схеме
имя типа	Данные представления

Рис. 1-61.

- Синхронизация элементов управления для РЗД, ЗН
- Статическая модель защит
- СІМ-Модель
- Свойства – отношения
- Строковые индексы в свойствах
- Подключение плагинов

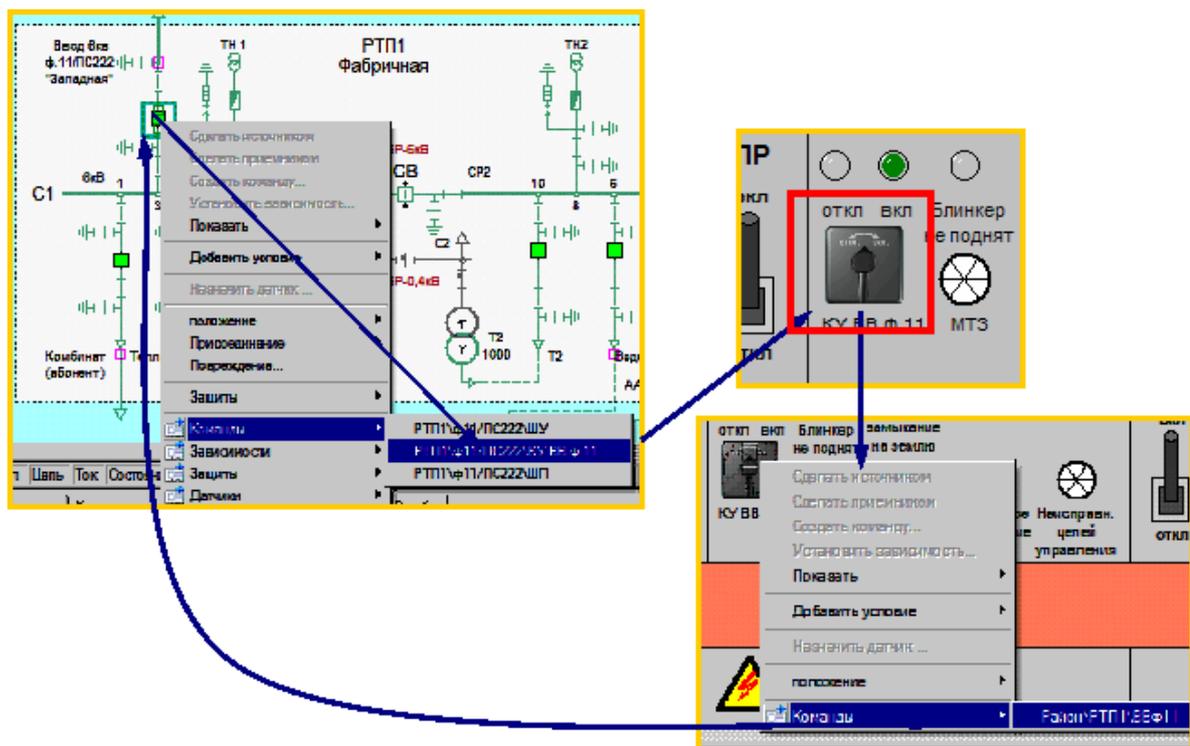


Рис. 1-62.

1.6.6 Диагностика моделей

Подробная отладочная информация о событиях.

Протокол исполнения команды.

Подсистема	Ошибка	Элемент
SDEGraphics	Чтение приборов из хранилища	Хранилище не найдено PriborBoard
Actions	Damaged Data	неверный SNident: АЩУ (5-8 блоки)\КУ Упрдвигат.насоса МН-2 - исправлено
Actions	Lost Data	отсутствует зависимость АЩУ (5-8 блоки)\АЩУ-2 19Г\амперметр стат.2М
Actions	Param not found	АЩУ (5-8 блоки)\АЩУ-2 19Г\амперметр стат.2М прибор_настраиваемый

Подсистема	Ошибка	Элемент
Actions	Lost Data	не найден Щ_УЧП.7. Управление выключателями В-1-110 кВ В-2-110 кВ АТ-1\КУ
Actions	Param not found	РЗиА\П.200. ВЛ-220 ВА3-3 резервные защиты\круг[3] круг положение
Actions	Param not found	РЗиА\П.200. ВЛ-220 ВА3-3 резервные защиты\круг[3] круг положение
Actions	Param not found	РЗиА\П.200. ВЛ-220 ВА3-3 резервные защиты\круг[3] круг положение

Подсистема	Ошибка	Элемент
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_3_1.36
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_3_2.36
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_4_1.36
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_4_2.36
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_4_3.36
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_4_4.36
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_6_3.47
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_6_7.47
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_8_7.47
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_9_3.47
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_9_6.47
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_15_1.47
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_6.22
VDCheck	Storage Not Found	StorageName= Zone_0_7.22

Рис. 1-63.

К/№	Содержание	Подсистема	Т. Соед...	Статус	Тип д...	Имя пр...	Элем...	№ пр...	Вре...
0	Действие (Район\РТП1\С2)...	Менеджер под...	ис видимо	выполн	ТСomma		Район		00.0
1	Команда выполнена	Менеджер подси	ин невидим	выполне					00.0
2	Отклонена зафиксировано	Монитор измене	ин невидим	выполне					00.0
3	Режим сети изменен	Модель сети	ин невидим	выполне					00.0
4	Сработала защита : Зона(46) С2 \ Дугвая(Д.ЗШ) С2	Модель РЗА	ин видимое до обра						00.0
5	отключен : Район\РТП1\МВФ22	Модель РЗА	ко видимое	выполне	ТСomma		Район\Ф. Д	Дейс	00.0
6	Команда выполнена	Менеджер подси	ин невидим	выполне					00.0
7	Отклонена зафиксировано	Монитор измене	ин невидим	выполне					00.0
8	Режим сети изменен	Модель сети	ин невидим	выполне					00.0
9	Зависимость: показания_прибор Дист. управлен	ин невидим	выполне	TVector			РТП1\Ф		00.0
10	отключен : Район\РТП1\МВ Фид	Модель РЗА	ко видимое	выполне	ТСomma		Район\Ф. Д	Дейс	00.0
11	отключен : Район\РТП1\МВ Вадс	Модель РЗА	ко видимое	выполне	ТСomma		Район\Ф. Д	Дейс	00.0
12	Команда выполнена	Менеджер подси	ин невидим	выполне					00.0
13	Отклонена зафиксировано	Монитор измене	ин невидим	выполне					00.0
14	Режим сети изменен	Модель сети	ин невидим	выполне					00.0
15	Зависимость: показания_прибор Дист. управлен	ин невидим	выполне	TVector			РТП1\В		00.0
16	отключен : Район\РТП1\МВ Сан	Модель РЗА	ко видимое	выполне	ТСomma		Район\Ф. Д	Дейс	00.0
17	Команда выполнена	Менеджер подси	ин невидим	выполне					00.0
18	Отклонена зафиксировано	Монитор измене	ин невидим	выполне					00.0
19	Режим сети изменен	Модель сети	ин невидим	выполне					00.0
20	Зависимость: показания_прибор Дист. управлен	ин невидим	выполне	TVector			РТП1\С		00.0
21	отключен : Район\РТП1\МВТ2	Модель РЗА	ко видимое	выполне	ТСomma		Район\Ф. Д	Дейс	00.0
22	этап работы автоматики завершен	Модель РЗА	ин видимое	проверк					00.0
23	Команда выполнена	Менеджер подси	ин невидим	выполне					00.0
24	Отклонена зафиксировано	Монитор измене	ин невидим	выполне					00.0
25	Режим сети изменен	Модель сети	ин невидим	выполне					00.0
26	Зависимость: показания_прибор Дист. управлен	ин невидим	выполне	TVector			РТП1\Т		00.0
27	Сработала защита : Зона(41) С1 \	Модель РЗА	ин видимое до обра						00.0
28	выпал бланкер ТПС\РТП1\ЗМН\	Модель РЗА	ко видимое	выполне	ТСomma		ТПС\РТ		00.0
29	Команда выполнена	Менеджер подси	ин невидим	выполне					00.0
30	Зависимость: показания_прибор Дист. управлен	ин невидим	выполне	TVector			РТП1\С		00.0

Рис. 1-64.

Часть 2. Отладка топологии и модели электрической сети

Для решения технологических задач приложениями комплекса по чертежу электрической схемы создается упрощенная модель сети, отражающая ее нормальное состояние.

Модель строится на основании данных о топологической связи объектов рисунка, создаваемой редактором схем в режиме с включенной топологией. Проверка топологической связи элементов, а также текущего состояния объектов выполняется в программе *Аниматор схем*.

2.1 Анализ режима и сверка схемы

Вам уже известно, что вначале схема готовится в *Графическом редакторе*. Прежде, чем использовать эту схему в *Тренажере по оперативным переключениям*, ее следует проверить в *Аниматоре схем*.

Анализ режима производится визуально. Схему открывают в программе *Аниматор схем* и внимательно просматривают. В первую очередь обращают внимание на отключенные участки схемы и положения КА. Отключенные участки, как правило, в соответствии с заданными по умолчанию параметрами отображения обозначены пунктирной линией.

Кроме того, наведя курсор мыши на любой элемент схемы, можно отобразить информацию об этом элементе. Информацию о состоянии узлов и наличии токов в цепях сверяют с предполагаемым значением для данного объекта. *Узел* в данном случае называется участок схемы, все элементы которого имеют одинаковое напряжение. *Цепь* — это группа узлов, объединенных силовыми элементами: линиями воздушными и кабельными, трансформаторами и др. Несовпадение отображенного и предполагаемого значений свидетельствует о наличии ошибки в схеме.

При сверке схемы иногда требуется моделировать определенные ситуации, чтобы, проанализировав их, выяснить поведение различных элементов. Так, последовательно изменяя состояние КА, Вы сможете отключить отдельный участок цепи, чтобы проконтролировать правильность изменения режима сети.

Для моделирования ситуации программа *Аниматор схем* предоставляет широкий спектр возможностей. Вы можете переключать КА, причем использовать для этого различные инструменты, расшиновать присоединение, вызвать повреждение объекта. Подробно об этом рассказано в разделе «Изменение состояния элементов» этой главы.

После выявления ошибок необходимые исправления вносятся в схему в программе

Графический редактор при включенном режиме построения топологии. При проведении сверки схемы нет необходимости поочередно открывать и закрывать приложения. Редактор и аниматор используют поочередно, записывая изменения в редакторе и обновляя схему в аниматоре. О том, как сохранить изменения в схеме, рассказано в разделе «Сохранение состояния объекта» этой главы.

2.1.1 Отображение информации об объекте схемы

Выполнить анализ и сверку схемы не удастся, если нет удобного и быстрого способа получения информации об объектах схемы. Разработчики *Аниматора схем* предусмотрели такое инструментальное средство. Достаточно навести указатель мыши на любой объект схемы (такой объект называется *указанным*)— и данные о нем автоматически отображаются в строке состояния, расположенной внизу окна программы (Рис. 2-1.).

Итак, в строке состояния отображаются следующие данные:

- уникальный номер электрического узла (узлов), к которому (которым) присоединен элемент схемы;
- уникальный номер электрической цепи, содержащей элемент схемы;
- наличие или отсутствие нагрузки на коммутационном аппарате;
- режим узла;
- полное имя элемента.

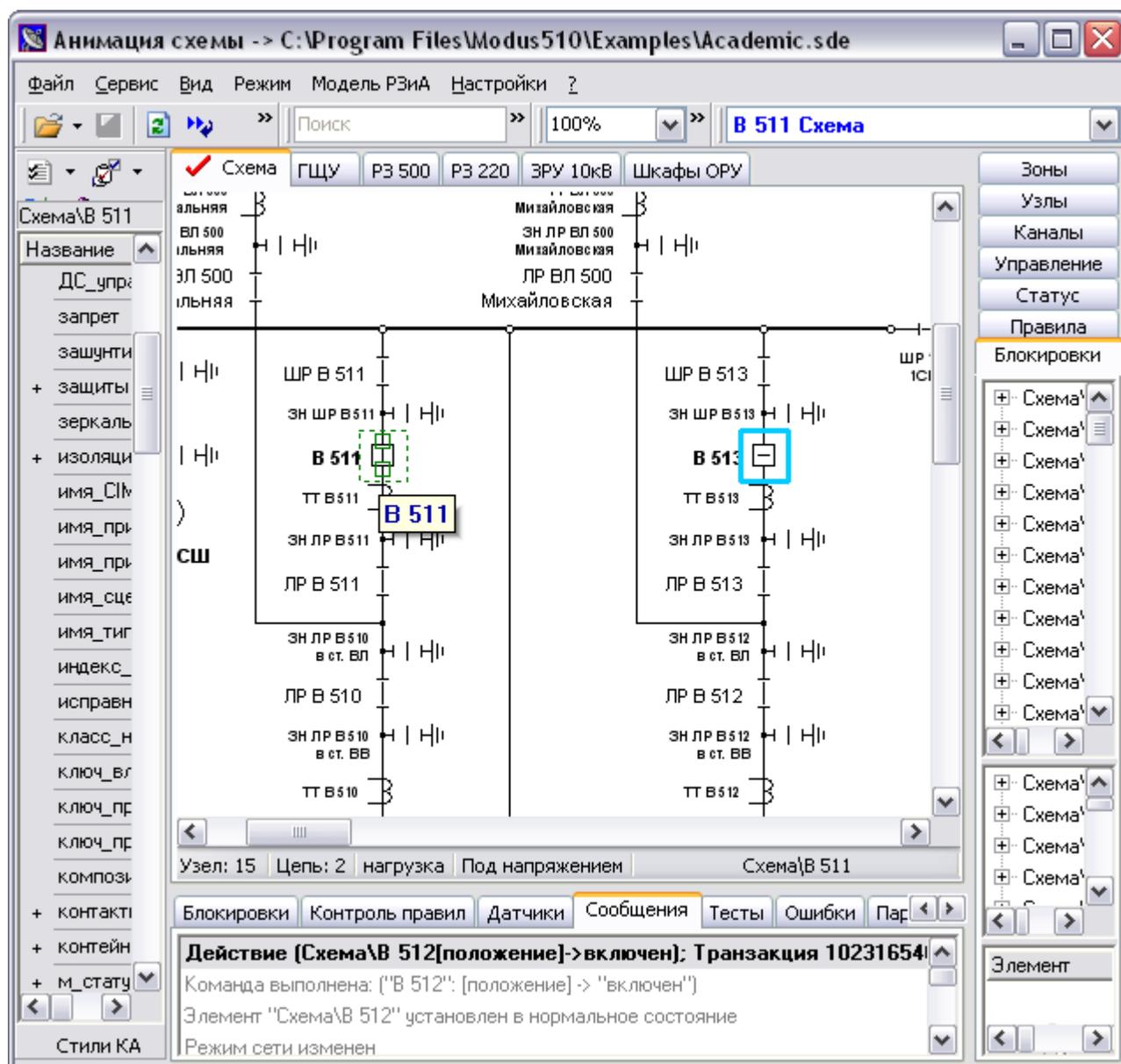


Рис. 2-1. Отображение данных об указанном объекте в строке состояния

Номера узлов и цепей представляют собой идентификатор текущего состояния схемы, их генерирует программа *Аниматор схем* с целью отличия одного участка от другого. Никакой иной смысловой нагрузки номера узлов и цепей не несут.

Номера узлов обозначены целыми положительными числами, начиная с 1; цепи нумеруются целыми числами, начиная с 0.

При изменении режима схемы узлы и цепи перестраиваются автоматически. При просмотре номеров узлов и цепей важно, изменились они или нет, а также имеет большое значение отличие одного номера от другого. Числовое же значение номера (2 или 48)— роли не играет. Просматривая номера узлов и цепей, удастся выявить несогласованность в

работе схемы.

В третьей позиции строки состояния, как уже говорилось, отображается состояние КА— выключателя, разъединителя и т.д. — т.е. факт наличия или отсутствия нагрузки на включенном КА. На отключенных выключателях (и только выключателях) значок $\sim\#$ (тильда — решетка — тильда) обозначает возможность несинхронной работы участков сети на полюсах данного выключателя.

Режим узла описывается следующими значениями:

- **Отключено** — означает «висящий» узел (цепь), то есть не имеющий подключенной нагрузки, заземления или генерации;
- **Заземлено** — узел (цепь) заземлен или имеется повреждение с замыканием на землю;
- **Нагрузка** — к узлу (цепи) подключены потребители;
- **Источник** — к узлу (цепи) подключен источник питания;
- **Стоящий генератор** — к узлу (цепи) подключен генератор, обозначенный на схеме, как отключенный;
- **Под напряжением** — к узлу (цепи) подключен источник питания и нагрузка;
- **КЗ на землю** — одновременное подключение к узлу (цепи) источника питания и заземления;
- **КЗ на генератор** — одновременное подключение к узлу (цепи) источника питания и отключенного генератора;
- **Междуфазное КЗ** — участок сети, в котором в трехлинейной модели две фазы замкнуты между собой вследствие повреждения одного из элементов;
- **Неполнофазный режим** — отсутствие напряжения на одной из трех фаз в трехлинейной модели.

В последней позиции строки состояния отображается имя объекта. Оно составляется из тех же элементов, что и диспетчерское, только в обратном порядке— от общего к частному. Имя состоит из названия схемы (как минимум, страницы схемы), затем названия контейнера, название элемента, например (Рис. 2-1.): Центральная (название вкладки)\I501 (название контейнера)\B2 (название контейнера)\B-2 (название объекта на схеме).

О том, как использовать эти данные при анализе и сверке схемы, рассказано в следующих разделах этой главы.

2.1.2 Определение наличия или отсутствия напряжения на участке

При условии соответствующей настройки стандарта отображения анализ режима можно выполнять визуально. Откройте схему и внимательно просмотрите ее, учитывая заданные стандарты отображения.

Мы приняли следующий стандарт отображения: шины и ошиновки, находящиеся под нагрузкой, обозначаются сплошными линиями различной толщины, а отключенные участки — пунктирной. Кабельные линии также отображаются пунктирной линией с косыми темно-зелеными штрихами. Если придерживаться этого стандарта, то при визуальном просмотре схемы сразу же видно наличие или отсутствие напряжения на конкретном участке.

Вы можете изменить параметры и отображать линии и другие объекты схемы в соответствии со стандартами Вашего энергообъекта. Для этого воспользуйтесь средствами окна **Настройки параметров отображения** из строки меню **Настройки**. Примите во внимание, что удобно отключенные участки схемы обозначать «приглушенным» цветом.

На Рис. 2-2. показан участок схемы в нормальном состоянии. Все шины и ошиновки изображены сплошными линиями различной толщины, что свидетельствует о том, что на них подано напряжение. Чтобы убедиться в этом, наведем указатель мыши на шину ОСШ-220. В строке состояния отображается информация, что эта шина находится под напряжением.

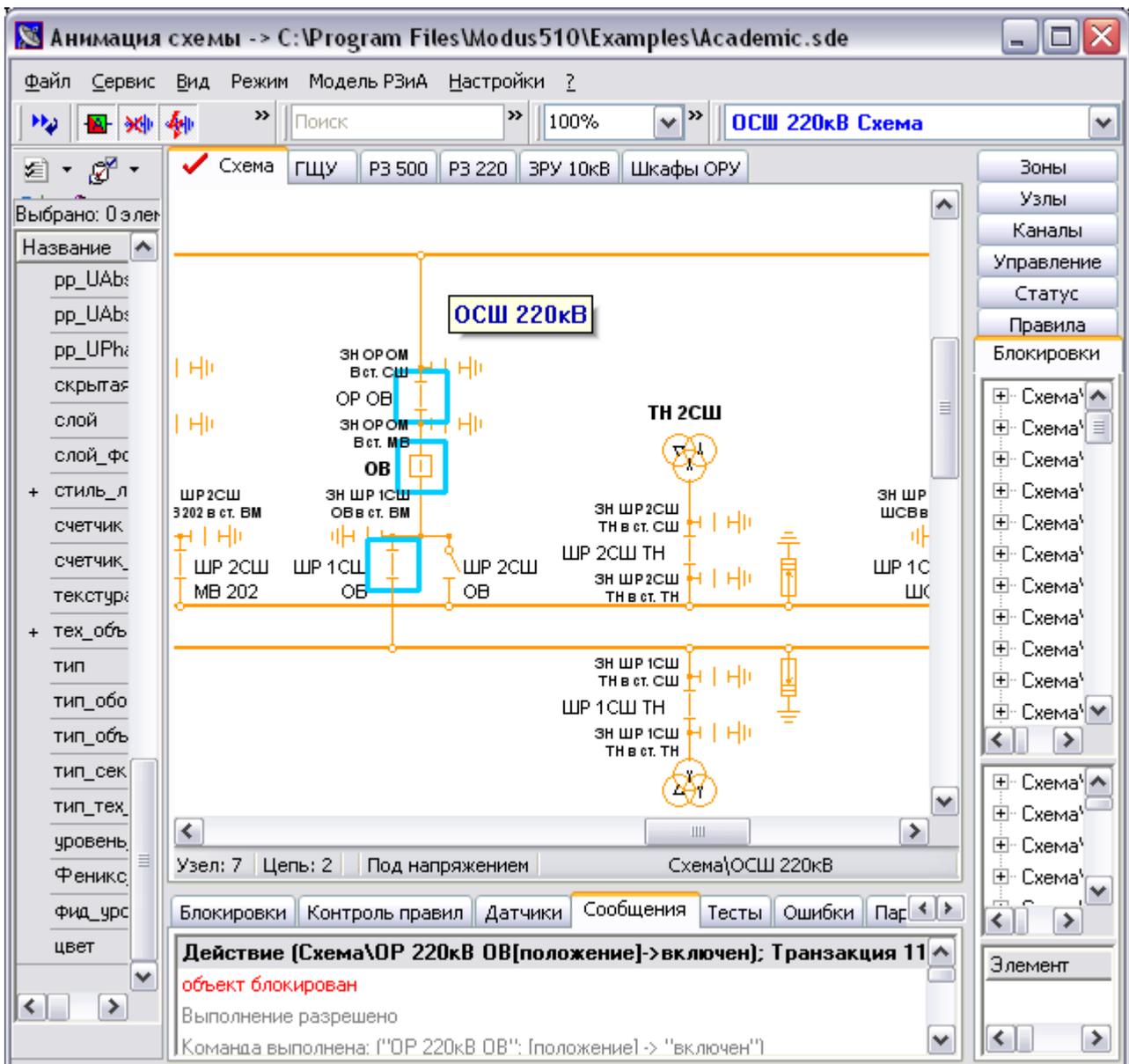


Рис. 2-2. Первая система шин 220 кВ находится под напряжением

Теперь попробуем отключить, например, разъединитель ШР1. Так как для него установлен набор правил, мы получаем предупреждение, показанное на Рис. 2-3.

Если, несмотря на предупреждение, мы все-таки выполним действие, то получим следующее предупреждение, показанное на Рис. 2-4., и выполнив переключение, увидим, что внешний вид схемы изменился: некоторые шины и ошиновки теперь изображены штрихпунктирными линиями, что согласно заданному стандарту отображения, свидетельствует об отсутствии на них напряжения (Рис. 2-5.)

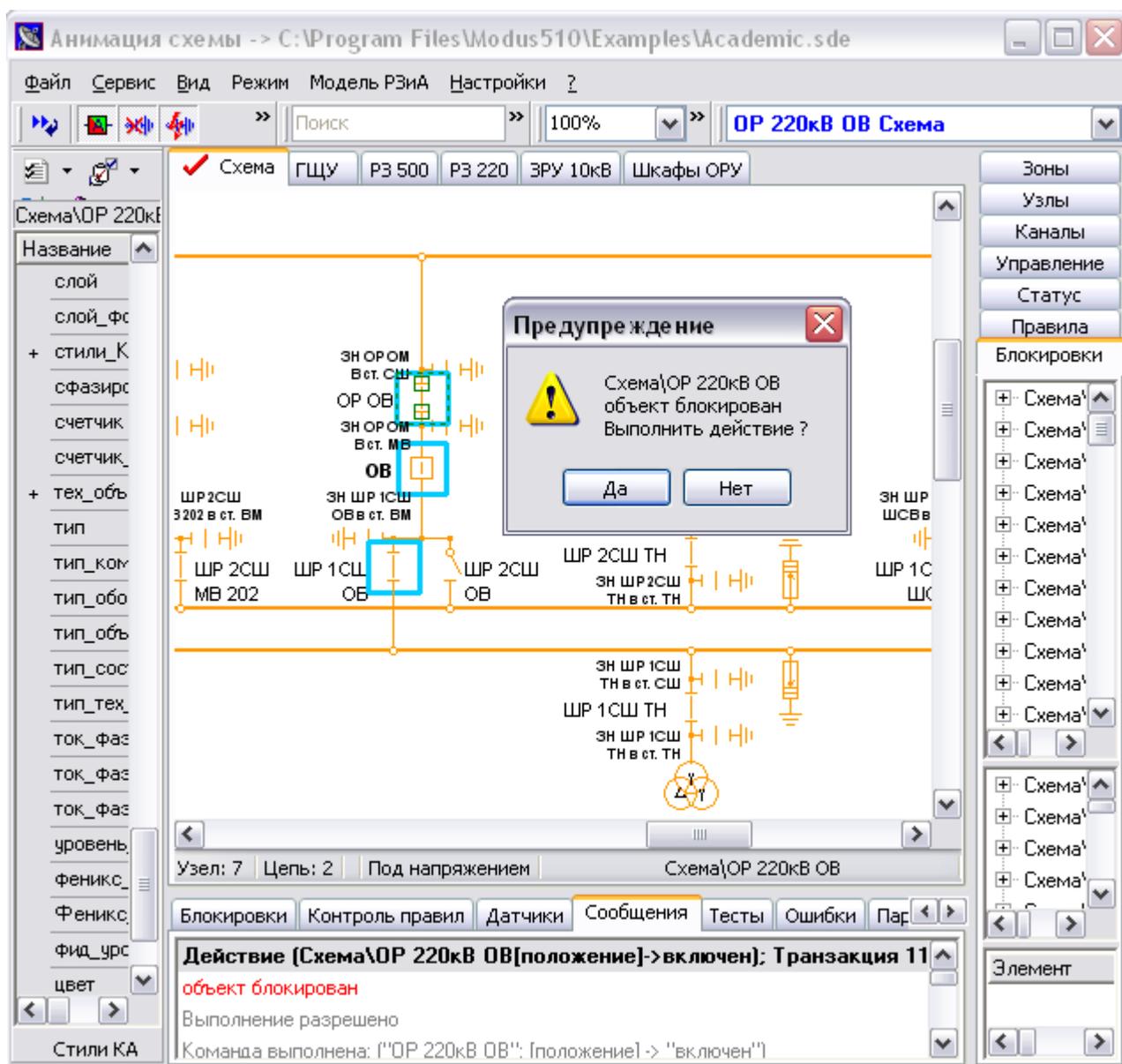


Рис. 2-3. Предупреждение о блокировке привода разъединителя

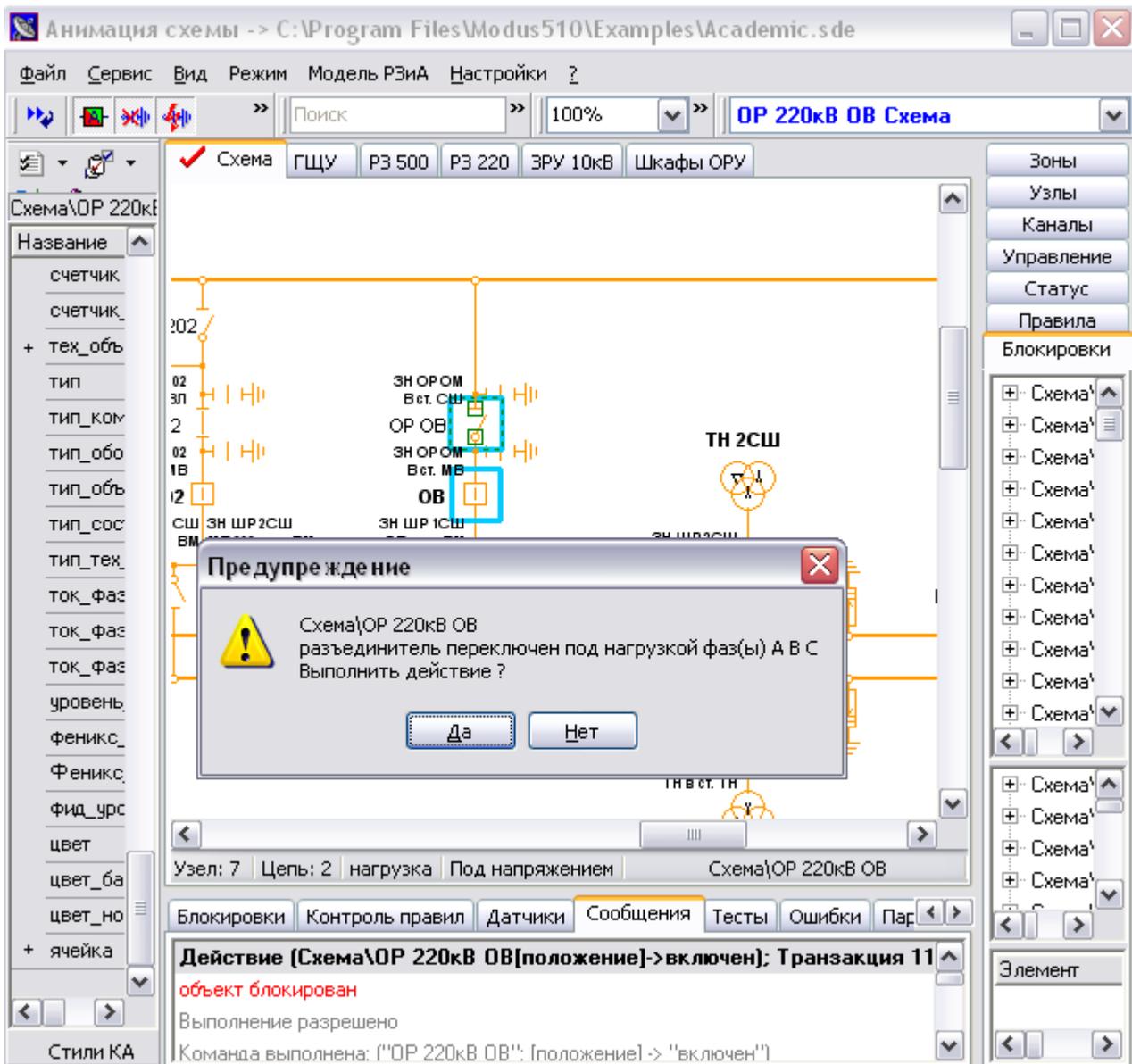


Рис. 2-4. Предупреждение о переключении под нагрузкой

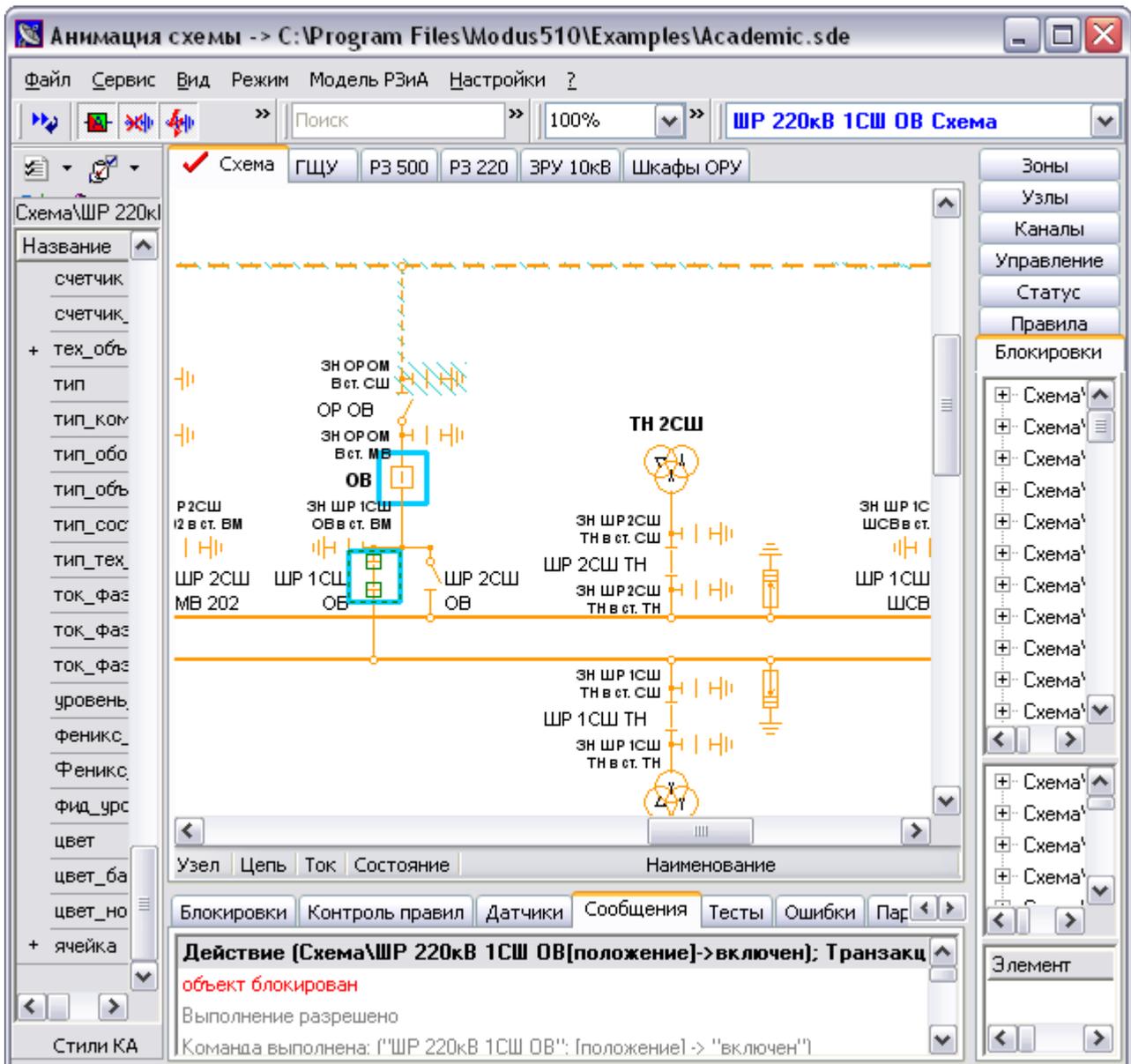


Рис. 2-5. Вторая система шин обесточена

Наведем указатель мыши на ту же самую шину ОСШ-220, чтобы проверить, изменилось ли ее состояние. Так как цепь разомкнута, то изменился ее номер. Кроме того, состояние цепи указано как заземленное, что в данном случае свидетельствует о наличии КЗ на землю.

2.1.3 Проверка корректности работы схемы по информации в строке состояния

На Рис. 2-6. показана схема в нормальном состоянии. Участок цепи, на который наведен указатель мыши, определен как «узел 15, цепь 2, под напряжением». Если Вы наведете указатель на ошиновку ниже выключателей В 511 и В 510, то убедитесь, что она идентифицируется так же.

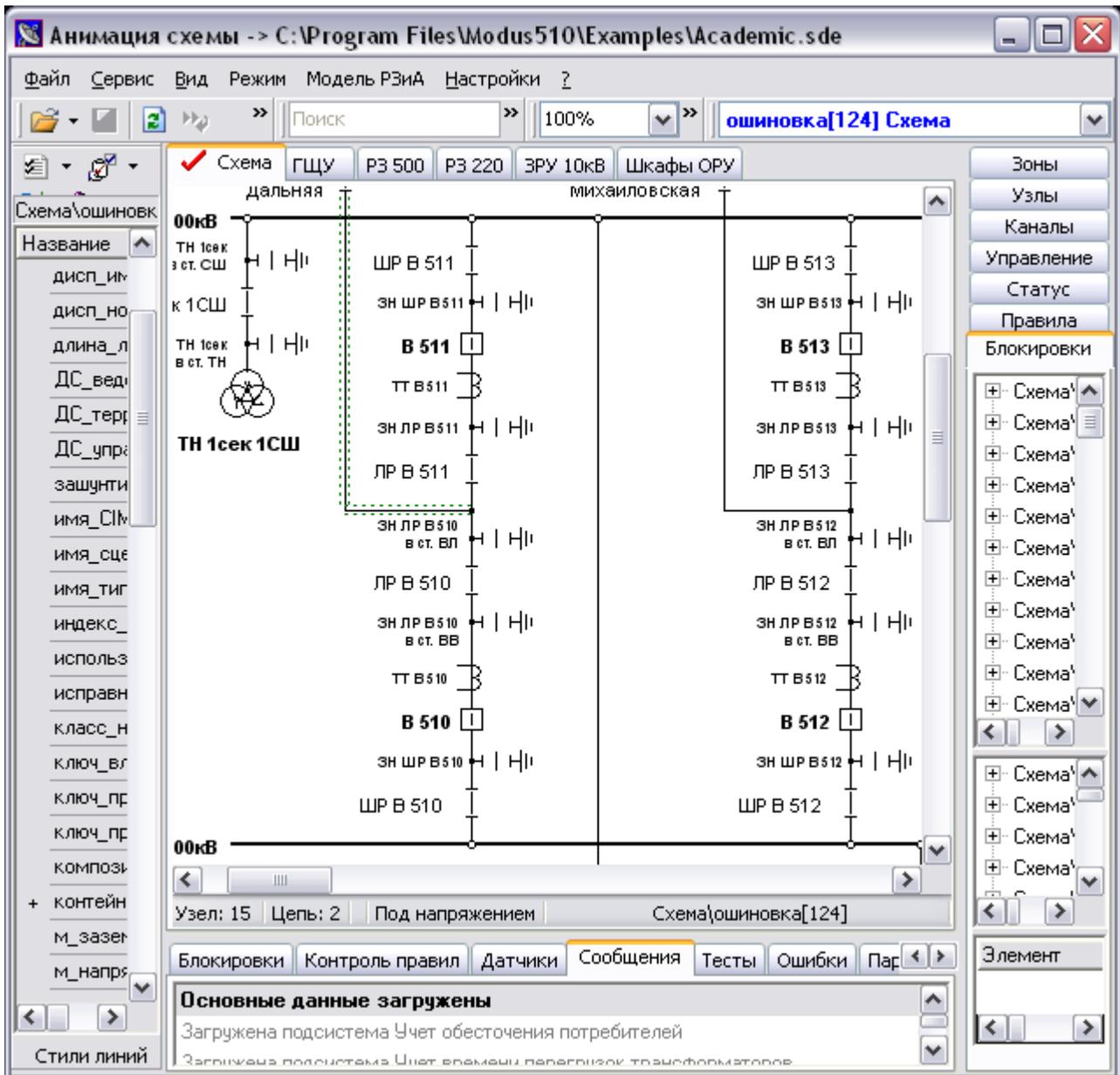


Рис. 2-6. Отображение данных о цепи

Теперь попробуем отключить КА, обозначенные на рис. Рис. 2-6. как В 511 и В 510. Никаких предупреждений мы при этом не получим, так как не нарушаем никаких правил и блокировок. Однако подобным действием мы разомкнули цепь. Теперь участок цепи, расположенный выше выключателей, определен как «узел 16, цепь 6, под напряжением» (Рис. 2-7.)

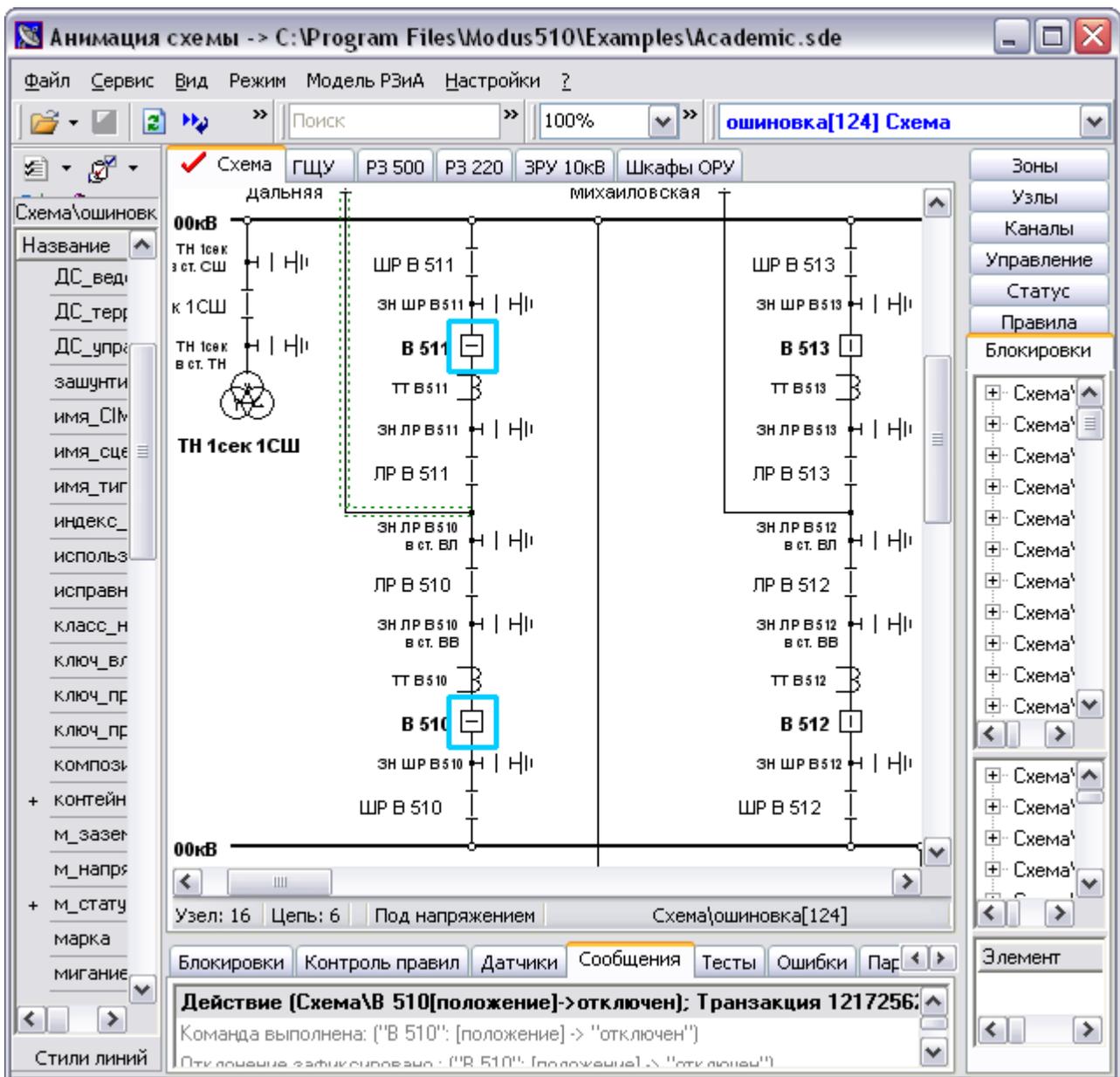


Рис. 2-7. Изменение данных об участке цепи вследствие размыкания КА

Убедимся, что для участков ниже выключателей значение узлов и цепей изменилось (Рис. 2-8.)

Действительно, этот участок идентифицируется как «узел 15, цепь 2, под напряжением». Таким образом, подтверждается корректность работы схемы: она адекватно реагирует на изменения, выполненные пользователем.

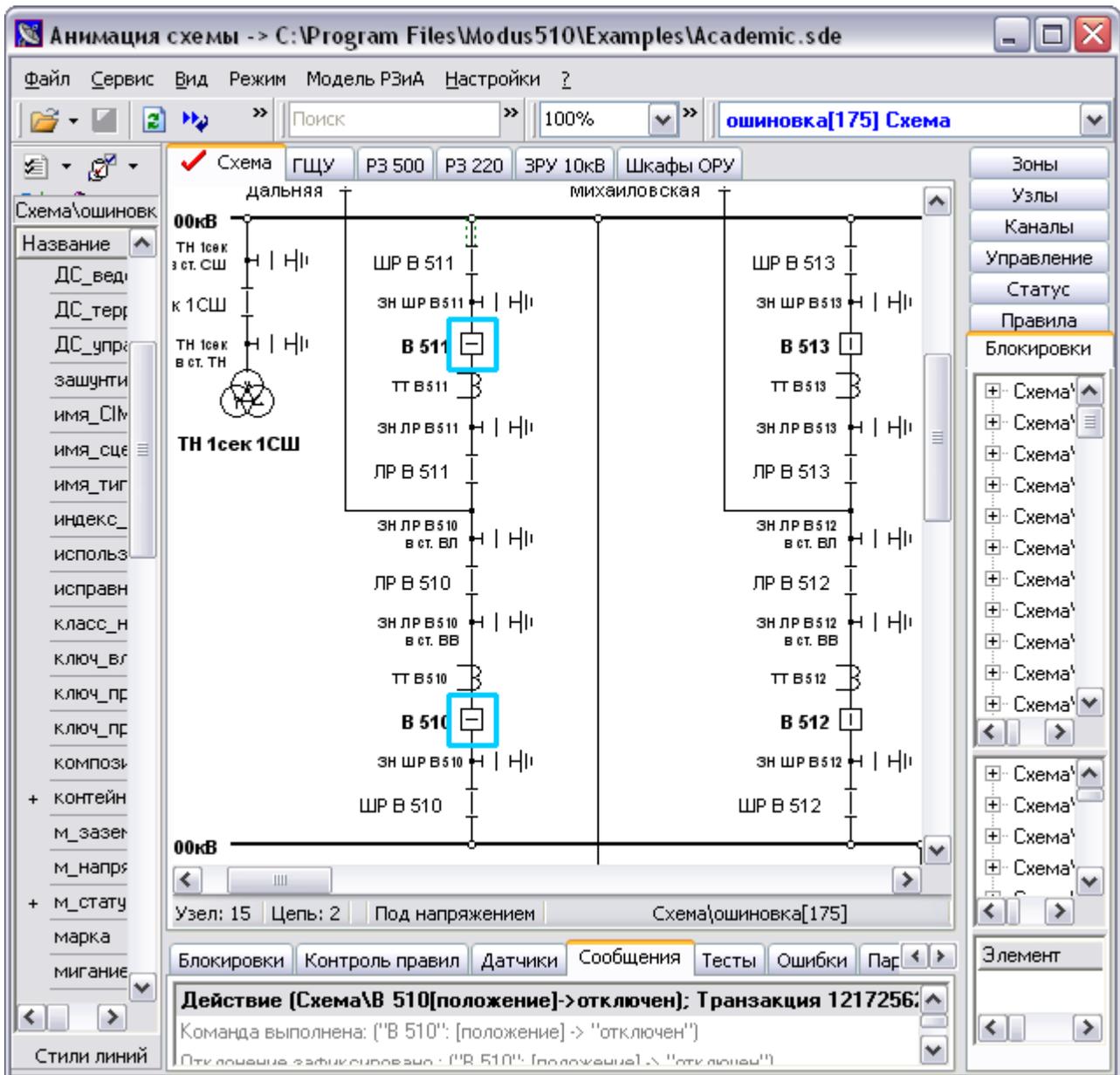


Рис. 2-8. Изменение данных об участке цепи вследствие размыкания КА

2.1.4 Сверка информации о состоянии узлов и наличии токов

Специалисты, работающие на энергообъектах, способны по схеме определить наличие токов и даже их предполагаемые значения для различных участков.

В программе *Аниматор схем* отображается состояние узлов и цепей схемы. Перемещая курсор мыши по элементам схемы, специалист может сверить отображаемую в окне программы информацию о состоянии узлов и наличии токов со значением, возможным согласно топологии сети.

Если мы наведем указатель мыши на любой КА, то в третьей позиции строки состояния отобразятся сведения о нагрузке на данный элемент в цепи.

Например, установим указатель мыши на выключатель МВ-202 (Рис. 2-9.). В третьей позиции строки состояния указано «нагрузка», то есть через данный коммутационный аппарат проходит ток. Теперь взгляните на схему. Полученная информация не противоречит топологии данного участка сети, что подтверждает корректность работы схемы.

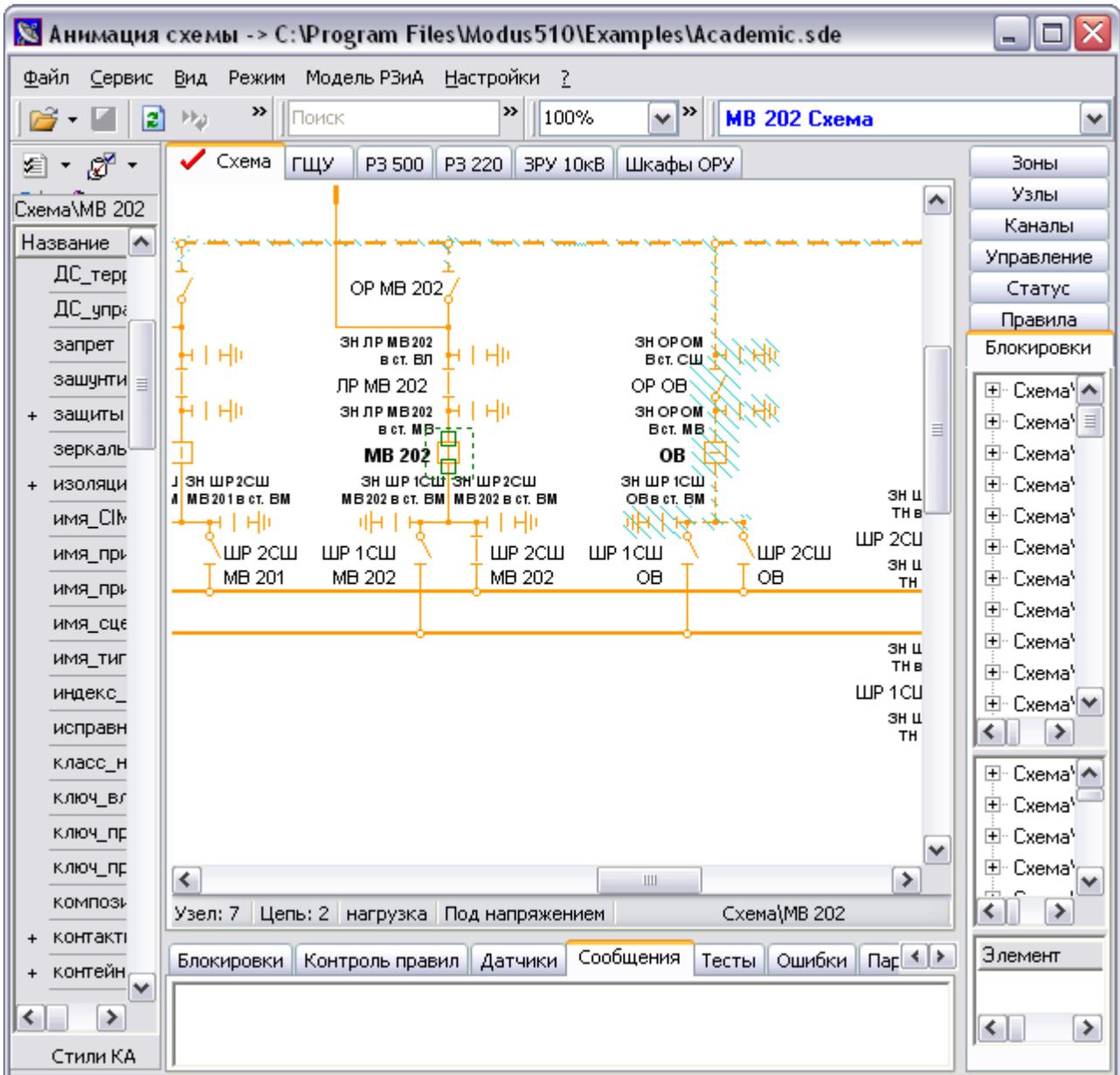


Рис. 2-9. Отображение состояния элемента для сравнения с предполагаемым значением

Как Вы видели в примерах, приведенных ранее, если навести указатель мыши на шину, находящуюся под напряжением, в четвертой позиции строки состояния появляются сведения о том, что эта шина работает под напряжением, и это подтверждается ее внешним видом: она нарисована сплошной линией.

Об отключенном участке можно также судить (Рис. 2-10.) по данным строки состояния или по ее внешнему виду: она отображается, как уже говорилось, пунктирной линией с косыми темно-зелеными штрихами.

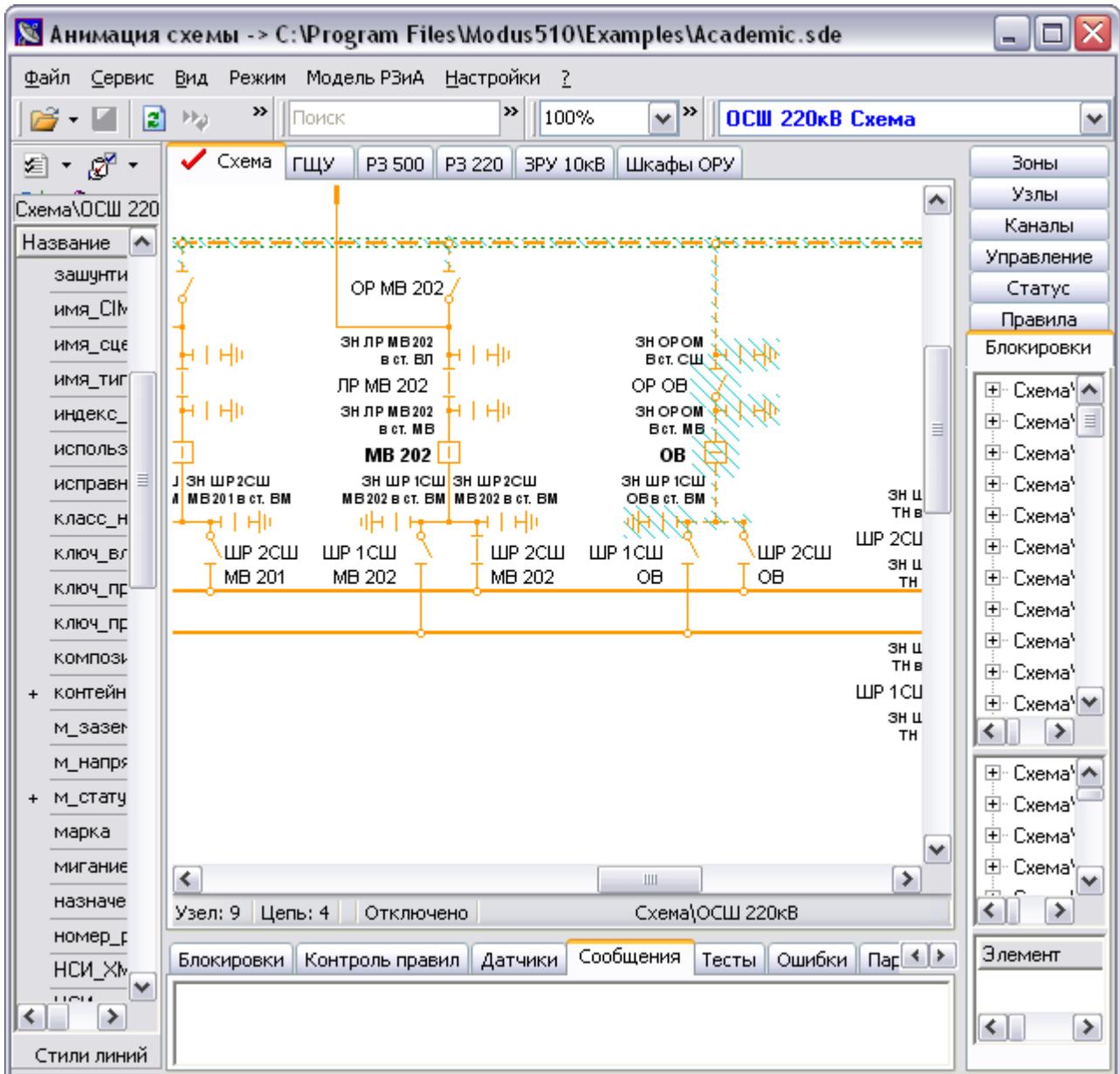


Рис. 2-10. Отображение сведений об отключенной шине

2.1.5 Выявление деления участков схемы

Если при указании мышью на выключатель в третьей позиции строки состояния отображается значок $\sim\#$ (тильда — решетка — тильда), то это означает, что по обе стороны от выключателя, на который наведен указатель мыши, располагаются независимые источники тока (Рис. 2-11.) Это свидетельствует о возможности несинхронной работы участков схемы.

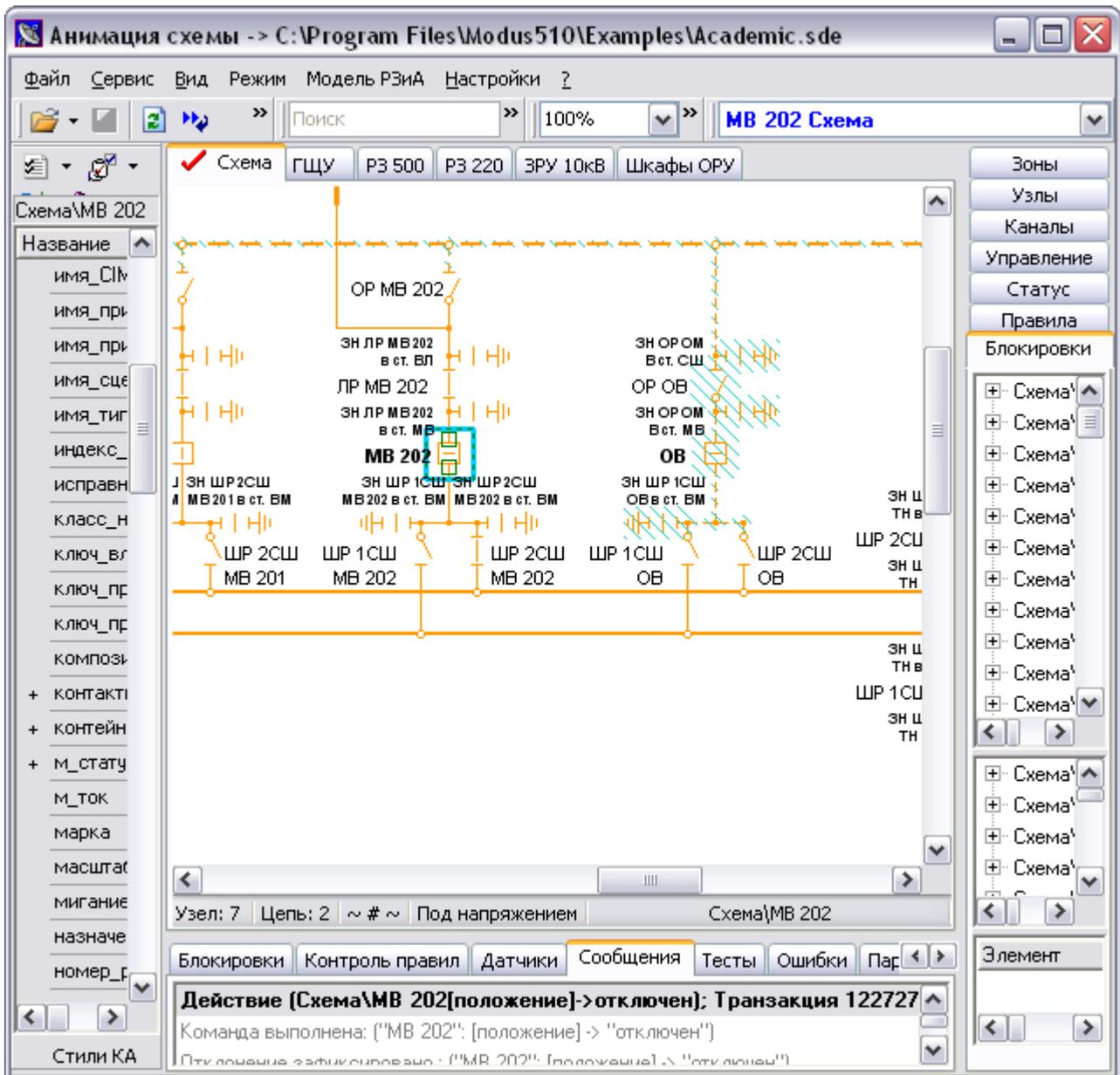


Рис. 2-11. Данные в строке состояния свидетельствуют о возможности синхронной работы линии и шин подстанции

Например, именно такая ситуация возникла, когда мы отключили КА МВ-220. Номера узлов и цепей выше и ниже выключателя стали различными.

Если включить такой выключатель, то сработает правило контроля замыкания независимых цепей питания.

2.1.6 Выявление нарушения топологической связи объектов схемы

Нарушения топологической связи объектов на схеме проявляется в *Аниматоре схем* в виде постоянно отключенного (или включенного) участка схемы. В программе *Графический редактор* была отсоединена воздушная линия ВЛ-201 от остальной схемы, и теперь Мы

можем посмотреть, как это действие отразится на схеме в *Аниматоре схемы*.

Данный участок (линия ВЛ-201) обозначен в соответствии с заданным стандартом отображения, в данном случае — пунктирной линией с косыми темно-зелеными штрихами, а его состояние, отображаемое в четвертой позиции строки состояния, обозначено как «расшинован» (Рис. 2-12.)

Если данный участок выделить мышью, то участок будет выделен красным цветом.

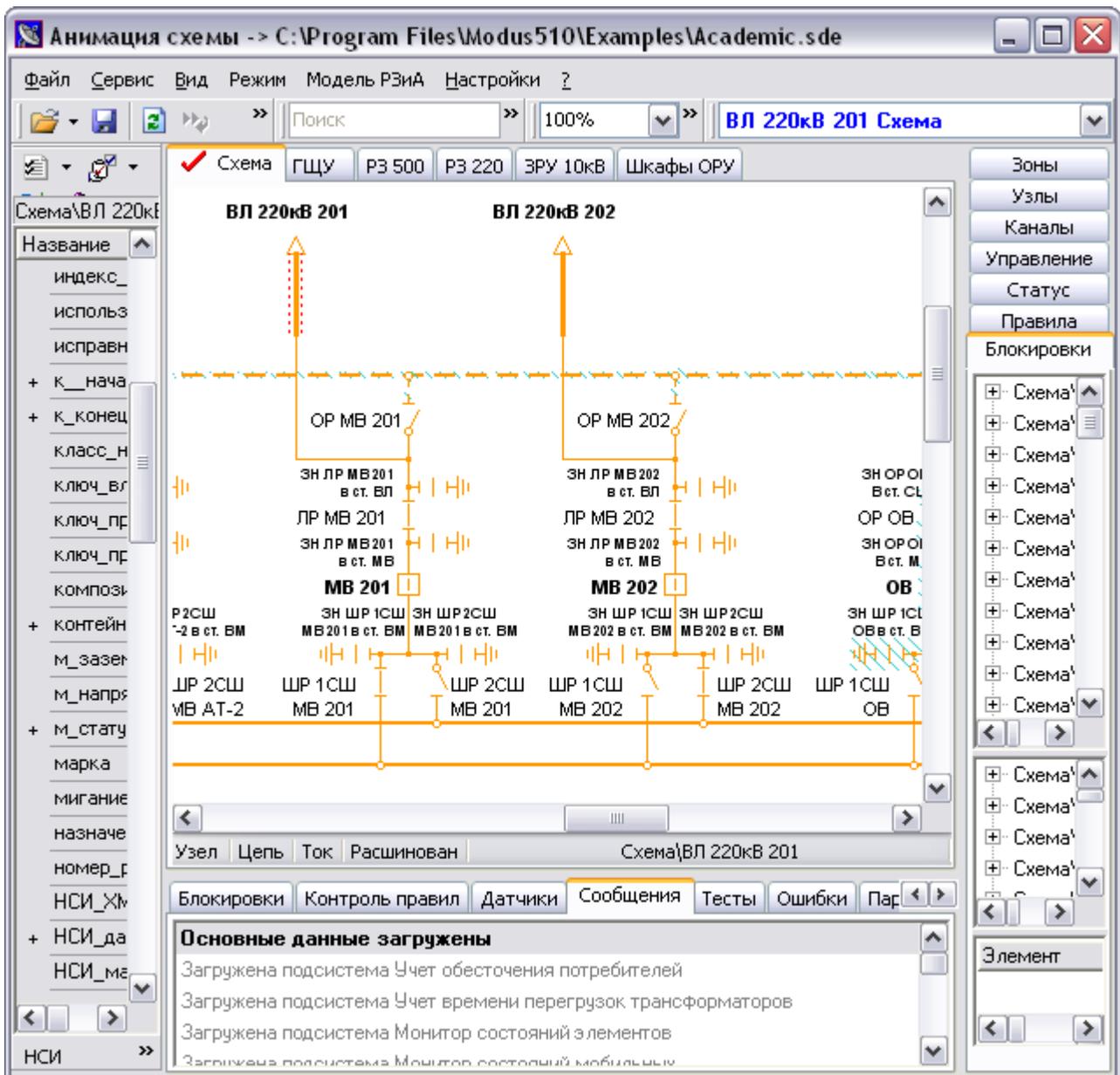


Рис. 2-12. Выявление нарушения топологической связи объектов схемы

2.1.7 Выявление шунтированных объектов схемы

Наличие шунта проявляется в программе *Аниматор схем* в виде одинаковых номеров электрических узлов на разных присоединениях силовых элементов схемы и отключенных КА.

Когда наличие шунта КА вызвано схемой коммутации распределительного устройства это не является ошибкой. Ошибочными являются так называемые паразитные шунты, возникающие в следующих случаях:

- под объектом нарисована соединительная линия (или несколько линий)— ошиновка или шина;
- линия в цепи нейтрали трансформатора проходит через коннектор присоединения обмотки;
- при пересечении соединительных линий одного класса напряжения.

Все эти случаи подробно описаны в разделе «Выявление возможных ошибок при подготовке схемы» этой главы.

2.1.8 Многостраничные коммутационные модели.

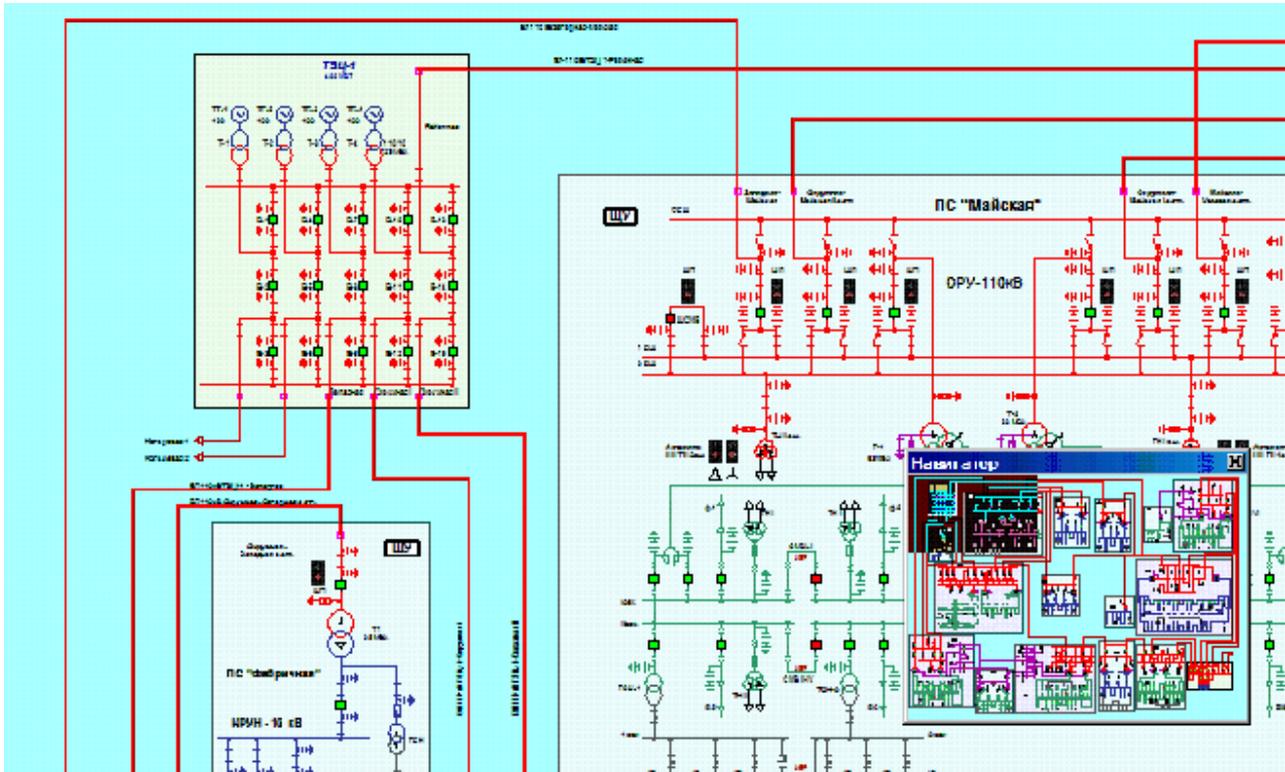


Рис. 2-13. Топологически связанная схема на одной странице макета.

В некоторых случаях целесообразно, чтобы топологически связанные (либо

несвязанные) части схемы располагались на отдельных страницах (например, расположить подстанции ПЭС каждую на своей странице, и на отдельной странице иметь общую схему соединения подстанций, либо вынести распреустройства 0,4 кВ на отдельные страницы). То, что схемы на разных страницах связаны между собой топологически, должно быть помечено специальным образом.

На соединяемых участках схемы устанавливается элемент коннектор. Для того, чтобы отметить, что коннекторы соединены между собой, в них необходимо проставить одно и то же свойство «ключ_привязки». Это свойства должно быть уникально в пределах документа.

На Рис. 2-14. показан пример связки схем на нескольких страницах. ПС-1, ПС-2, ПС-3 располагаются на разных страницах. В центре – объединенная схема. Коннекторы на ней связаны с коннекторами на подробных схемах с помощью указания одинаковых ключей привязки (в желтых прямоугольниках).

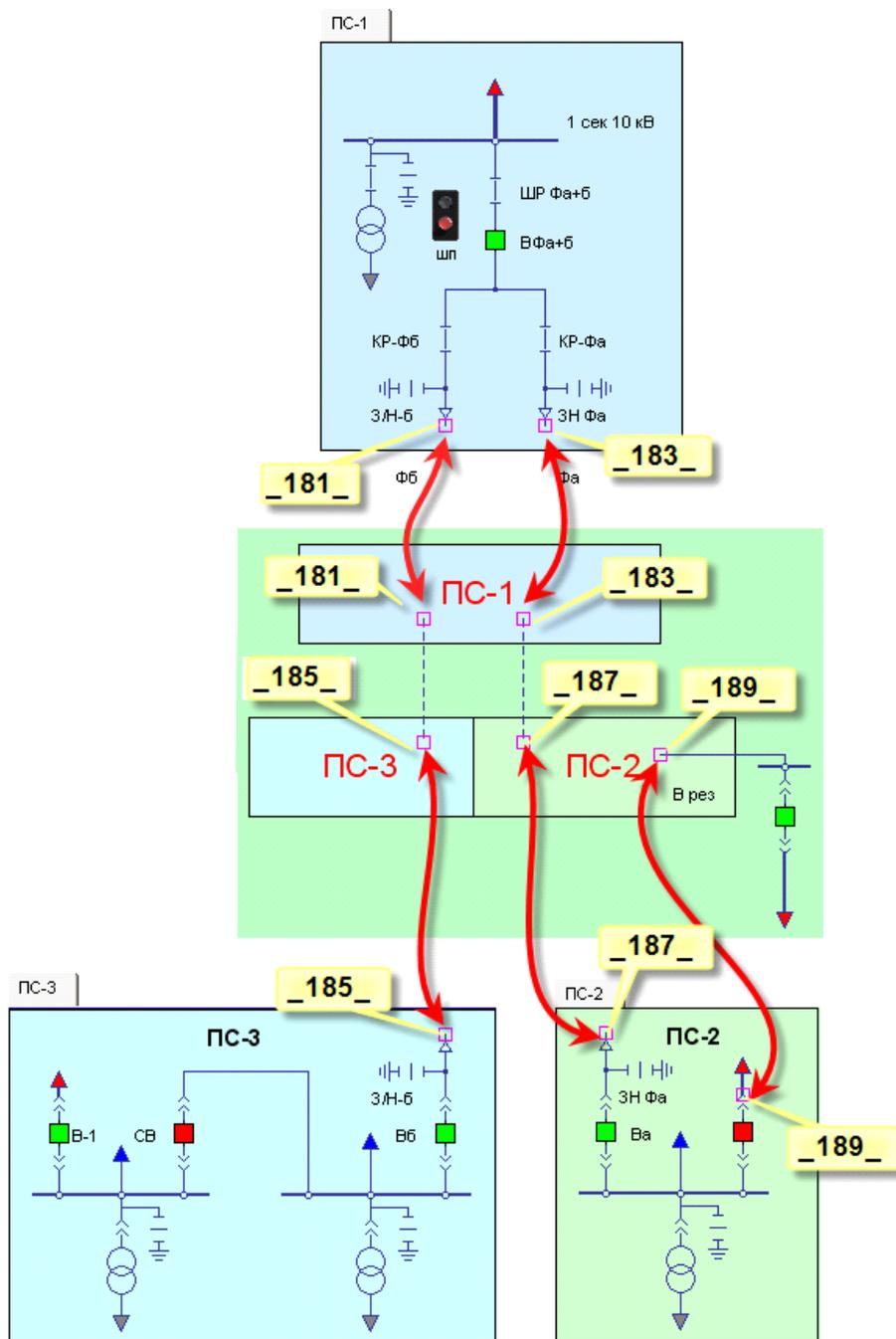


Рис. 2-14. Связка коммутационных моделей на разных страницах с помощью признака «принадлежность_энергообъекту».

В графическом редакторе имеются средства, облегчающие переход от схем, нарисованных на одной плоскости в виде контейнеров. Для того, чтобы преобразовать схему, выберите контейнер в графическом редакторе, щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню пункт *Перенести на страницу*. Графический редактор выполнит следующие действия:

1. Создаст новую страницу.
2. Перенесет содержимое контейнера на новую страницу.
3. Удалит содержимое контейнера, за исключением коннекторов.
4. Если у коннекторов, остающихся в контейнере, не проставлены ключи привязки, проставит их автоматически. Те же самые ключи привязки алгоритм проставит у перенесенных на новую страницу коннекторах.

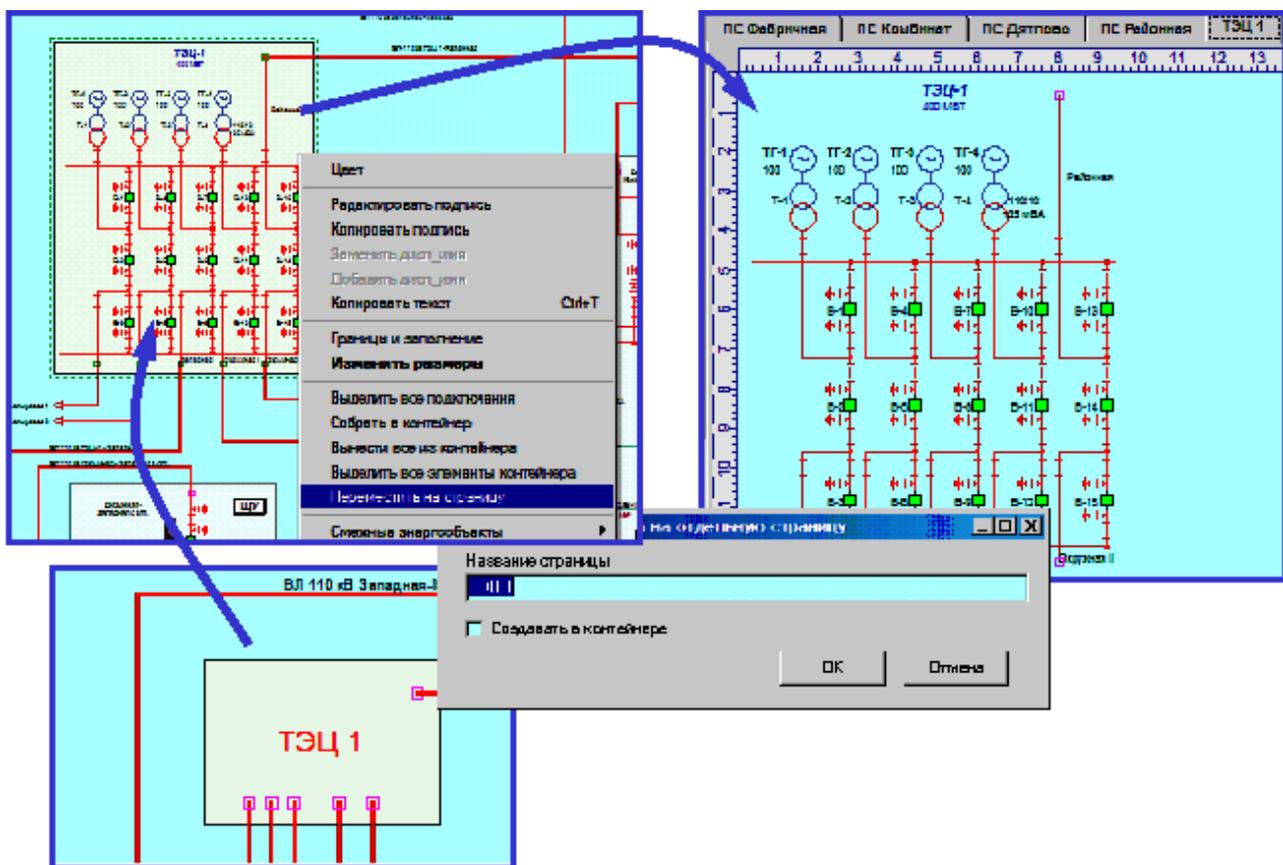


Рис. 2-15. Операция вынесения содержимого контейнера на новую страницу в графическом редакторе.

Для всех страниц в макете можно настроить их поведение с учетом построения электрической модели. Для страницы это настраивается индивидуально в свойствах страницы (в графическом редакторе), рис 16. для контейнера - в его инспекторе свойств, рис.

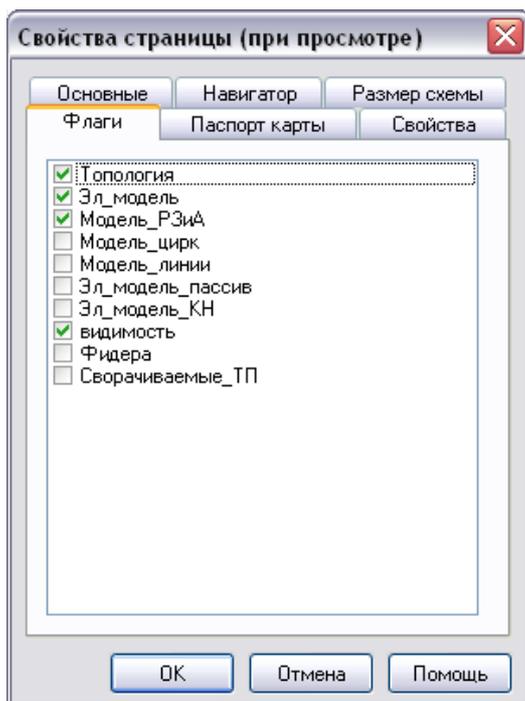


Рис. 2-16. Редактирование описания использования модели на странице схемы.

- модели	
модели[видимость]	да
модели[Модель_линии]	нет
модели[Модель_РЗиА]	нет
модели[Модель_цирк]	нет
модели[Сворачиваемые_ТП]	нет
модели[Топология]	нет
модели[Фидера]	нет
модели[Эл_модель]	да
модели[Эл_модель_КН]	нет
модели[Эл_модель_пассив]	нет

Рис. 2-17. Редактирование описания использования моделей у контейнера.

2.1.9 Просмотр состояния модели

В аниматоре версии 5 появилось средство просмотра состояния коммутационной модели. Оно расположено на вкладке «Статус» инструментальной панели. Эта вкладка предназначена для глубокого изучения состояния коммутационной модели. При перестроении модели в результате изменений в схеме отображение состояния модели не меняется, для обновления необходимо нажать кнопку *Обновить*.

2.1.9.1 Просмотр состояния узлов

На вкладке «Узлы» расположен список узлов, построенных по текущему состоянию схемы. Не следует путать Узлы, обсуждаемые здесь, и узлы в графической системе, а также узлы в модели защит. Все узлы выводятся в виде плоского списка.

Обозначения:

Параметр	Возможные значения	Описание
Режим		Описывает текущее состояние узла.
	zs_OffGen	Стоящий генератор
	zs_Gr	Заземлено

	zs_Pw	Есть активная нагрузка
	zs_Psw	Есть нагрузка собственных нужд
	zs_Pg	Есть источник активной мощности
	zs_Pg_A, zs_Pg_B, zs_Pg_C	Есть источник активной мощности, пофазно
	zs_Qg	Есть активный источник реактивной мощности
	zs_Qg_A, zs_Qg_B, zs_Qg_C	Есть активный источник реактивной мощности, пофазно
	zs_Qc	Есть пассивный источник зарядной мощности
	zs_Qb	Есть пассивный потребитель зарядной мощности
	zs_Px	Есть потери холостого хода тр-ров
	zs_Psc	Подключены цепи защит и автоматики (вторичные)
	zs_pDam	Межфазное КЗ
	zs_Works	Работают люди
Подключение		Описывает подключенные к узлу типы источников и потребителей
	zi_Source	Источник
	zi_Damage	Повреждение
	zi_User	Потребитель
	zi_System	Система
	zi_Machine	Двигатель
	zi_SelfUser	Потребитель собственных нужд
	zi_Ground	Заземлен
	zi_Works	Работают люди

	zi_Generator	Генератор или СК
	zi_Trans	Трансформатор
	zi_Line	Воздушная линия
	zi_Cable	Кабельная линия
	zi_BSC	Батарея статических компенсаторов
	zi_Bus	Шины
	zi_RShunt	Шунтирующий реактор
	zi_VoltControl	Трансформатор напряжения
	zi_SecondCirc	Вторичная цепь ТН
	zi_Null	Нейтраль
FZone		Идентификатор в глобальном списке
Цепь		Номер цепи
NCon		Служебная информация
NSrc		Число источников
NUsr		Число потребителей
NSW		Число замкнутых КА
фаза		Фазы узла.
Топол. узел.		Узлы в графической системе, содержащиеся в данном узле.
Страница / контейнер		Страница / контейнере, содержащий элементы узла. Может быть несколько.
RTID		Служебная информация
SourceRTID		Служебная информация
IndexOfSource		Служебная информация
SourceClassName		Служебная информация

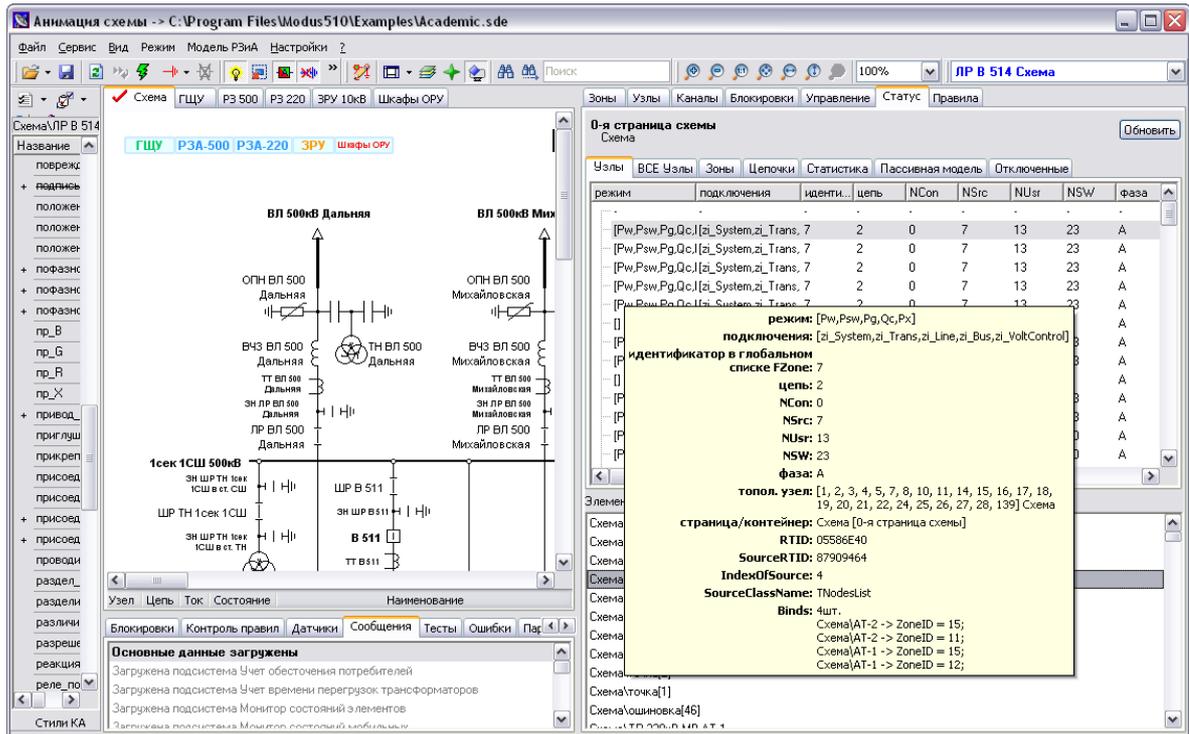


Рис. 2-18. Информация по узлам электрической модели.

В нижней части панели выводится список элементов, относящийся к данному узлу.

2.1.9.2 Просмотр состояния узлов

Содержит линейный список узлов всех статусов моделей. Информация об узлах та же, что и на вкладке «Узлы».

режим: [Pw,Psw,Pg,Px]
подключения: [zi_System,zi_Trans,zi_Line,zi_Bus,zi_VoltControl]
идентификатор в глобальном списке FZone:
цель: 1
NCon: 22
NSrc: 1
NUsr: 15
NSW: 23
фаза: A
топол. узел: [1, 2, 3, 5, 6] ПС Майская\Трансформатор Т-1
 [1, 2, 3, 5, 6] ПС Майская\<<Окружная-Майская II с отп.>>
 [1, 2, 3, 5, 6] ПС Майская\<<Западная-Майская>>
 [1, 2, 3, 4] ПС Майская\ЩСМВ
 [1, 2, 3, 5, 6] ПС Майская\Трансформатор Т-2
 [1, 2, 3, 5, 6] ПС Майская\<<Окружная-Майская I с отп.>>
 [1, 2, 3, 5, 6] ПС Майская\<<Майская-Узловая с отп.>>
 [1, 2] ПС Майская\ОМВ
 [3, 4, 5, 6, 35, 36, 37, 38, 66, 67] ПС Майская
страница/контейнер: ПС Майская\<<Окружная-Майская I с отп.>> [контейнер]
RTID: 0419FE90
SourceRTID: 68859040
IndexOfSource: 5
SourceClassName: TNodesList
Binds: 4шт.
 ПС Майская\Т-2 -> ZoneID = 16;
 ПС Майская\Т-2 -> ZoneID = 14;
 ПС Майская\Т-1 -> ZoneID = 15;
 ПС Майская\Т-1 -> ZoneID = 13;

подключения	иденти...	цель	NCon	NSrc
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
-	-	-	-	-
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
-	[zi_Bus]	1	2	8
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
-	-	-	-	-
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
-	-	-	-	-
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
Pg,Px	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1
-	[zi_Bus]	1	2	8

Элементы схемы порта

- ПС Майская\<<Западная-Майская>>
- ПС Майская\Западная-Майская
- ПС Майская\<<Окружная-Майская II с отп.>>
- ПС Майская\Окружная-Майская II с отп.
- ПС Майская\<<Окружная-Майская I с отп.>>
- ПС Майская\Окружная-Майская I с отп.
- ПС Майская\<<Майская-Узловая с отп.>>
- ПС Майская\Майская-Узловая с отп.
- ПС Майская\Трансформатор Т-1
- ПС Майская\Т-1
- ПС Майская\Ушиновка 110кв Т-1

Рис. 2-19. Информация по узлам электрической модели с разбивкой по страницам и контейнерам.

Узлы | ВСЕ Узлы | Зоны | Цепочки | Статистика | Пассивная модель

Дерево статусов модели (по страницам и контейнерам)

- [-] ПС Майская [0-я страница схемы]
 - [-] ПС Майская\<<Западная-Майская>> [контейнер]
 - [-] ПС Майская\<<Окружная-Майская II с отп.>> [контейнер]
 - [-] ПС Майская\<<Майская-Узловая с отп.>> [контейнер]

Линейный список всех узлов статуса модели

режим	подключения	идентификация	цель	NCon	NSrc
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[]	[zi_Bus]	1	2	8	0
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
-	-	-	-	-	-
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[]	[zi_Bus]	1	2	8	0
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
-	-	-	-	-	-
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[]	[zi_Bus]	1	2	8	0
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
-	-	-	-	-	-
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	1	22	1
[]	[zi_Bus]	1	2	8	0
[]	[zi_Bus]	1	2	8	0
[]	[]	4	4	0	0
[]	[]	3	3	0	0

Элементы схемы порта

- ПС Майская\<<Западная-Майская>>
- ПС Майская\Западная-Майская
- ПС Майская\<<Окружная-Майская II с отп.>>
- ПС Майская\Окружная-Майская II с отп.
- ПС Майская\<<Окружная-Майская I с отп.>>
- ПС Майская\Окружная-Майская I с отп.
- ПС Майская\<<Майская-Узловая с отп.>>
- ПС Майская\Майская-Узловая с отп.
- ПС Майская\Трансформатор Т-1
- ПС Майская\Т-1
- ПС Майская\Ошиновка 110кв Т-1

Рис. 2-20. Информация по зонам электрической модели.

Зоны Узлы Каналы Блокировки Управление Статус Правила

0-я страница схемы
 ПС Майская Обновить

Узлы ВСЕ Узлы Зоны Цепочки Статистика Пассивная модель

режим	подключения	идентиф...	цель	NCon	NSrc	NL
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_SelfUser,zi_Trans: 18	1	1	0	1	15
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_SelfUser,zi_Trans: 17	1	1	0	1	15
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_User,zi_Trans,zi_13	1	1	0	1	15
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_User,zi_Trans,zi_15	1	1	0	1	15
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_User,zi_Trans,zi_14	1	1	0	1	15
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_System,zi_Trans, 2	1	22	1	1	15
[Pw,Psw,Pg,Px]	[zi_User,zi_Trans,zi_16	1	1	0	1	15

Элементы схемы порта

- ПС Майская\ф.3
- ПС Майская\связь_с_объектом[5]
- ПС Майская\ф.1
- ПС Майская\связь_с_объектом[18]
- ПС Майская\ош ф1
- ПС Майская\МВ-6кв ф.1
- ПС Майская\ЭН ТН 2с-6кв
- ПС Майская\ош ф3
- ПС Майская\ЭН ТН 2с-6кв
- ПС Майская\МВ-6кв ф.3
- ПС Майская\ош ТОР1 к. МВ-6кв Т-1 3сек.
- ПС Майская\ТОР1
- ПС Майская\МВ-6кв Т-1 3сек.
- ПС Майская\ЭН МВ-6кв Т-1 3с
- ПС Майская\ош ТОР1 к. МВ-6кв Т-1 1сек.
- ПС Майская\МВ-6кв Т-1 1сек
- ПС Майская\ЭН МВ-6кв Т-1 1с
- ПС Майская\Т-1
- ПС Майская\Ошиновка 6кв Т-1 I-IIIсек.
- ПС Майская\шасси СМВ III-IV с
- ПС Майская\тележка ТН III сек.
- ПС Майская\МВ-6кв ТСН-1
- ПС Майская\ош ТН 3сек.
- ПС Майская\ош МВ-6кв Т-1 3сек
- ПС Майская\ошиновка[46]
- ПС Майская\точка[27]
- ПС Майская\IIIсек.
- ПС Майская\точка[52]
- ПС Майская\ошиновка[82]
- ПС Майская\точка[48]
- ПС Майская\ЭН ТН 3с-6кв

Рис. 2-21. Информация по цепочкам электрической модели.

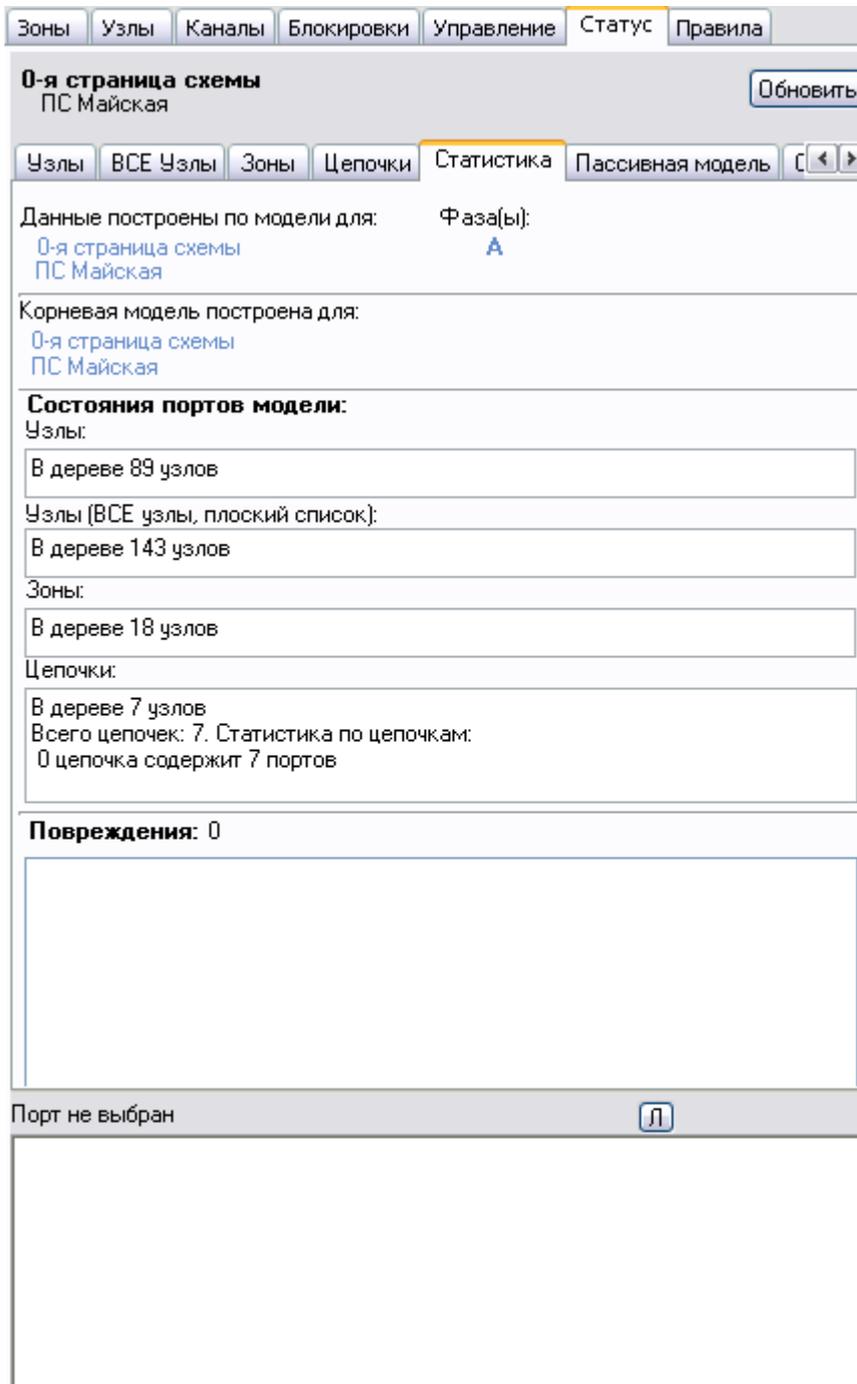


Рис. 2-22. Статистика электрической модели.

Добавлены правила
 Композитные элементы
 Мультиконтейнеры

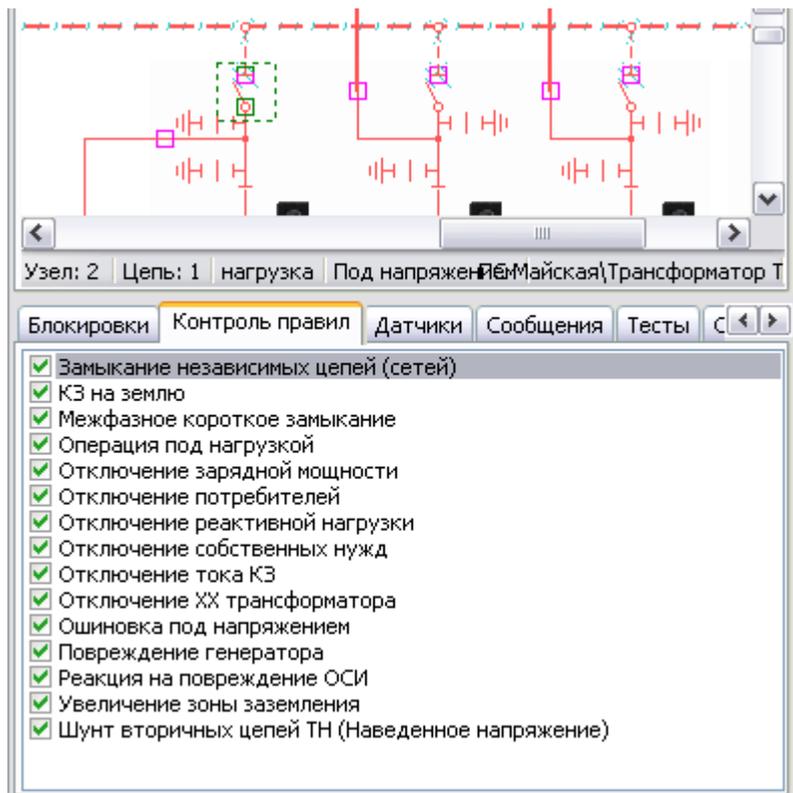


Рис. 2-23. Список правил.

2.1.9.3 Учет кабельных и воздушных линий внутри объекта.

При построении модели защит автоматический построитель модели разбивает схему на узлы (энергообъекты). Считается что энергообъекты (подстанции и станции) соединяются между собой воздушными или кабельными линиями. Таким образом, если точки схемы соединены воздушной и кабельной линией, они считаются принадлежащими разным узлам защиты.

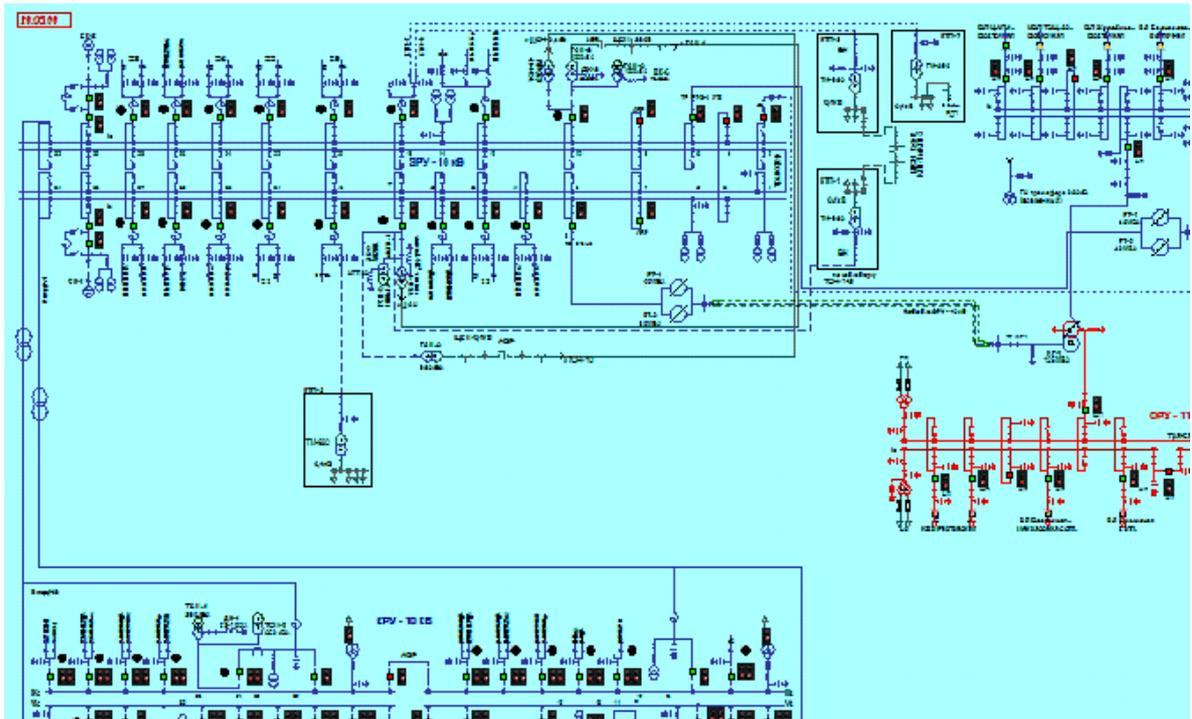


Рис. 2-24. Схема с кабельными линиями внутри энергообъекта.

Однако кабельные линии могут находиться и внутри энергообъекта. В этом случае энергообъект ошибочно разбивается на несколько узлов защиты (Рис. 2-25.)

+	[1] -> Подстанция; ПС Дятлово
+	[2] -> Подстанция; ПС Весенняя
+	[3] -> Подстанция; ПС Речная
+	[4] -> Подстанция; ПС Районная
+	[5] -> Подстанция; ПС Западная
+	[6] -> Подстанция; ПС Узловая
+	[7] -> Подстанция; ПС Осенняя
+	[8] -> Подстанция; ПС Майская
+	[9] -> Подстанция; ПС Окружная
+	[10] -> Подстанция; ПС Комбинат
+	[11] -> Подстанция; ПС Сельская
+	[12] -> Подстанция; ПС Северная
+	[13] -> Подстанция; ПС Московская
+	[14] -> Подстанция; ПС Фабричная
+	[15] -> Подстанция; ПС Заводская
+	[16] -> Подстанция; ТЭЦ 1
+	[17] -> Подстанция; ТЭЦ 2

Рис. 2-25. Построение узлов защиты по энергообъекту, содержащего кабельные линии

Для предотвращения такого построения в версии 5 введен признак для кабельной линии: принадлежность_энергообъекту – внешняя, внутренняя. При установке значения «внутренняя» кабельная линия не происходит разбиения энергообъекта на несколько узлов защиты.

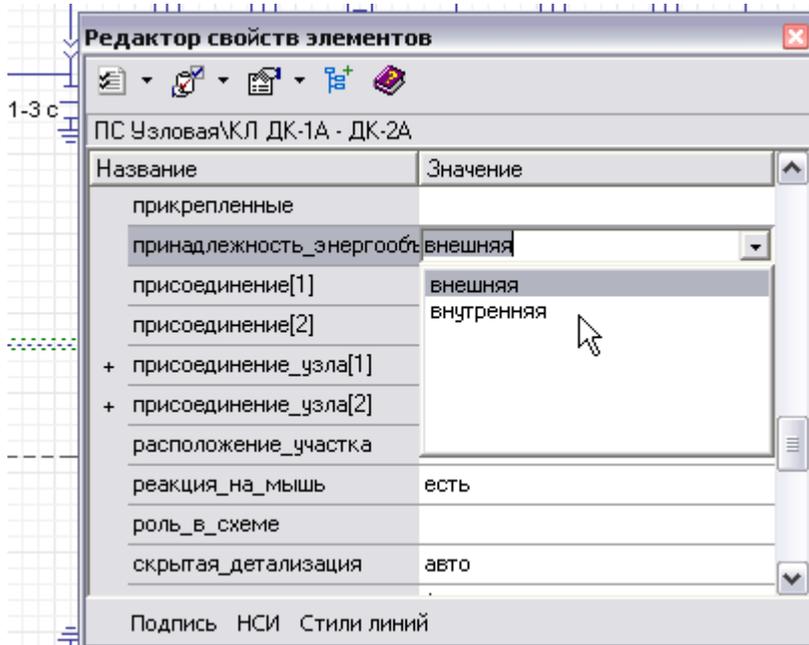


Рис. 2-26. Установка признака «принадлежность_энергообъекту».

2.1.10 Модель сети

Для решения технологических задач приложениями комплекса Modus по рисунку электрической схемы создается упрощенная трехлинейная модель сети, отражающая ее текущее состояние.

Модель строится на основании данных о топологической связанности объектов рисунка в программе *Графический редактор* в режиме с включенной топологией.

При построении модели определяются электрические узлы и их текущее состояние (наличие нагрузки и напряжения). Режим сети автоматически переопределяется при изменении положения любого коммутационного аппарата, состояния генераторов, связей с объектом и появлением неисправностей.

2.1.10.1 Ограничения при построении модели сети

В Программном комплексе Модус приняты следующие правила:

- модель сети строится только по рисунку на первой странице схемы;
- не рассчитывается величина нагрузки и напряжения, а только определяется факт их

наличия;

- при построении модели учитываются только элементы схем, показанные на Рис. 2-27.

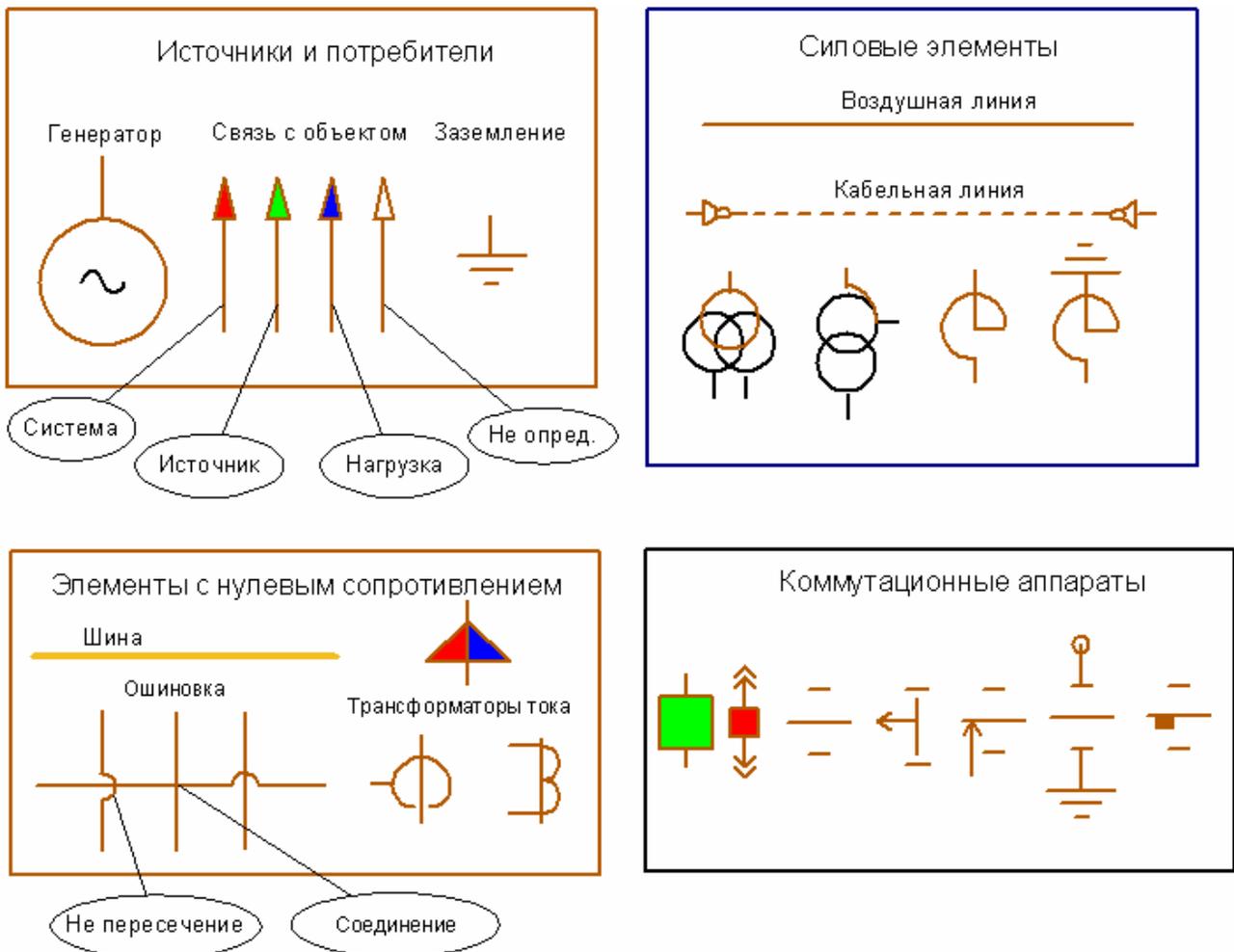


Рис. 2-27. Активные элементы электрической схемы

Ниже перечислены основные элементы, состояние которых учитывается при построении модели сети программой *Аниматор схем*:

- источники и потребители: система, источник, потребитель, генератор;
- коммутационные аппараты: выключатель, ячейка КРУ с выключателем, разъединитель, отделитель, автомат силовой ;
- заземляющий нож, короткозамыкатель, заземление;
- трансформатор, автотрансформатор, реактор токоограничительный, реактор шунтирующий;
- шины, соединительные линии, воздушная и кабельная линии;

- предохранитель учитывается как особый коммутационный аппарат;
- КТП (МТП) — учтены в качестве отключаемой нагрузки;
- выключатель нагрузки, отделитель;
- ячейка КРУ с разъединителем («выкатной» разъединитель), ячейка КРУ с выключателем или без оборудования;
- запетление — отрезок кабеля для установки временного шунта вокруг поврежденного элемента (в *Аниматоре схем* не используется);
- переносное заземление (в *Аниматоре схем* не используется).

2.1.10.2 Данные на основании модели сети

При просмотре модели сети в программе *Аниматор схем* в строке состояния отображается необходимая информация (Рис. 2-28.). Подробно об этом рассказано в разделе «Отображение информации об объекте схемы» этой главы.

Узел: 15 | Цепь: 2 | нагрузка | Под напряжением | Схема\ЛР В 511

Рис. 2-28. Отображение информации в строке состояния

Надо помнить, что отображаемая информация относится к электрическому узлу и не является точным синонимом понятия «состояние оборудования».

2.1.11 Примеры различных ошибок в модели сети

Построение макета сети в *Графическом редакторе* требует от пользователя определенного опыта, который, естественно, не приходит сразу, а нарабатывается постепенно. Руководству предприятий рекомендуется выделить для этой работы отдельного сотрудника.

На первых порах при построении макета энергообъекта неопытные пользователи допускают ошибки, в результате которых модель сети может работать некорректно. Для того, чтобы показать наиболее типичные из возможных ошибок, разработчики программного комплекса Modus создали несколько схем. Они хранятся в папке «ШагЗаШагом».

В следующих разделах эти схемы рассматриваются последовательно и подробно.

2.1.11.1 Топология отключена

Рассмотрим первую схему в папке «ШагЗаШагом» — Топология_1.sde.

Когда Вы попытаетесь открыть ее в программе *Аниматор схем*, на экране появится предупреждение (Рис. 2-29.).

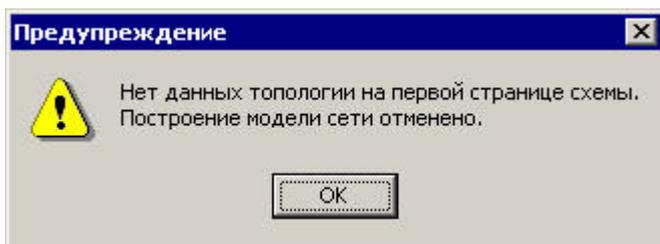


Рис. 2-29. Предупреждение об отсутствии топологии

Предупреждение появляется, если при построении макета сети в *Графическом редакторе* была отключена топология либо схема нарисована в *Графическом редакторе* версии до 3.04. В результате схема, несмотря на то, что она выглядит корректно, не анимирована, то есть в ней не определен режим.

Об этом свидетельствует тот факт, что при наведении указателя мыши на любой элемент схемы, в строке состояния не отображаются никакие сведения, кроме названия элемента.

Например, на рис. Рис. 2-30. указатель мыши выделен В1, расположенный в ветви «б» схемы «Пример_1». Его имя появилось в строке состояния, но, кроме этого, никаких других сведений нет: ни номера узла или цепи, в которых расположен этот элемент, ни их состояния.

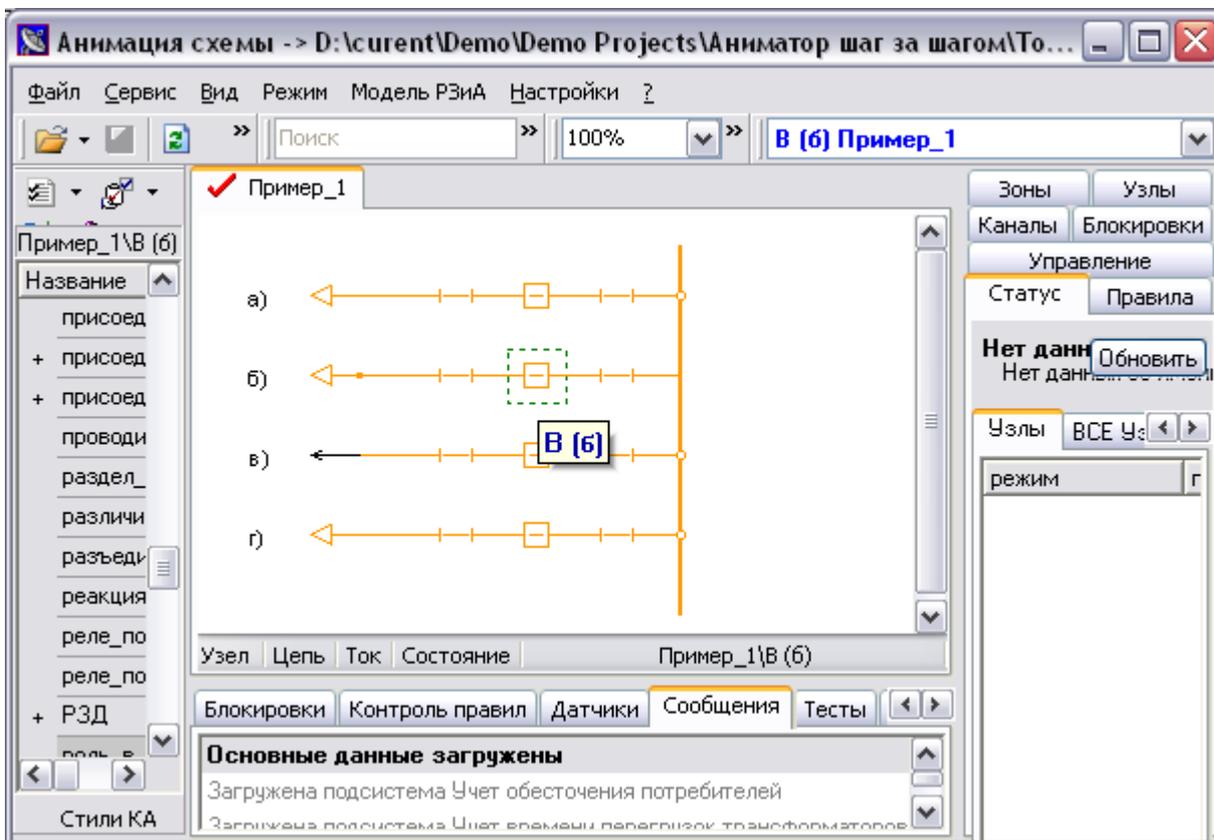


Рис. 2-30. Схема с отсутствующей топологией внешне выглядит совершенно корректно, хотя в ней отсутствует информация о режиме

Если мы откроем панель **Защита**, то увидим, что системы защит нет: на панели защит не отображается никакая структура. Как известно, правила и блокировки отображаются для активного элемента. Активизируем элемент (Рис. 2-31.)— в нижней панели появился список правил и блокировок, заданных для данного типа элемента, однако ни одно из них не работает. Если Вы откроете меню **Настройки**, то увидите, что опции **Действие защит** и **Учет блокировок** неактивны. Кроме того, при изменении состояния объектов, например, переключении выключателя не появляются никакие предупреждения, хотя для данного объекта заданы правила и блокировки— они отображаются в соответствующих вкладках нижней панели.

При изменении состояния объекта в сообщениях появляется только запись «Выполнено» или «Не выполнено».

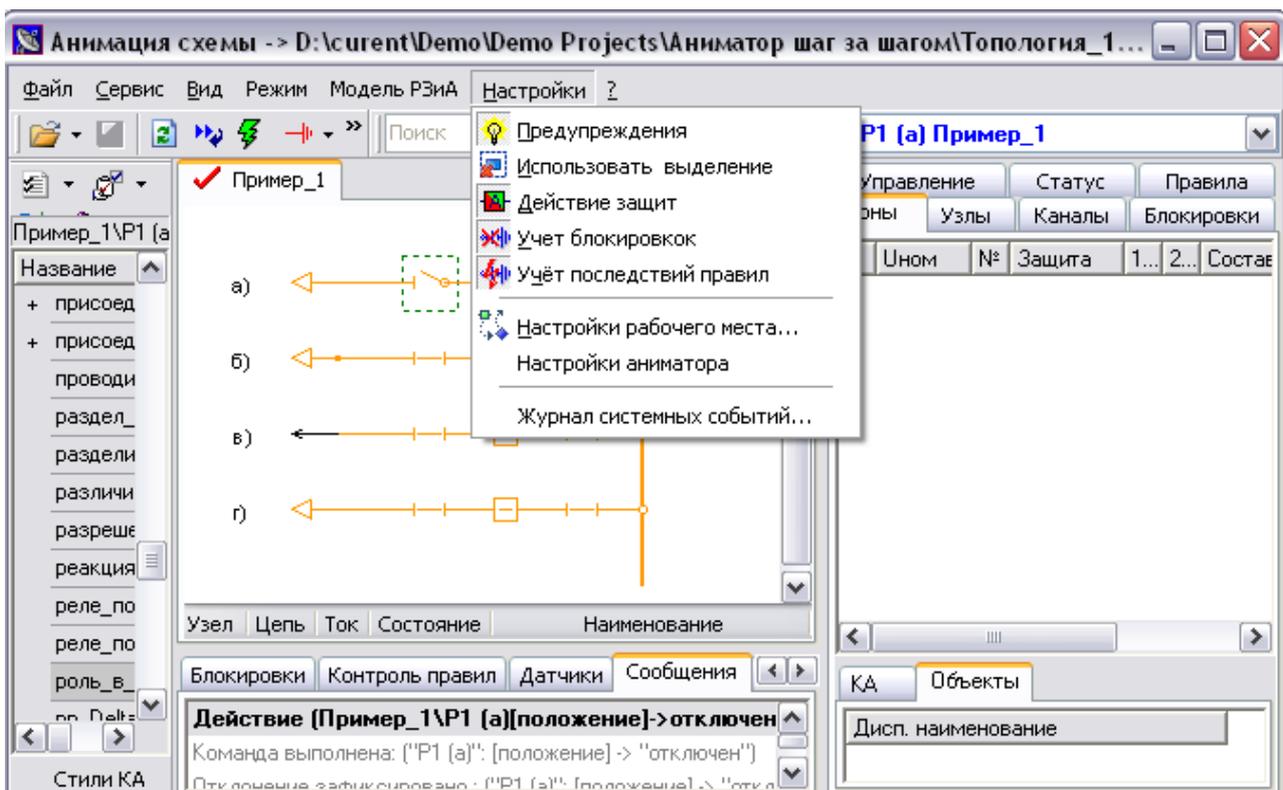


Рис. 2-31. В схеме с отсутствующей топологией не работают правила и блокировки

2.1.11.2 Топология включена

Рассмотрим вторую схему в папке «ШагЗаШагом»— Топология_1_1.sde. Это вариант предыдущей схемы после обработки ее в *Графическом редакторе* в режиме с включенной

топологией.

В ней появились параметры модели: таблица защит в правой панели, а также параметры в строке состояния (Рис. 2-32.). Кроме того, здесь действуют блокировки и правила. Об этом свидетельствует, например, тот факт, что в меню **Настройки** опции **Действие защит** и **Учет блокировок** стали активными.

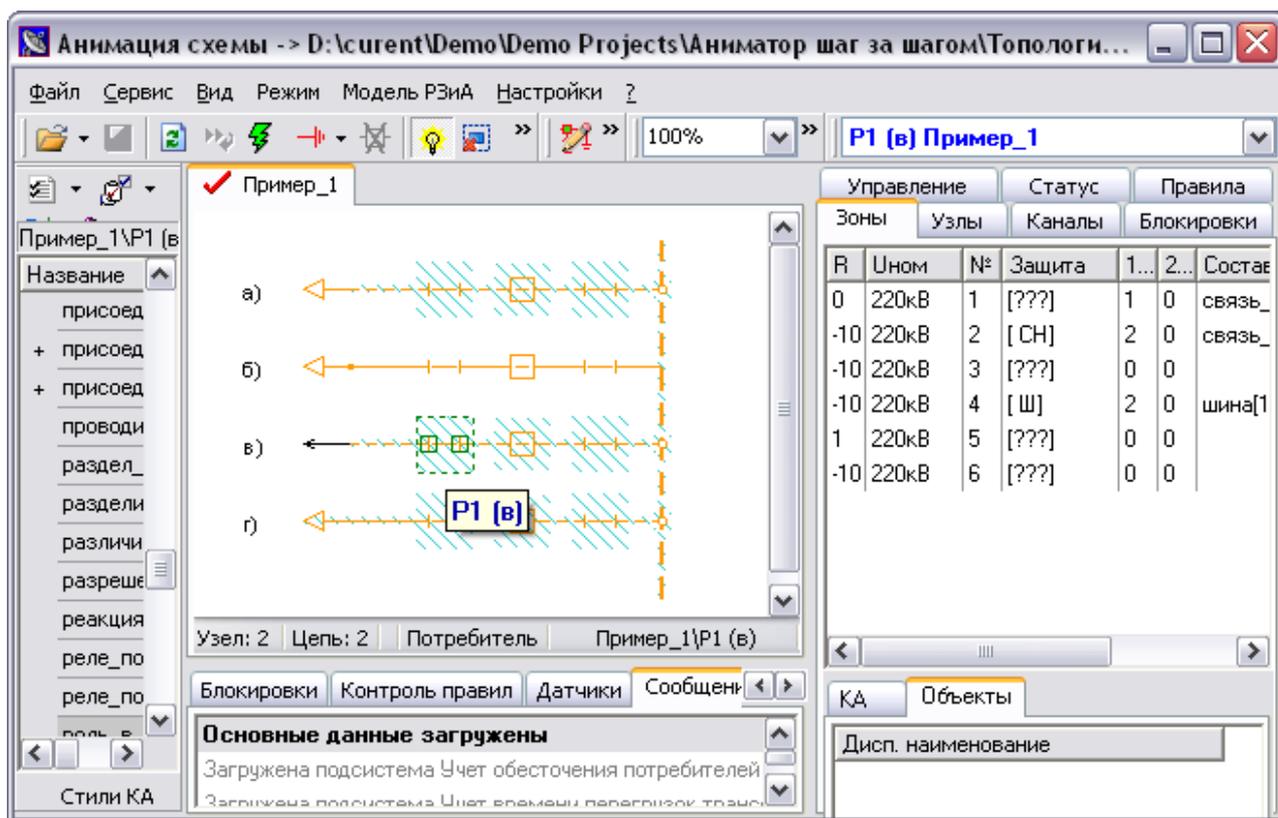


Рис. 2-32. Модель сети с включенной топологией

Однако, несмотря на то, что при создании схемы топология была включена, эта схема—нерабочая. Какие же ошибки в ней допущены?

Если Вы наведете указатель на стрелочку (связь с объектом) ветви «а», то в строке состояния появится информация о том, что объект расшинован, однако ни номер узла, ни номер цепи для него не отображается. В данном случае это означает, что объект вообще не присоединен к схеме.

Визуально это становится видно, когда Вы щелкнете этот элемент— он выделяется красным пунктиром (Рис. 2-33.).

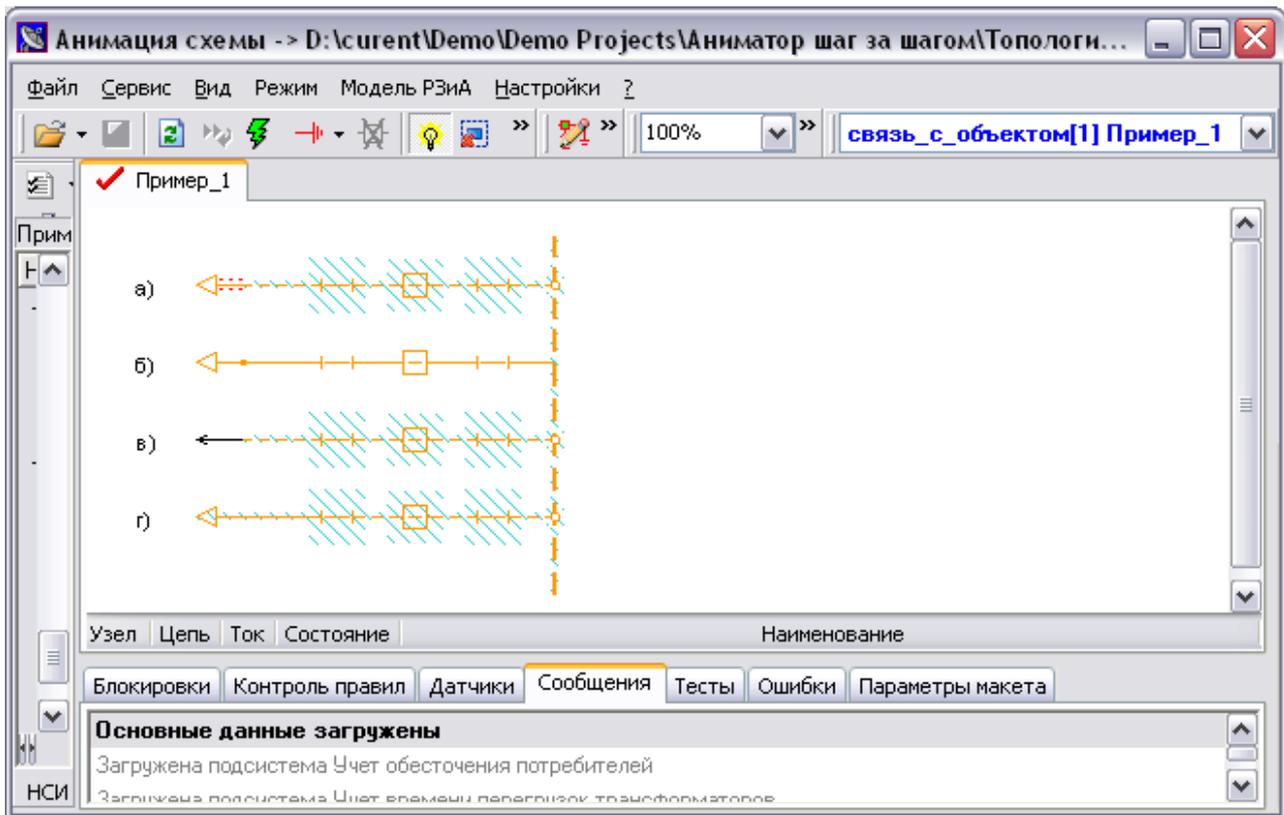


Рис. 2-33. Неприсоединенный объект схемы

Однако все остальные элементы ветви «а» с точки зрения электрической схемы соединены правильно. Поэтому при наведении указателя на участок, смежный с неприсоединенным объектом, в строке статуса появляется информация о его состоянии (Рис. 2-34.)— **Расшинован**. Если Вы наведете указатель мыши на шину, то в строке состояния появится информация о том, что к шине подсоединен некий потребитель.

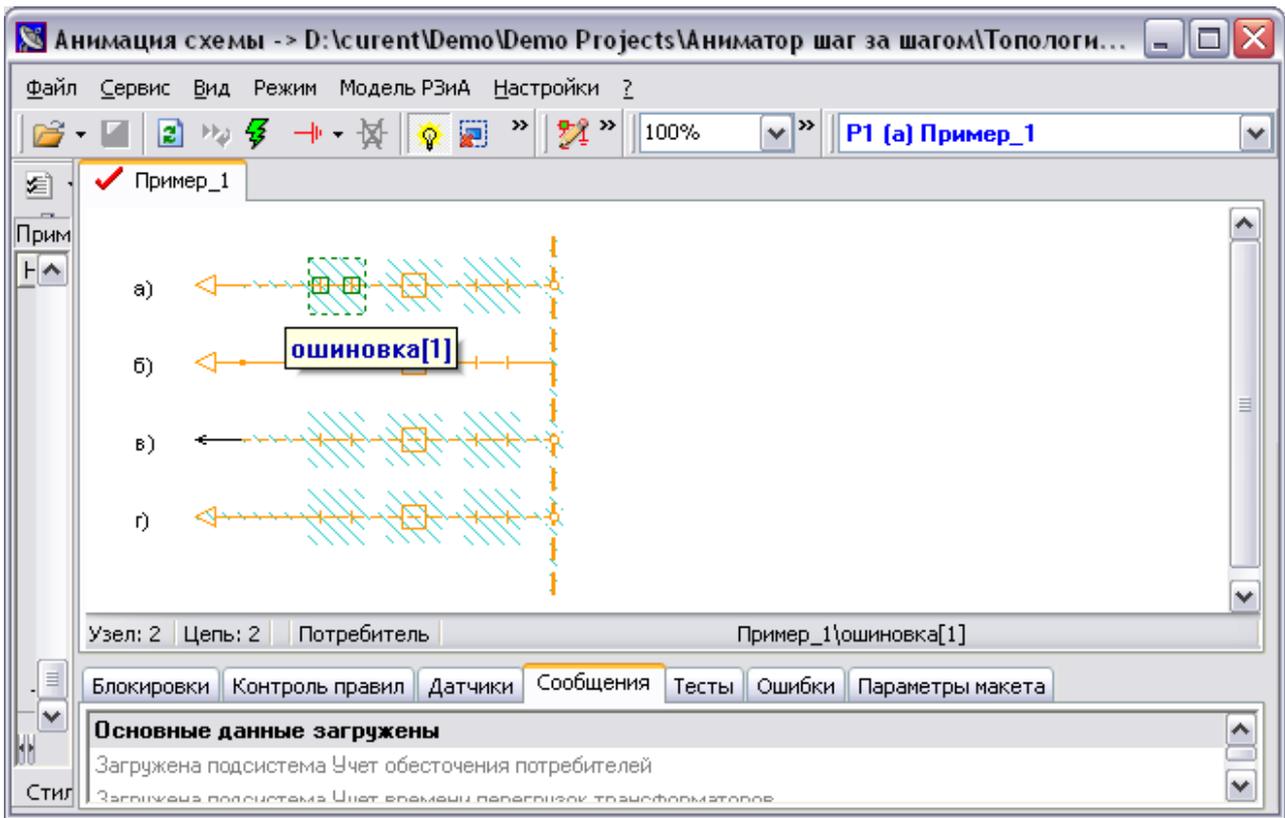


Рис. 2-34. Отображение сведений о состоянии участка, соседнего с
неприсоединенным

В ветви «б») эта ошибка исправлена: аналогичный объект присоединен к ошиновке точкой. Поэтому для него отображается вся информация в строке состояния (Рис. 2-35.).

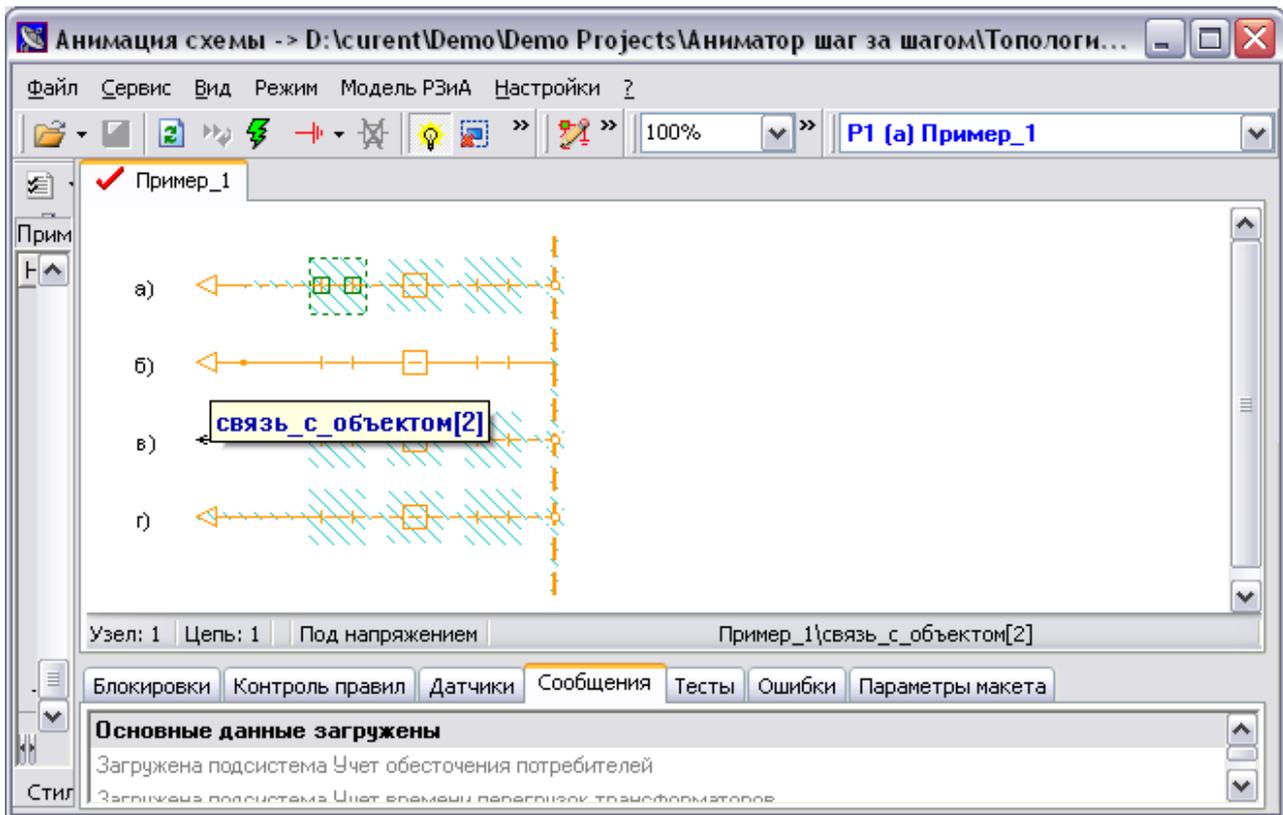


Рис. 2-35. Присоединенный объект схемы

Однако в этой ветви допущена другая ошибка: ошиновка шинного разъединителя не присоединена к шине. Это присоединение обозначается кружком, как в ветвях «а», «в» и «г». В результате, хотя в цепи есть напряжение, оно не подается на шину. Поэтому шина вместе с ошиновками «а», «в» и «г» составляет одну цепь (это легко проверить по номеру цепи), а ошиновка «б» — другую.

Обратите внимание, что форма и цвет стрелок информируют о состоянии связи с объектом. В ветви «в» нарисована обычная графическая стрелка. Ей не присущи свойства, назначенные типу элементов «связи с объектом», поэтому при наведении на нее указателя мыши никакие сведения в статусной строке не отображаются.

Ветвь «г» — единственная из всех — нарисована корректно. Элемент «стрелка», обозначающий связь с объектом присоединен непосредственно к разъединителю. Это видно, если щелкнуть этот элемент, сделав его активным. При этом (пунктиром другого цвета) выделяется весь участок до разъединителя (Рис. 2-37.).

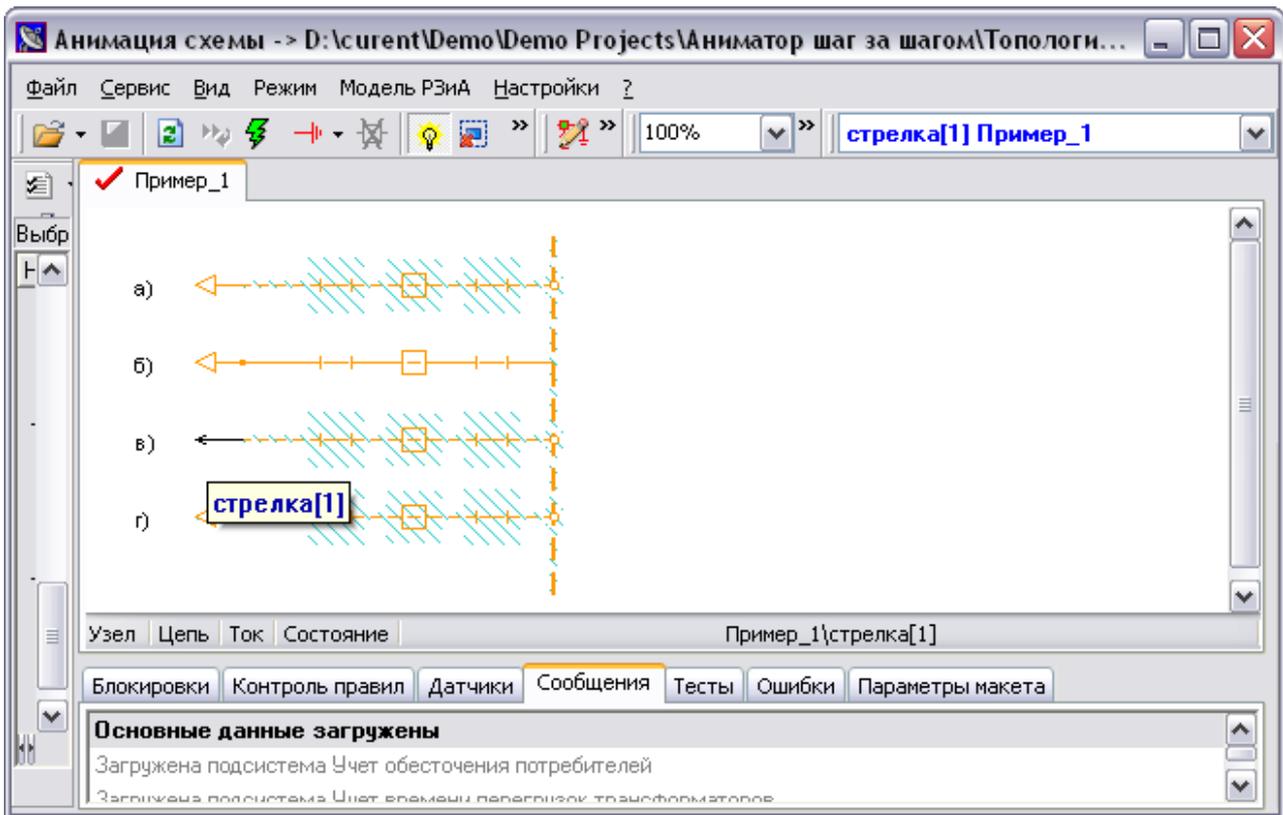


Рис. 2-36. Использование при подготовке схем графических элементов

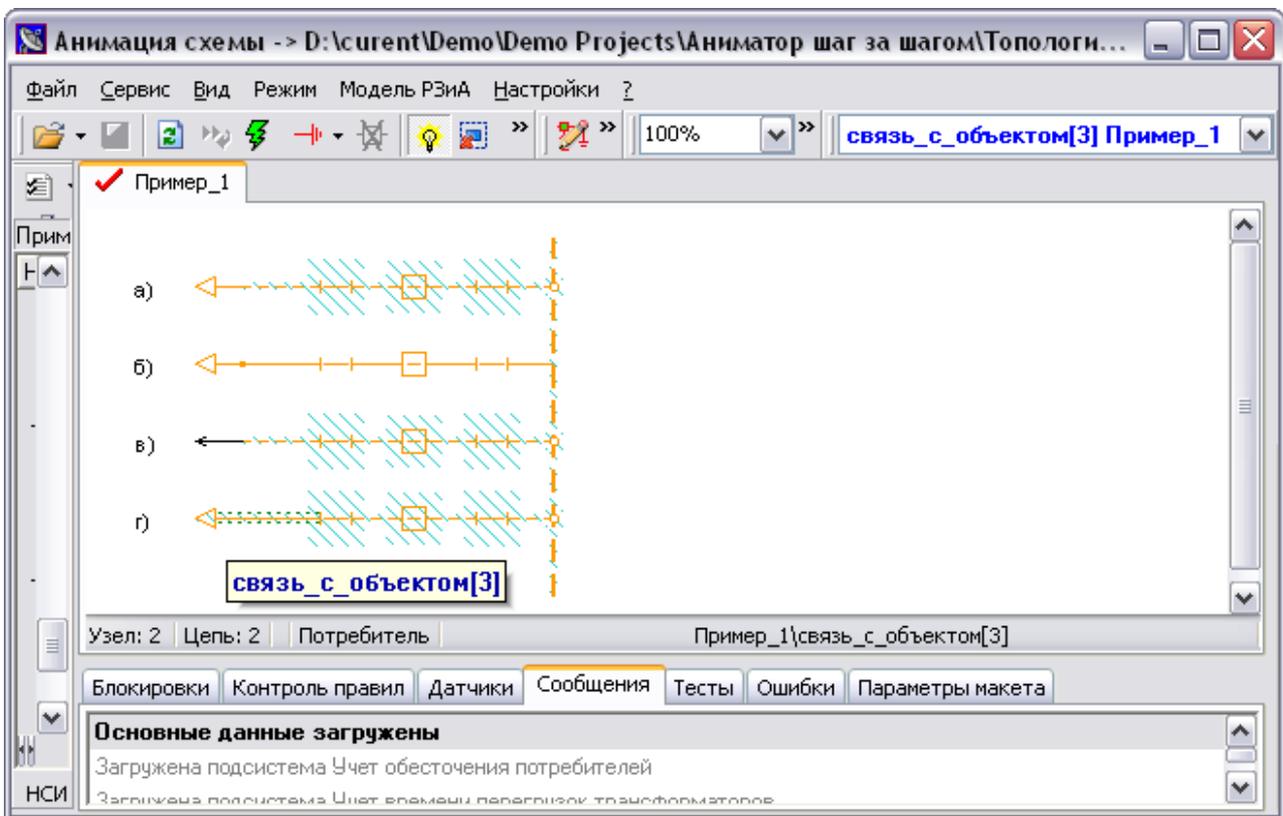


Рис. 2-37. Правильное использование элемента «связь с объектом»

2.1.11.3 Ошибки при изображении шунтированных КА

Рассмотрим третью схему в папке «ШагЗаШагом»— Топология_2.sde.

Здесь исправлены ошибки в ветвях «а», «б» и «в», однако в участок в ветви «в» внесена закоротка, которую можно заметить, только изменяя состояние разъединителя.

На первый взгляд линейный разъединитель P1 в ветви «в» выглядит корректно. Если навести на него указатель мыши, то в строке состояния отображаются данные не вызывающие подозрений (Рис. 2-38.).

Теперь попробуем отключить его под нагрузкой (Рис. 2-39.). Это удастся сделать без особого труда— никаких предупреждений мы не получаем, хотя система правил и блокировок работает. Обратите внимание, что информация об этом объекте в строке состояния не изменилась. Не изменилось и состояние сети. Такое впечатление, что отключение не выполнено.

Причина в том, что под разъединителем проходит ошиновка, соединяющая его полюса накоротко.

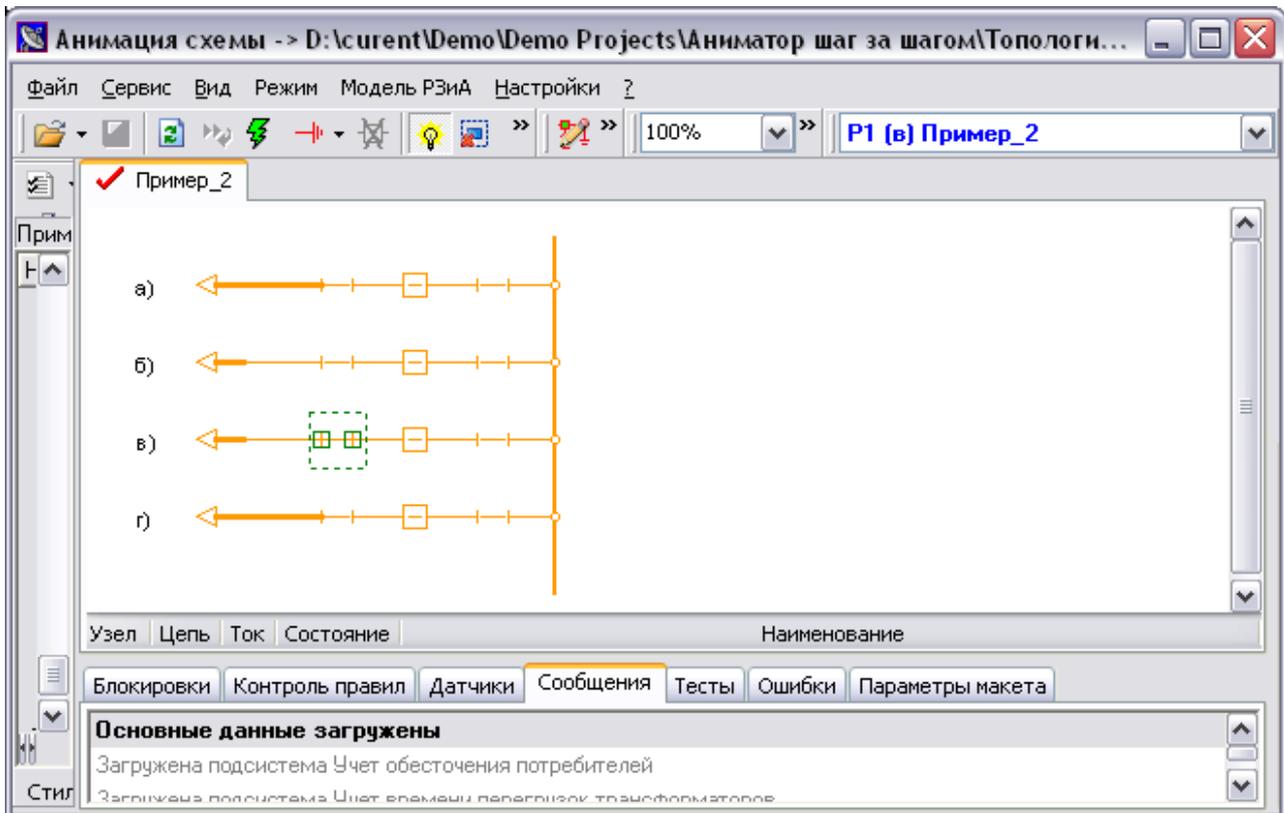


Рис. 2-38. Изображение разъединителя и данные о нем до переключения

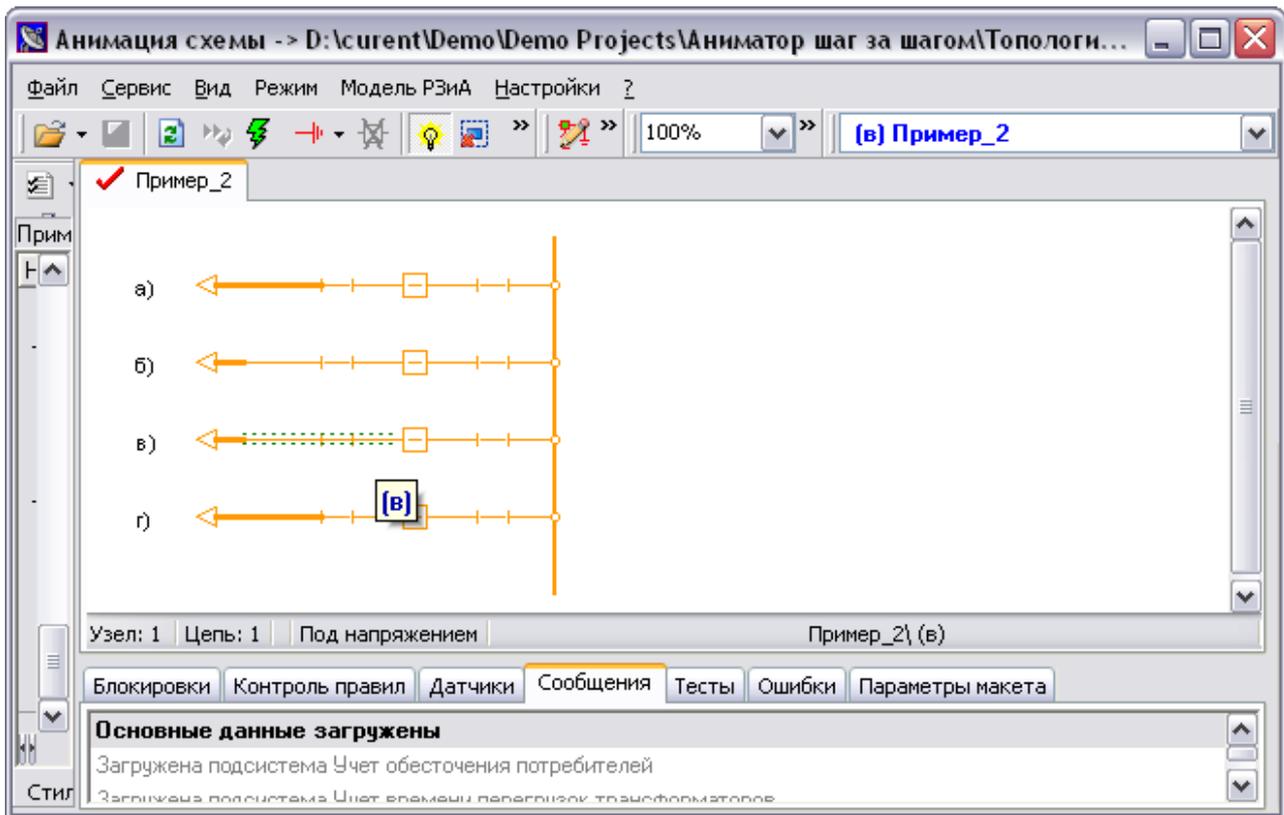


Рис. 2-39. Цепь, содержащая разъединитель, изображена некорректно — под ней проходит элемент ошиновки

2.1.11.4 Ошибки при использовании контейнера

Рассмотрим четвертую схему в папке «ШагЗаШагом» — Топология_3.sde.

Здесь выключатель и его разъединители ветви «б» собраны в контейнер. Однако при этом не предприняты меры для подключения контейнера к сети посредством коннекторов.

Это ясно видно по изменению информации о состоянии схемы: левее контейнера цепь находится под напряжением и обозначена номером 2, правее — цепь также под напряжением и имеет номер 3, а участок цепи, заключенный в контейнер, обозначен номером 1 и его состояние - Отключено (Рис. 2-40.)

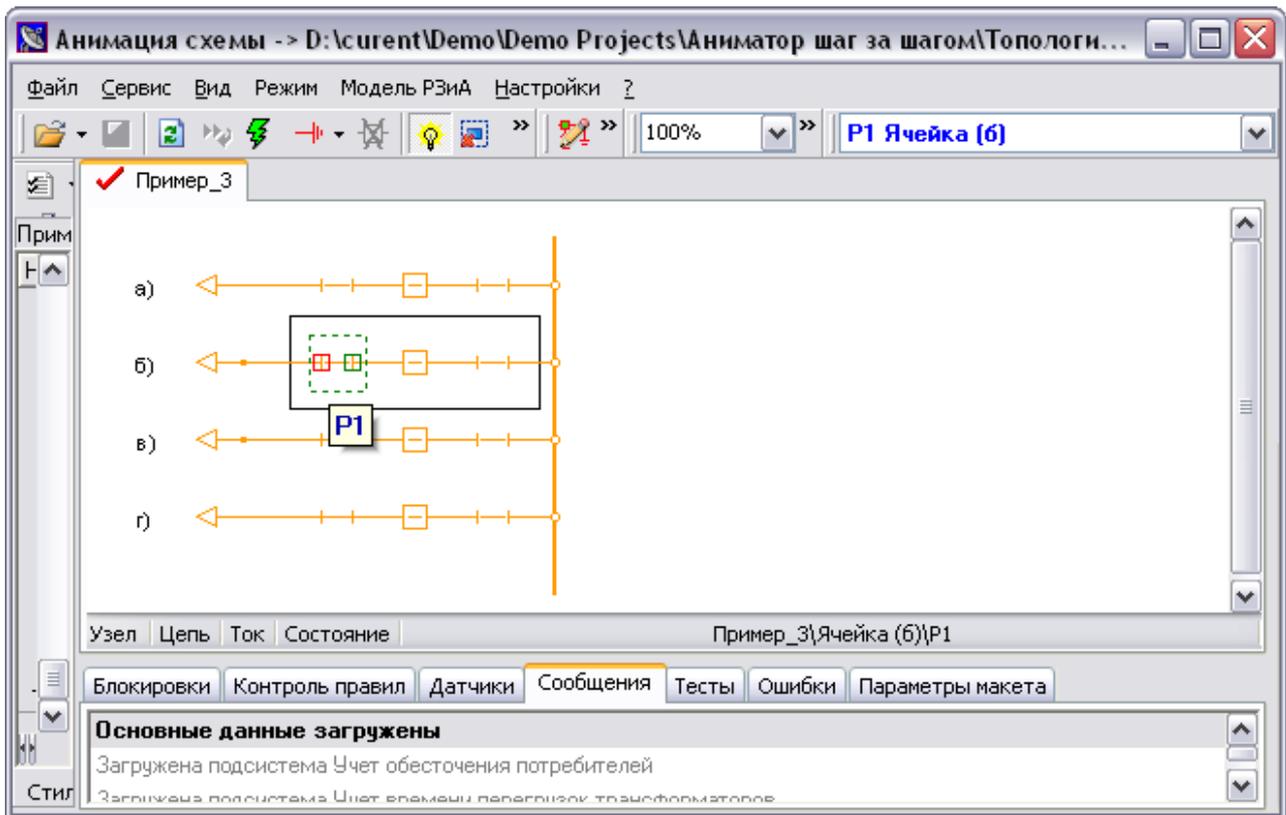


Рис. 2-40. Контейнер не подключен

Обратите внимание: несмотря на ошибку при подключении контейнера, имена входящих в него объектов отображаются корректно— согласно правилам вложенности.

Если Вы раскроете панель защит, то увидите, что в узлах защит создан единственный узел (Рис. 2-41). На примере следующих схем будет показано, как меняется дерево защит при усложнении схемы.

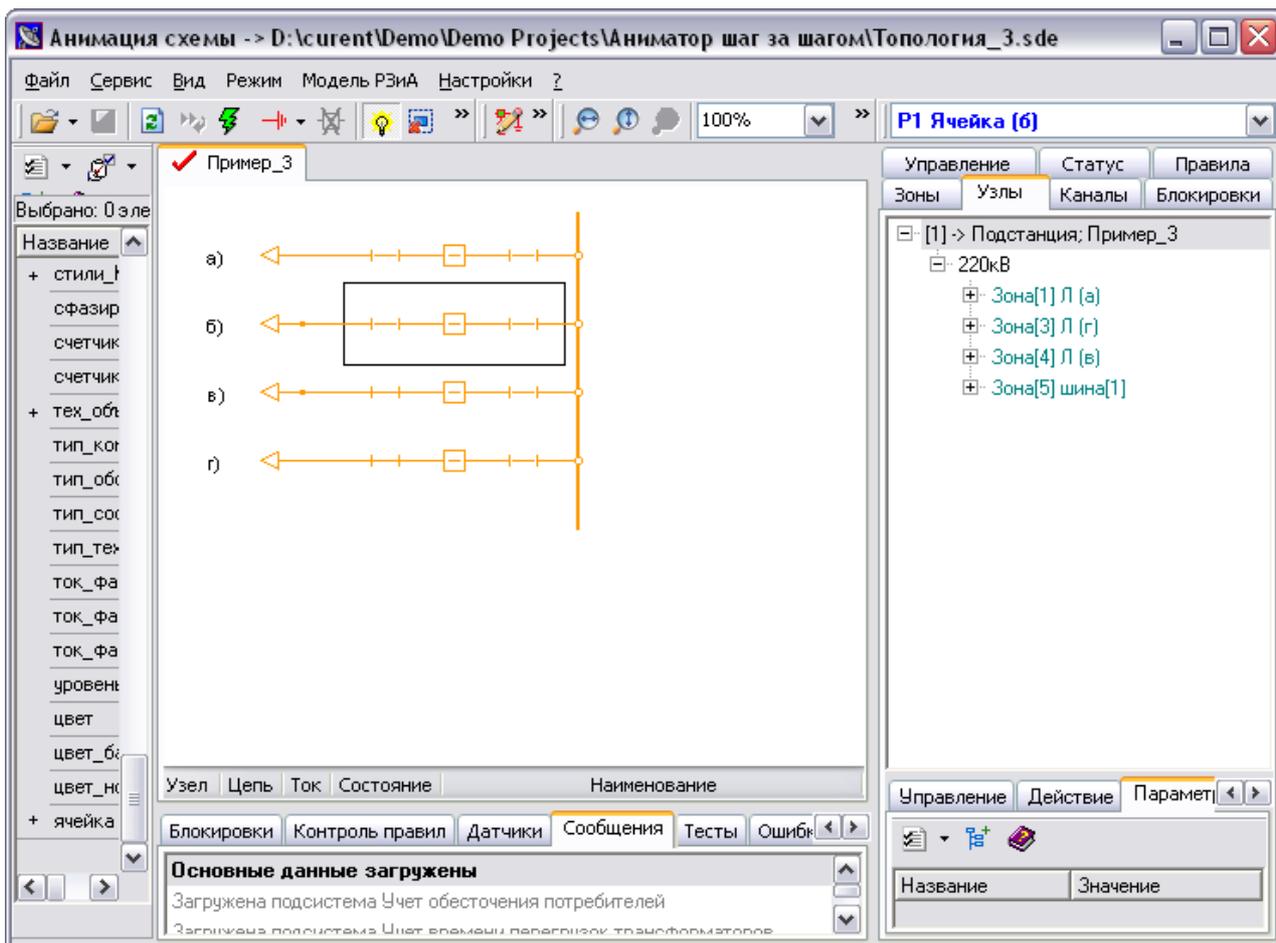


Рис. 2-41. Узлы защит для простейшей схемы

2.1.11.5 Усложнение схемы: появление второй шины и воздушных линий

Рассмотрим пятую схему в папке «ШагЗаШагом»— Топология_4.sde.

Здесь добавлены коннекторы, подключающие контейнер к схеме (сиреневые квадратики, расположенные на внешних полюсах разъединителей внутри контейнера) (Рис. 2-42.)

Кроме того, в этой схеме в качестве элементов «связи с объектом» для ветвей «а» и «г» взяты воздушные линии, и для их подключения создана вторая шина и шиносоединительный выключатель, объединяющий обе шины. Поэтому в сети в исходном состоянии два узла и две цепи. В качестве элементов «связи с объектом» для ветвей «б» и «в» взяты ошиновки.

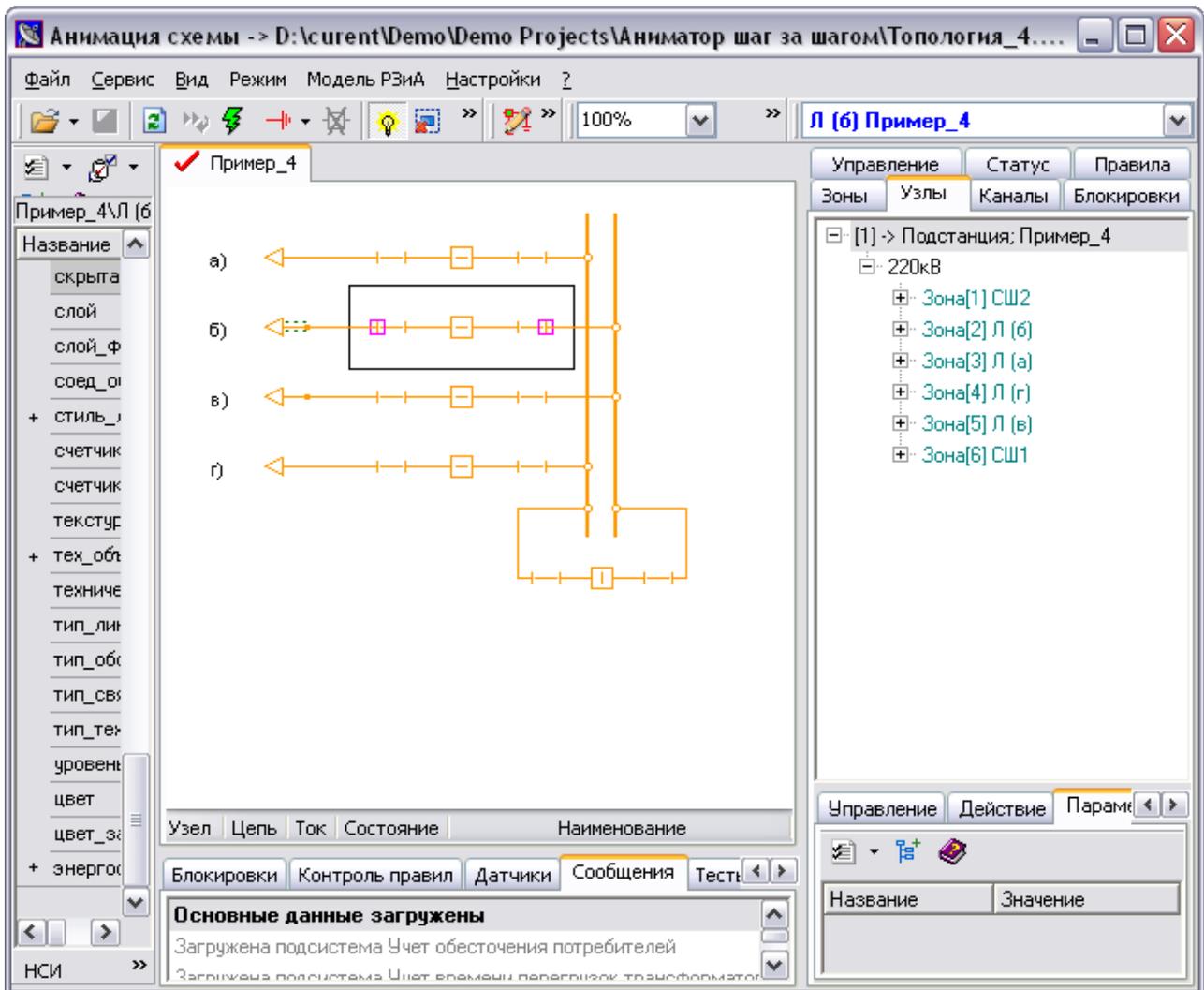


Рис. 2-42. Отображение данных об одном из двух узлов на схеме

Для такой схемы значительно усложнился состав защит— уменьшилось количество зон защиты, однако состав устройств в узле стал шире.

Напоминаем, что отображение различных элементов схемы зависит от настройки стандарта отображения, которое выполняется в одноименном окне, открываемом из меню **Настройки**. В данном случае воздушные линии одной толщины с ошиновками.

При включении шиносоединительного выключателя срабатывает система правил, и появляется предупреждение (Рис. 2-43.)

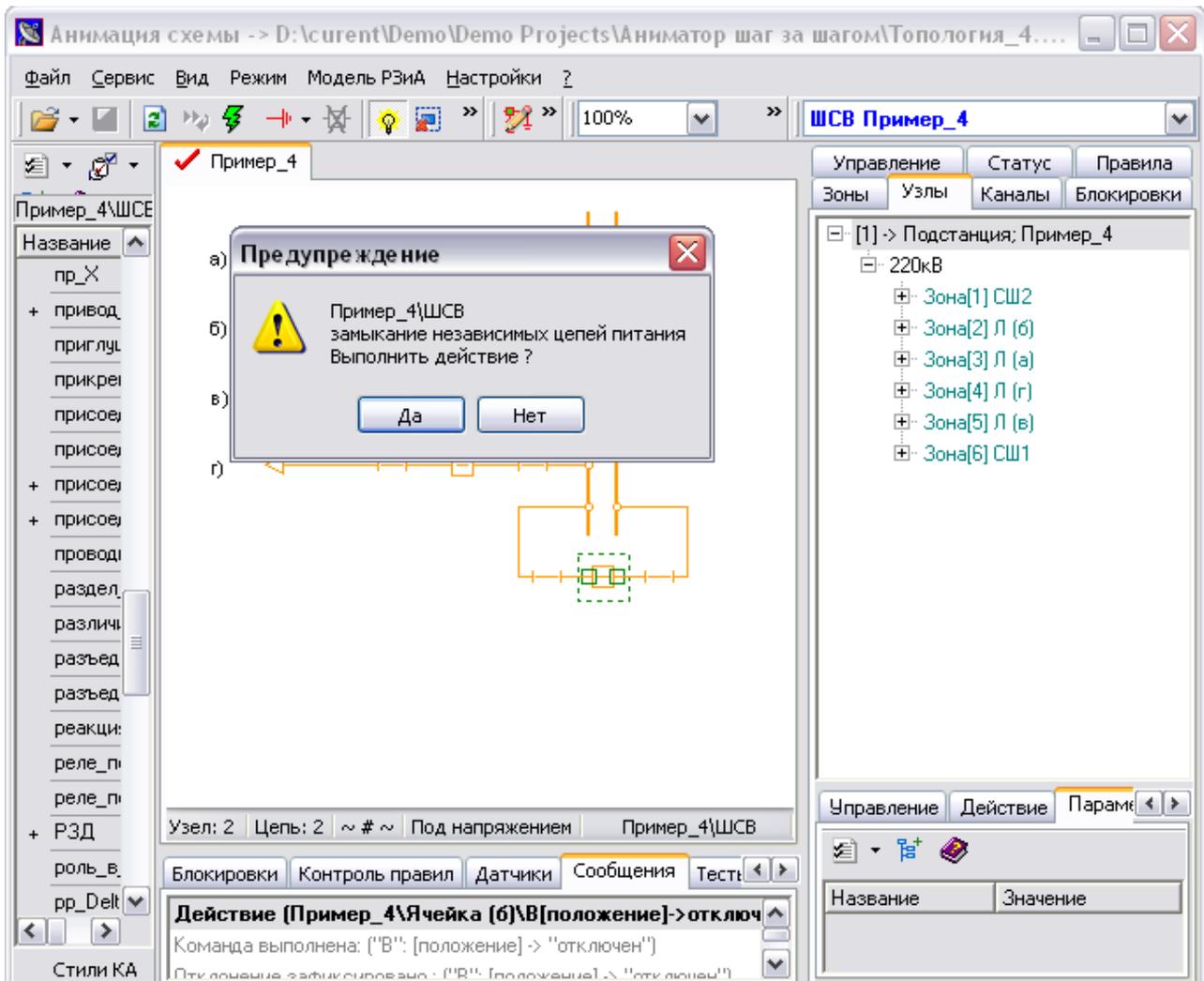


Рис. 2-43. Действие системы правил при включении шиносоединительного выключателя

2.1.11.6 Проверка действия оперативных блокировок

Рассмотрим шестую схему в папке «ШагЗаШагом»— Топология_5.sde.

Две линии подсоединены через два выключателя к двум системам шин, причем одна из них оставлена без напряжения (показана штрих-пунктирной линией). Кроме того, здесь в цепях трансформаторов напряжения установлены два заземляющих ножа.

На этом примере хорошо видна работа системы оперативных блокировок. Раскроем раздел **Оперативные блокировки** в модели защит (Рис. 2-44.)

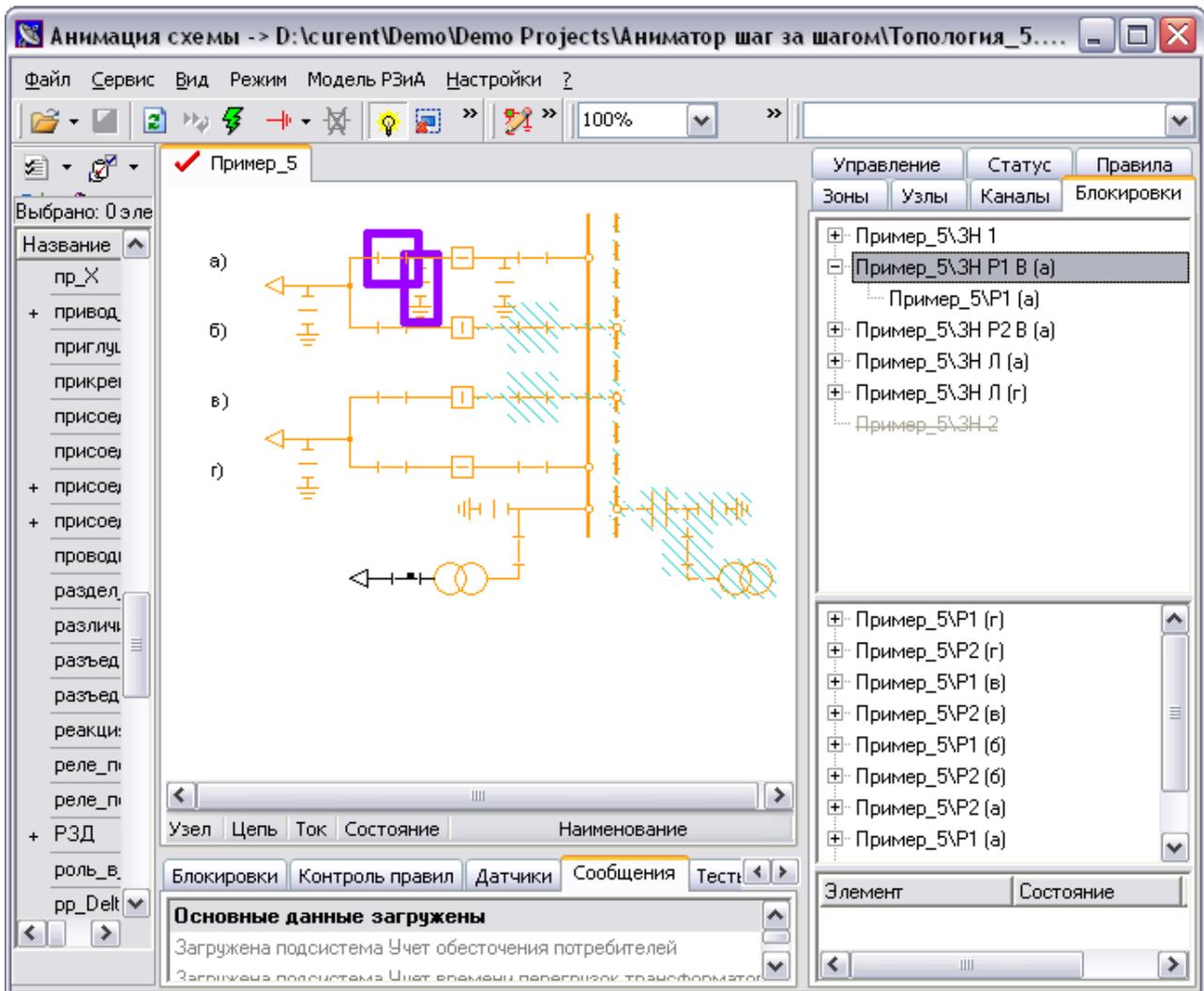


Рис. 2-44. Проверка условий системы взаимных блокировок между разъединителями и заземляющими ножами

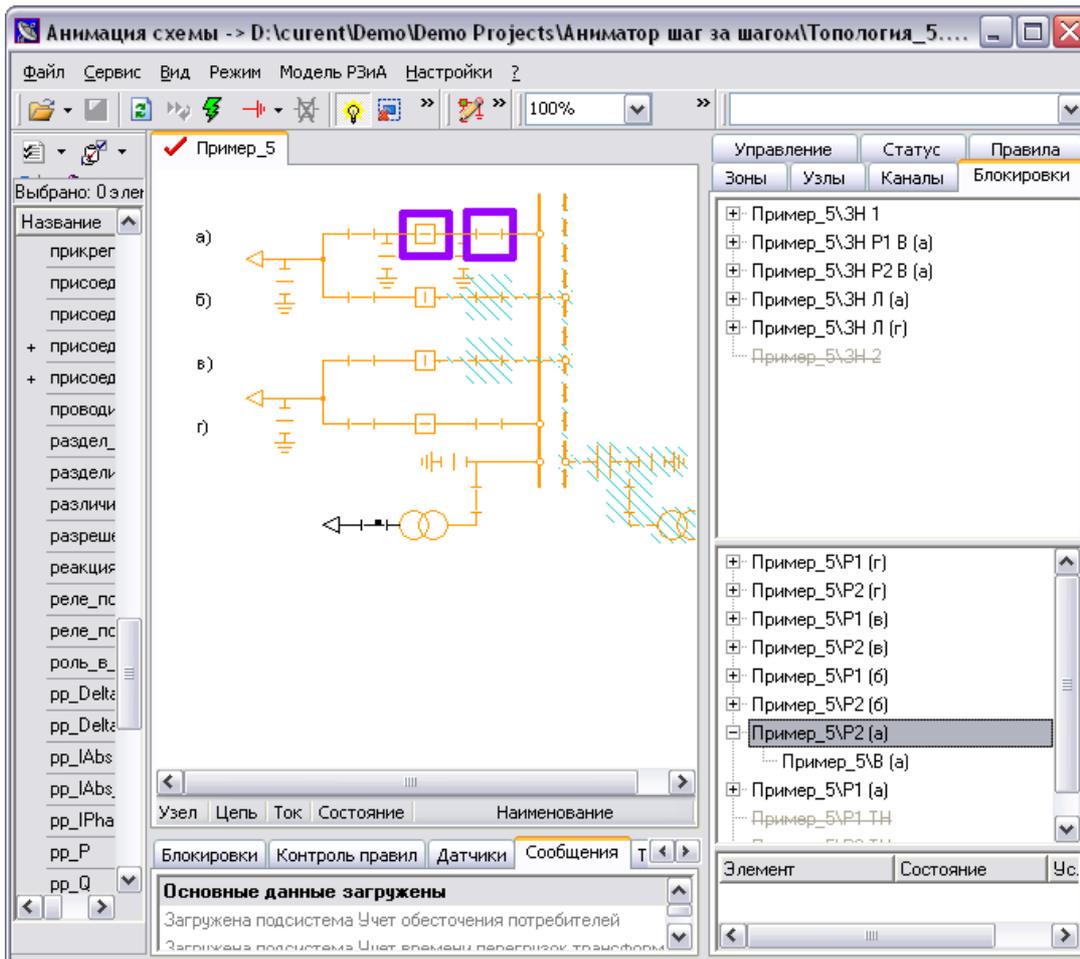


Рис. 2-45. Проверка условий системы взаимных блокировок между разъединителями и выключателями

Положение выключателя В(а) блокирует операции с разъединителями Р1 (а) и Р2 (а), а их состояние в свою очередь блокируют операции с заземляющими ножами. Причем не только свои — ЗН Р1 В(а) и ЗН Р2, но и заземляющий нож линии «а» — ЗН Л(а) и заземляющий нож ЗН1.

Обратите внимание на работу правил переключения для разных схем заземления.

Подадим напряжение на вторую систему шин, включив выключатель в ветви «б» и попробуем включить заземляющий нож ЗН 2 второй системы шин. В этом случае кроме сообщения о блокировании объекта никаких других сообщений система не выдает, хотя в контроле правил КЗ на землю включено. Это связано с тем, что заземляющий нож изолирован от шин конденсатором.

Заземляющий нож первой системы шин присоединен без гальванической развязки. При

его включении мы получаем предупреждения не только о том, что КА заблокирован, но и о том, что он включен под напряжением и о возникновении полнофазного КЗ на землю.

Если снять напряжение с первой системы шин (отключить выключатель линии «а») и попытаться включить ЗН Р2 В (а), то срабатывает правило, контролирующее заземление под наведенным напряжением. Это происходит потому, что со стороны вторичной обмотки трансформатора напряжения первой системы шин возможна обратная трансформация от измерительных цепей. Так как для второго трансформатора такие цепи не указаны, подобного сообщения мы не получали. Если отключить АТН первой системы шин и повторим эту операцию, то правило не работает.

2.1.11.7 Ошибки в присоединении трансформатора

Рассмотрим седьмую схему в папке «ШагЗаШагом»— Топология_6.sde.

Ее левая часть полностью повторяет схему Топология_5.sde, а в правой части изображены два трансформатора и контейнер. Визуально контейнер выглядит совершенно нормально— он присоединен к схеме двумя коннекторами.

Если мы наведем указатель мыши на любой элемент схемы, то увидим, что в строке состояния появляется сообщение **КЗ на землю** (Рис. 2-46.)

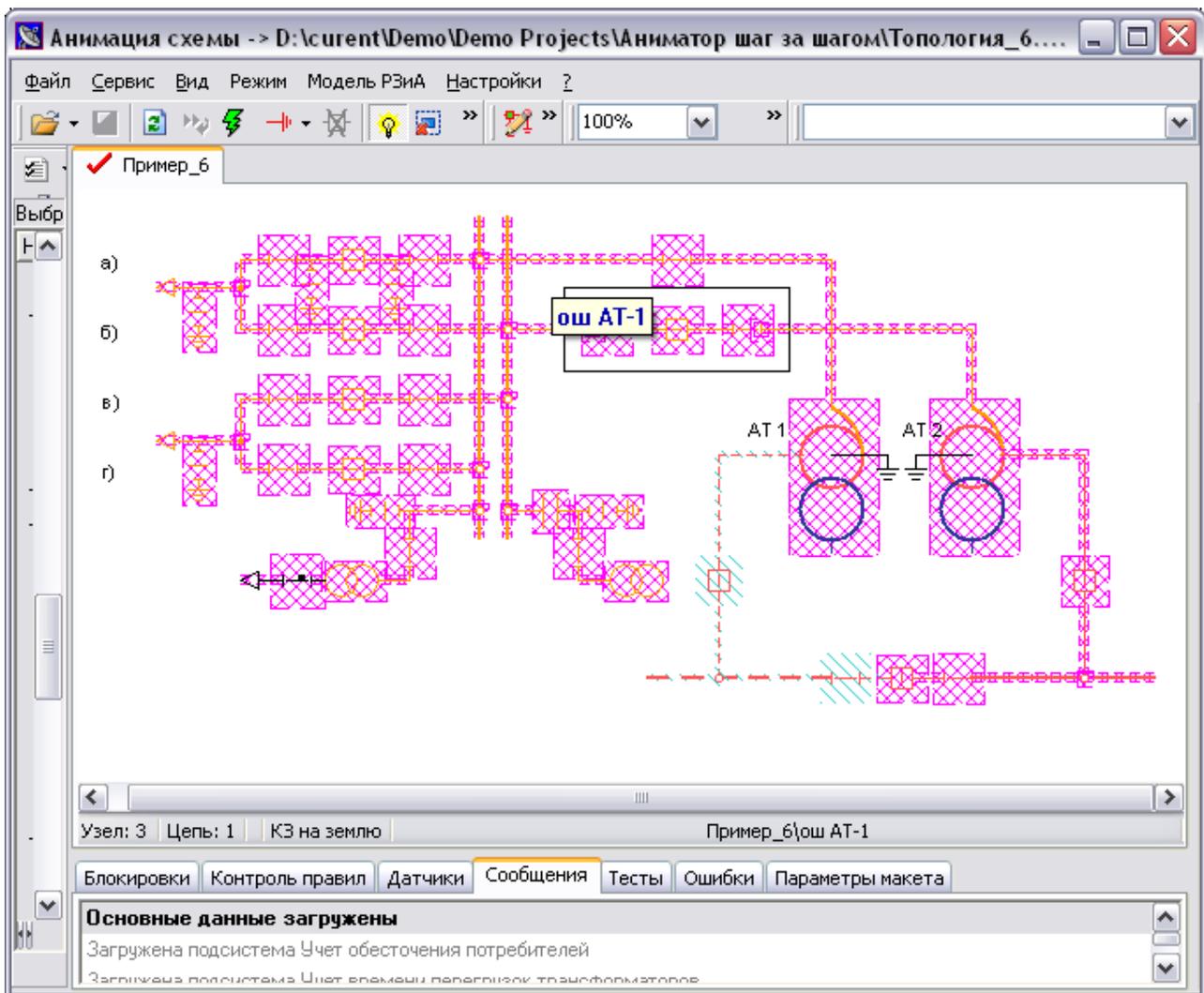


Рис. 2-46. Короткое замыкание

Попробуем выяснить, почему это случилось. Короткое замыкание на землю возникает, как правило, при неправильном подключении к земле. Где это возможно на данной схеме?

Взгляните на изображение трансформатора (Рис. 2-47.): маленькими квадратиками изображены места присоединения обмоток (это хорошо видно в программе *Графический редактор*).

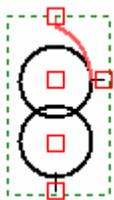


Рис. 2-47. Изображение трансформатора в *Графическом редакторе*

Трансформатор AT2 присоединен корректно: ошиновка присоединена к обмотке, а земля к

нейтрали, а на трансформаторе АТ1 заземление нейтрали присоединено к основной обмотке.

Чтобы избежать подобных ошибок, при подготовке схемы учитывайте назначение коннекторов и основных элементов и избегайте необоснованного их замыкания между собой. Такие ошибки обнаружить достаточно сложно: приходится локализовать большие участки, используя не только КА, но и расшиновку присоединений.

На этой схеме есть еще одна ошибка: на Рис. 2-48. указателем мыши показано место присоединения ошинок, произошедшем в следствии некорректной подготовки схемы. В результате Вам никакими коммутациями не удастся «разделить» электрические узлы обмоток ВН АТ1 и АТ2.

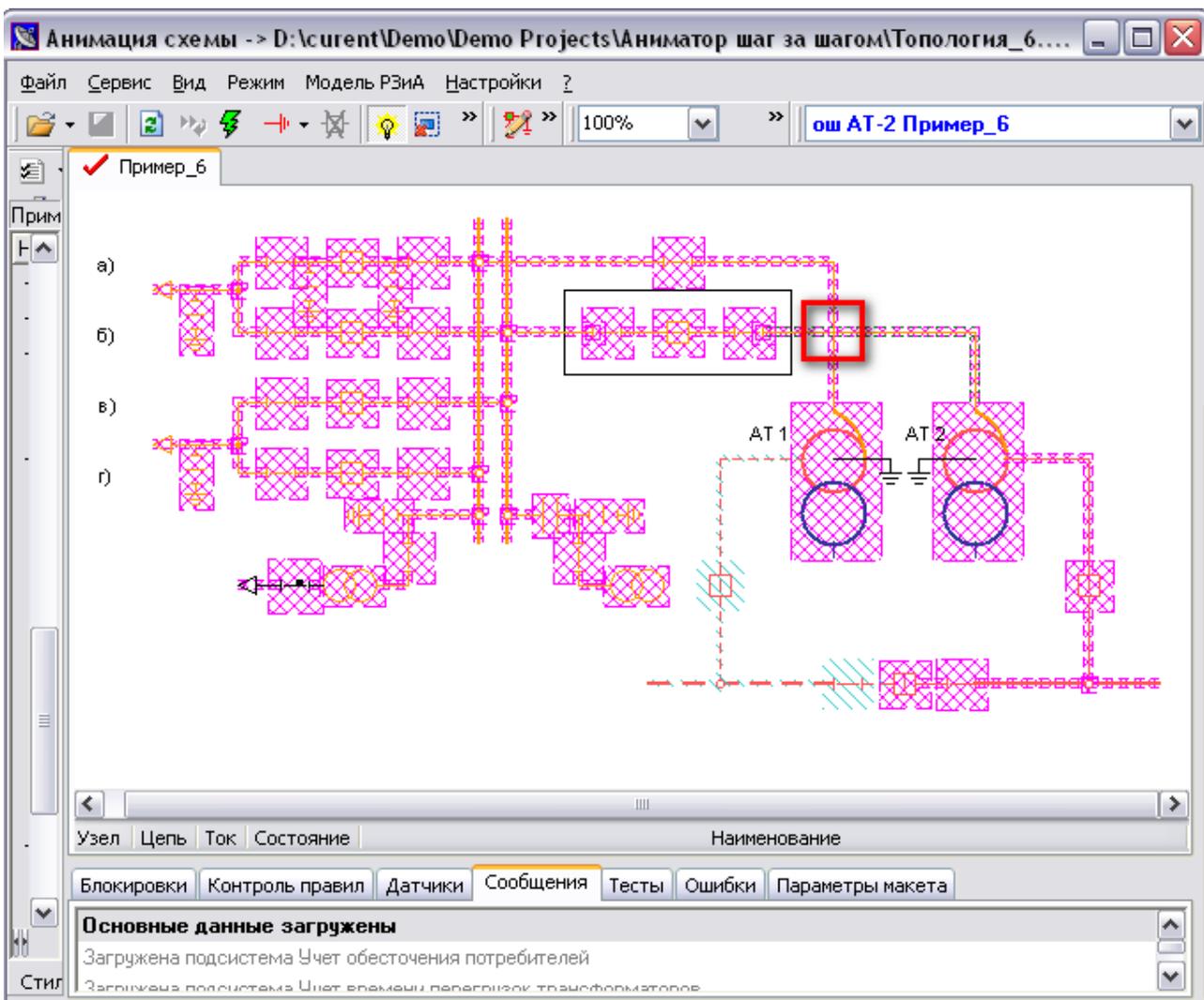


Рис. 2-48. Место замыкания

На Рис. 2-49. эти ошибки исправлены. Развернут трансформатор АТ1: теперь нейтраль не пересекает присоединение обмотки. Кроме того, обозначено место, где две ошиновки не

пересекаются.

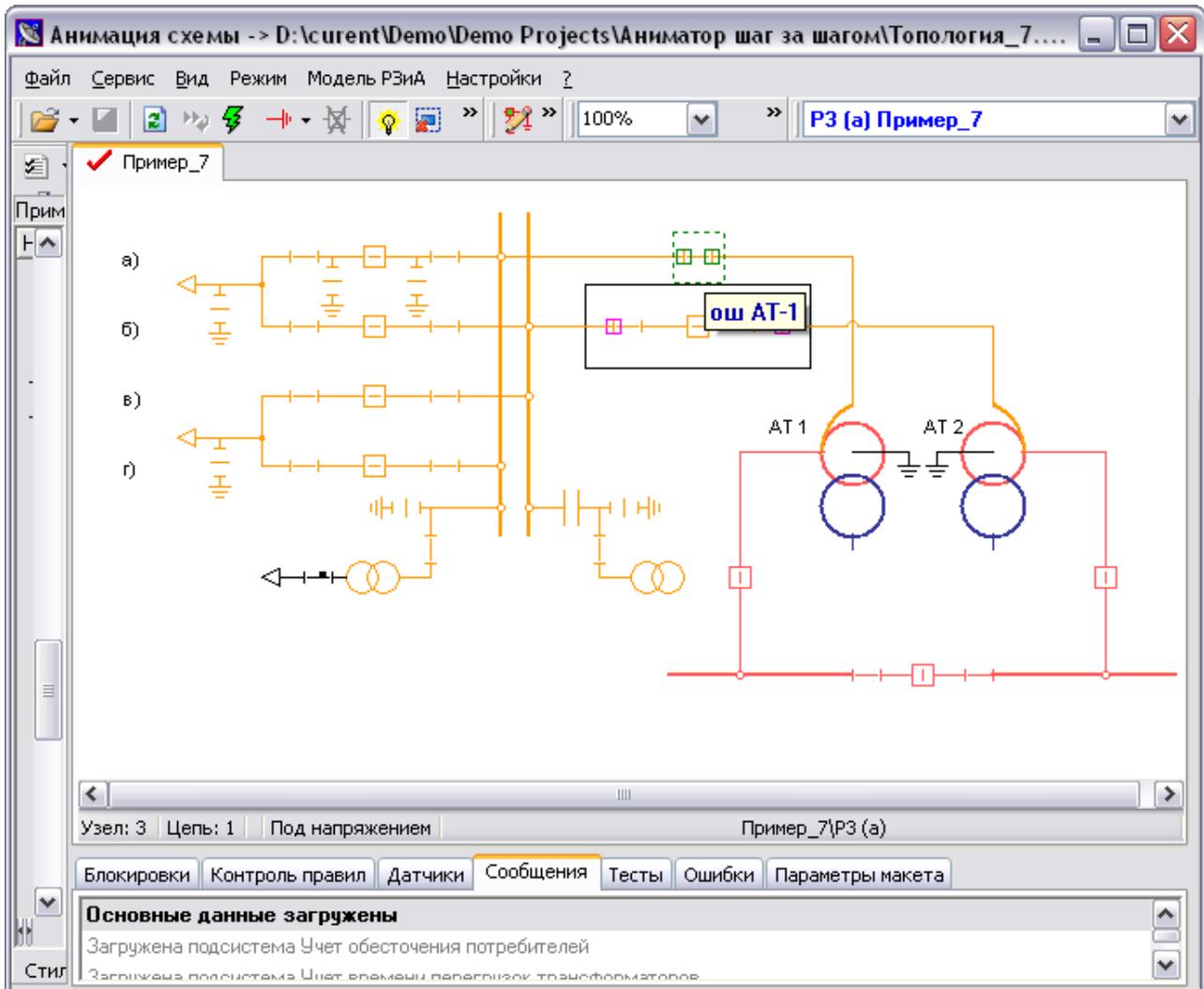


Рис. 2-49. Исправленная схема

Обратите внимание, что при построении топологии при подготовке схем в *Графическом редакторе* автоматически соединяются:

- ошиновки одного класса напряжения;
- шины одного класса напряжения.

Автоматически не соединяются друг с другом ошиновки, шины и элементы «связь с объектом». Для них необходимо точкой обозначать место присоединения.

Однако на Рис. 2-49. нет нагрузок на выключателях в правой части схемы (при наведении указателя на любой выключатель в этой части схемы в третьей позиции строки состояния не отображается никакая информация). Это связано с тем, что в этой части схемы не присоединены потребители. Кроме того, разъединитель РЗ (а)— на Рис. 2-49. на него

наведен указатель мыши— не заблокирован никаким выключателем. Поэтому на него не распространяется действие блокировок— нам удастся без труда отключить его. Срабатывает лишь правило **Отключение холостого хода трансформатора**.

Схемы Топология_8.sde и Топология_9.sde и их особенности обсуждаются в главе 5, посвященной работе системы защит.

Часть 3. Индивидуальная настройка правил переключения для элементов схемы

3.1 Назначение подсистемы контроля правил и блокировок

В программном комплексе Modus предусмотрена проверка возможности выполнения разовых операций с коммутационными аппаратами (КА). Для этого создана система правил и блокировок. Разовой считается любая операция, приводящая к изменению текущего положения выключателя, разъединителя, заземляющего ножа и т.д.

Набор правил определен для каждого типа КА. Система проверки правил учитывает вид КА, тип операции, а также режимы работы сети до и после перекоммутации.

Правила для конкретного объекта перечислены на вкладке **Контроль правил** панели **Правила**, а блокировки— на вкладке **Блокировки** той же панели.

Для корректной работы системы проверки правил к изображению схемы предъявляются следующие требования:

- рисунок должен состоять только из стандартного набора электрических элементов;
- все объекты сети должны быть связаны;
- силовые элементы и КА не должны быть шунтированы линиями;
- в схеме должны присутствовать источники питания и потребители.

Проверка корректной работы и индивидуальная настройка правил выполняется в программе *Аниматор схем* после проведения сверки.

Правила контролируются дважды: до исполнения операции и после ее выполнения. Правила, требующие информацию о режиме сети после перекоммутации, проверяются только после исполнения операции.

3.2 Включение/отключение правил и блокировок

Для учета особенностей элементов данного типа, а также их местоположения в схеме, *Аниматор схем* предоставляет возможность частично или полностью отключить проверку предопределенных правил на любом КА. О том, как отключить запрос на выдачу предупреждений о нарушениях, рассказано в разделе «Режим работы подсистемы контроля правил и блокировок», о выборочном отключении правил— в разделе «Включение/отключение конкретного правила или блокировки».

3.2.1 Режим работы подсистемы контроля правил и блокировок

Проверка возможности выполнения любого действия производится до его реализации. В *Аниматоре схем* по умолчанию (Рис. 3-1.) помечены параметры **Предупреждения** и **Учет блокировок** в меню **Настройки**.

Если в этом режиме выполнение действия приводит к нарушению корректной работы модели сети, то в результате проверки в отдельном окне появляется сообщение с информацией о нарушении. На основании этой информации Вы можете отменить нежелательное действие или оценить правильность обработки его последствий.

Запрос на подтверждение выполнения правил можно полностью отключить в меню **Настройки**, сняв флажок в строке **Предупреждения**. При этом автоматически исполняются все операции, кроме изменения состояния заблокированных объектов.



Отключить диалоговое окно подтверждения выполнения правил можно и кнопкой **Предупреждения о нарушениях режима**. Для этого ее надо нажать (утопить). Здесь кнопка соответствует режиму с запросом разрешения на выполнение операций.

Попробуем, отключив запрос на подтверждение выполнения операций, смоделировать режим работы программы, аналогичный используемому в *Тренажере по оперативным переключениям*.

Откройте схему *Связи_1.sde*, которая хранится в папке «ШагЗаШагом». Эта папка входит в стандартный комплект поставки, поэтому Вы найдете ее в папке *Examples*, которая располагается в папке *modus 5.20.50*.

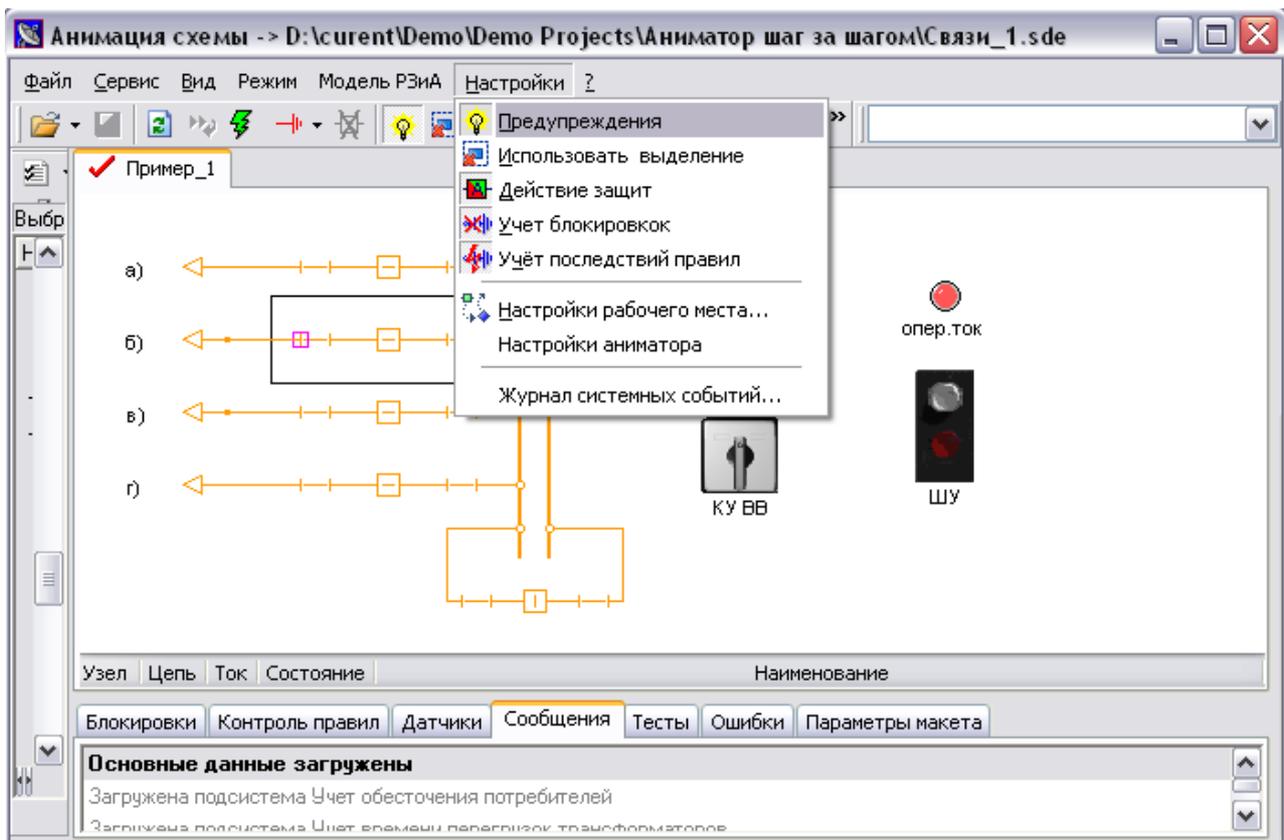


Рис. 3-1. Режим по умолчанию — включен запрос на выполнение операций

Переключите разъединитель Р1 (а) под нагрузкой (для этого его надо щелкнуть дважды: один раз — чтоб сделать активным, и второй — чтоб переключить).

Если система правил включена, то на экране последовательно появятся несколько предупреждений (на Рис. 3-2. показано одно из них).

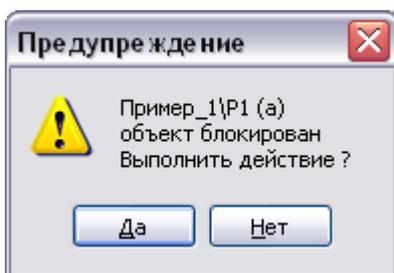


Рис. 3-2. Одно из предупреждений, появляющихся при работе системы правил

Если Вы пренебрежете предупреждениями, ответив **Да** в каждом появившемся на экране окне, то разъединитель будет отключен, а во вкладке **Сообщения** панели **Правила** появится соответствующая запись (Рис. 3-3.): за строкой «объект заблокирован» в протоколе сообщений следует разрешение на выполнение операции.

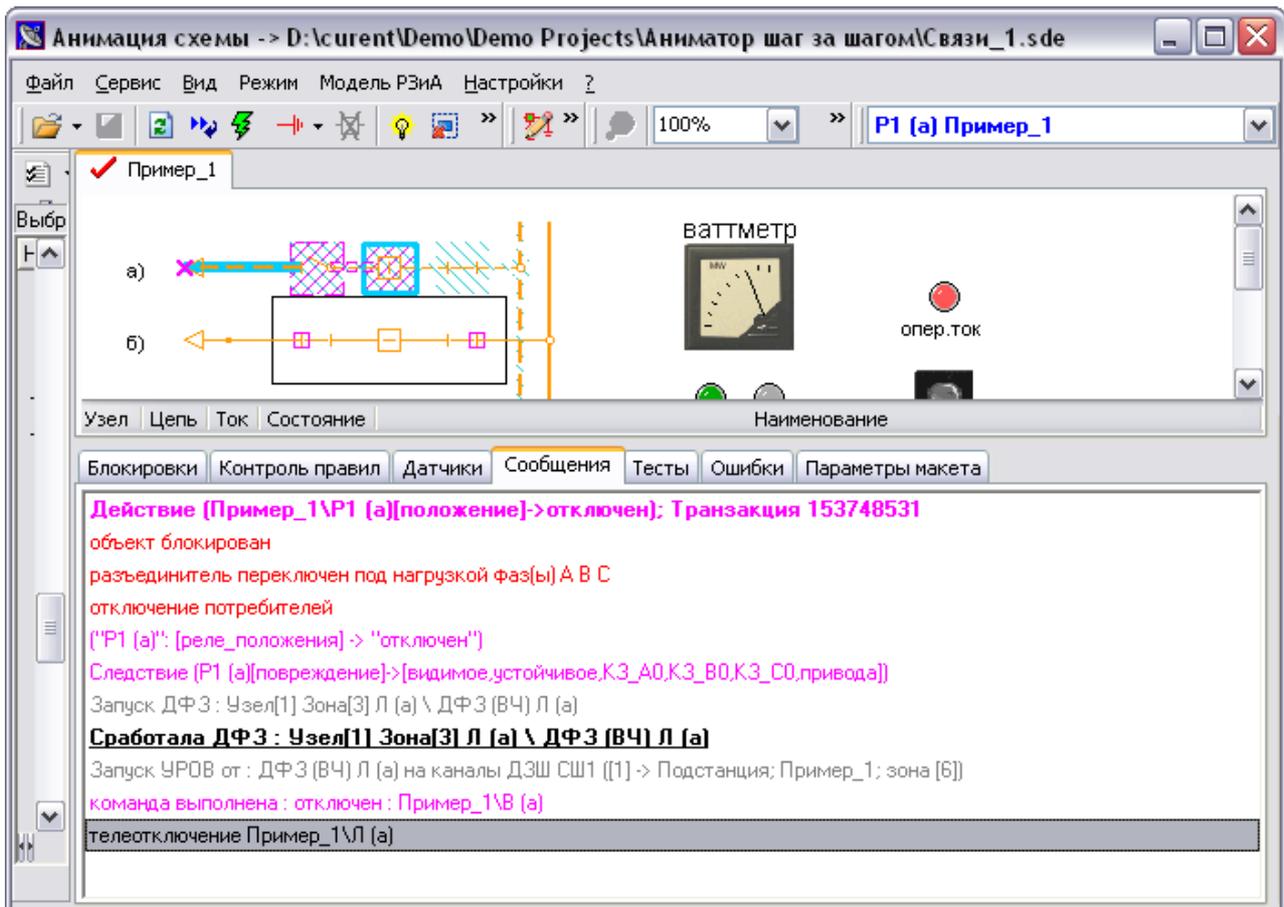


Рис. 3-3. Запись в протоколе о нарушении правил и блокировок

Теперь обновите схему, щелкнув кнопку **Установить исходное состояние схемы**.



Щелкните кнопку **Установить исходное состояние схемы**, чтобы восстановить исходное состояние элементов.

Отключите режим выдачи предупреждений и затем попробуйте отключить тот же разъединитель. Вам это не удастся, а в разделе сообщений появится соответствующая запись (Рис. 3-4): строка «выполнение запрещено» в протоколе сообщений.

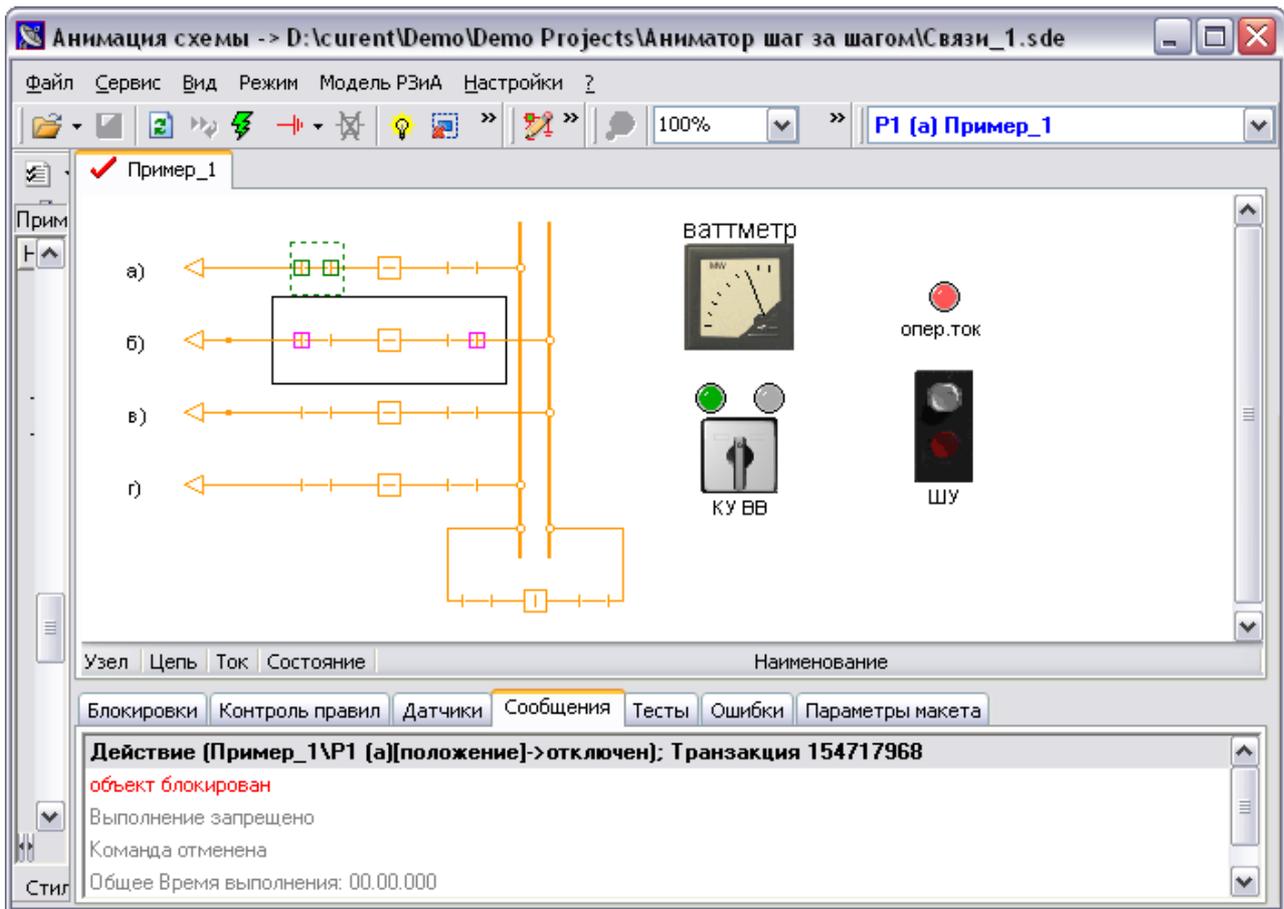


Рис. 3-4. Отмена команды для заблокированного объекта и соответствующая запись в протоколе

Имейте в виду, именно такое поведение схемы реализовано в *Тренажере по оперативным переключениям* и *Электронном журнале*.

В программе *Аниматор схем* предусмотрена возможность игнорировать блокировку. Для этого надо снять флажок в строке **Учет блокировок** в меню **Настройки**.

В этом случае не проверяются признаки, запрещающие изменение состояния КА в данный момент времени, в протоколе нет соответствующего сообщения (Рис. 3-5.) и операции исполняются немедленно.

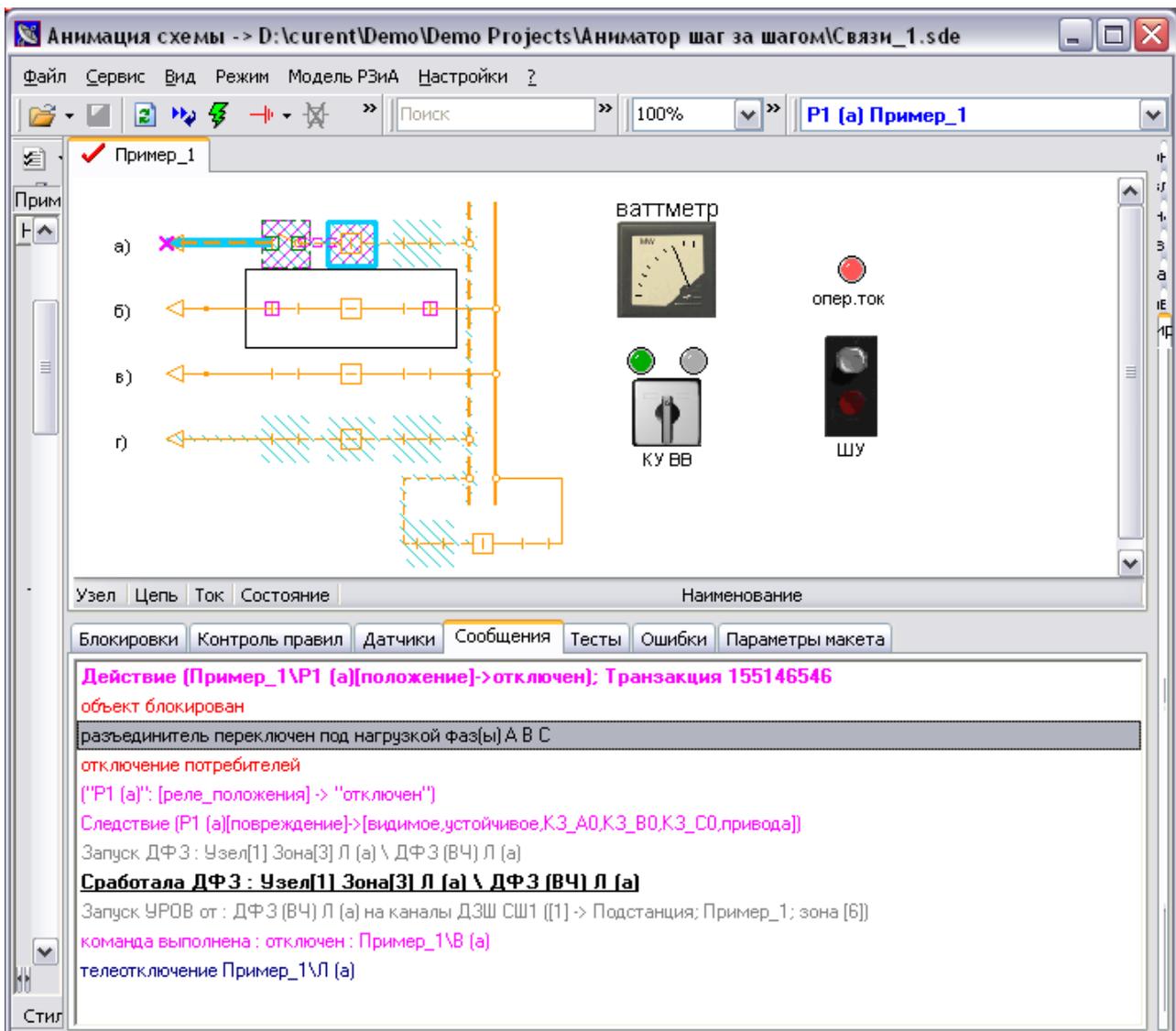


Рис. 3-5. Результат отключения правила

3.2.2 Включение/отключение конкретного правила или блокировки

Как уже говорилось, программа *Аниматор схем* также предоставляет возможность частично или полностью отключить проверку predetermined правил на любом КА. Эта настройка учитывается при использовании схемы в *Тренажере по оперативным переключениям* и *Электронном журнале*.

Отключение производится для каждого конкретного КА на схеме. При этом нет необходимости отключать проверку, если Вы не ожидаете ложного результата или в данной схеме правило вообще не может проявиться (например, правило «КЗ на стоящий генератор» в схеме без генераторов).

Для того, чтобы отключить блокировку для КА, выделите этот КА на схеме (сделайте его активным), откройте нужную вкладку— *Контроль правил* или *Блокировки*— и снимите

флажок в строке соответствующего правила (Рис. 3-6.). Теперь оно не будет проверяться при операциях с данным элементом.

Мы отключили блокировку **Запрет переключения** для линейного разъединителя P1 (а).

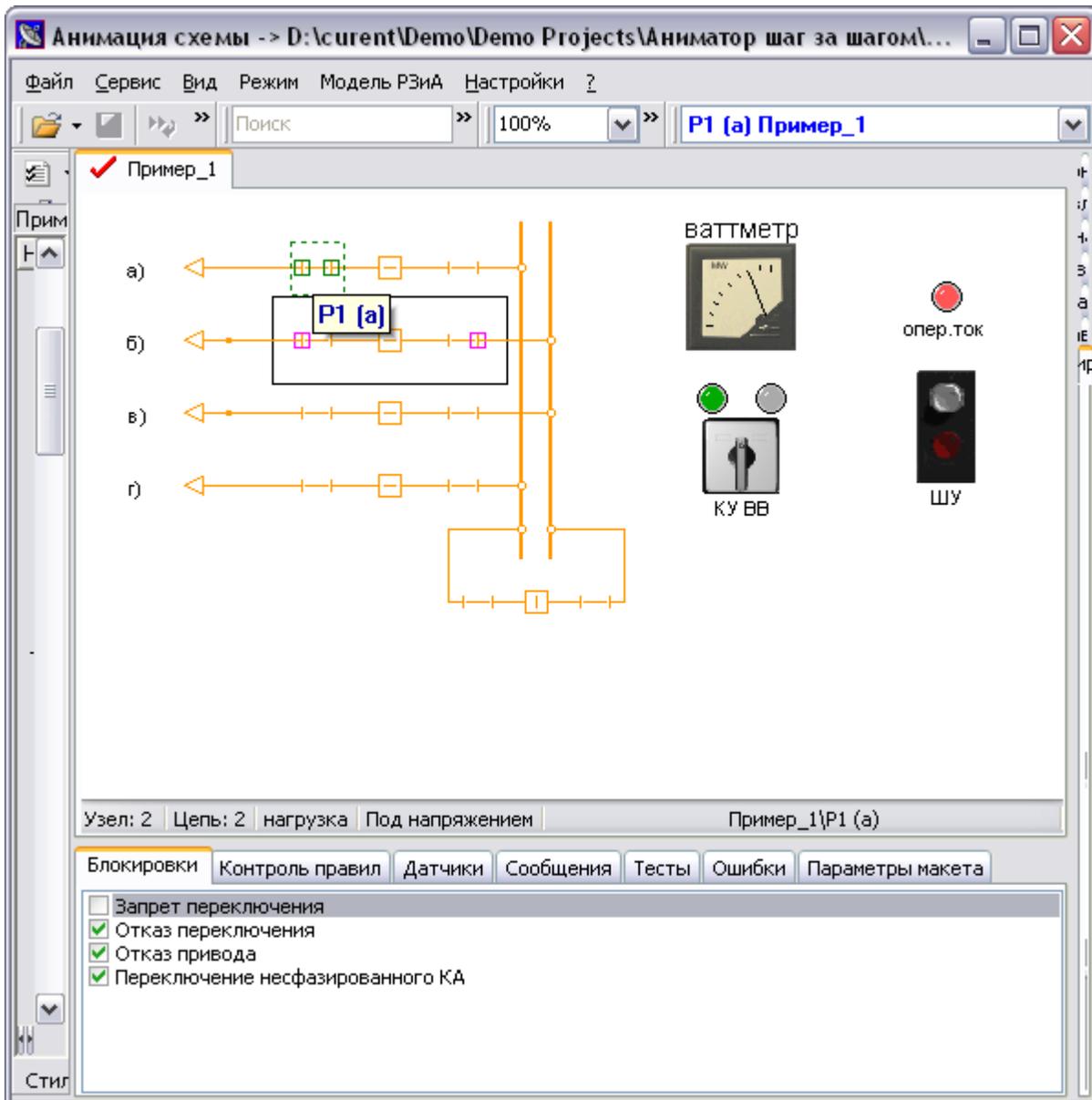


Рис. 3-6. Отключение правила

3.3 Блокировки, реализованные в программном комплексе Modus

Блокировки базируются на основе информации о самом элементе, соседних элементах схемы и не зависят от режима сети. Они запрещают изменение состояния КА.

В программном комплексе Modus реализованы четыре блокировки:

- запрет включения;

- отказ переключения;
- отказ привода;
- запрет переключения.

Назначение блокировок одинаково: сообщить системе, что в данный момент времени элементом оперировать нельзя.

3.3.1 Запрет переключения

Блокировка коммутационного аппарата отключает управление этим КА. Моделируется посредством изменения определенных параметров в панели **Свойства**. Для каждого типа КА определен свой набор этих параметров. Для выключателя таких параметров три:

- оперативный ток в состоянии «отключен»;
- оперативный ток привода в состоянии «отключен»;
- запрет в состоянии «есть».

По умолчанию все эти параметры включены.

Попробуйте отключить оперативный ток выключателя В (а) на схеме Связи_1.sde из папки «ШагЗаШагом». Для этого откройте панель **Свойства** (меню **Вид**, строка **Команды**), выберите параметр **опер_ток** и для него установите значение **отключен**.

Если Вы отключите предупреждения, то управление выключателем В (а) станет невозможным. Вам не удастся изменить его положение.

Если же предупреждения включены, то при попытке переключения В (а) появляется сообщение, что объект заблокирован (Рис. 3-7.)

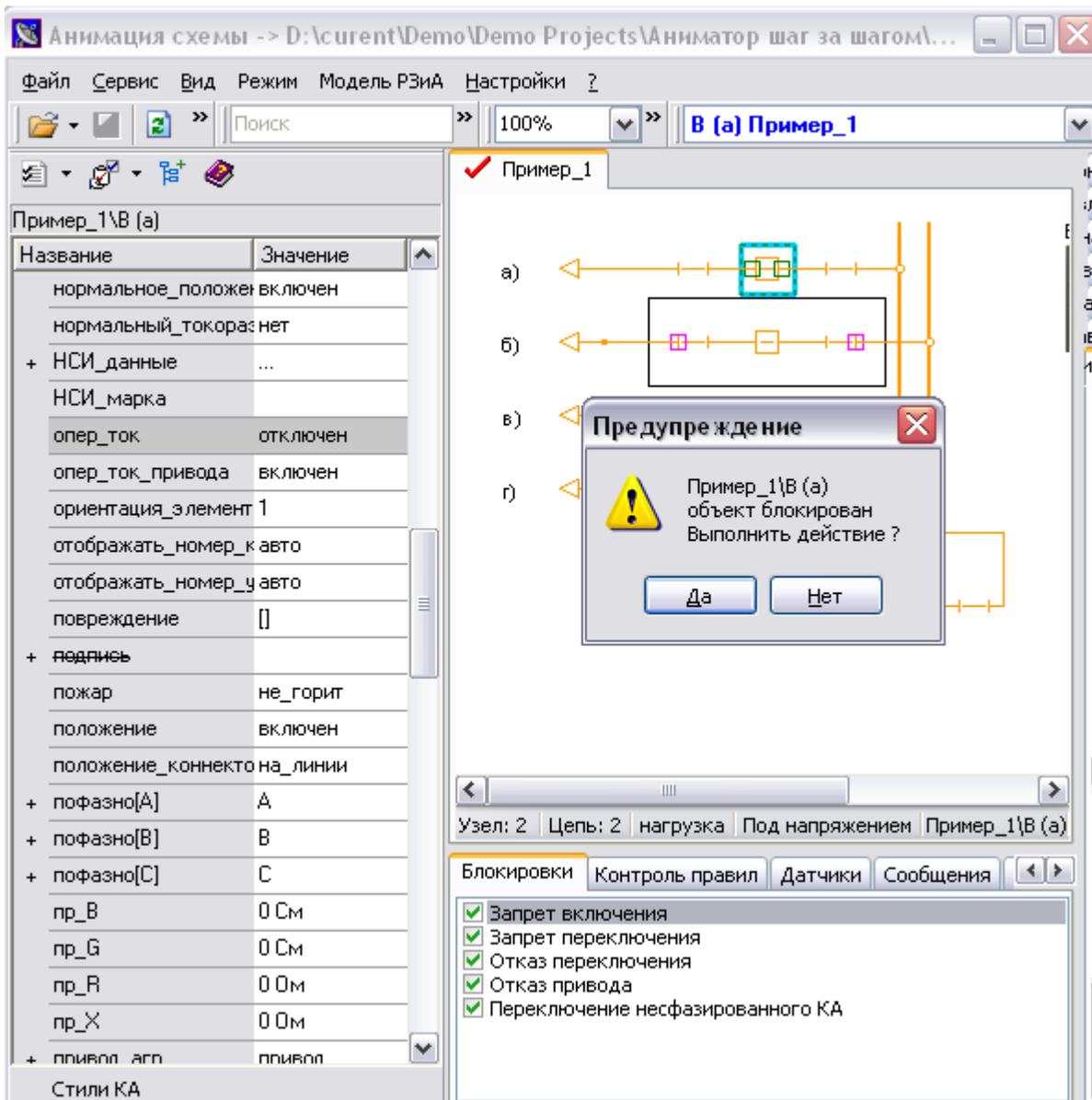


Рис. 3-7. Управление выключателем при отключенном оперативном токе

невозможно

Установив параметр **запрет**, Вы зададите немотивированный запрет на переключение выключателя. Его действие аналогично действию параметра **оперативный ток**.

Для разъединителя и заземляющего ножа предусмотрен один параметр, моделирующий блокировку **Запрет переключения**,— блокировка привода. Она работает автоматически: привод разъединителя блокируется выключателем, рядом с которым он находится. Если выключатель включен, то независимо от того, идет ток через этот выключатель или нет, привод разъединителя блокирован.

3.3.2 Запрет включения

Параметр **оперативный ток привода** разрешает отключение, но запрещает включение выключателя.

Запрет включения можно считать частным случаем запрета переключения, так как это невозможность переключения в одном направлении. Для выключателя предусмотрен один параметр, моделирующий блокировку **Запрет включения**,— оперативный ток привода.

О том, как он действует, рассказано в предыдущем разделе.

3.3.3 Отказ привода

Для выключателя, разъединителя и заземляющего ножа предусмотрена возможность смоделировать повреждение привода.

Его можно задать во вкладке **Редактор свойств элементов** или посредством контекстного меню, открытого для выбранного элемента. В последнем случае элемент надо щелкнуть правой кнопкой мыши и указать в открывшемся меню строку **повреждение**. В открывшемся окне **повреждение** отметьте нужное повреждение. Мы указали повреждение для разъединителя P1 (a) (Рис. 3-8.)

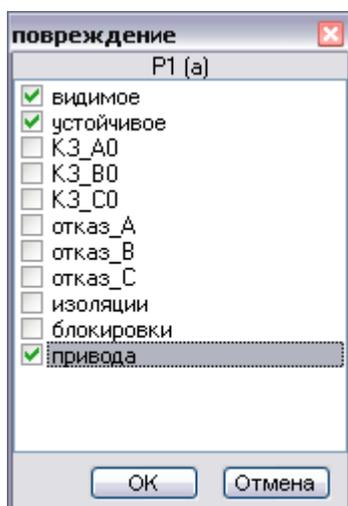


Рис. 3-8. Задание повреждения средствами контекстного меню

Обратите внимание: описание повреждения отображается в соответствующей строке панели **Редактор свойств элементов**, если, конечно, она открыта для разъединителя P1 (a) (Рис. 3-9). Теперь отключите выключатель В (a) и попробуйте отключить разъединитель.

Если предупреждения отключены, то Вам это не удастся, если же они включены, то на экране появится соответствующее предупреждение.

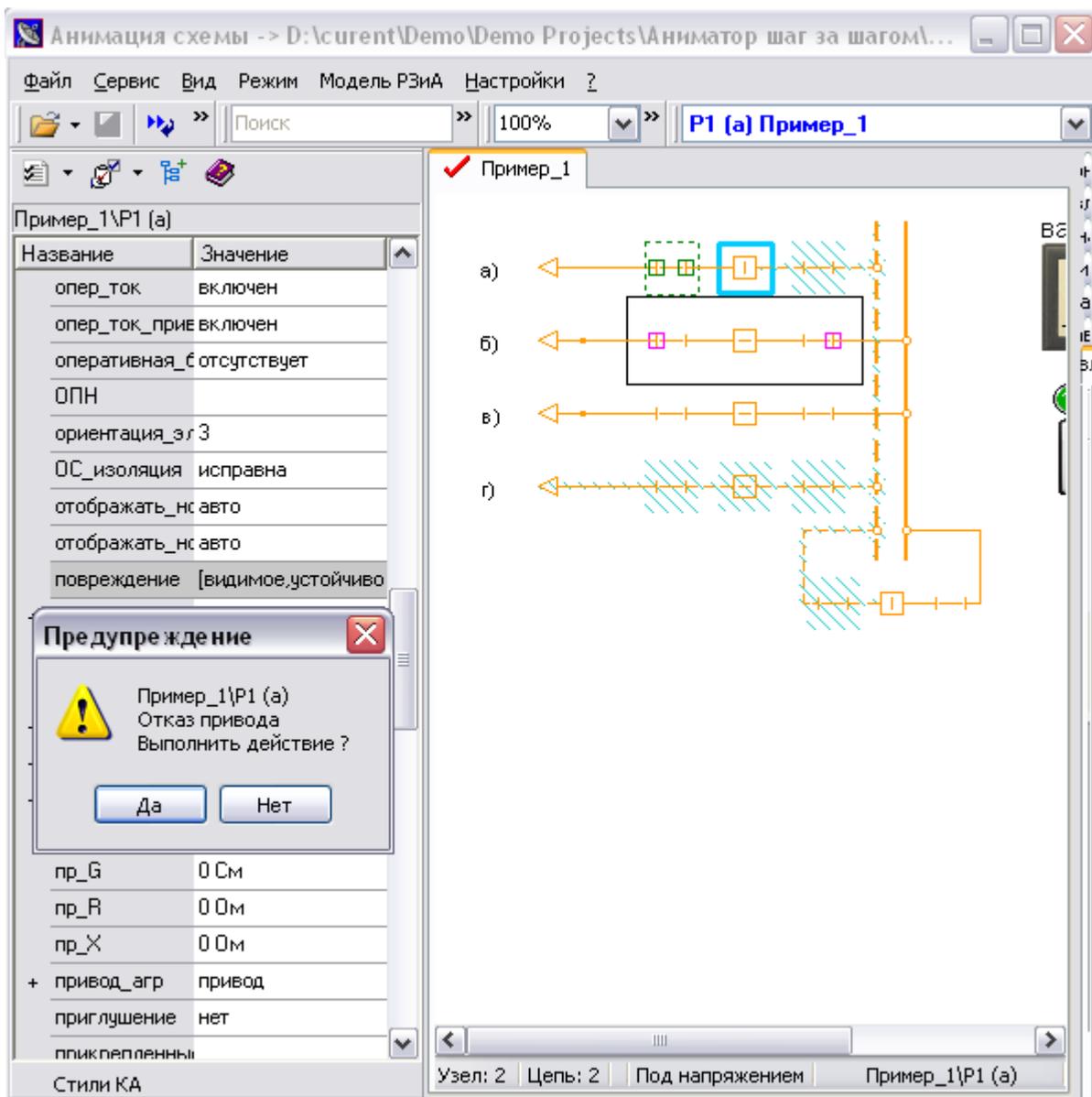


Рис. 3-9. Попытка операции с разъединителем

3.3.4 Отказ переключения

Для выключателя, разъединителя и заземляющего ножа предусмотрен один параметр, моделирующий отказ переключения,— повреждение: отказ фазы А, В и С — всех одновременно или в любой комбинации.

Попробуем смоделировать такую ситуацию. Задайте отказ фаз А, В и С для линейного разъединителя Р1 (а) на схеме Связи_1.sde. Как Вы знаете, для этого можно воспользоваться средствами контекстного меню или панели **Редактор свойств элементов**.

В зависимости от того, видимое Вы задали повреждение или нет, при попытке переключить этот разъединитель появляются предупреждения двух видов: операция с

поврежденным КА (Рис. 3-10.) и отказ отключения фаз (Рис. 3-11).

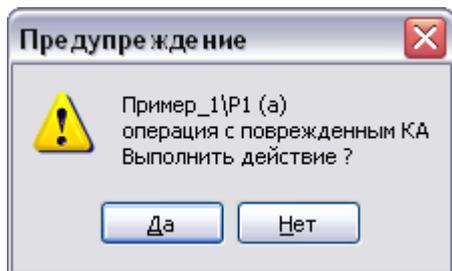


Рис. 3-10. Предупреждение при видимом повреждении — отказе фаз(ы) А, В или С

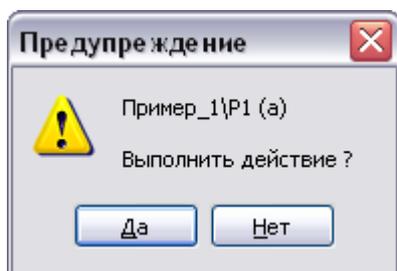


Рис. 3-11. Предупреждение при невидимом повреждении — отказе фаз(ы) А, В или С

Обратите внимание: при отказе фаз(ы) А, В или С, что разъединитель на схеме выглядит как не отключенный, но участок цепи между разъединителем и выключателем, если навести на него указатель мыши: в строке состояния отобразится информация о том, что разъединитель находится под нагрузкой, а цепь — под напряжением (Рис. 3-12). Участок цепи между разъединителем и выключателем также находится под напряжением.

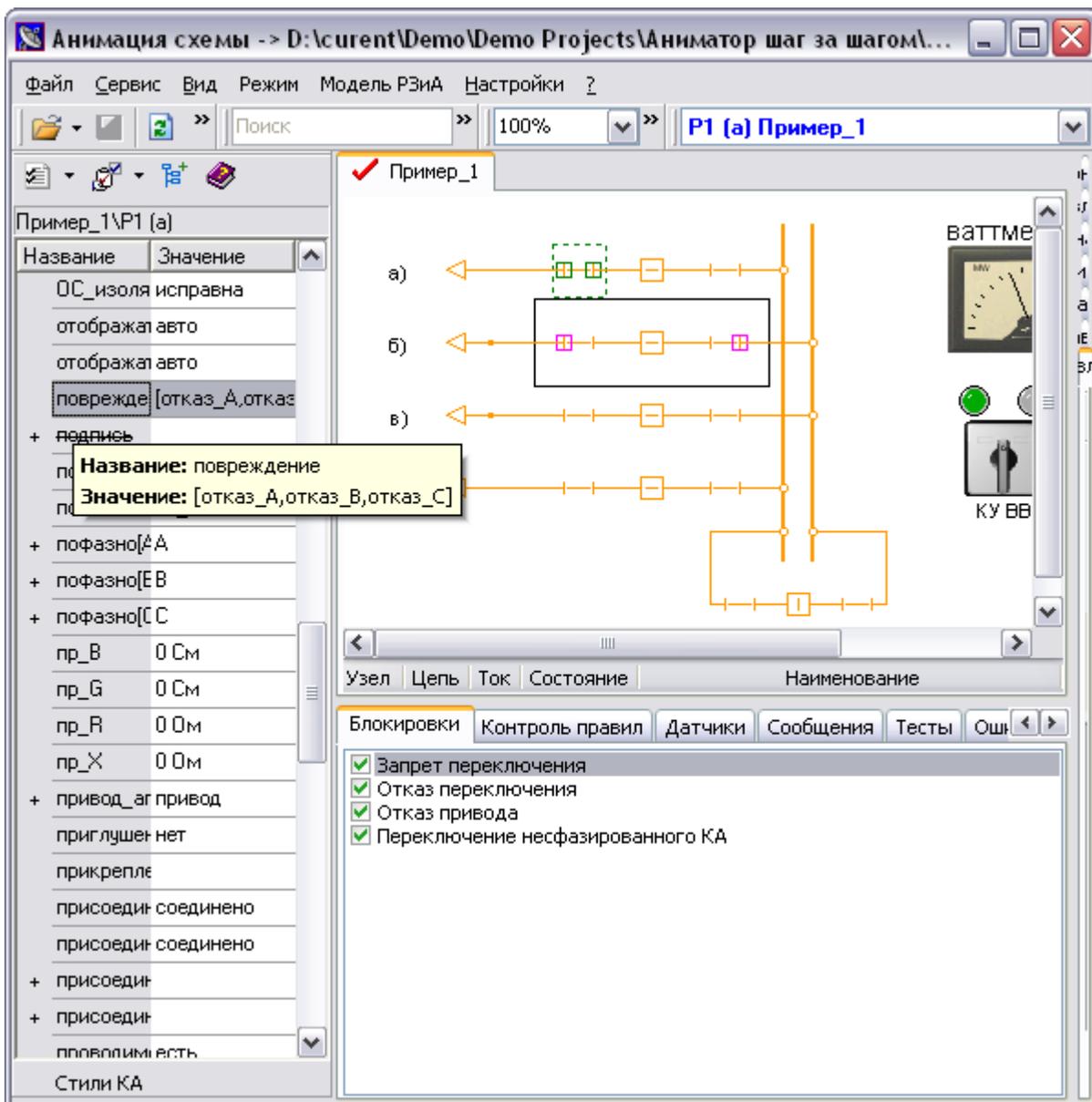


Рис. 3-12. Информация о состоянии отказавшего разъединителя

3.4 Правила, реализованные в программном комплексе Modus

Правила, реализованные в программном комплексе Modus, контролируют изменения работы сети. Они определены для каждого типа КА, но, в отличие от блокировок, зависят от состояния модели сети.

В программном комплексе Modus реализованы следующие правила:

- КЗ (короткое замыкание) на землю;
- отключение тока КЗ;
- межфазное короткое замыкание;

- повреждение ЗН (заземляющего ножа);
- шунт вторичных цепей ТН (трансформатора напряжения);
- ошиновка под напряжением;
- операция под нагрузкой;
- отключение потребителей;
- отключение собственных нужд;
- реакция на повреждение ОСИ (опорно-стержневой изоляции);
- отключение ХХ (холостого тока) трансформатора;
- отключение реактивной нагрузки;
- отключение зарядной мощности;
- увеличение зоны заземления;
- замыкание независимых цепей (сетей);
- повреждение генератора;
- феррорезонанс.
- КЗ при подаче напряжения
- КЗ при подключении к системе
- Повреждение генератора при подаче напряжения
- Повреждение генератора при подключении к системе

В следующих разделах подробно рассказано об этих правилах и условиях, при которых они реализуются.

Откройте схему, в которой имеются все основные типы КА— Связи_2.sde из папки «ШагЗаШагом».

3.4.1 КЗ на землю

Это правило определено для всех видов КА. Оно контролирует факт возникновения КЗ при работе с конкретным КА. В случае возникновения КЗ на экране последовательно появляется несколько предупреждений, назначение которых— проинформировать Вас о возможности возникновения опасной ситуации и последствиях.

Вначале появляется предупреждение с описанием ситуации (Рис. 3-13.)

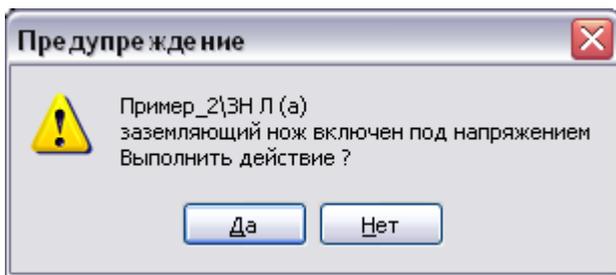


Рис. 3-13. Предупреждение с описанием ситуации

Если вы не примете его во внимание, то появится предупреждение о вероятных последствиях (Рис. 3-14.)

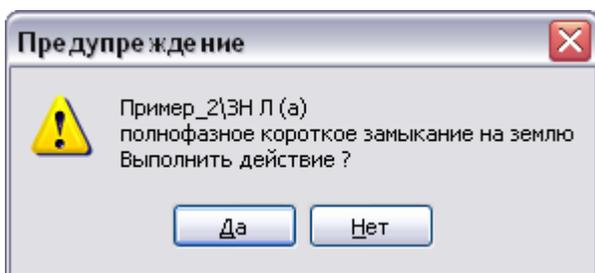


Рис. 3-14. Предупреждение при угрозе возникновения КЗ на землю

Если Вы проигнорируете это сообщение, щелкнув кнопку **Да**, то модель поведения схемы будет изменена и записи о действии соответствующих правил и блокировок появятся в протоколе работы данного КА, который располагается во вкладке **Сообщения** на панели **Правила** (Рис. 3-15.).

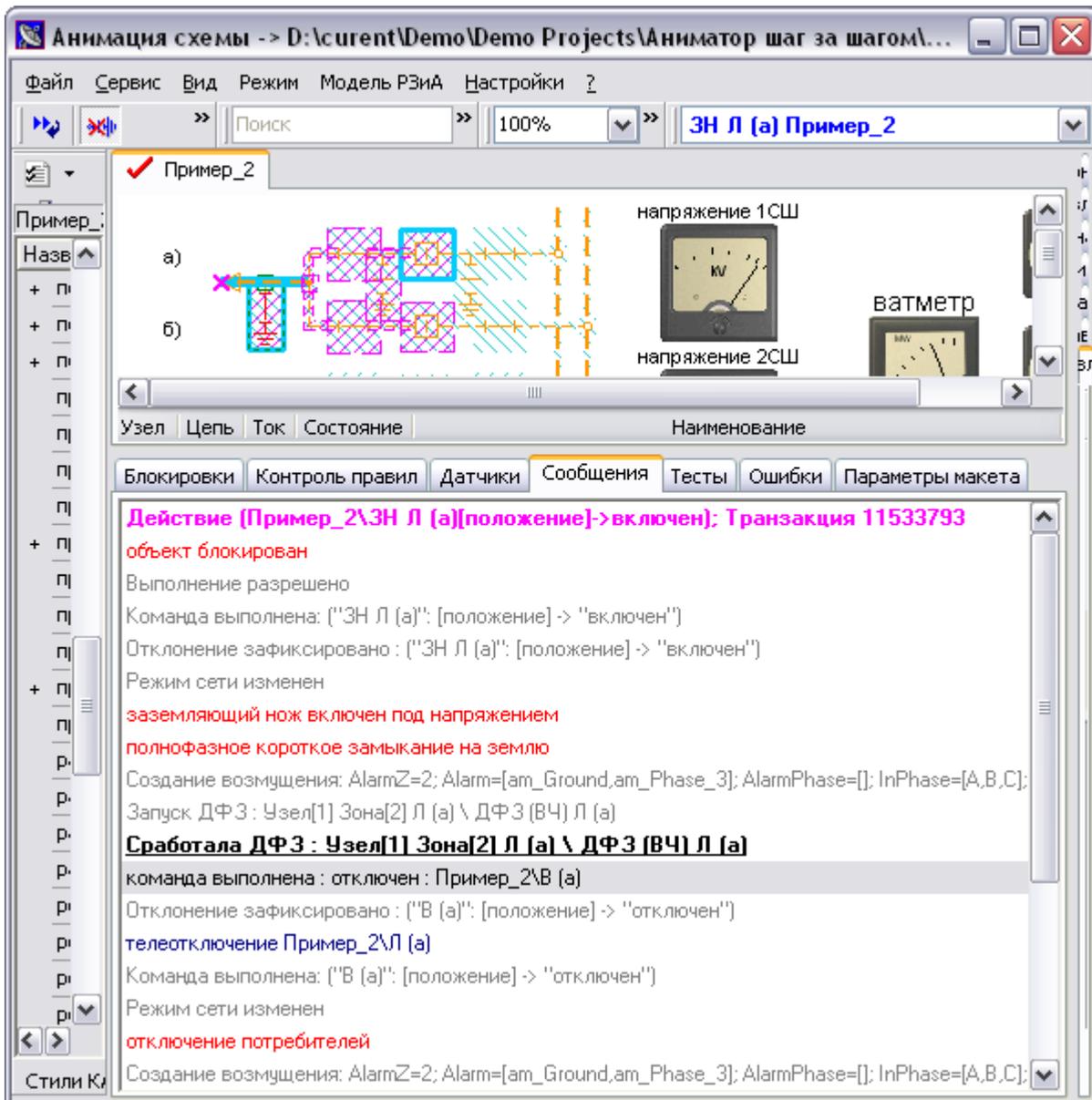


Рис. 3-15. Протокол сообщений при возникновении КЗ

3.4.2 Повреждение ЗН

Повреждение заземляющего ножа (ЗН) происходит, когда ЗН пытаются включить под напряжением: заземляющий нож сгорает. Правило действует только для заземляющих ножей.

Эту ситуацию мы продемонстрировали в предыдущем разделе.

3.4.3 Межфазное короткое замыкание

Это правило — частный случай КЗ, действует для выключателей и разъединителей.

Оно возникает в результате повреждения оборудования. Чтобы смоделировать его, отключите выключатель в цепи «г» и задайте для линии «г» повреждение— устойчивое, короткое замыкание фаз А и В на землю. Далее попробуйте включить выключатель В(г).

На экране появится предупреждение (Рис. 3-16.)

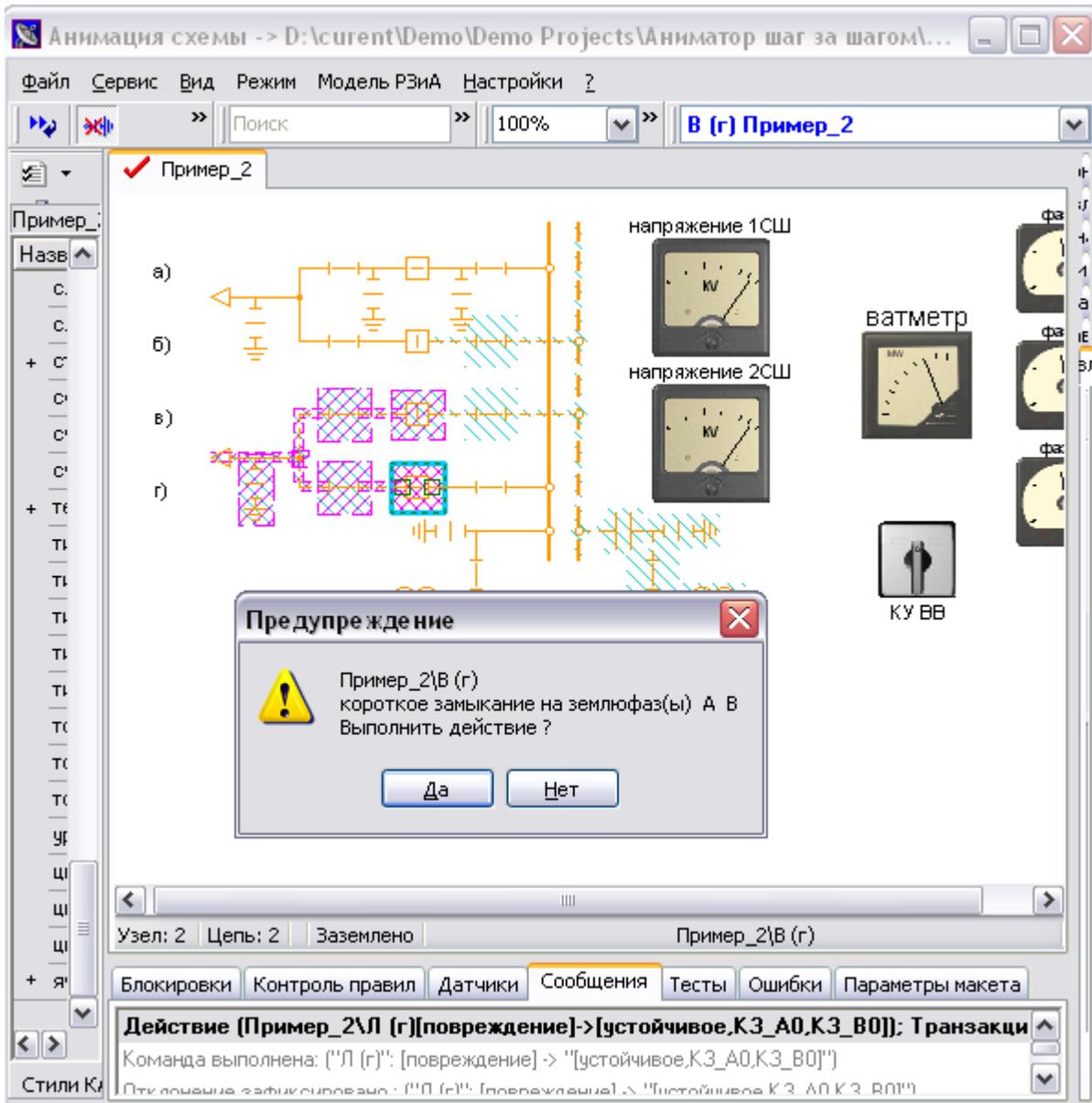


Рис. 3-16. Предупреждение о возможности межфазного КЗ

Если Вы несмотря на предупреждение все-таки выполните действие, то автоматически будет выполнена последовательность действий, зафиксированная в протоколе (Рис. 3-17.). В результате выключатель В(г) будет отключен.

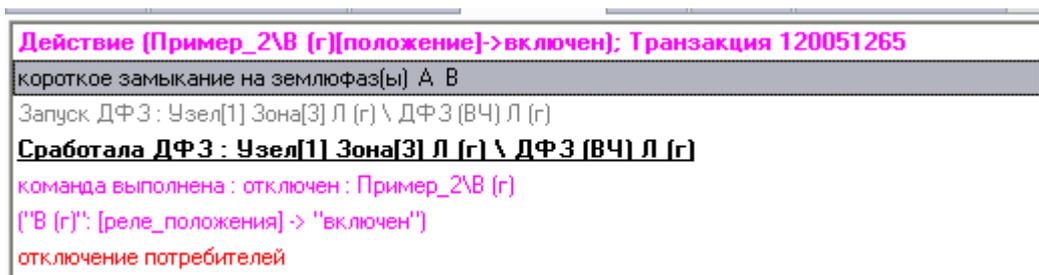


Рис. 3-17. Протокол сообщений при межфазном КЗ

3.4.4 Ошиновка под напряжением

Это правило срабатывает при попытке присоединения устройства под напряжением. Действует при операции с ошиновкой любого элемента схемы.

Попробуем расшиновать ЗН линии «а». Воспользуемся для этого средствами контекстного меню (строка **Расшиновать**). На экране появится соответствующее предупреждение (Рис. 3-18.)

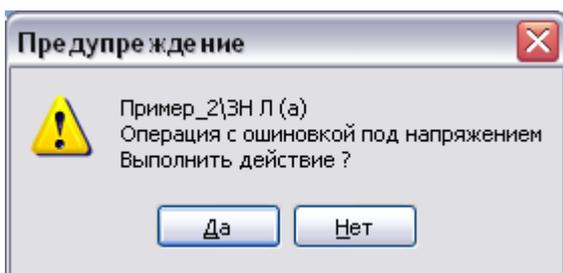


Рис. 3-18. Предупреждение о проведении операции с ошиновкой под напряжением

Если Вы проигнорируете это сообщение, щелкнув кнопку **Да**, то объект будет расшинован (на схеме это место обозначено сиреневым крестиком) и режим сети изменится. При включении расшинованного объекта (в данном случае заземляющего ножа) никакие правила не действуют, ведь объект отсоединен от сети. Нет и последствий в протоколе работы объекта (Рис. 3-19.)

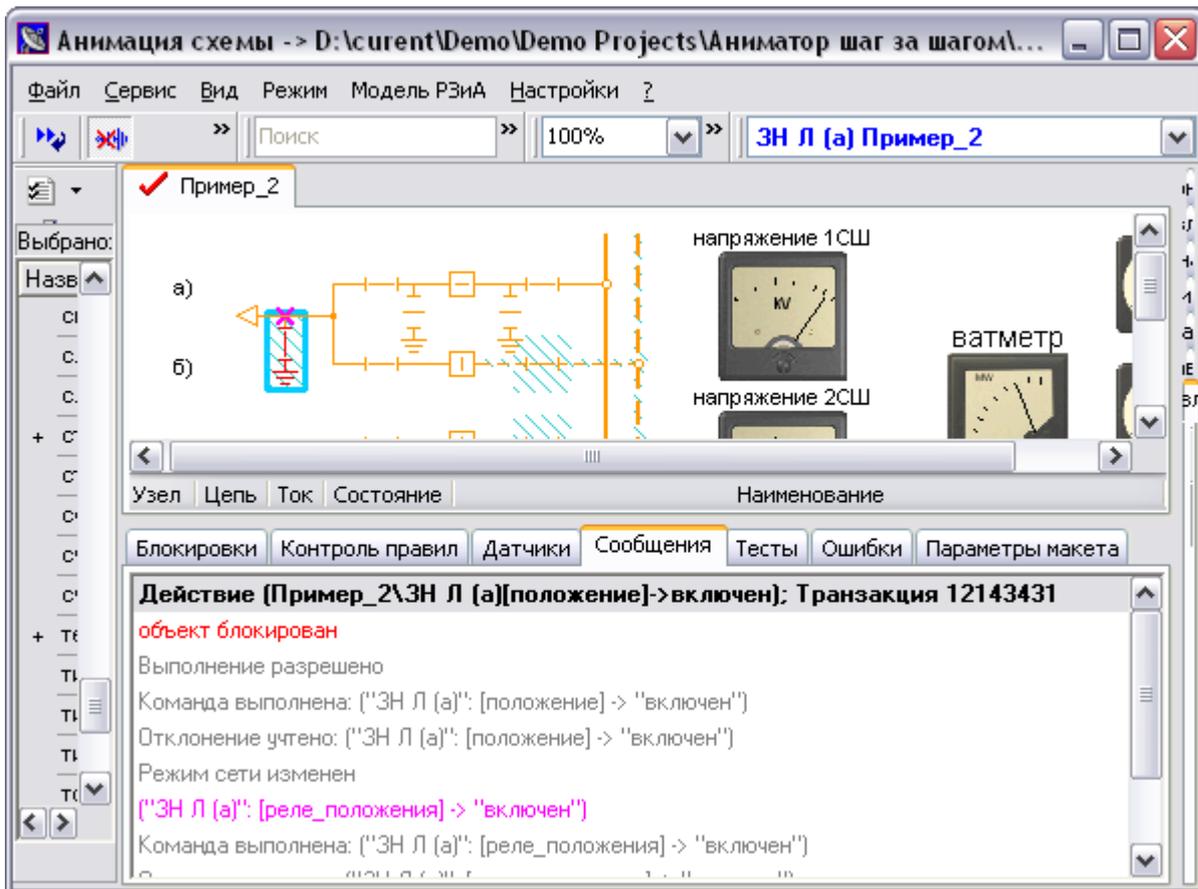


Рис. 3-19. Протокол сообщений при отключении расширенного объекта

Обратите внимание, что в протоколе появилась запись о действии блокировки. Это объяснимо: блокировки не зависят от режима сети.

3.4.5 Операция под нагрузкой

Это правило действует для разъединителей и отделителей.

Проиллюстрируем его на примере отключения разъединителя под нагрузкой, например Р1 в линии «а». Мы получим сообщение, показанное на Рис. 3-20.

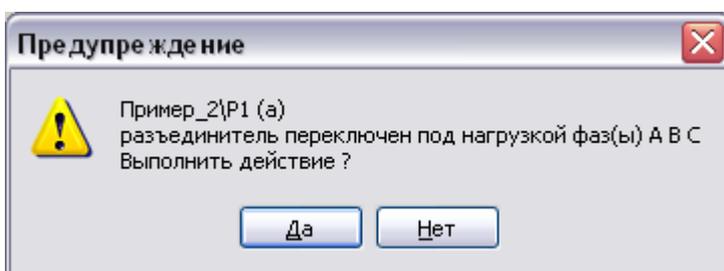


Рис. 3-20. Предупреждение о проведении операции под нагрузкой

В результате действия этого правила возникает *следствие*, сведения о котором фиксируются в протоколе на вкладке Сообщения (рис. <NUMBERING1%>-21):

повреждение видимое, устойчивое и перечисление видов КЗ.

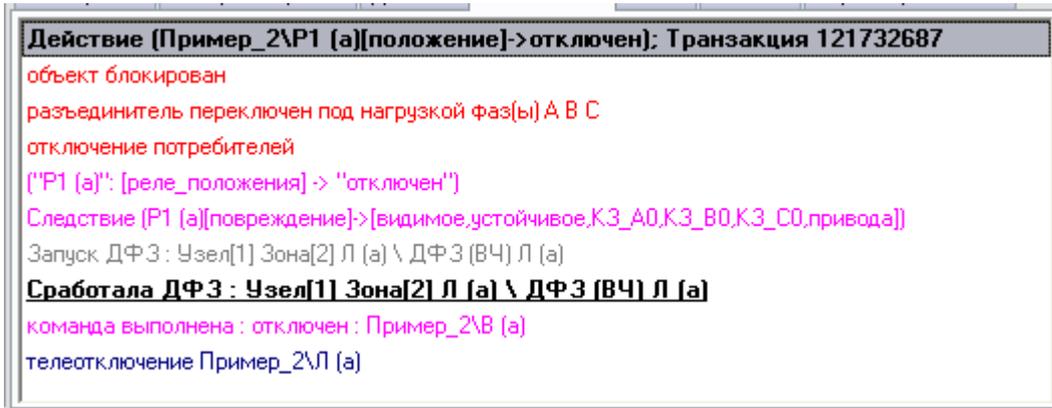


Рис. 3-21. Протокол сообщений при проведении операции под нагрузкой

3.4.6 Отключение тока КЗ

Это правило— частный случай правила под нагрузкой: в этом случае фиксируется отключение не нагрузочного тока, а тока КЗ (Рис. 3-22.) Отключение тока КЗ действует для всех типов КА, кроме выключателей.

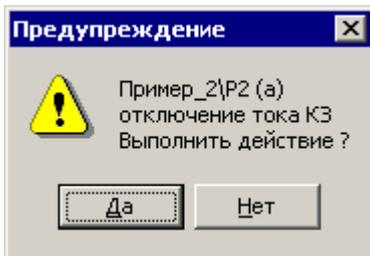


Рис. 3-22. Предупреждение об отключении тока КЗ

3.4.7 Шунт вторичных цепей ТН (наведенное напряжение)

Это правило действует для всех типов КА.

Смоделируем ситуацию, когда реализуется это правило. На схеме Связи_2.sde отключите выключатель в линии «а», чтобы снять напряжение с системы шин 1 (СШ1), затем включите заземляющий нож 1. Поскольку автомат цепей напряжения остался включен, возможна подпитка шин «обратной» трансформацией через ТН. Кроме того, при этом возможно ложное срабатывание защит по напряжению. Именно об этом сообщает появляющееся на экране предупреждение (Рис. 3-23.)

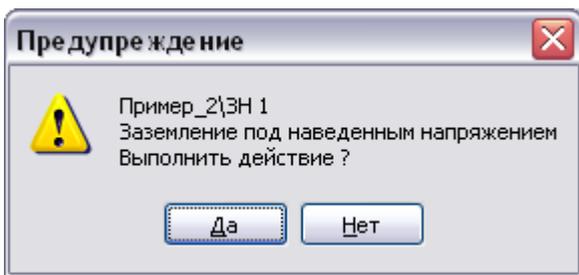


Рис. 3-23. Предупреждение о возможности шунтирования вторичных цепей

Если Вы щелкнете кнопку **Да**, то вторичные цепи будут шунтированы на землю, а на вкладке **Сообщения** появится соответствующая запись (Рис. 3-24.)

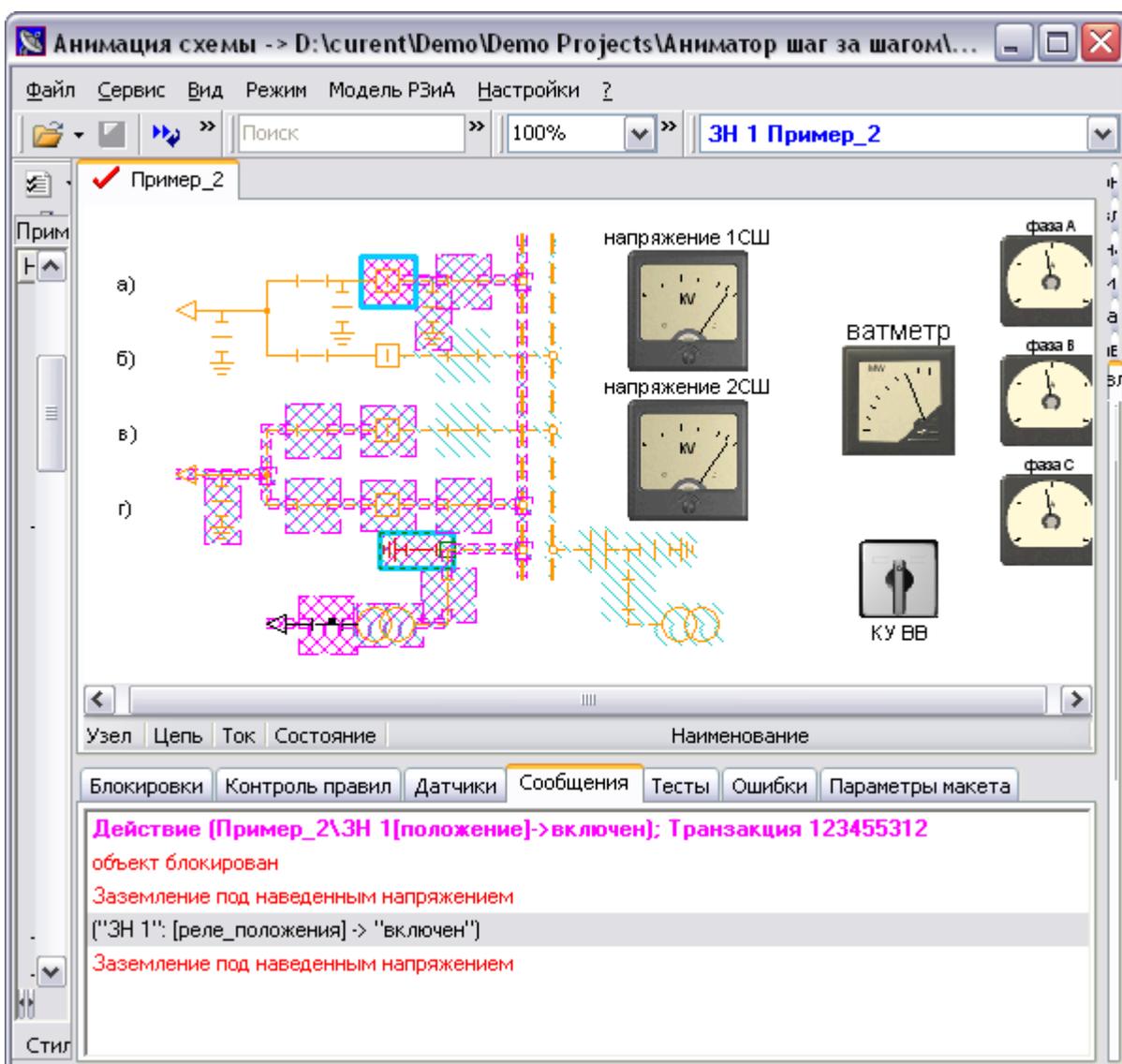


Рис. 3-24. Протокол сообщений о заземлении под наведённым напряжением (шунтирование вторичных цепей на землю)

3.4.8 Отключение потребителей

Это правило определено для всех типов коммутационных аппаратов, кроме заземляющих ножей. В случае угрозы отключения потребителей Вы получите соответствующее предупреждение (Рис. 3-25.)

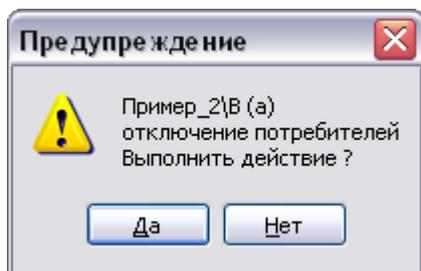


Рис. 3-25. Предупреждение об отключении потребителей

3.4.9 Отключение собственных нужд

Это правило — частный случай правила об отключении потребителей. Собственными нуждами считается система электроснабжения самого объекта. Правило определено для всех типов коммутационных аппаратов, кроме заземляющих ножей.

В случае угрозы отключения собственных нужд Вы получите соответствующее предупреждение (Рис. 3-26.)

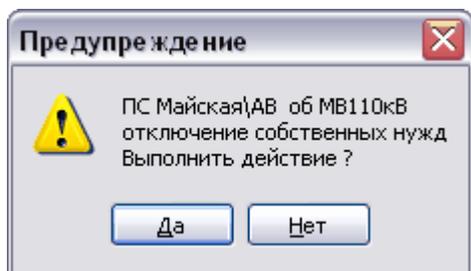


Рис. 3-26. Предупреждение об отключении собственных нужд

3.4.10 Реакция на повреждение ОСИ (опорно-стержневой изоляции)

Это правило определено только для разъединителей. Чтобы смоделировать его, опишите для разъединителя P2 повреждение изоляции— видимое, устойчивое (Рис. 3-27.).

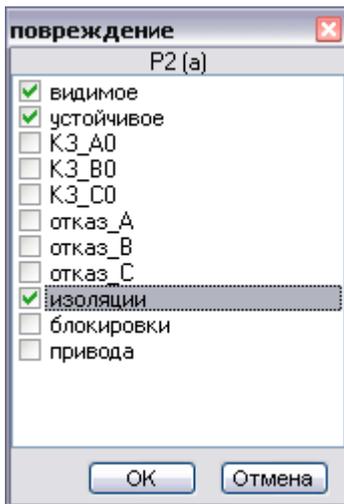


Рис. 3-27. Описание повреждения разъединителя

Как результат этих действий, в протоколе на вкладке **Сообщения** появится запись о повреждении изоляции P2 (рис. 328). Однако никаких видимых изменений в изображении разъединителя на схеме не произойдет.

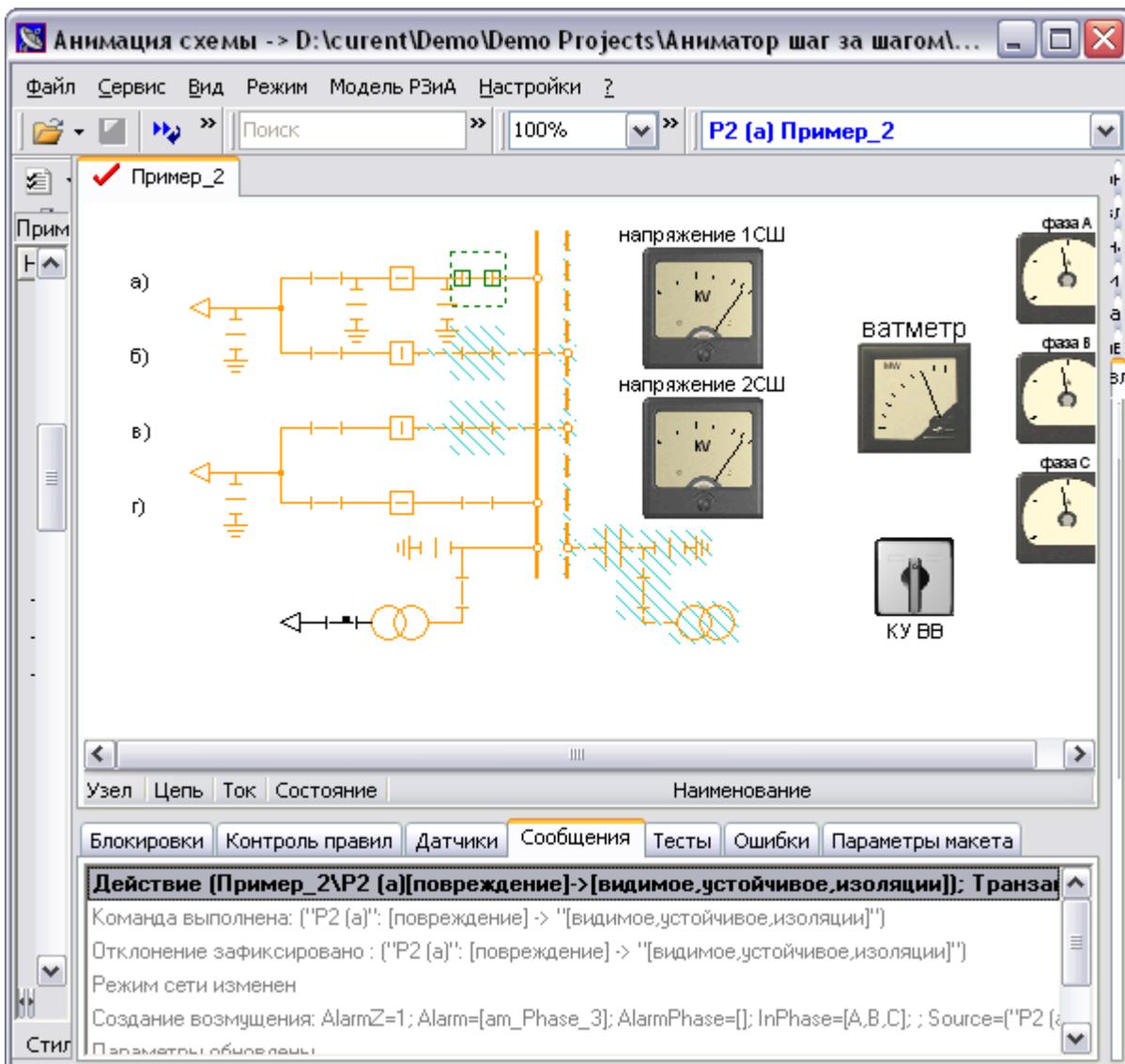


Рис. 3-28. Запись о повреждении изоляции

Теперь, если Вы, не обратив внимания на запись в протоколе, выполните стандартную операцию— сначала отключите выключатель в линии «а», а затем попытаетесь отключить разъединитель P2, то появится сообщение о разрушении этого разъединителя (Рис. 3-29.)

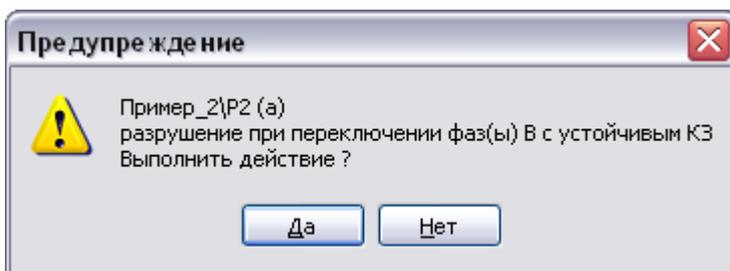


Рис. 3-29. Предупреждение о разрушении разъединителя с повреждением ОСИ

Название фазы (А, В или С) при этом выбирается произвольно.

3.4.11 Отключение холостого хода (XX) трансформатора

Это правило определено для разъединителей и отделителей. Оно срабатывает, когда напряжение с трансформатора снимается разъединителем.

Чтоб продемонстрировать работу этого правила, откройте схему Связи_3.sde из папки «ШагЗаШагом». Отключите выключатель в цепи трансформатора АТ1, затем попытайтесь отключить разъединитель Р3 (а).

На экране появится предупреждение, показанное на Рис. 3-30.

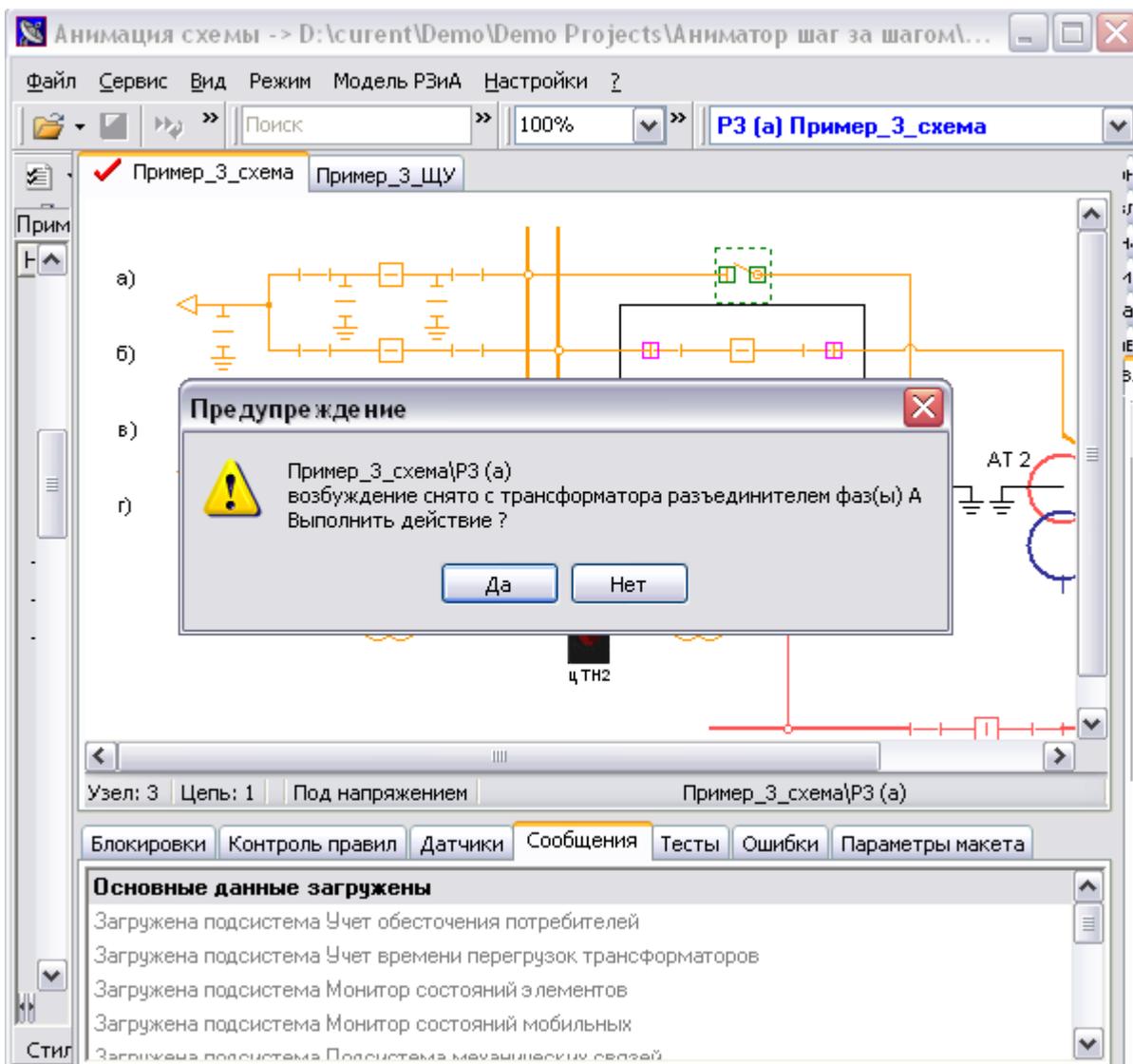


Рис. 3-30. Предупреждение об отключении холостого хода трансформатора

3.4.12 Отключение реактивной нагрузки

Это правило аналогично предыдущему, однако действует оно не для трансформаторов, а для шунтирующих реакторов.

3.4.13 Отключение зарядной мощности линии

Это правило определено только для разъединителей.

Продemonстрируем его работу на примере схемы Связи_2.sde. Переопределите тип связи линии Л (г): измените тип связи «потребитель» на тип связи «не определено» (Рис. 3-31.) Обратите внимание, что при этом исчезает нагрузка на выключателях и разъединителях.

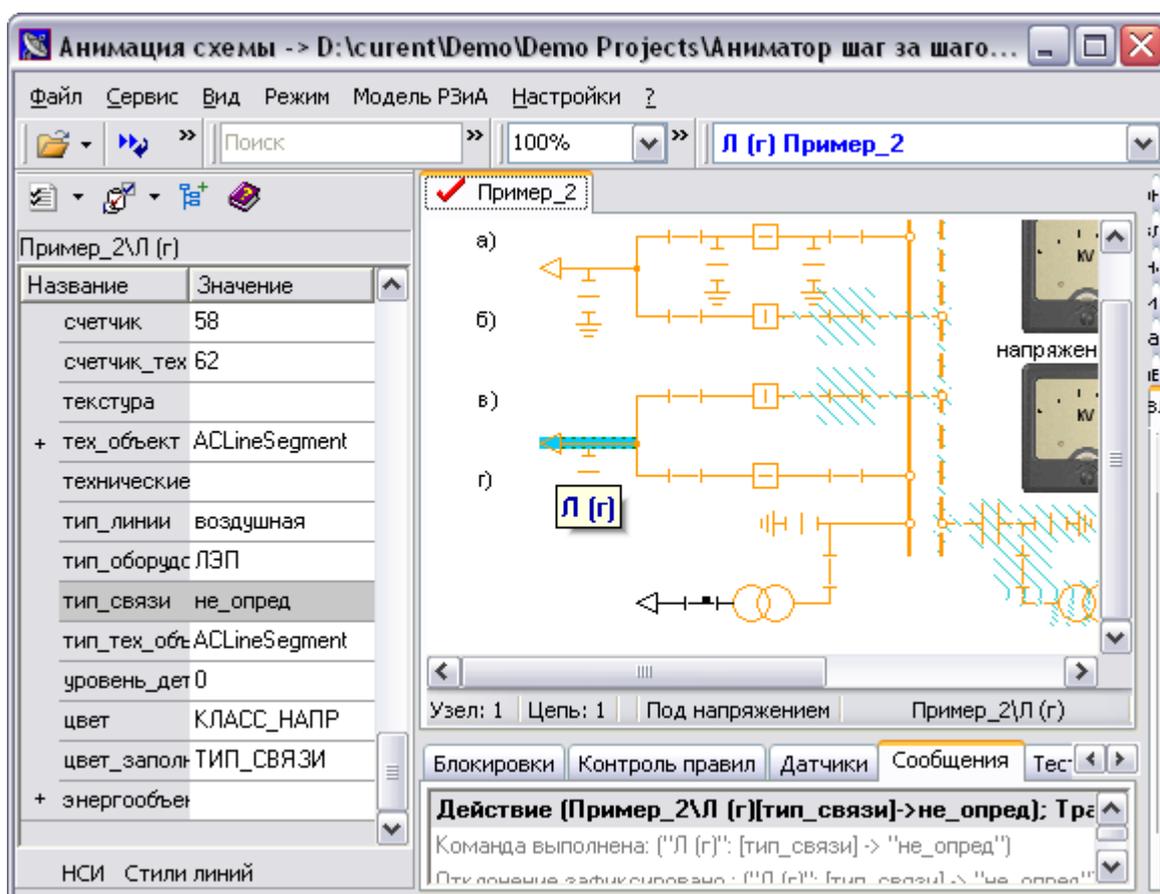


Рис. 3-31. Переопределение состояния линии

Теперь отключите разъединитель Р1 в линии «г». На экране появится сообщение, показанное на Рис. 3-32.

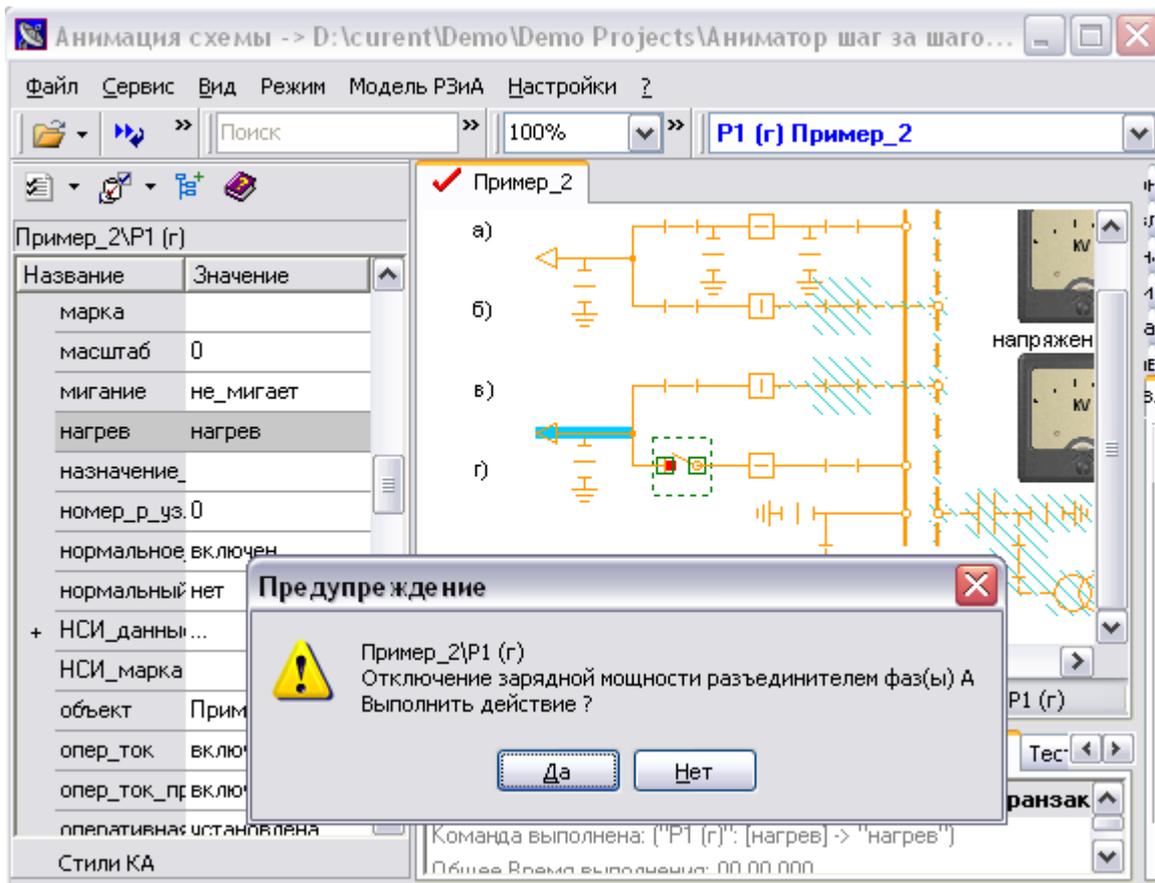


Рис. 3-32. Предупреждение об отключении зарядной мощности

3.4.14 Увеличение зоны заземления

Это правило определено для разъединителей и отделителей.

Продemonстрируем его действие. Отключите выключатель В (г) и разъединители Р1 (в) и Р1 (г) на схеме Связи_2.sde. И затем включите заземляющий нож в линии «г». Теперь, если Вы включите разъединитель Р1 (в), возникнет ситуация, о которой программа предупредит сообщением (Рис. 3-33.)

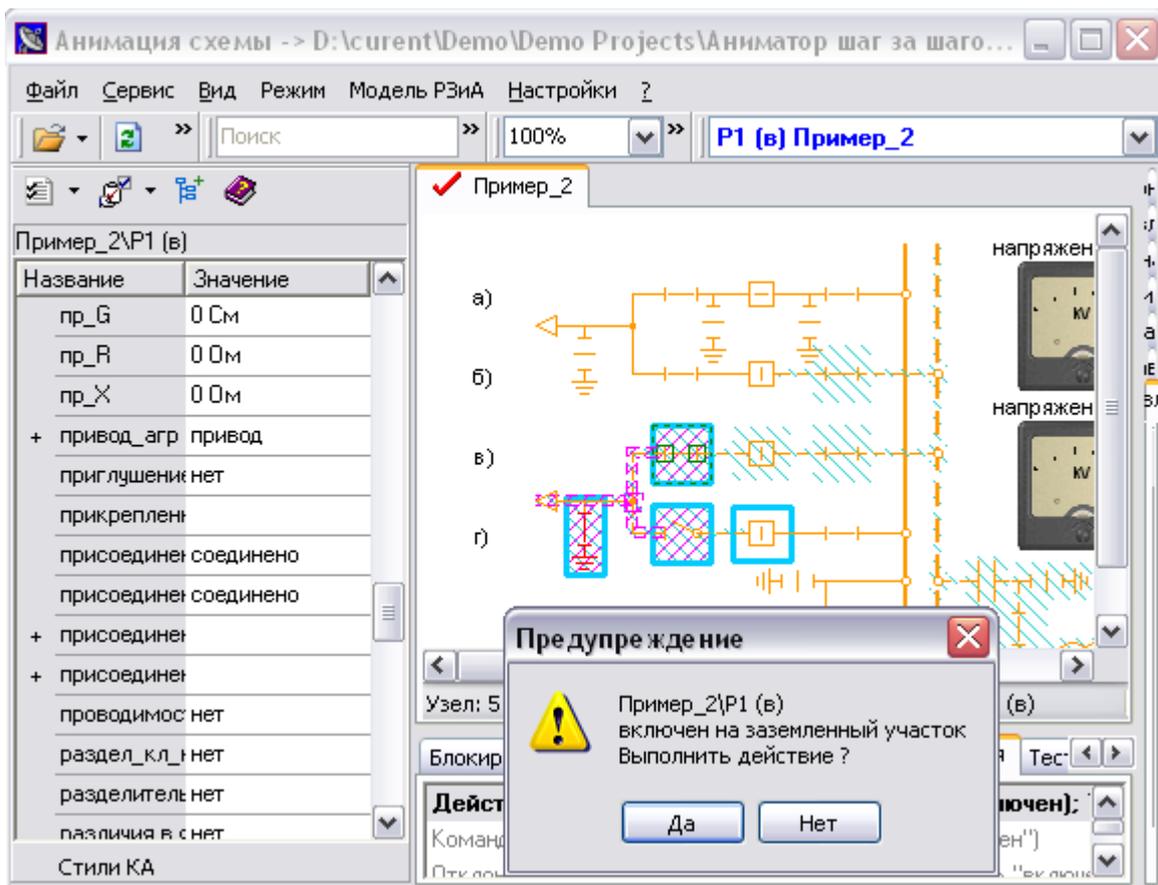


Рис. 3-33. Предупреждение о включении на заземленный участок

3.4.15 Замыкание независимых цепей

Это правило действует только для всех типов КА, кроме ЗН и короткозамыкателей. О наличии независимых цепей питания свидетельствует значок $\sim\#$ на разомкнутом выключателе, т. е. на обоих полюсах выключателя находятся разные источники напряжения.

Чтоб смоделировать подобную ситуацию, переопределите тип связи линии, например Л (г), на «источник» при отключенных выключателях «в» и «г» (Рис. 3-34.)

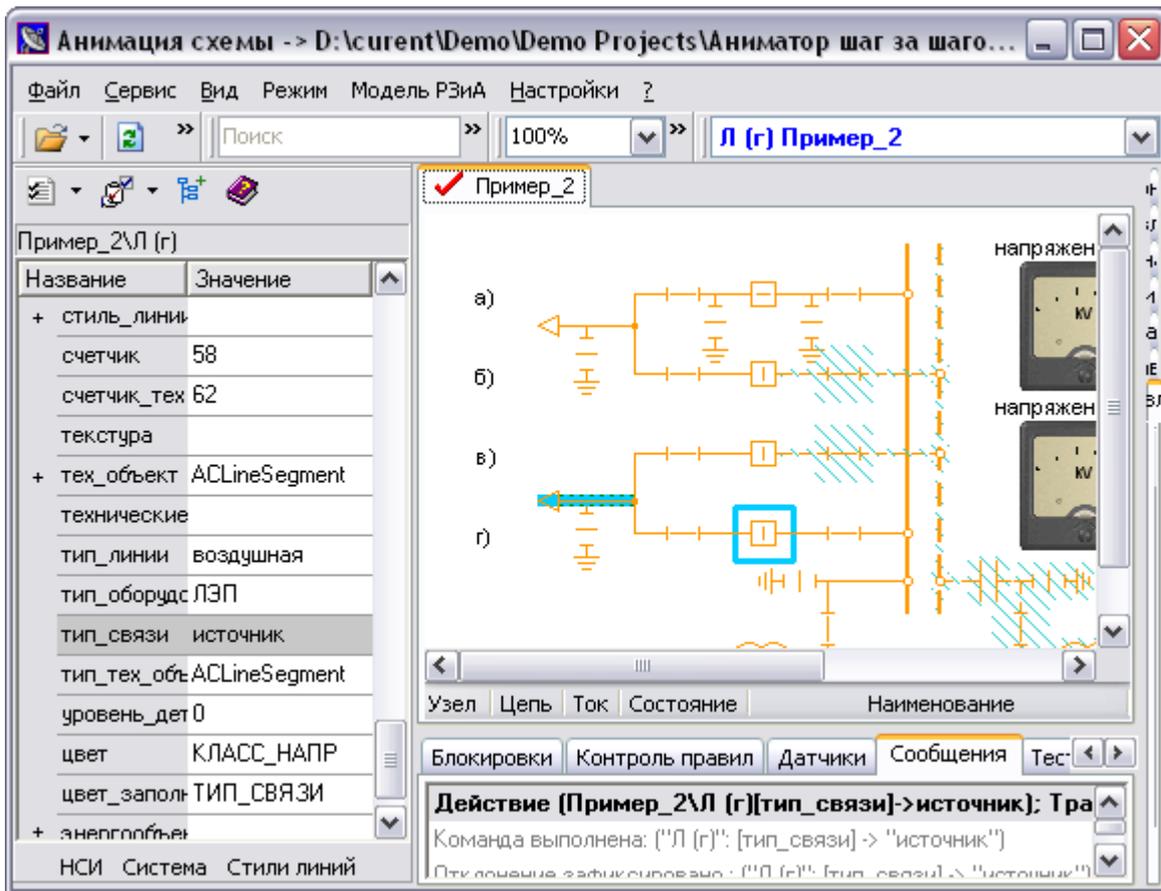


Рис. 3-34. Переопределение типа линии

Теперь попробуйте включить один их выключателей. На экране появится сообщение, показанное на Рис. 3-35.

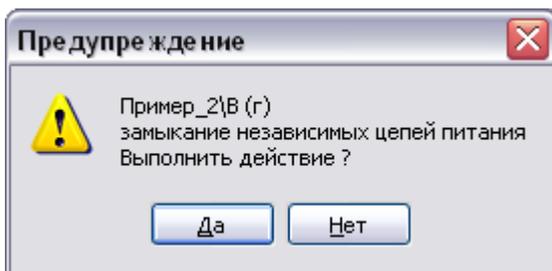


Рис. 3-35. Предупреждение о замыкании независимых цепей питания

3.4.16 Феррорезонанс

Это правило определено только для выключателей. Феррорезонанс возможен в цепях класса напряжения 220 кВ и выше, когда к шине подключен трансформатор напряжения.

Правило срабатывает при снятии напряжения с шины выключателем, если шина была без нагрузки, а ТН остался подключенным.

В этом случае на экране появляется предупреждение, показанное на Рис. 3-36.

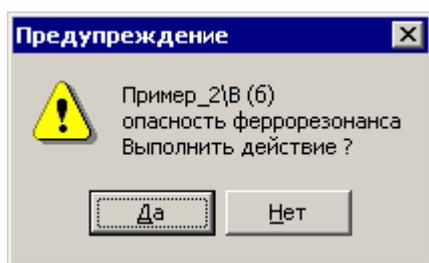


Рис. 3-36. Предупреждение об опасной схеме

3.4.17 Повреждение генератора

Это правило определено для всех типов КА. Оно действует, когда подается напряжение на остановленный генератор, так как при этом генератор будет поврежден.

КЗ при подаче напряжения

КЗ при подключении к системе

Повреждение генератора при подаче напряжения

Повреждение генератора при подключении к системе

3.5 Колонка синхронизации

В программном комплексе *Modus* создан один из самых «гибких» имитаторов синхронизации - модель колонки синхронизации (КС). Его основными отличительными чертами являются:

1. возможность использования, как в виде навесной колонки, так и во встроенном в панель варианте
2. три варианта исполнения навесной колонки и возможность создания собственной
3. модель синхроскопа с настраиваемой зоной синхронизации
4. поддержка режимов автоматической и ручной синхронизации
5. отключаемая блокировка от несинхронного включения
6. случайное сочетание параметров несинхронных сетей при инициализации

3.5.1 Назначение колонки синхронизации

Колонка синхронизации реализована на механизме **датчиков**. В простейшем варианте использования достаточно назначить ключ синхронизации (ПСХ).

В качестве ПСХ может быть использован как один из стандартных ключей, так и пользовательский элемент, имеющий одно из состояний «**синхронизация**». ПСХ может иметь два или три состояния. Если используется два состояния, второе должно быть «**скрыть**». Если три, остальными должны быть «**ключ_установлен**» и «**ключ_вынут**».

Назначение ПСХ производится следующим образом. Воспользуйтесь схемой «synchro» из каталога «ШагЗаШагом» (Рис. 3-37.)

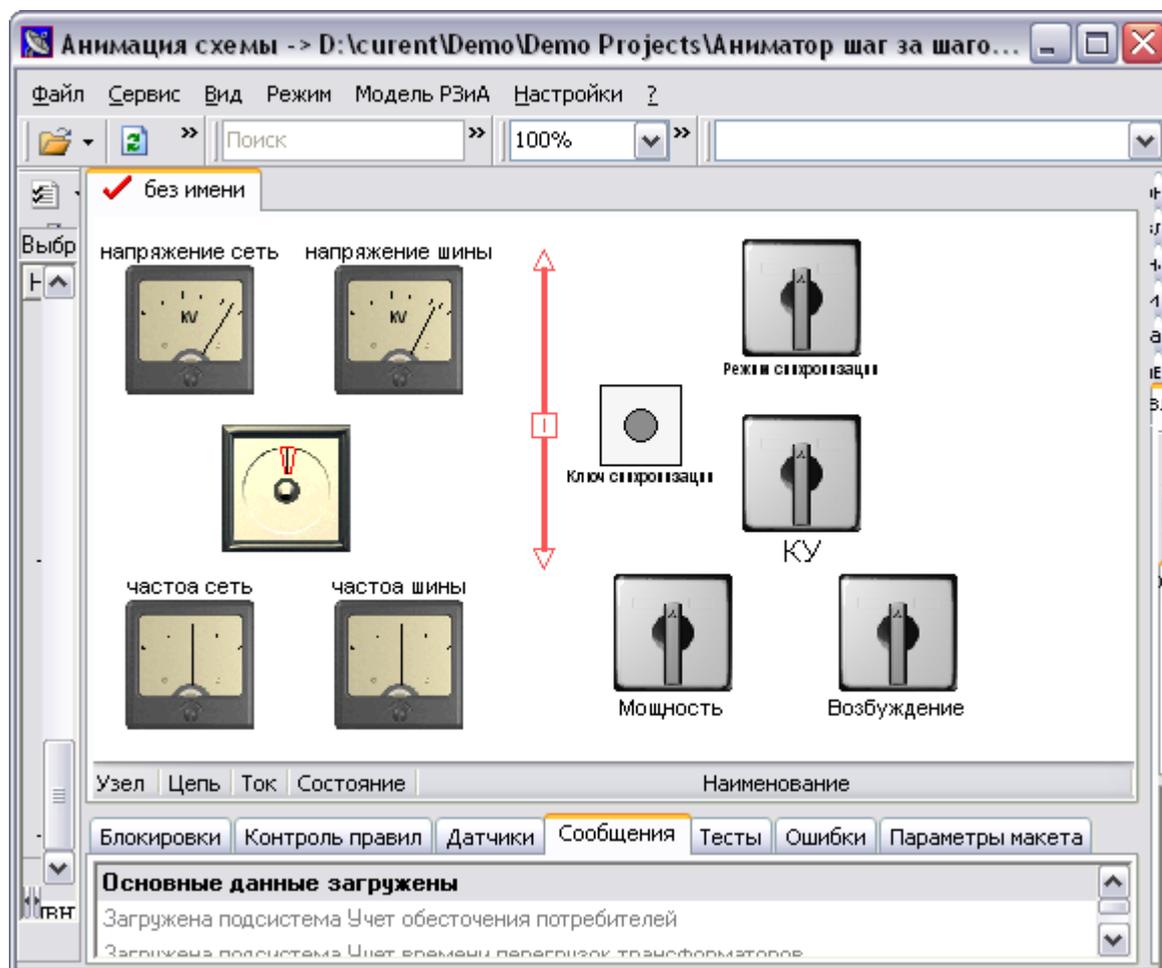


Рис. 3-37. Схема «synchro»

Выберите подключаемый к синхроскопу выключатель и сделайте его активным элементом. В перечне датчиков появится «Синхронизация», выберите его мышкой — в дополнительной панели появится «Ключ синхронизации» (Рис. 3-38.)

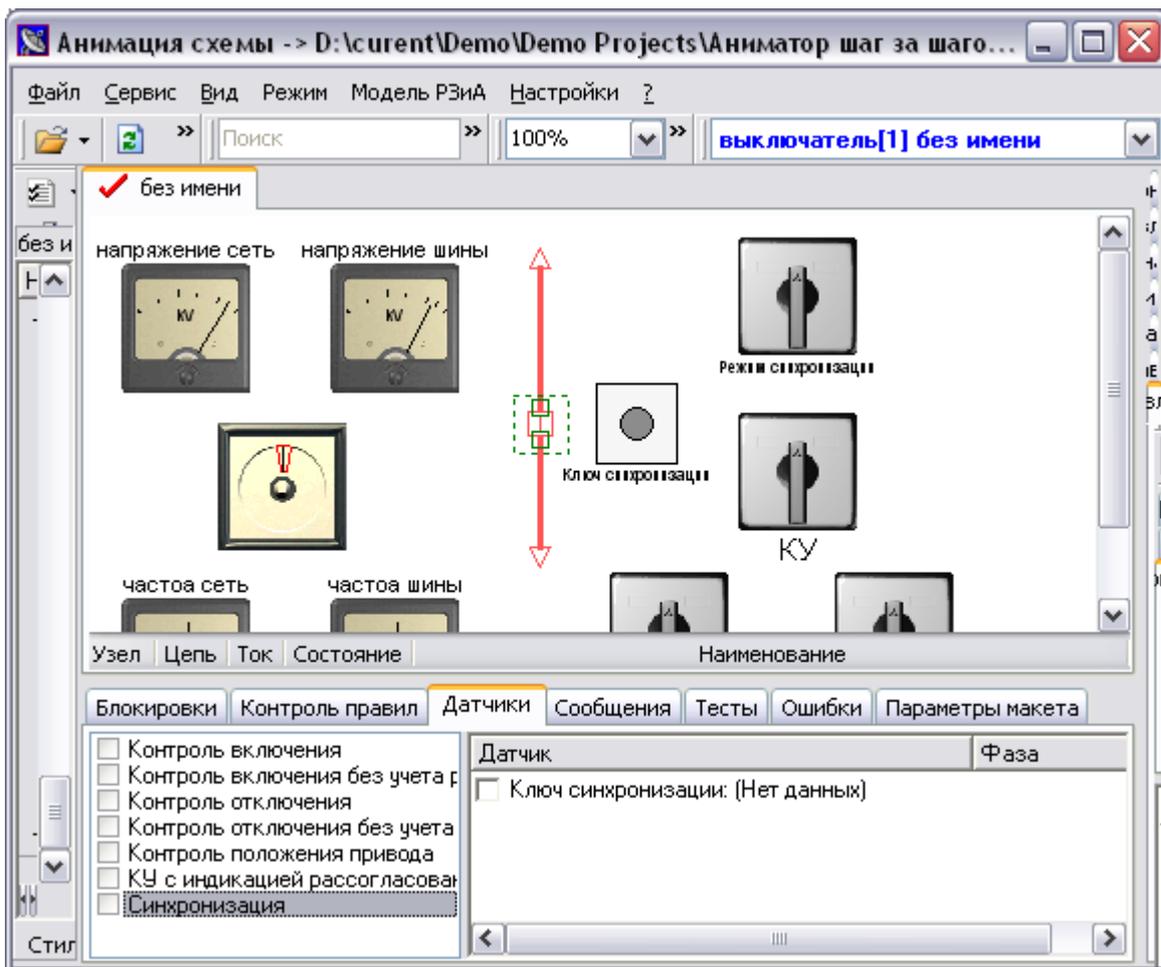


Рис. 3-38. Схема «synchro» с панелью Правила

Наведите мышь на квадрат перед словом «Синхронизация», нажмите левую клавишу (внутри появится отметка) и, *не отпуская клавишу*, наведите курсор на ключ ПСХ. Программа проверит, имеет ли элемент необходимые состояния и, если да, произведет назначение (Рис. 3-39.).

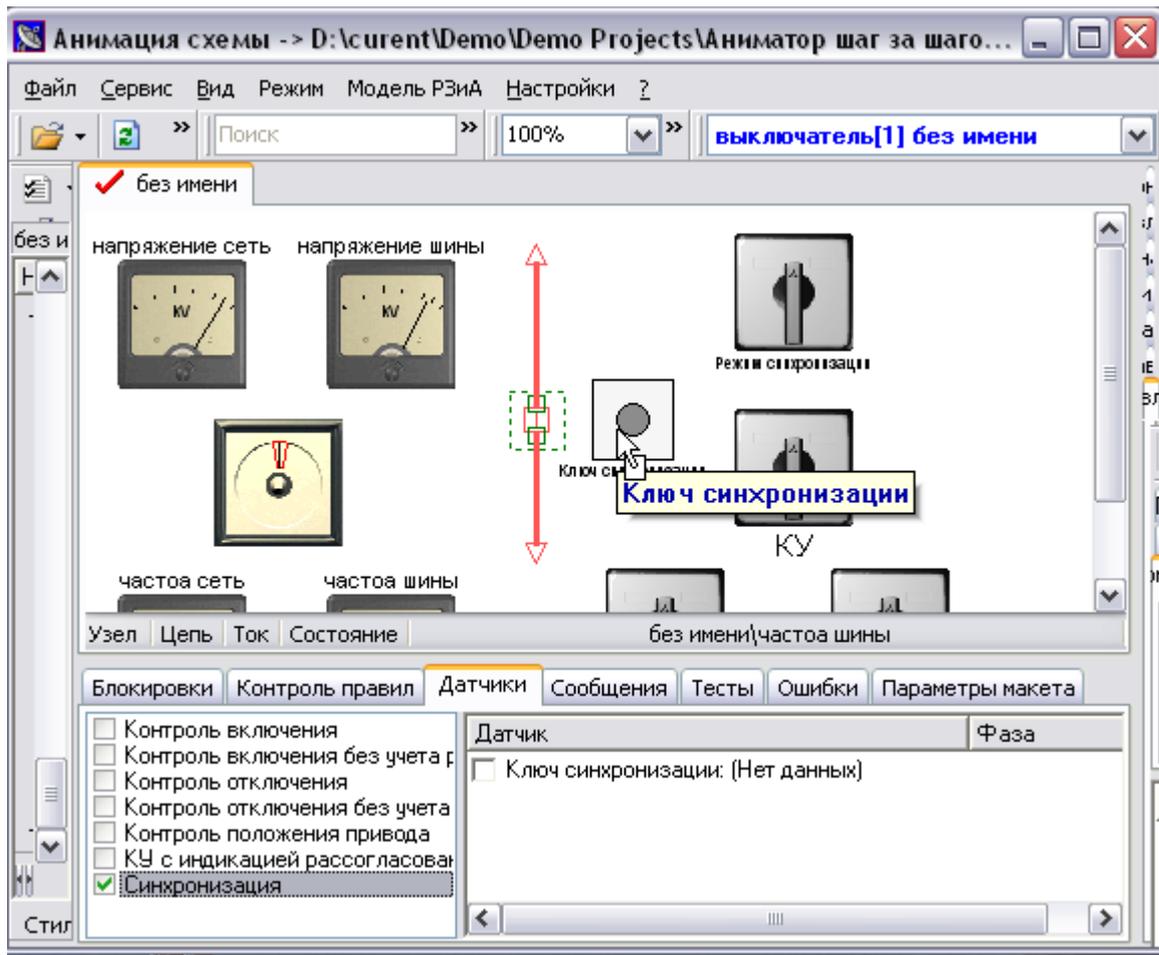


Рис. 3-39. Проверка необходимого состояния

После назначения ПСХ (Рис. 3-40.), имитатор готов к работе с КС в навесном исполнении в режиме автоматической синхронизации. Рекомендуется сразу отключить проверку правила замыкание независимых цепей (сетей).

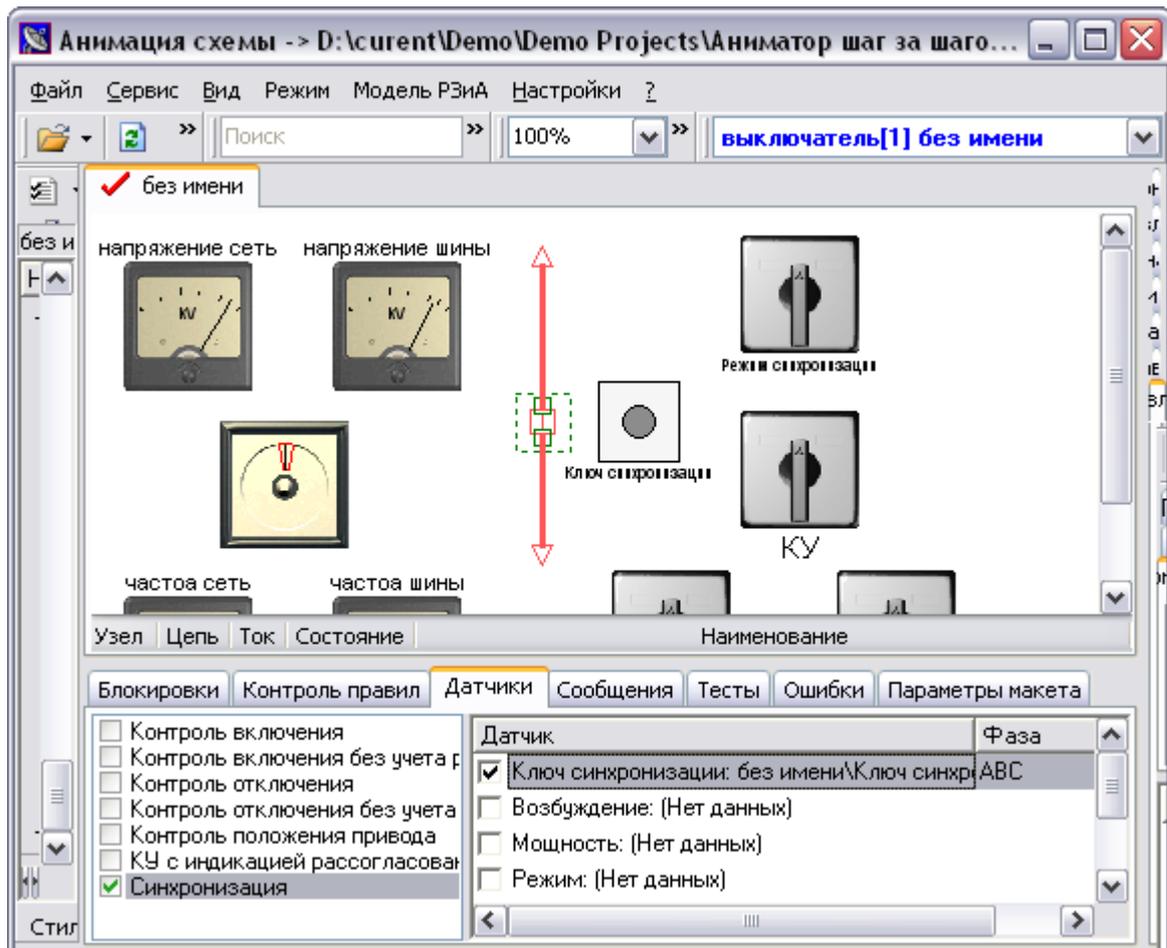


Рис. 3-40. Настройка КС в навесном исполнении

Если этого недостаточно, Вы можете назначить ключи управления мощностью, возбуждением и режимом работы синхроноскопа. Назначение ключей производится аналогично назначению датчика.

Ключи управления должны удовлетворять следующим условиям:

1. мощность— КУ с самовозвратом и положениями **уменьшить** **увеличить**
2. возбуждение— КУ с самовозвратом и положениями **меньше** **больше**
3. режим— КУ или накладка с положениями **грубо точно** или **авто отключен**
4. индикатор— лампочка, сигнализирующая о возможности автоматической синхронизации
5. пуск автосинхронизации—в текущей версии не поддерживается

Если вашей целью является модель встроенной в панель КС, назначьте синхроноскоп. После этого Вам будет предложено назначить вольтметры и частотомеры.

3.5.2 Управление колонкой синхронизации

КС навесного исполнения показывается в отдельном окне поверх основной программы при переводе ПСХ в положение **ключ_установлен** или **синхронизация**. Независимо от способа реализации КС, в положении ПСХ **синхронизация** задействованы все приборы. В положении ПСХ **ключ_установлен** задействуются только вольтметры (Рис. 3-41. и Рис. 3-42.).



Рис. 3-41. КС в навесном исполнении

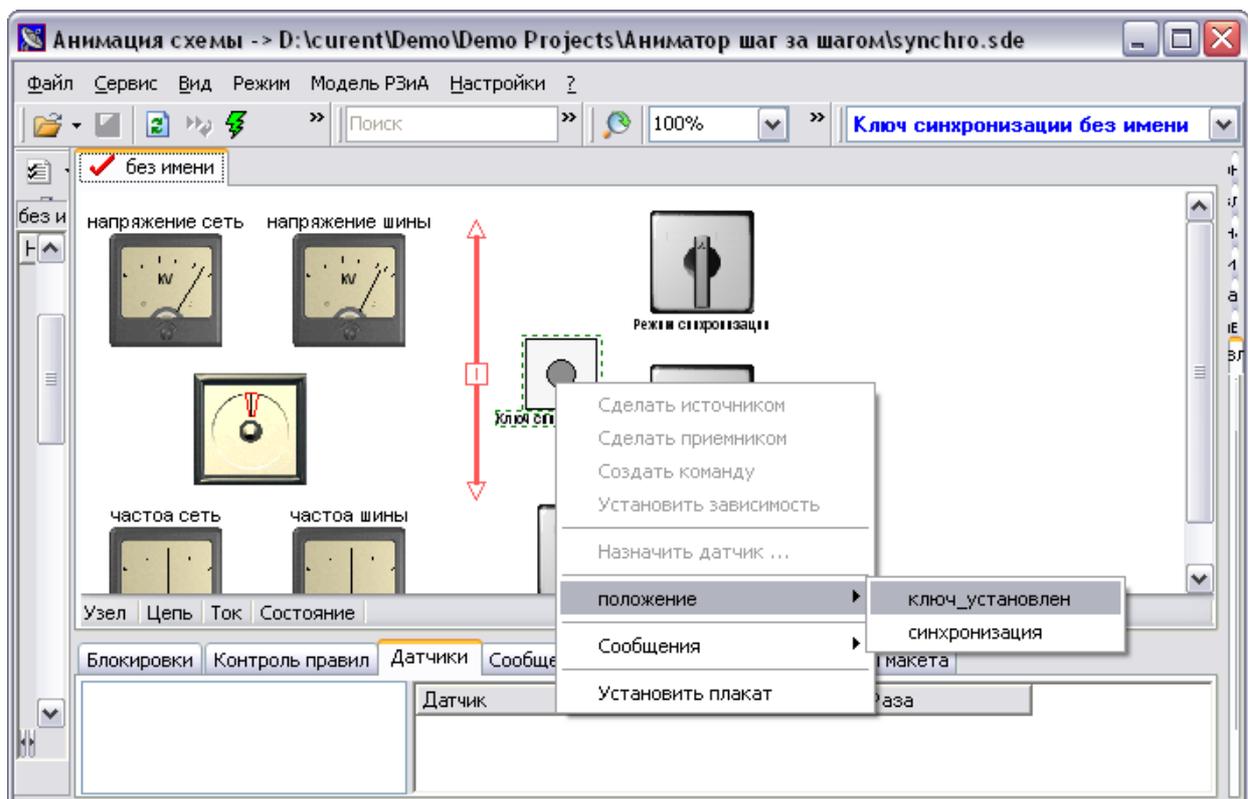


Рис. 3-42. Выбор положения ПСХ

Если модель режима сигнализирует о факте синхронизма, показания приборов устанавливаются попарно одинаковыми, а синхроскоп указывает на синхронизм. В противном случае, случайным образом устанавливается разница частот и напряжений.

Если не назначены КУ мощности и возбуждения, разница частот подбирается в диапазоне автосинхронизации, но на шинах может быть выше, чем в системе. В этом случае разбирают, а затем вторично собирают цепи КС с помощью ПСХ, имитируя взаимодействие с диспетчером системы.

При включении КУ выключателя в режиме автосинхронизации, если условия соблюдены, происходит синхронное включение. Иначе, если условия не соблюдены, происходит несинхронное включение и выключатель отключается.

В режиме ручной синхронизации требуется «поймать» момент включения КУ, чтобы включение было синхронным.

3.5.3 Выбор вида колонки синхронизации

В комплект поставки входят три файла КС с именами `defsynch.sde`, `defsynch1.sde`, `defsynch2.sde`, расположенные в каталоге `Dat`. При необходимости любой из них может быть изменен при условии сохранения наименований приборов (Рис. 3-43.)



Рис. 3-43. Выбор вида КС

Выбор вида навесной КС может быть переопределен для любого выключателя в момент, когда колонка видима. По умолчанию используется файл `defsynch.sde`. Если используемые на Вашем объекте КС выполнены аналогично `defsynch2.sde`, просто переименуйте файлы.

3.6 Редактирование списка блокировок.

В версиях до 5-й список автоматически строился список блокирующих зависимостей между выключателями и разъединителями, разъединителями и заземляющими ножами. Алгоритм формирования списка основан на эвристических правилах. В ряде нетиповых схем эти правила могут формировать блокировки, отличные от реально установленные на энергообъекте. В этом случае их необходимо редактировать вручную. Эта возможность появилась, начиная с версии 5.

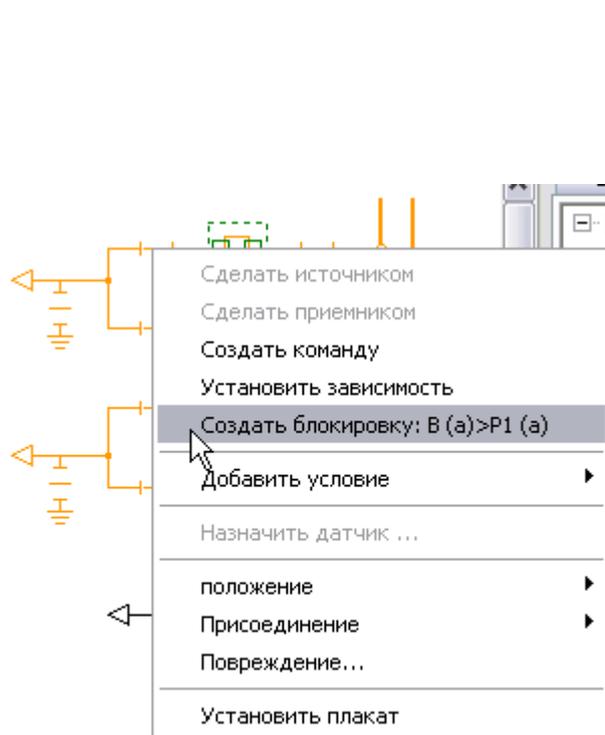


Рис. 3-44. Создание новой блокирующей связи.

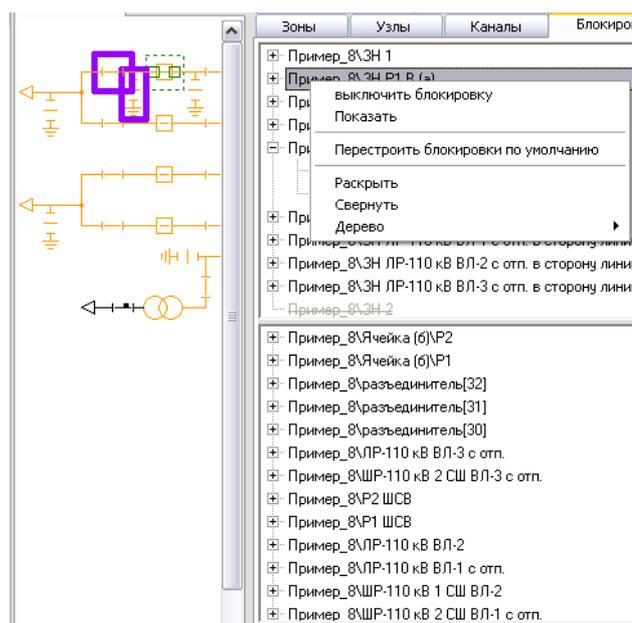


Рис. 3-45. Деактивация блокирующей связи.

Для создания блокировки нужно, аналогично созданию команды, выбрать два элемента, соединенные зависимостью, и выбрать через контекстное меню пункт *создать*

блокировку.

Для удаления блокировки в списке нужно выбрать пункт *Выключить блокировку*.

Пункт меню *Перестроить блокировки* перестраивает блокировки по автоматическому алгоритму, при этом все настроенные ранее вручную блокировки теряются.

3.7 Множественные лампочки индикации.

Иногда на энергообъектах используются по две (или более) лампочки для обозначения состояния выключателя (с учетом квитирования ключом управления). В аниматоре эти индикаторные лампочки реализуются как *датчики*.

В новой версии имеется возможность добавить произвольное количество датчиков для одного коммутационного аппарата. Первый датчик назначается таким же способом, что и раньше.

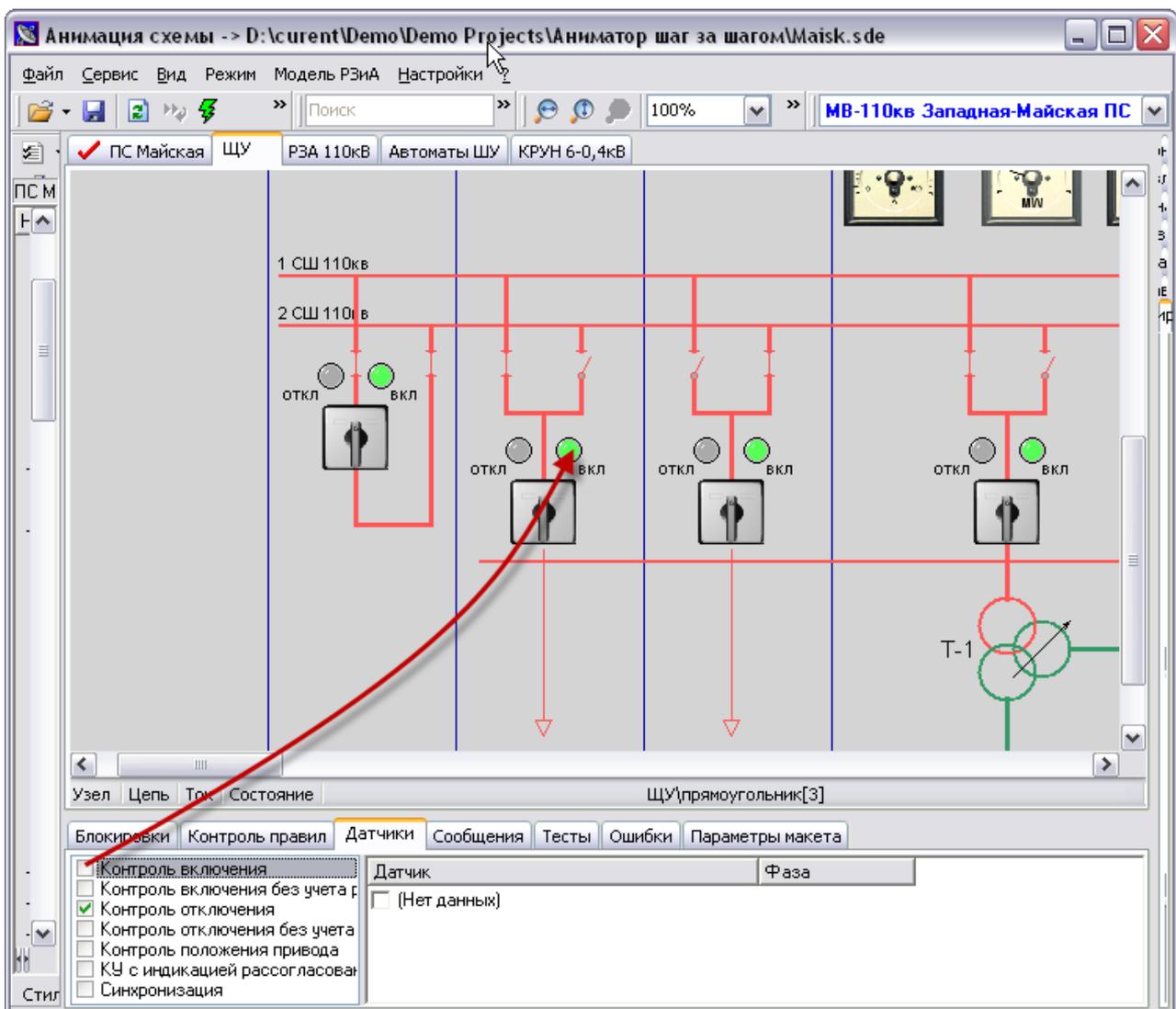


Рис. 3-46. Привязка первого датчика.

Следующие (второй и последующий) датчики нужно привязывать через контекстное меню:

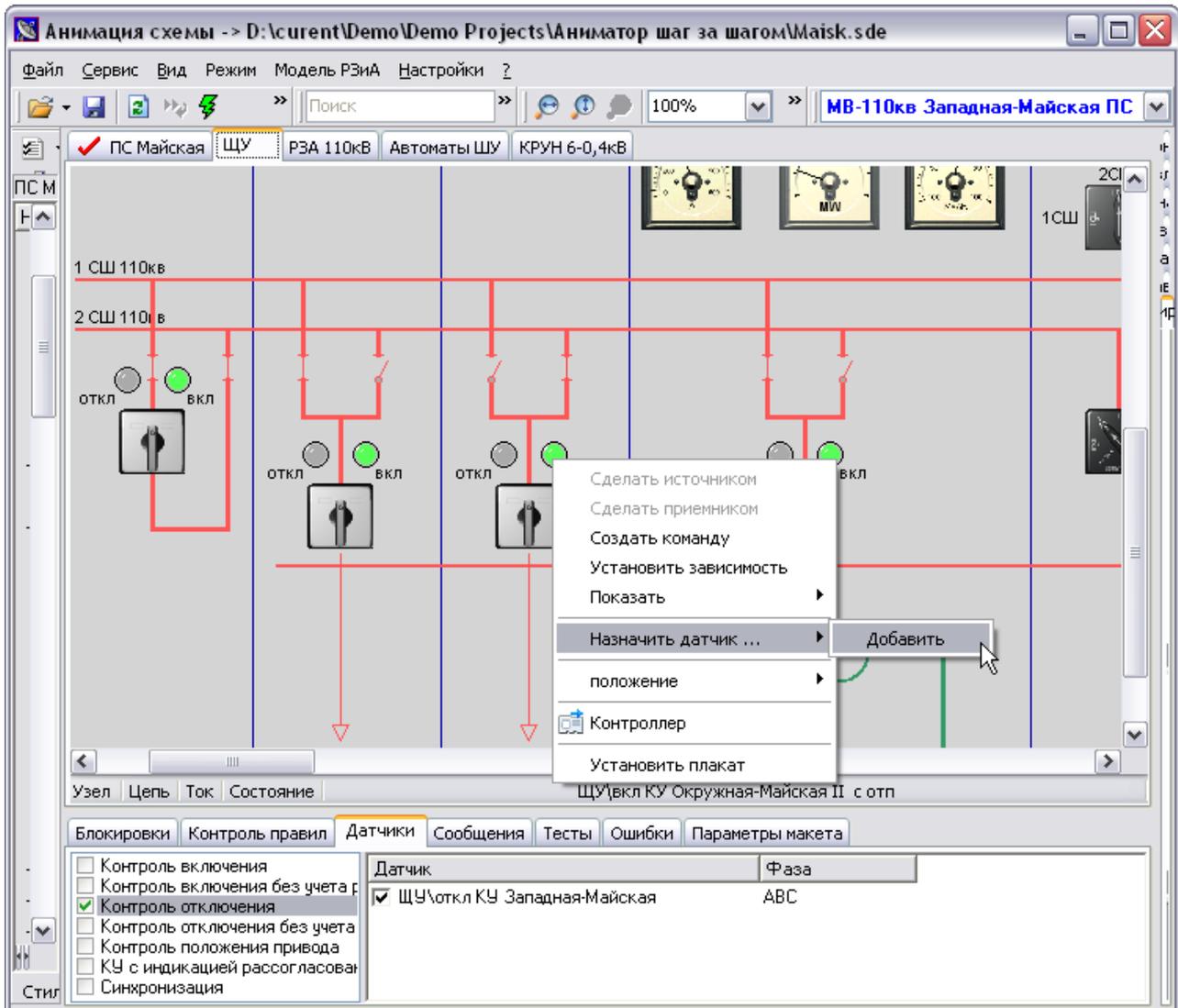


Рис. 3-47. Привязка второго и последующего датчиков.

Множественные датчики используются также в случае, когда нужно обеспечить пофазный контроль состояния выключателей с помощью лампочек, соответствующих каждой фазе. В этом случае все лампочки привязываются, как датчики для данного выключателя, и дополнительно указывается фаза для каждого датчика (А,В,С) (Рис. 3.5.). Датчик, показывающий состояние всех фаз, обозначается ABC.

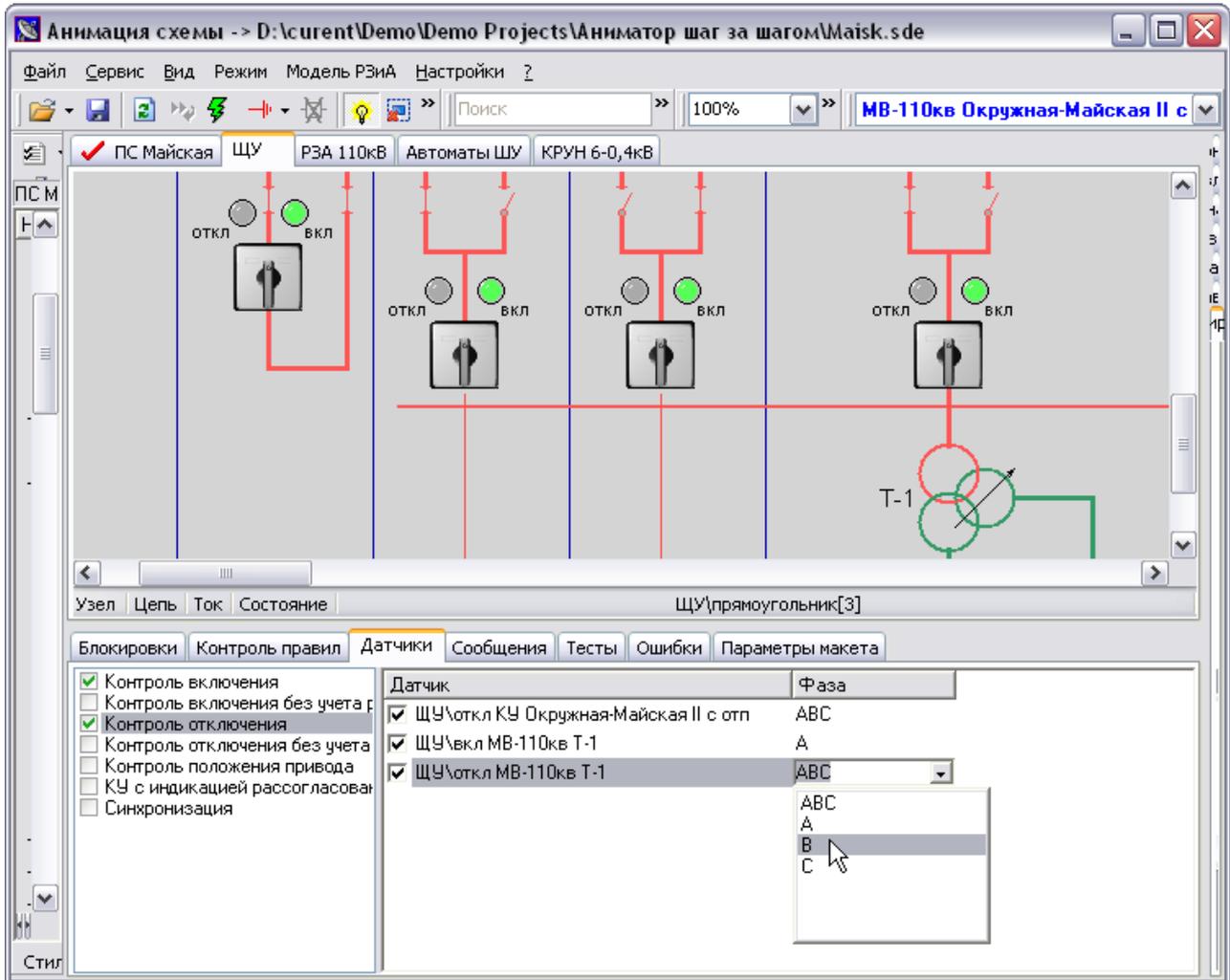


Рис. 3-48. Назначение фазы для датчиков.

3.8 Множественные датчики

Иногда на энергообъектах используются по две (или более) лампочки для срабатывания защит.

Рассмотрим пример лампочки "Вкл." она находится на ГЩУ и в ЗРУ

1. Назначаем датчик на лампочку "Вкл." на ГЩУ

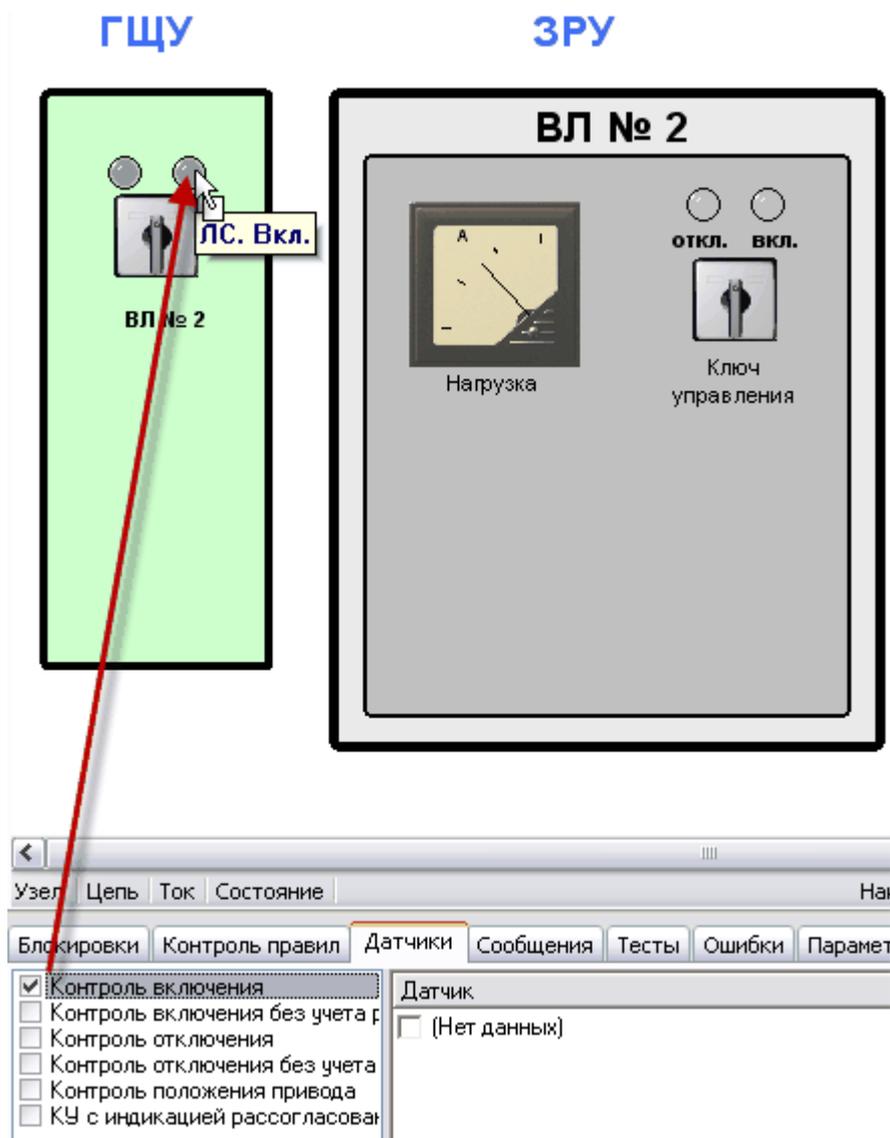


Рис. 3-49. Назначаем датчик на лампочку "Вкл." на ГЩУ .

2. Переходим в ЗРУ и правой кнопкой мыши Назначить датчик добавить

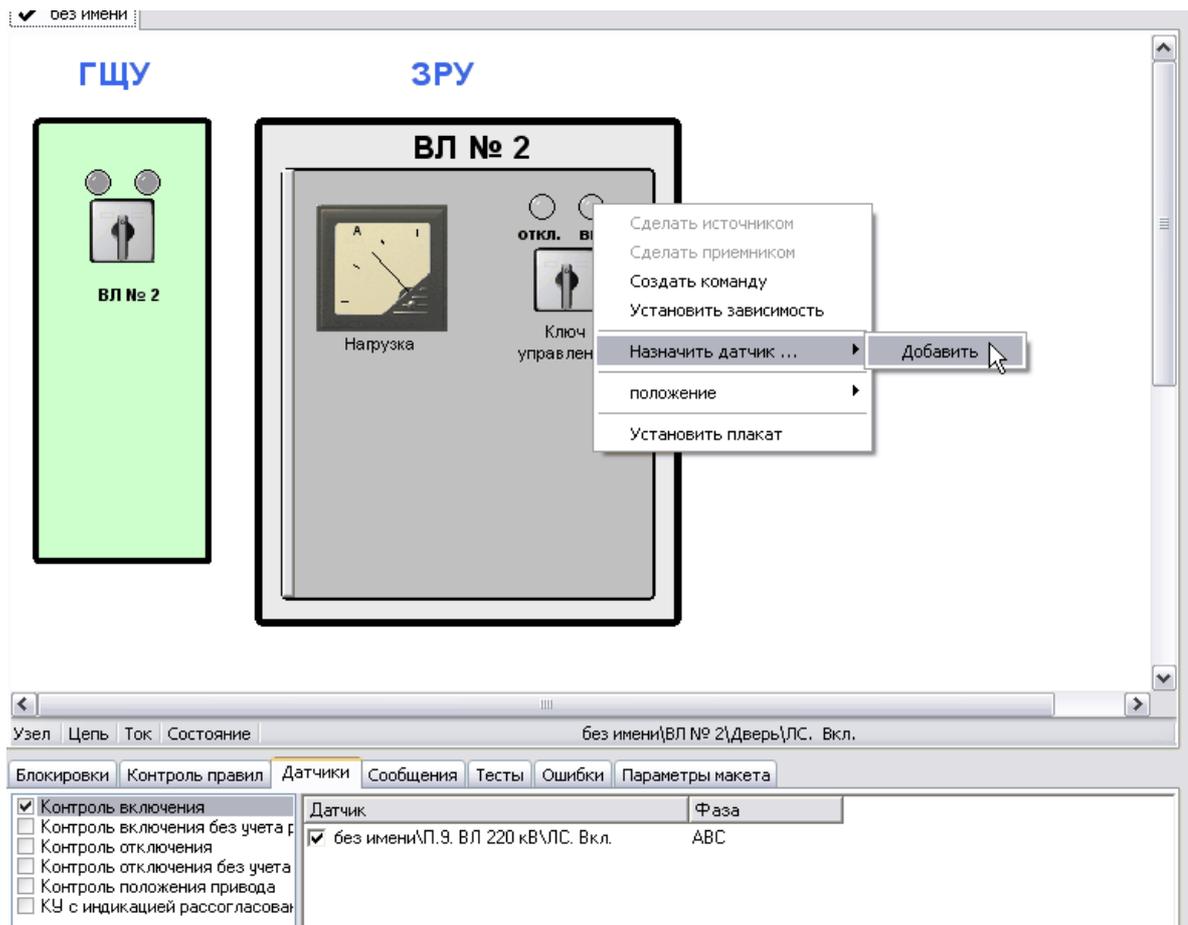


Рис. 3-50. Назначаем датчик на лампочку "Вкл." в ЗРУ

После это в строке **Контроль включения** появляется еще одна лампочка

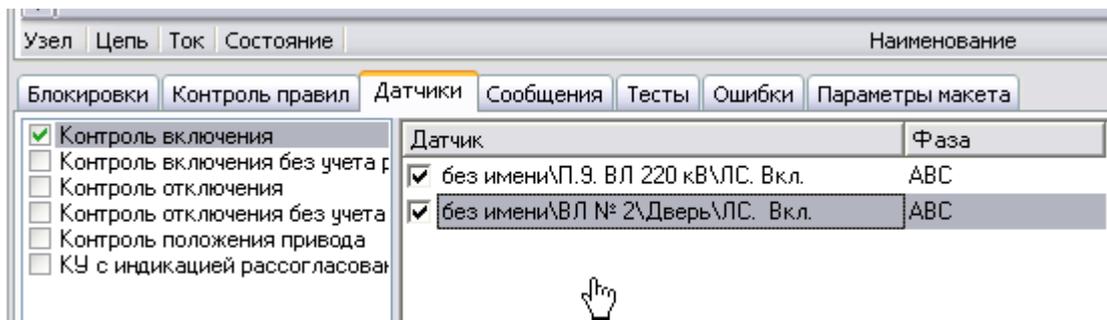


Рис. 3-51. После назначения датчиков

3.9 Кнопки добавленные в версии 5

Множественные зависимости для Табло.

Описание работы: табло загорается, если есть выпавшие блинкеры, включенные лампочки или отключенные выключатели и гаснет, если выше указанное условие не выполняется.

Где: Управление -> Индикация

Как назначить:

1. В список Индикация надо добавить со схемы табло.
2. Настроить список элементов (контроллеров), от которых зависит поведение табло. Контроллерами могут быть лампочки, блинкеры, выключатели.

Кнопка "Сброс сигнализации" (кнопка "квитирование").

Описание работы: при нажатии на кнопку гаснут лампочки, табло и взводятся блинкера выбранной панели.

Где: Управление -> По панелям

Как назначить:

1. В список надо добавить со схемы контейнер (панель). По контекстному меню 'Добавить' добавляется выделенный на схеме контейнер.
2. Назначить кнопку сброса (параметр сброс_сигнализации). После назначения кнопки автоматически будет построен список из блинкеров, лампочек и табло панели.
3. При необходимости откорректировать список управляемых элементов (добавить недостающие и вычеркнуть лишние).

Кнопка определения сигнала.

Описание работы: Кнопка определения сигнала используется на панелях с «суммарными» табло для определения, какие защиты какой зоны отработали. При нажатии на кнопку гаснут все лампочки и табло выбранной панели за исключением тех, которые относятся к данной кнопке. Например, если горит общее табло «Работа основной защиты» и нажав на кнопку Л-14, табло погаснет, если основные защиты этой линии не работали и останется гореть, если основная защита Л-14 сработала.

Где: Узлы -> класс_напряжения -> Зона

Как назначить:

1. Выделите зону.
2. В параметрах зоны автоматически будут построены списки панелей. Список панелей строится по назначенным органам индикации для комплекта защит данной зоны. Например, пусть выбрана зона защит Л-14. Если для ДФЗ Л-14 назначено табло, то панель, на котором стоит данное табло автоматически попадет в список

панелей указанной зоны. Список панелей пуст, если не назначено ни одного индикатора защиты данной зоны.

3. Выберите нужную панель в списке панелей зоны.
4. Назначьте кнопку определение_сигнала.
5. После назначения кнопки автоматически по индикаторам комплекта защит данной зоны построится список индикаторов, с которыми будет работать данная кнопка.
6. При необходимости откорректировать список индикаторов (добавить недостающие и вычеркнуть лишние)

Часть 4. Редактирование и отладка согласованного поведения элементов

4.1 Назначение команд и зависимостей

Для обеспечения согласованного взаимодействия различных элементов макета энергообъекта, созданного в *Графическом редакторе*, в программном комплексе Modus используется подсистема дистанционного контроля и управления, позволяющая моделировать поведение устройств телеуправления и телеметрии. Она доступна в программе *Аниматор схем*.

Подсистема позволяет создавать и исполнять команды управления и контролировать текущее состояние элементов макета.

Назначение команды управления — передача управляющего воздействия на элементы схемы, которое меняет их режим или состояние другого элемента. Например, изменение состояния выключателя при воздействии на ключ на щите управления. Алгоритм исполнения команды проиллюстрирован на Рис. 3-1.

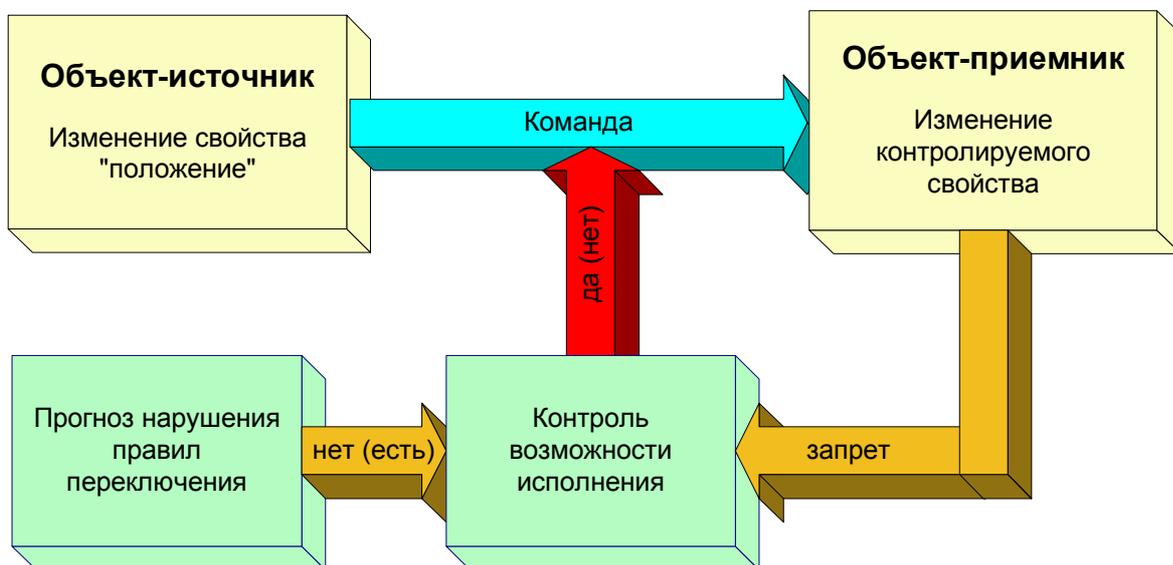


Рис. 3-1. Алгоритм исполнения команды

При выполнении команды преобразуются воздействия пользователя на объект системы управления (источник) в изменение состояния какого-либо другого объекта (приемник). При этом проверяется условие запрета (блокирования) изменения его состояния.

Если приемником является коммутационный аппарат и доступна модель сети, то возможность исполнения команды определяется с учетом правил переключений.

Чтобы предотвратить непредсказуемое поведение программ, на создание команд налагается ряд ограничений. Подробно о них рассказано в разделе «Ограничения при создании и редактировании команд» этой главы.

Под контролем состояния понимается отображение текущего состояния объекта с помощью различных индикаторов, таких, как контрольные лампочки, измерительные приборы, исполнительные органы устройств релейной защиты и автоматики (РЗА).

Для того, чтобы определить условия изменения состояния элементов схемы в *Аниматоре схем* используют зависимости. Например, зависимость показаний амперметра от наличия тока через выключатель.

Создавая зависимость, Вы определяете автоматическое изменение состояния контролирующего объекта при изменении состояния контролируемого объекта. Алгоритм обработки зависимостей показан на Рис. 3-2.

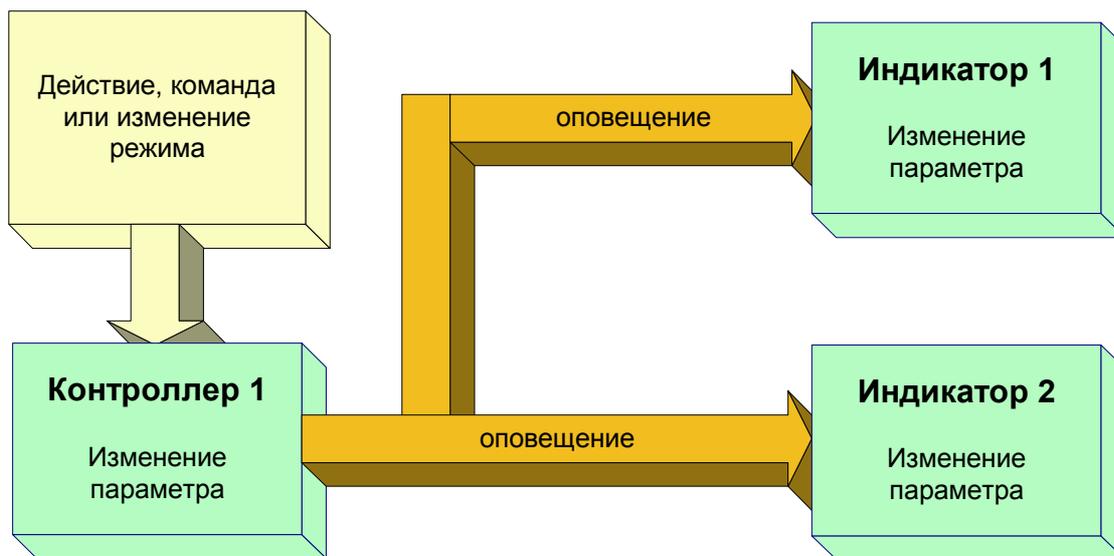


Рис. 3-2. Алгоритм обработки зависимостей

В отличие от команд, изменение состояния зависимых объектов происходит без контроля допустимости правил и блокировок. Кроме того, не налагаются дополнительные ограничения на создание условий. Тем не менее во избежание непредсказуемого поведения системы вторичные зависимости не обрабатываются. Подробнее об этом рассказано в разделе «Ограничения при создании и редактировании зависимостей».

4.2 Создание и редактирование команд управления и зависимостей

Для настройки взаимодействия в *Аниматоре схем* используется специальный редактор,

который имеет два режима работы — создание команды управления и контроль состояния. Для каждого из режимов открывается одноименное диалоговое окно: **Команда управления** (Рис. 4-3.) и **Контроль состояния** (Рис. 4-4.)

Эти диалоговые окна активизируются средствами контекстного меню указанного элемента схемы при наличии в схеме активного объекта. О том, как это сделать, подробно рассказано в следующих разделах главы.

Кроме того, в этих же диалоговых окнах можно просматривать и редактировать ранее созданные команды и зависимости, а также их удалять и упорядочивать по алфавиту.

Область действия редактора для создания команд и зависимостей ограничена одним файлом sde, содержащим макет.

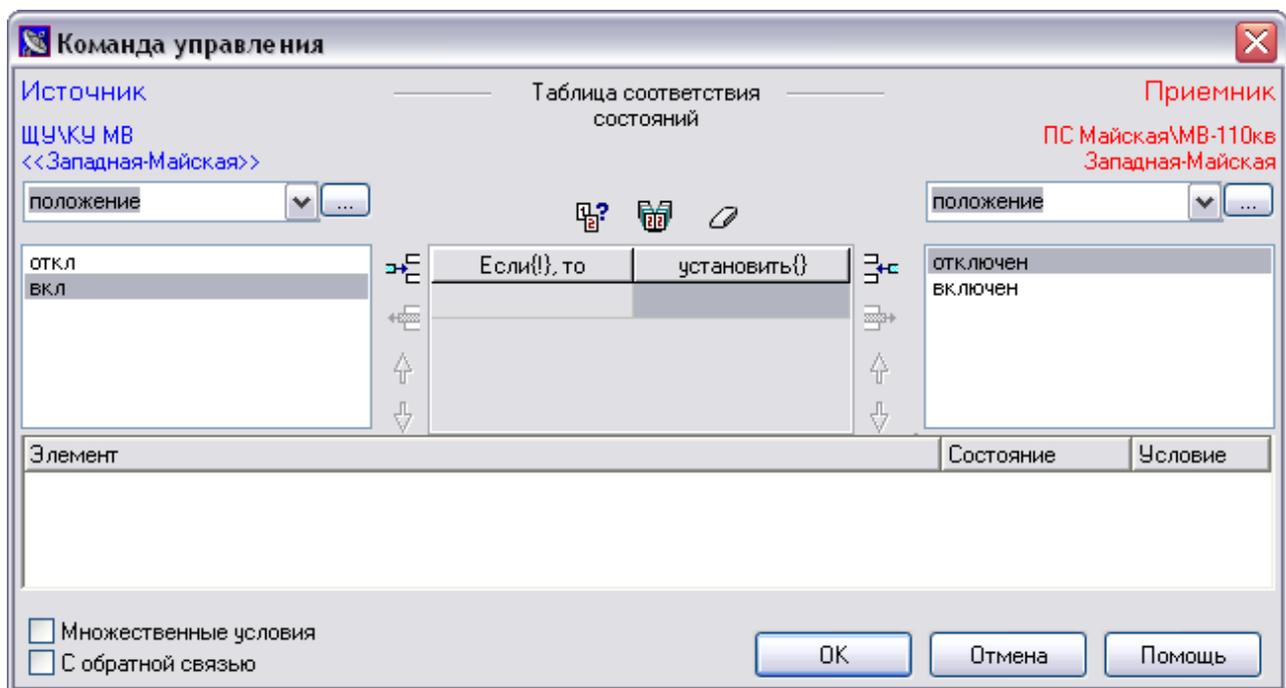


Рис. 4-3. Диалоговое окно Команда управления

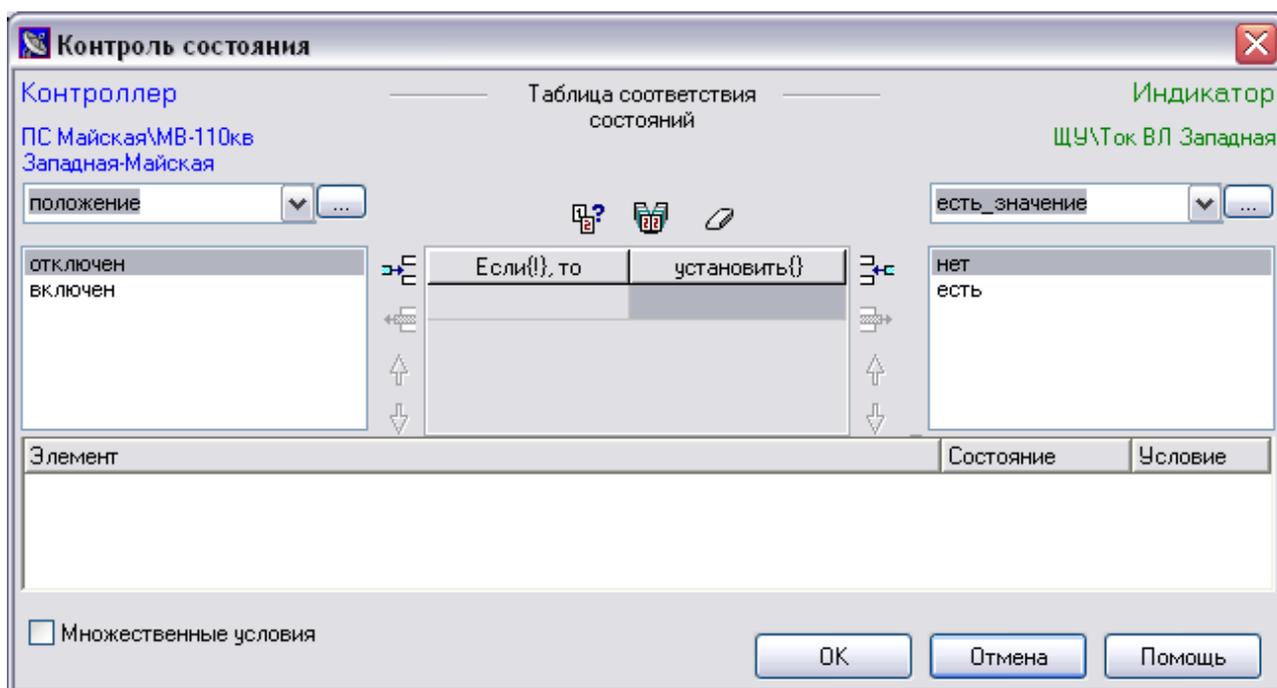


Рис. 4-4. Диалоговое окно Контроль состояния

4.3 Идентификация участвующих в командах и зависимостях элементов схемы.

В версиях аниматора до 4.10 команды и зависимости сохранялись в файле, используя внутренний идентификатор элемента, в формате

I\6\17/45, или, соответственно:

Страница \ контейнер \ элемент / тип

Существовала проблема, что, если элемент удаляется, то команда или зависимость, в которой элемент участвовал, удалялась из списка команд без предупреждения, что создавало проблемы при модификации макетов. При перемещении элемента на другую страницу или в другой контейнер, в связи с изменением идентификатора, соответствующая команда и зависимость не загружалась из файла, при этом не было возможности идентифицировать, какие команды и зависимости пропали.

В версиях, начиная с 4.20, используется новая система идентификации. Элемент в списке команд и зависимостей описывается двумя идентификаторами:

1. 45435
2. КРУН-10кВ\ВМ-10 ТСН-5\Управление приводом \ Кн. Отключение по месту

```
<ActionSettings>
<Commands>
<Command>
```

```

<Owner STag="24032" SNIde nt="ЩУП.11. Управление выключателями ОВ-110кВ, ШСВ
110 кВ\КУ.
ШСВ-110 кВ"/>
  <Command selfValues="@откл@вкл@">
    <Control STag="2348" SNIde nt="Схема\ШСВ-110" param="положение"
values="@отключен@включен@"/>
  </Command>
</Command>
</Commands>
<Sensors>
  <Sensor>
    <Owner STag="19426" SNIde nt="ЩУП.7. Управление выключателями В-1-110 кВ В-2-
110 кВ АТ-1\
ШР-П-В-2-110-АТ-1"/>
    <Sensor selfValues="@горизонт@вертикаль@" param="положение">
      <Control STag="2397" SNIde nt="Схема\ШР-П-В-2-110-АТ-1" param="положение"
values="@отключен@включен@"/>
    <Conds>
      <Cond selfValues="" enabled="0">
        <Control STag="2396" SNIde nt="Схема\ШР-П-В-2-110-АТ-1" param="положение"
values="отключен"/>
      </Cond>
    </Conds>
  </Sensor>
</Sensor>
</Sensors>
</ActionSettings>

```

Рис. 4-5. Фрагмент внутреннего представления при хранении команд и зависимостей в файле SDE. Идентификационная часть элемента показана выделением.

Числовой идентификатор является уникальным идентификатором в пределах схемы. При переносе элемента из одного места в схеме в другое идентификатор не меняется. При копировании элемента копии присваивается новый идентификатор.

4.4 Восстановление привязок при загрузке схемы.

Благодаря наличию двух идентификаторов элементов имеется возможность контролировать правильность привязки элементов. При несовпадении полного строкового имени, указанного в файле привязок, и элемента, найденного на схеме по числовому идентификатору, будет выдано сообщение в журнал ошибок.

Подсистема	Ошибка	Элемент	Инфо	Тип элеме
SDELlinks	Не удалось восстановить элемент	ЩУ\КУ ШСМБ	(ActionsProc) XML =	<Own
Actions	Lost Data	ЩУ\КУ ШСМБ	Ошибка загрузки данных - не TActionInfc	
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-2" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-1" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\Съем авар. сигнала" TPowerSyste	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-2" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-1" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-2" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-1" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-2" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-1" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-2" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-1" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor
SDELlinks	Проверьте найденный элемент	ЩУ\РПН Т-2" TTapChanger	(ActionsProc) XML =	<Cor

Подсистема: SDELlinks
Ошибка: Не удалось восстановить элемент
Элемент: ЩУ\КУ ШСМБ
Инфо: (ActionsProc) XML = <Owner STag="597" SNIIdent="ЩУ\КУ ШСМБ"/>
Тип элемента:
ID элемента: 597

Рис. 4-6.

Если элемент, указанный в файле привязок, не удастся найти по числовому имени, производится попытка найти такой элемент по строковому идентификатору.

При расхождении указанного в разделе привязок номера элемента и его строкового идентификатора, с объектом, найденным на схеме, при загрузке схемы выдается предупреждение следующего вида:

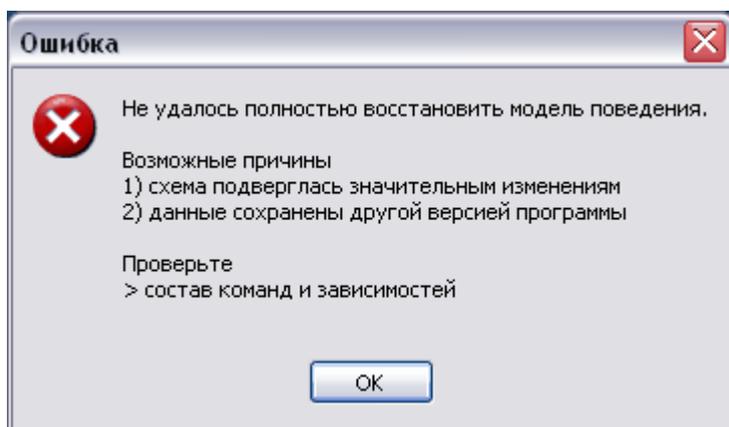


Рис. 4-7.

Если отметить пункты в списке, то при нажатии ОК будет произведен поиск по строковому имени в схеме, и числовые идентификаторы элементов в отмеченных пунктах списка команд будут приведены к идентификаторам, полученным со схемы. Если этого не сделать, то конфликтующие записи будут отмечены красными строчками в списке команд и зависимостей:

Команды				
Источник	Приемник	Свойство прием...	0	У
ЩУ\КУ ШСМВ	ПС Майская\ШСМВ	положение		
ЩУ\КУ МВ <<Э	ПС Майская\<<Заг	положение		
ЩУ\КУ МВ <<О	ПС Майская\<<Ок	положение		
ЩУ\КУ МВ-110	ПС Майская\Транс	положение		
ЩУ\Режим РП	ЩУ\РПН Т-1	режим_РПН		
ЩУ\КУ РПН Т-	ЩУ\РПН Т-1	К_трансф		
ЩУ\КУ МВ-110	ПС Майская\Транс	положение		

Рис. 4-8. Список команд с обозначением проблемных записей.

При двойном нажатии мышью на такой записи можно повторно вызвать диалог восстановления команды.

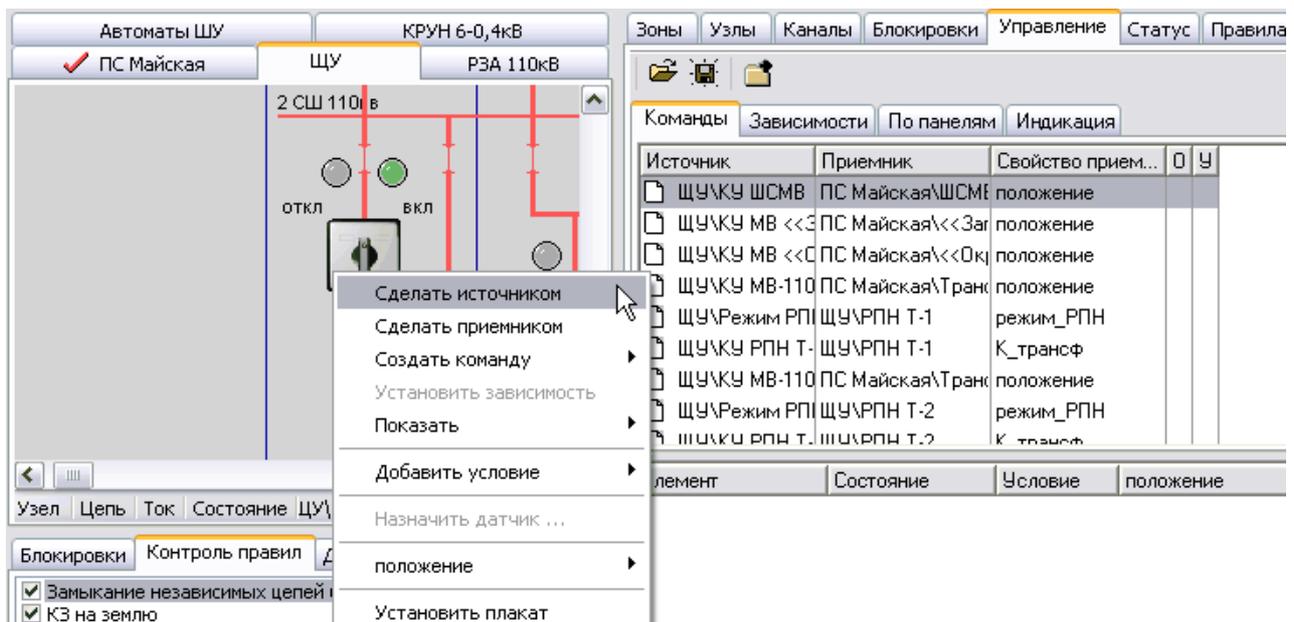


Рис. 4-9. Диалог восстановления команды.

Для того, чтобы восстановить элемент в команде с утерянной информацией, нужно

1. Выбрать нужную команду в списке команд.
2. Выбрать необходимый элемент на схеме, и нажать на нем правой кнопкой мыши
3. В появившемся контекстном меню выбрать команду «сделать источником», «сделать приемником», в зависимости от назначения элемента.

4.5 Команды с обратной связью.

Для имитации механических связей в тренажере введен новый способ исполнения команд и зависимостей. Раньше при воздействии пользователя на источник команды он всегда менял свое положение. Приемник мог не поменять положение, в том случае, если был заблокирован, или условие, включенное в описание команды, не было выполнено. Возникла потребность моделировать связи между элементами с жесткой механической связью. Такие как включения ЗН ручкой, расположенной на передней панели ячейки КРУ. Если ЗН заблокирован, ручка не должна двигаться. Такие команды создаются обычным образом, в диалоге редактирования необходимо отметить галочкой строку «С обратной связью».

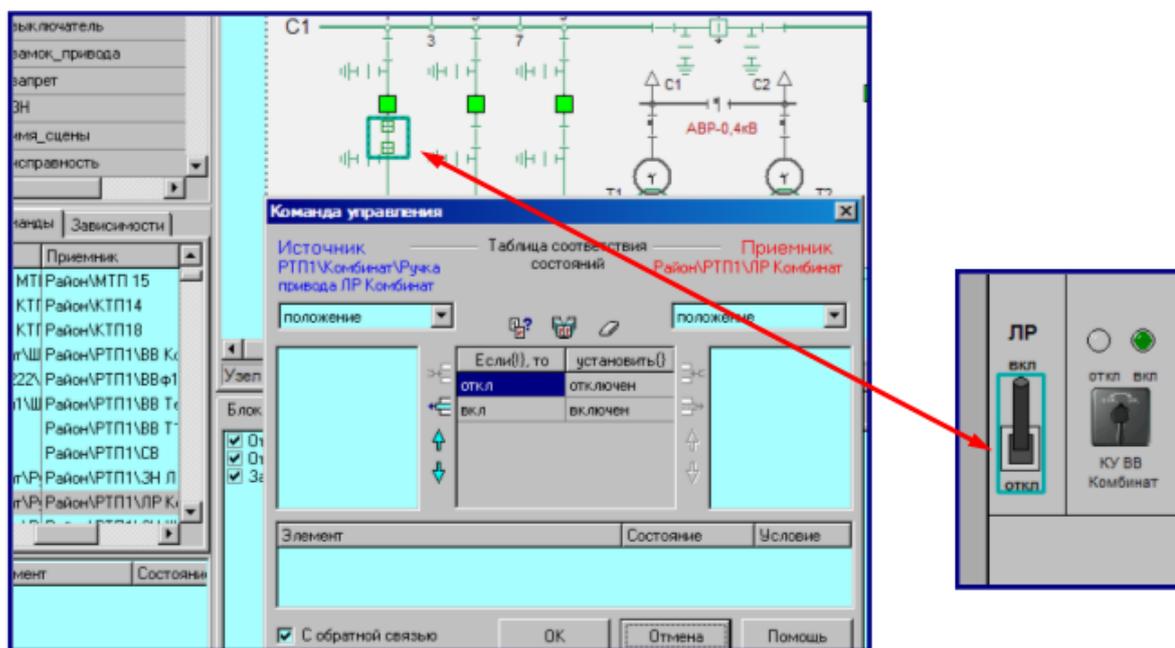


Рис. 4-10.

4.6 Планы по развитию

В будущих версиях должна быть реализована возможность реализации «цепочек» команд и зависимостей. В текущей версии в цепочке возможно иметь не более одной команды и одной зависимости. В текущей версии 5 актуальность этой задачи несколько снизилась из-за появившейся возможности назначать по несколько блинкеров и

индикаторов на одной устройстве защиты.

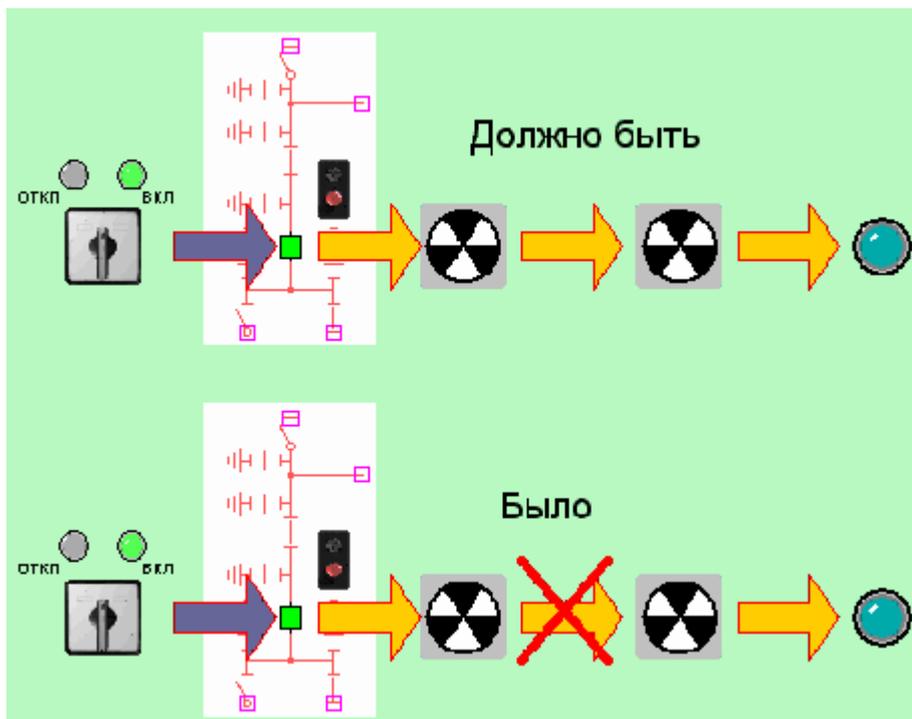


Рис. 4-11. "Цепочки" команд и зависимостей.

4.7 Создание команды

В этом разделе рассказано, как создать команду средствами редактора настройки команды управления: выбрать свойства источника и свойства приемника, установить соответствие всех возможных значений, подобрать свойства по названию и др. Кроме того, здесь описан процесс редактирования уже созданных команд.

В качестве модели мы выбрали большую схему энергообъекта ПС500.sde. Это продиктовано желанием показать работу программы *Аниматор схем* в условиях, приближенных к реальным.

Тем из вас, кто захочет попрактиковаться в создании команд, мы советуем изучить раздел «Примеры моделирования системы дистанционного управления и контроля» этой главы. Повторяя описанные в этом разделе операции, Вы научитесь создавать стандартные команды. Все операции в разделе «Примеры моделирования системы дистанционного управления и контроля» выполняются для схем Связи.sde из стандартной поставки, которые хранятся в подпапке «ШагЗаШагом» папки Examples.

Кроме того, можно использовать схемы подстанций Майская и Весенняя из папки Examples, но их рекомендуется скопировать в другой каталог.

4.7.1 Открытие редактора настройки команды управления

При создании команды Вы можете в контекстном меню элемента схемы выбрать нужный Вам вариант. Предлагается три варианта значений приемника: **произвольно**, **управление положением** и **управление опер_током** (Рис. 4-12.)

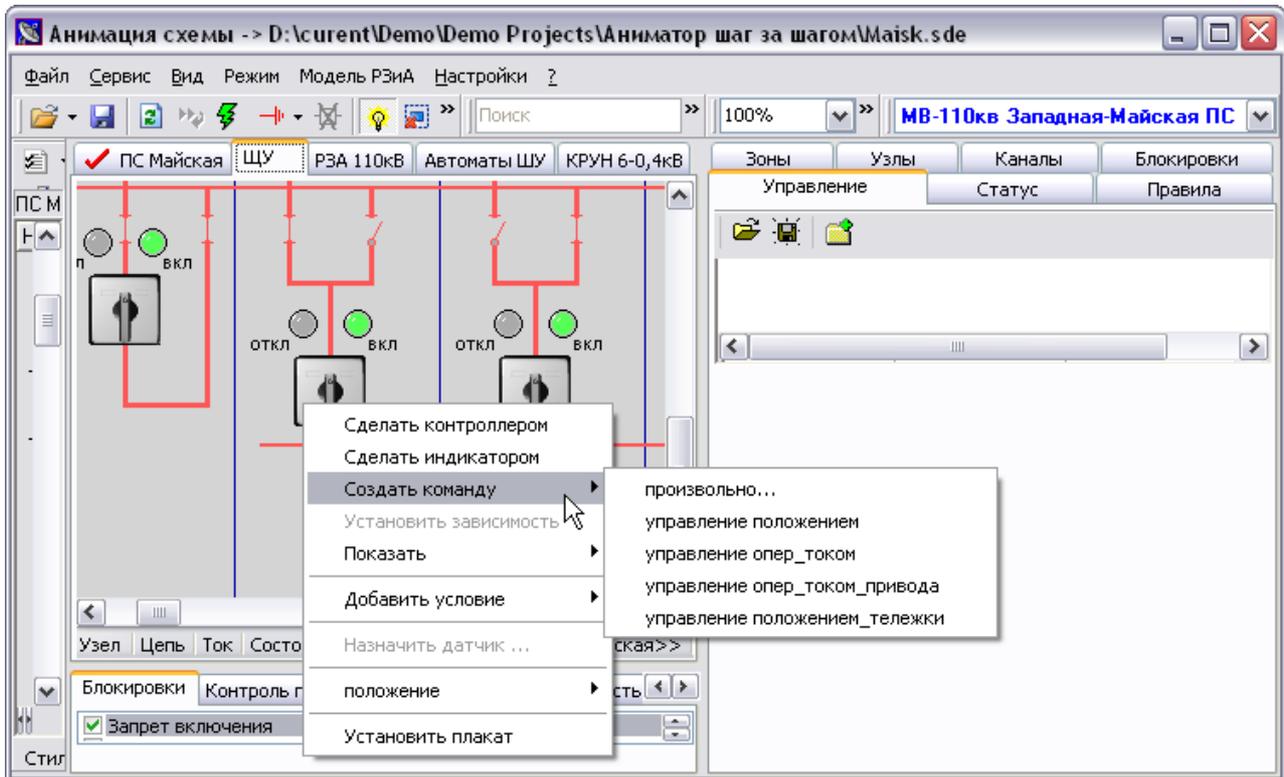


Рис. 4-12. Средства контекстного меню для создания команд

Если Вы выберете первый вариант— **произвольно**, то откроется редактор создания команд, в котором Вам придется самим задать значения (рис. -13).

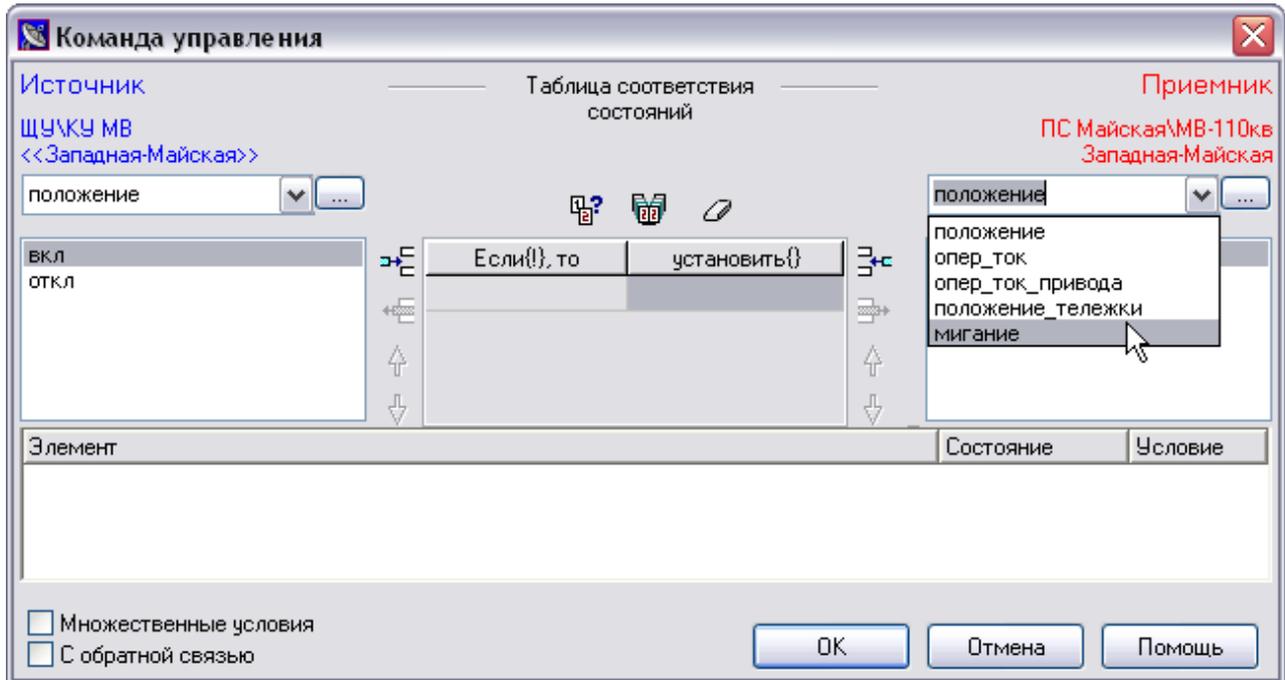


Рис. 4-13. Заполнение редактора команд управления

Если Вы щелкнете **управление положением**— открывается редактор команд и зависимостей с уже заполненной согласно выбранному варианту таблицей (Рис. 4-14.)

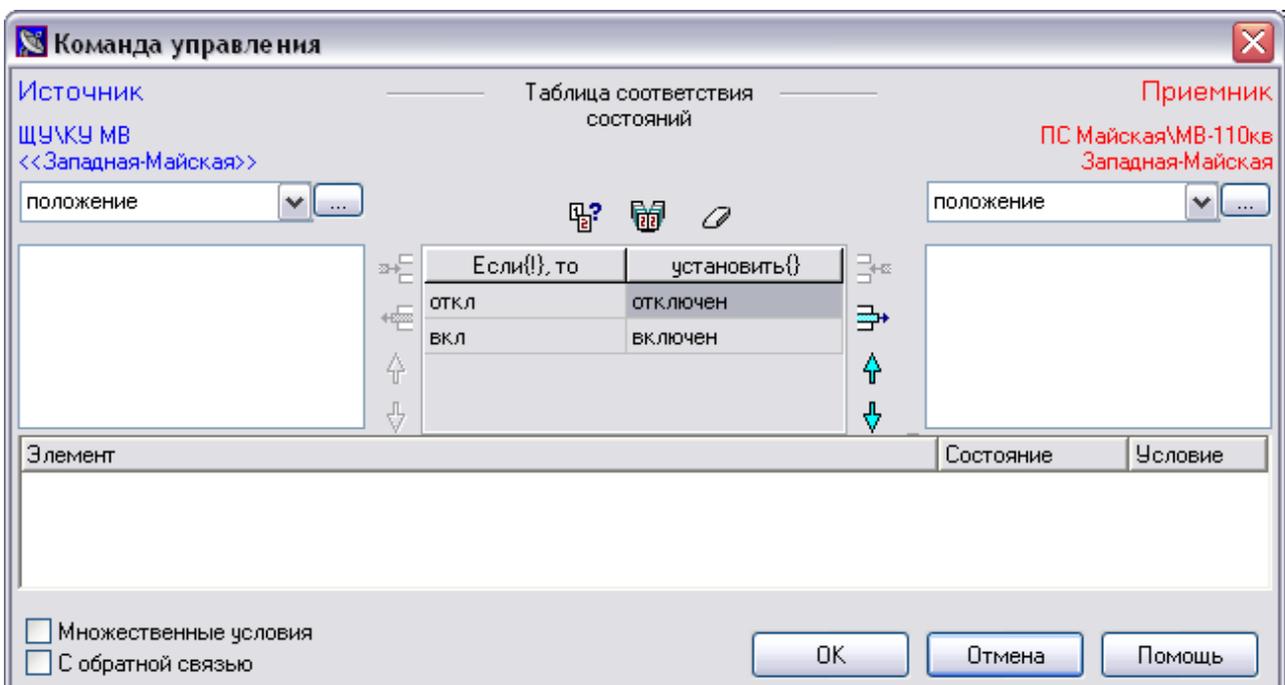


Рис. 4-14. Таблица соответствия уже заполнена

Аналогично Вы можете открыть редактор для значений приемника **управление**

опер_током. Вам остается только подтвердить выбор. Когда необходимо создать много команд, эта возможность значительно экономит время.

В программе *Аниматор схем* предоставляется возможность выбрать нужный вариант в контекстном меню элемента схемы и при создании зависимостей.

Состав контекстного меню элемента схемы зависит от активного элемента.

Например, если в качестве контроллера выбрать выключатель, разъединитель или заземляющий нож, то для индикатора предлагаются следующие возможности контекстного меню: **произвольно**, **контроль м_ток** и **контроль ток_фазы А, В и С**.

Если в качестве контроллера выбрать трансформатор напряжения, то предлагаются варианты **произвольно** и **наличие напряжения**

Итак, например, откроем *Аниматор схем* и в схеме сделаем активным объект, состояние которого мы хотим изменить (мы будем называть такой объект *приемником*). Для этого его надо щелкнуть левой клавишей мыши.

В схеме, показанной на Рис. 4-15., активным сделан линейный разъединитель на ПС Academic\B 511.

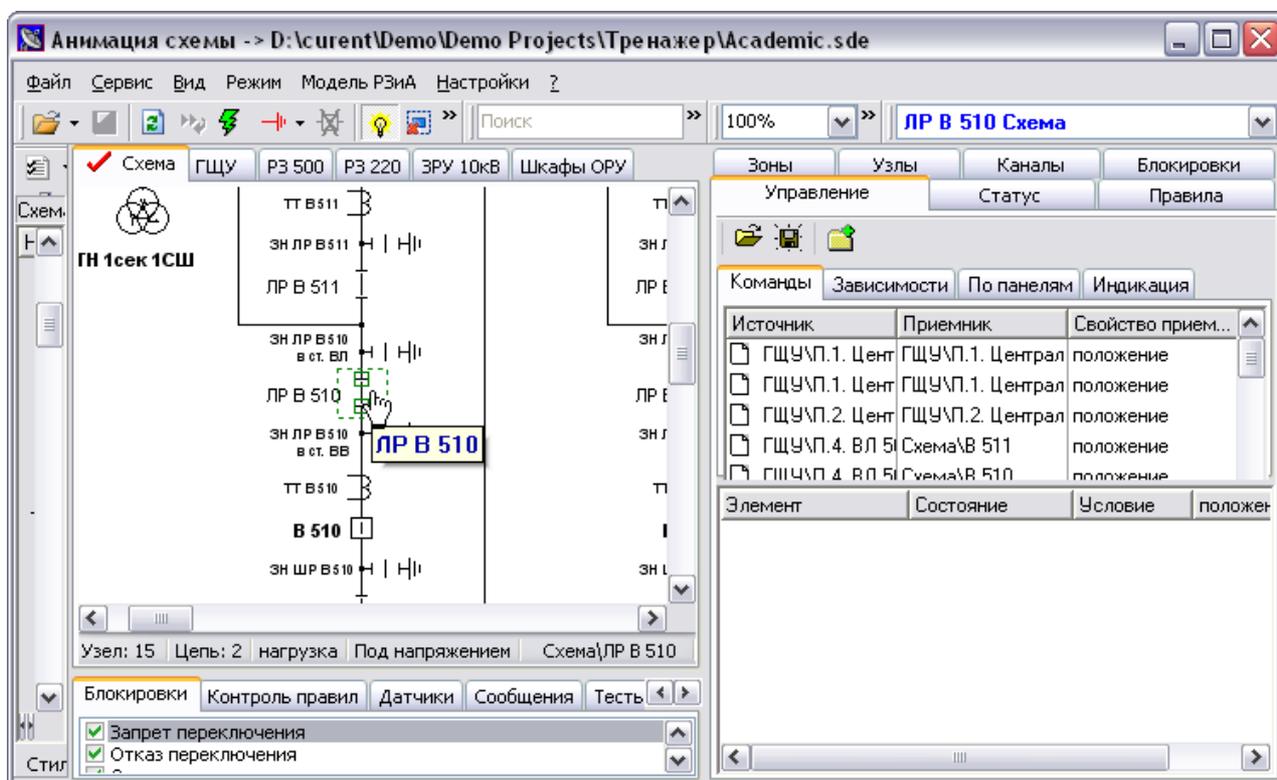


Рис. 4-15. Активизация приемника при создании управляющей команды

Далее надо указать тот объект, на который пользователь будет воздействовать, чтоб изменить состояние приемника. Этот объект называется *источником*.

В реальности пользователь воздействует на КА, чтоб изменить состояние объекта в электрической схеме. Давайте сделаем это в нашей схеме.

Прежде всего, переключимся на вкладку «ЩУ». На ней отображены элементы, которые располагаются на щите управления.

Используем ключ управления ЛР-2КУ на панели Л-501. Для этого наведем на него указатель мыши и щелкнем правой кнопкой, чтоб отобразить на экране контекстное меню (Рис. 4-16.)

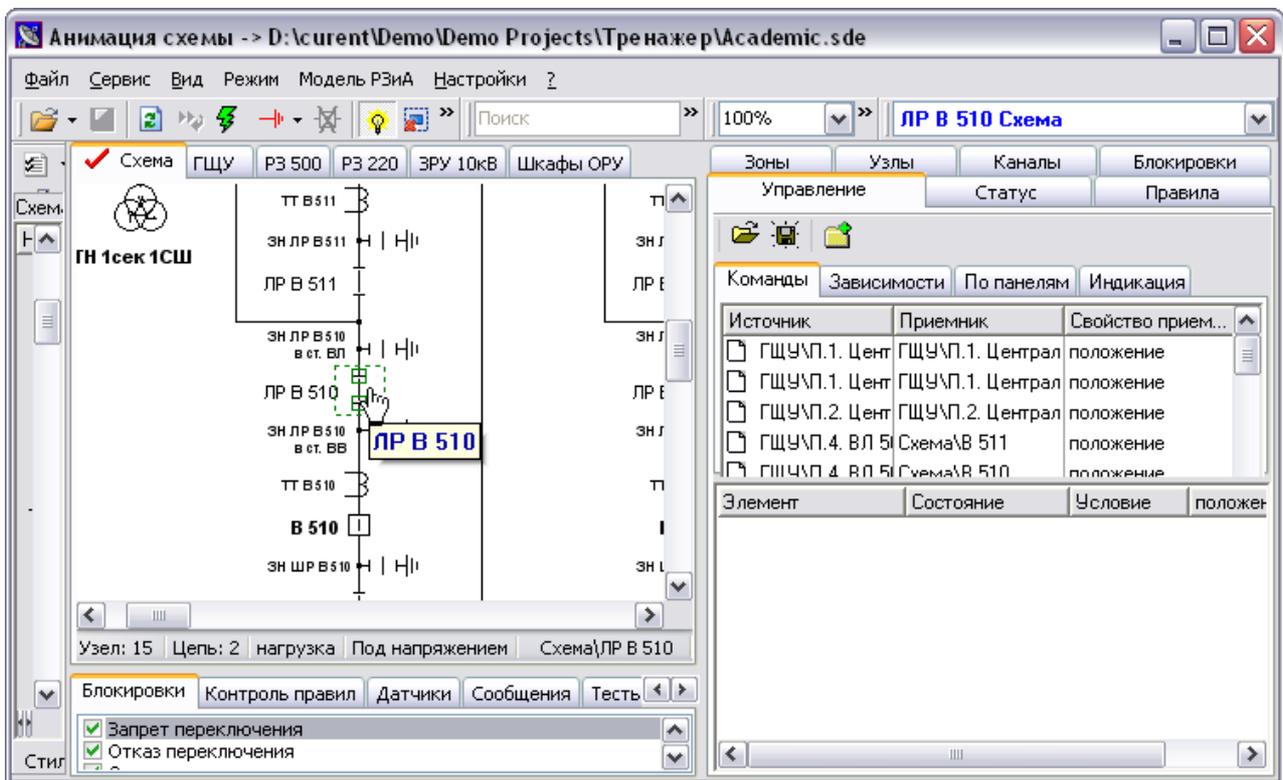


Рис. 4-16. Отображение контекстного меню для источника

Далее выберем позицию **Создать команду**. Если эта строка в меню отсутствует, значит, создание команды невозможно, а если она недоступна — значит, для данного источника команда была создана ранее. Заметим, что один объект не может являться источником более чем одной команды!

И, наконец, щелкнем строку **Создать команду** — произвольно на экране отобразится редактор настройки команды управления.

4.7.2 Выбор свойств источника и приемника

Обратите внимание, что логически окно поделено на две части: в левой расположены все параметры, относящиеся к источнику команды, и указано его название, а в правой— параметры и название приемника.

Прежде всего выберем контролируемый параметр. Для этого раскроем поле и щелкнем нужный параметр. Мы укажем в обоих полях значение **положение**, так как хотим изменять положение линейного разъединителя при изменении положения КУ.

Теперь надо заполнить таблицу соответствия состояний. Имейте в виду, что минимально следует согласовать по одному значению источника и приемника.

Выберем для источника значение **вкл** (Рис. 4-17.)

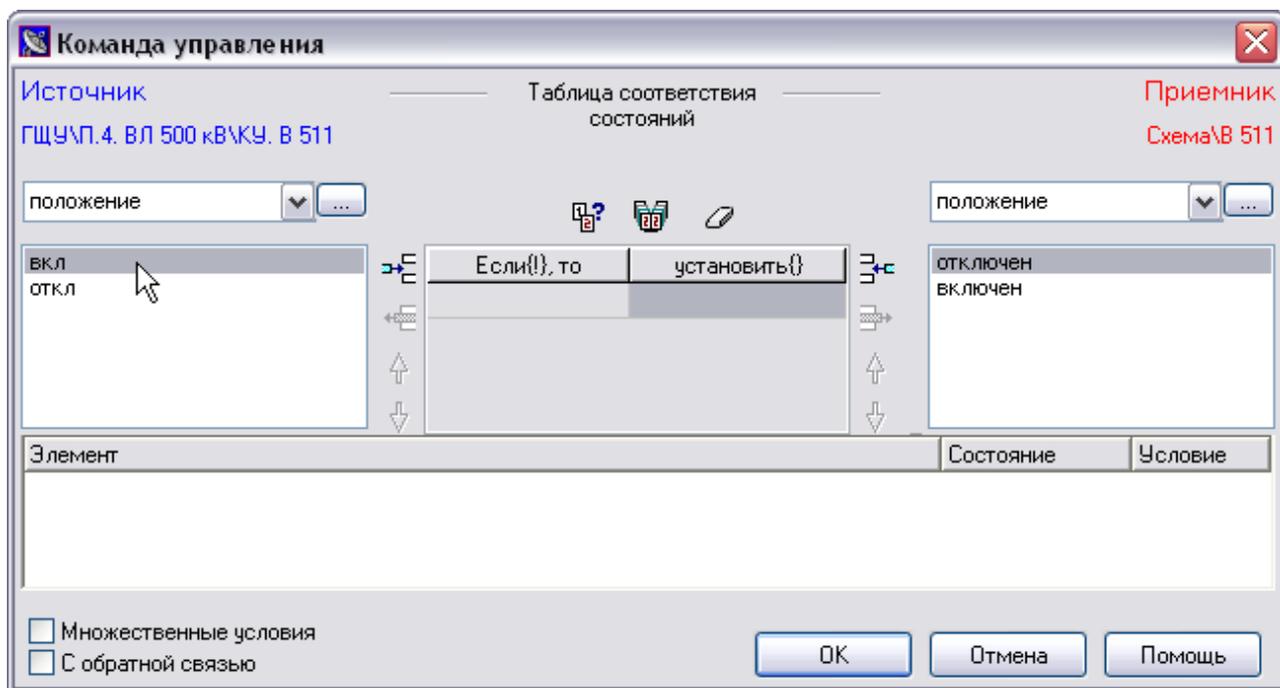


Рис. 4-17. Выбор параметра

Теперь надо вставить это значение в расположенную в средней части окна таблицу соответствия состояний. Для этого следует щелкнуть значок **Добавить строку** (Рис. 4-18.)

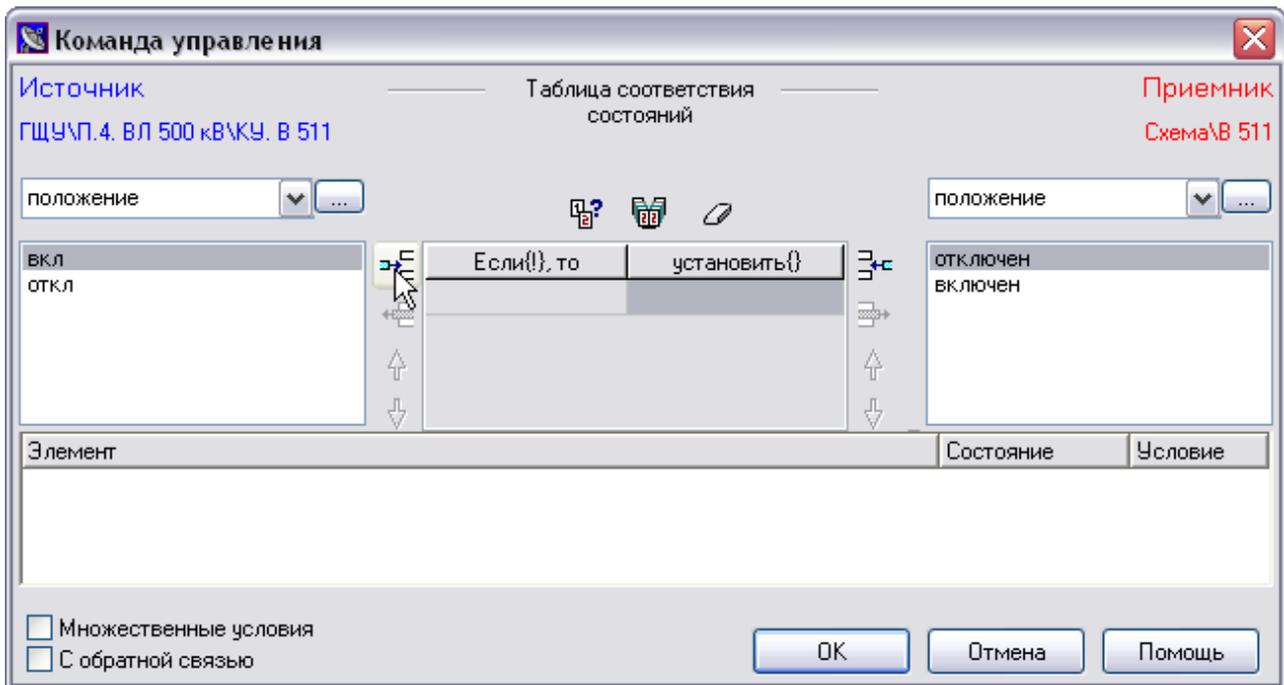


Рис. 4-18. Вставка в таблицу соответствия состояний значения для источника

Теперь такую же процедуру сделаем для приемника: выберем нужное значение в правом поле и щелкнем расположенную справа кнопку **Добавить строку**.

Таблица соответствия состояний с парой установленных значений показана на Рис. 4-19.

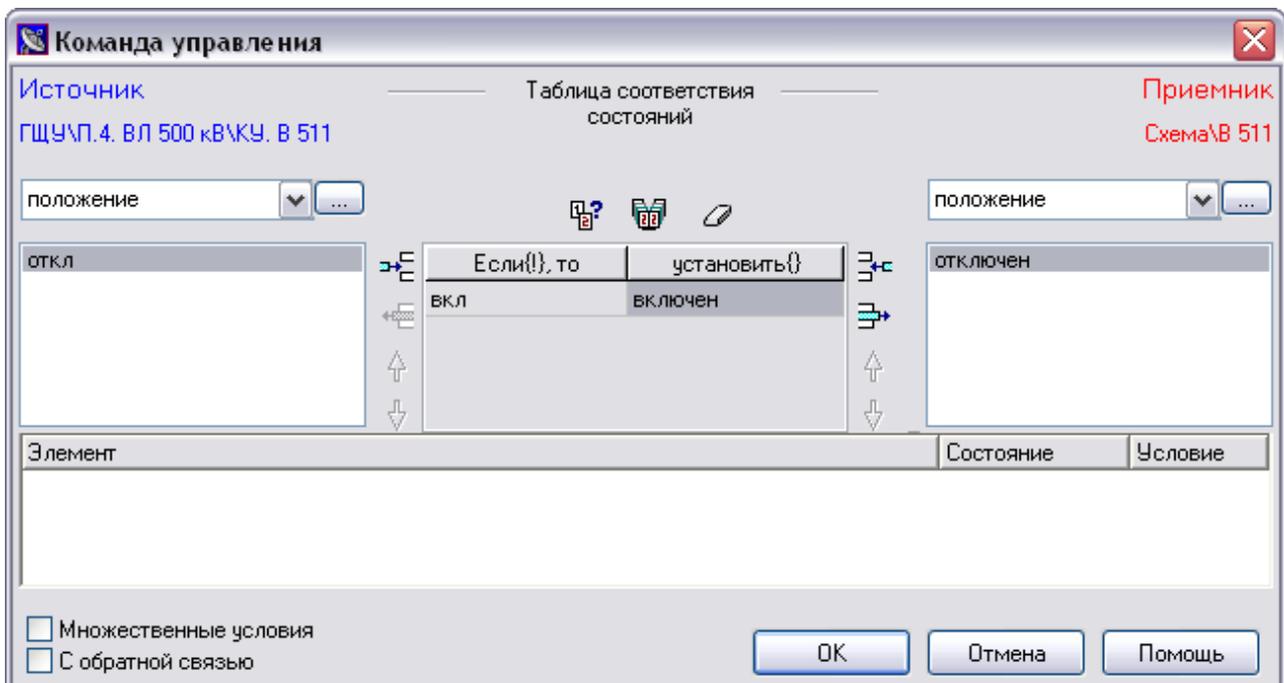


Рис. 4-19. Таблица соответствия состояний с парой установленных значений

Установим вторую пару соответствий значений. Теперь таблица заполнена: заданы все возможные соответствия (Рис. 4-20.)

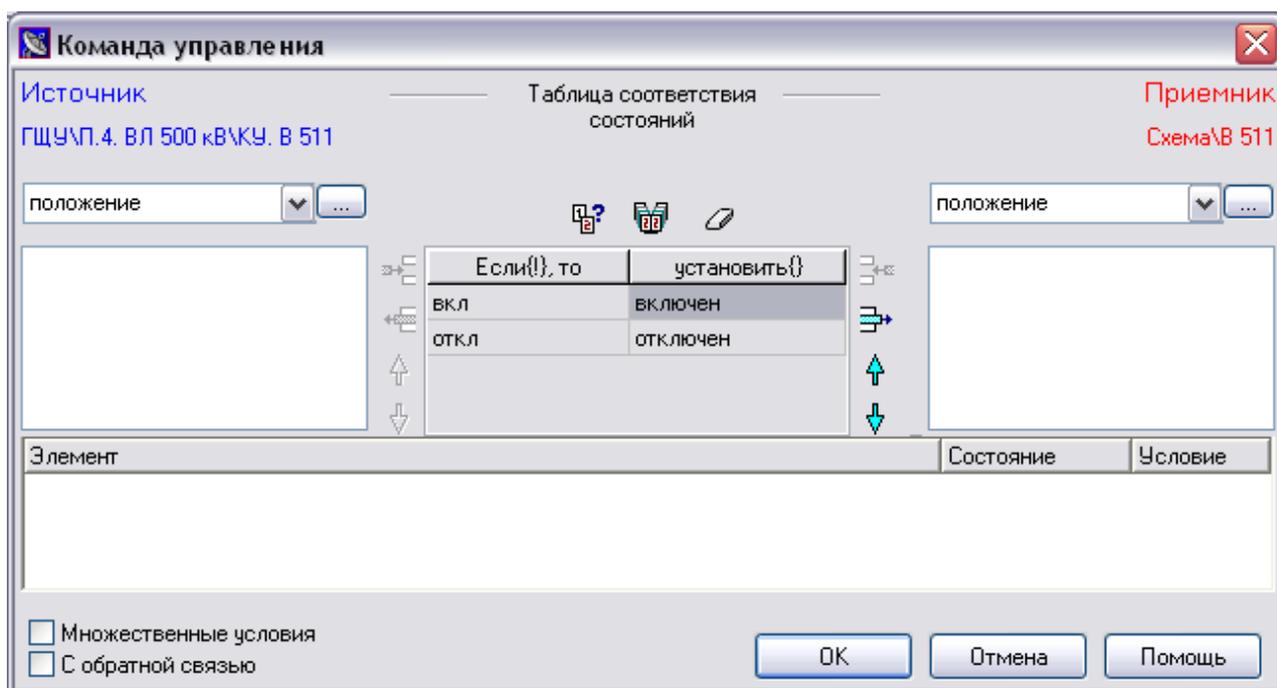


Рис. 4-20. Таблица соответствия состояний заполнена

Обратите внимание, что при этом стали активными средняя и нижняя кнопки, расположенные справа и слева от таблицы соответствия состояний.

	Кнопка Добавить строку позволяет вставить выбранное значение в таблицу соответствия значений.
	Кнопка Удалить строку позволяет удалить выбранное значение из таблицы соответствия значений.
	Кнопки Переместить вверх и Переместить вниз позволяют менять порядок элементов столбца в заданном направлении (перемещать выделенное значение вверх или вниз)..

Пользователям предоставляется возможность заполнять таблицу соответствия состояний методом «перетащить и отпустить».

4.7.2.1 Вставка всех возможных значений в таблицу

	Кнопка Добавить все значения позволяет вставить все значения для источника и приемника в таблицу соответствия значений. При этом значения не подбираются по названию, а вставляются в таблицу в том порядке, как они перечислены в исходных списках.
---	---

4.7.2.2 Подбор свойств по названию



Кнопка **Подобрать по названию** позволяет вставить все значения для источника и приемника в таблицу соответствия значений, причем пары значений подбираются по названию.

4.7.2.3 Очистка таблицы



Кнопка **Очистить таблицу** позволяет удалить все значения для источника и приемника из таблицы соответствия значений.

4.7.3 Операции с командами

Команды находятся во вкладке - **Управление - Команды** (Рис. 4-21.) в списке созданных команд.

Чтобы не искать команду в большом списке нажимаем на выключатель правой кнопкой мыши и выбираем строку **Показать** и выбираем нужную

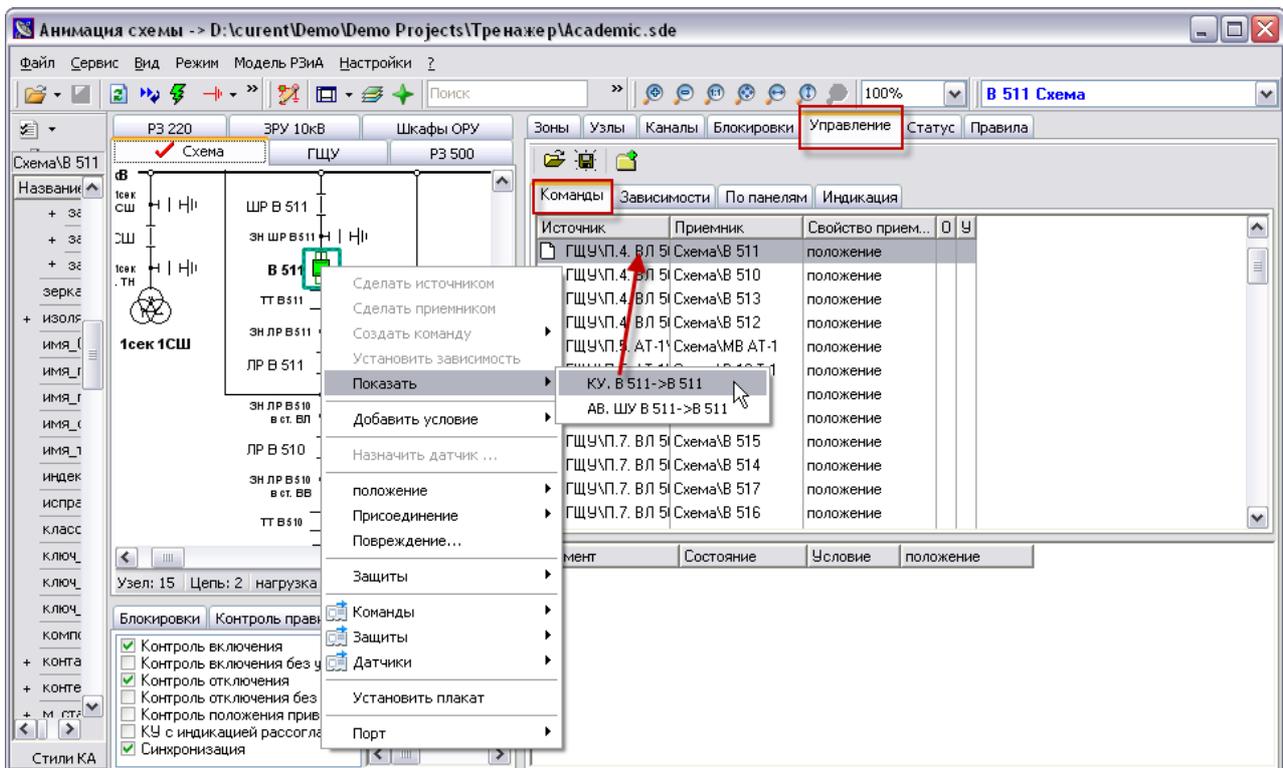


Рис. 4-21. Отображение созданной команды на вкладке Команды

Данные также представлены в табличном виде, в результате чего воспринимать их легко и удобно (Рис. 4-22.)

Источник	Приемник	Свойство приемника	0	У
ГЩУ\П.4. ВЛ 500 кВ\КУ. В 511	Схема\В 511	положение		
ГЩУ\П.4. ВЛ 500 кВ\КУ. В 510	Схема\В 510	положение		
ГЩУ\П.4. ВЛ 500 кВ\КУ. В 513	Схема\В 513	положение		
ГЩУ\П.4. ВЛ 500 кВ\КУ. В 512	Схема\В 512	положение		
ГЩУ\П.5. АТ-1\КУ. В 220 АТ-1	Схема\МВ АТ-1	положение		
ГЩУ\П.5. АТ-1\КУ. В 10 Т-1	Схема\В 10 Т-1	положение		
ГЩУ\П.6. Секционный выключател	Схема\СВ 1	положение		
ГЩУ\П.6. Секционный выключател	Схема\СВ 2	положение		
ГЩУ\П.7. ВЛ 500 кВ\КУ. В 515	Схема\В 515	положение		

Рис. 4-22. Отображение команд в табличном виде

В строке команды описаны источник и приемник: вначале полное имя объекта-источника — ГЩУ\П4. ВЛ 500 кВ\КУ. В 511, а затем объекта-приемника— Схема\В 511.

Теперь эту команду можно исполнить как в *Аниматоре схем*, так и в *Тренажере по оперативным переключениям* для моделирования ситуации. В этом случае не надо переключать КА на электрической схеме, можно выполнить эту операцию с панели, где расположен источник, например со щита управления (вкладка «ГЩУ»).

Кроме того, над командами можно выполнять ряд операций: изменить и удалить конкретную команду или упорядочить по названиям весь список команд. Чтобы эти возможности стали доступны, надо щелкнуть команду правой кнопкой мыши и вызвать тем самым контекстное меню.

4.7.3.1 Контроль исполнения команды

Рассмотрим команду между КУ ЛР В 511 расположенного во вкладке ГЩУ и ЛР В 511 расположенного на схеме

Откроем вкладку «ГЩУ», на которой располагается источник, щелкните правой кнопкой мыши объект ГЩУ\ЛР В 511 и далее выберем из контекстного меню строку **положение -> откл.**

Так как разъединитель в данный момент заблокирован, на экране появляется предупреждение (Рис. 4-23.)

Обратите внимание, что проверка выполнена для ключа управления.

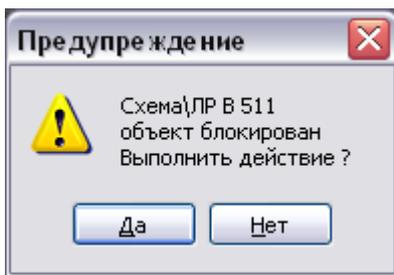


Рис. 4-23. Предупреждение при исполнении команды

Если мы ответим утвердительно на это предупреждение, то положение КУ на щите управления изменится.

Теперь переключимся на вкладку «Центральная», чтобы удостовериться в том, что команда исполнена. Действительно, теперь линейный разъединитель Центральная\Л501\В2 \ЛР отключен.

4.7.3.2 Редактирование команды

Чтобы отредактировать любую команду, надо вызвать для нее контекстное меню и выбрать строку **Изменить** (Рис. 4-24.)

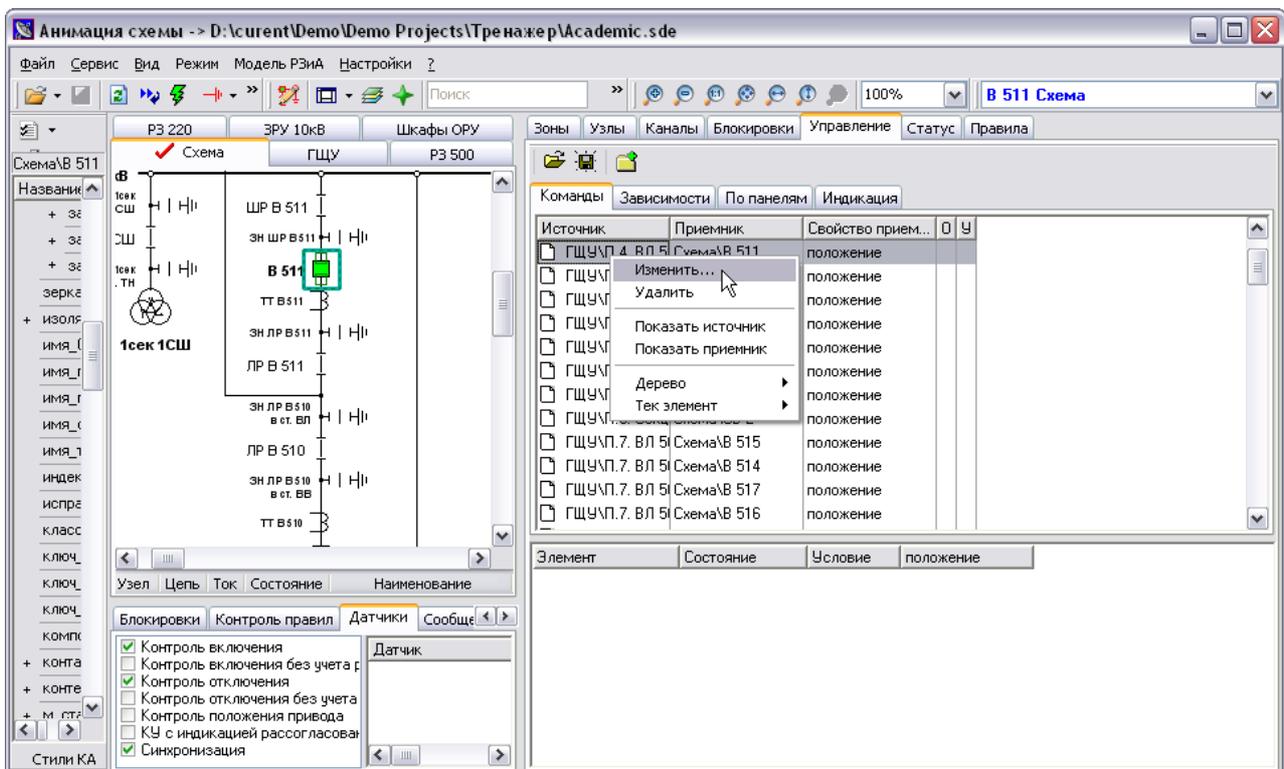


Рис. 4-24. Вызов окна для редактирования команды

На экране отобразится то же самое окно, средствами которого мы создавали команду,— **Команда управления**. В нем можно просматривать и редактировать ранее созданные таблицы согласованного поведения объектов. О том, как применять инструментальные

средства этого окна, рассказано в предыдущих разделах.

Это окно также можно открыть, дважды щелкнув левой кнопкой мыши нужную команду.

4.7.3.3 Удаление команды

Средствами контекстного меню, вызванного для конкретной команды, можно также удалить эту команду. Для этого следует выбрать строку **Удалить** (Рис. 4-25.)

Указанная команда будет удалена из списка.

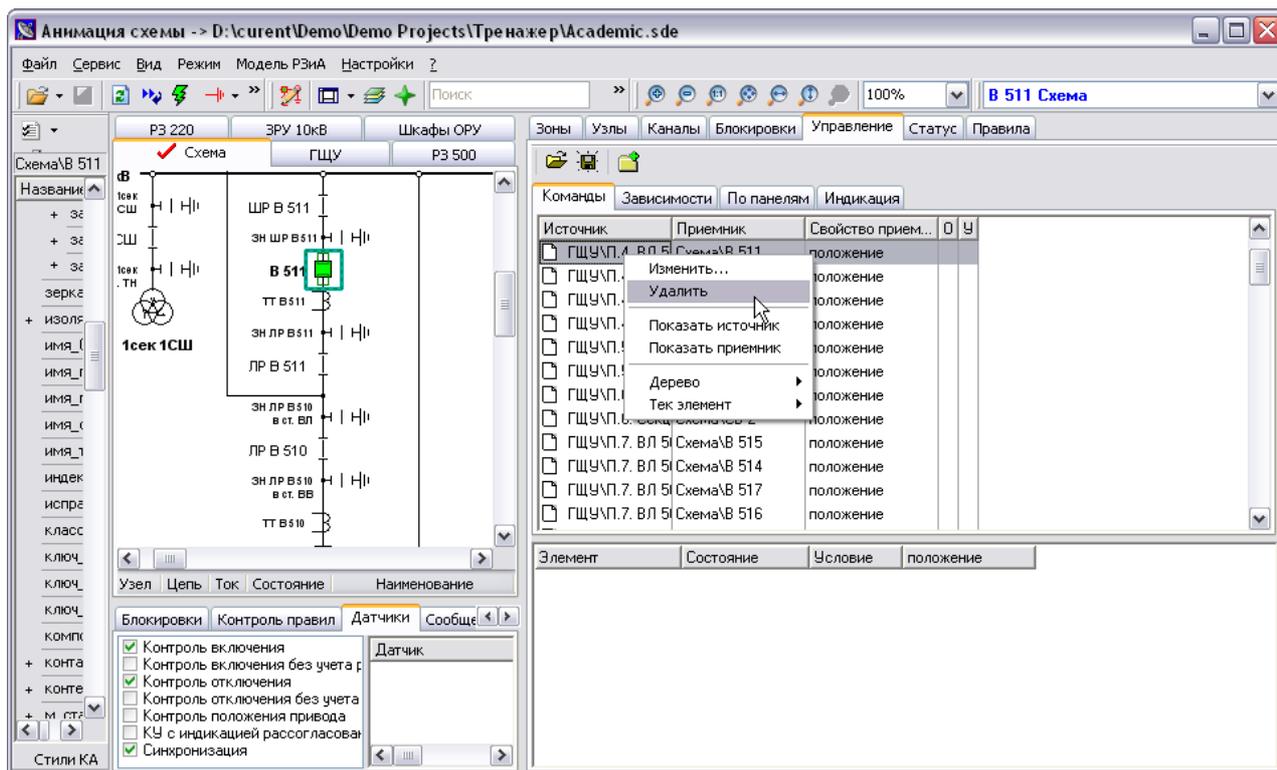


Рис. 4-25. Удаление команды средствами контекстного меню

4.7.3.4 Упорядочение списка команд

Команды вставляются в список команд по мере их создания. В результате список неупорядочен. Команды можно отсортировать по названиям источника и приемника, расположенным в алфавитном порядке, а также по свойствам: команда управления оперативным током, положение и т. д. Для сортировки следует щёлкнуть заголовок столбца.

Ограничения при создании и редактировании команд

Для предотвращения непредсказуемого поведения модели, на создание команд налагаются некоторые ограничения.

- Источником может служить только изменение свойства **положение**, если на момент

создания команды оно уже не является зависимым.

- Запрещено создание условия для изменения свойства **положение**, если оно использовано как источник команды.
- Запрещено создание команды от объекта-приемника.
- От одного источника может быть создана только одна команда.

4.7.4 Отображение источника и приемника или контроллера и индикатора на схеме

Чтобы отобразить составные элементы команд на схеме, надо из контекстного меню, открытого в панели **Команды**, выбрать строку **Показать источник** или **Показать приемник** для команды.

Чтобы отобразить составные элементы зависимости на схеме, надо из контекстного меню, открытого в панели **Зависимости**, выбрать строку **Показать контроллер** или **Показать индикатор** для команды.

На схеме элемент будет выделен согласно заданному стилю отображения. Подробнее о том, как задать стиль отображения — в разделе «Настройка стиля выделения объектов» этой главы.

Мы покажем отображение элементов зависимости на примере схемы *Связи_1.sde* из папки «ШагЗаШагом» (Рис. 4-26.)

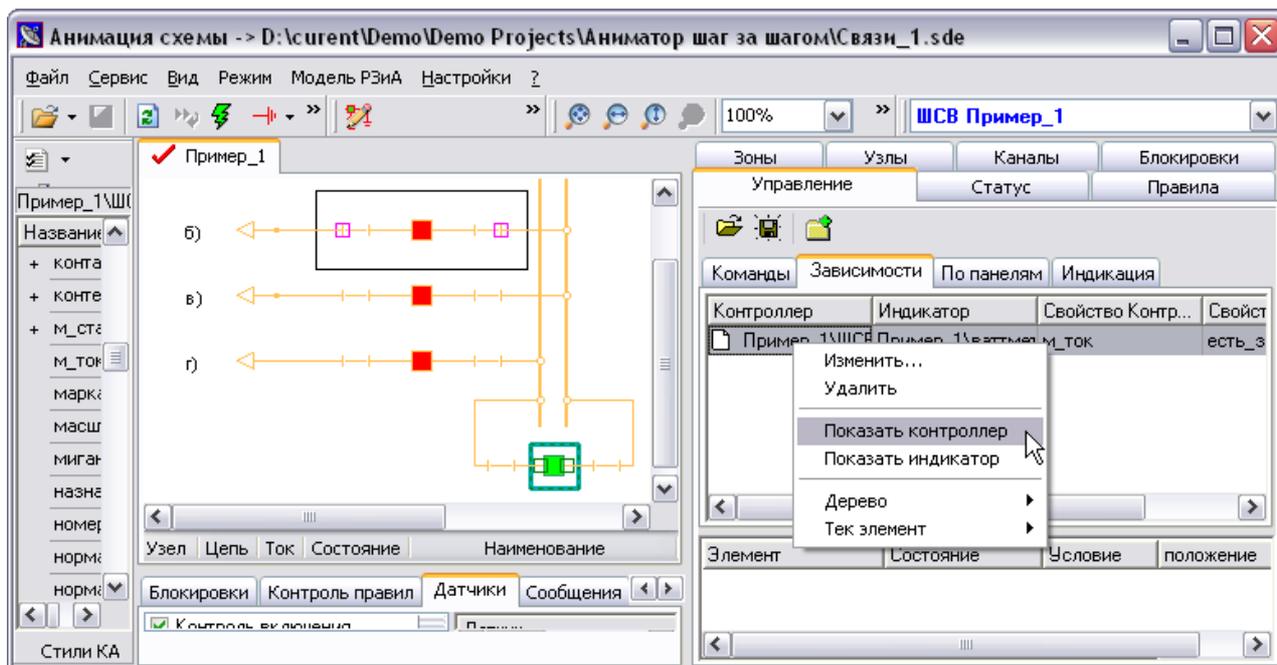


Рис. 4-26. Отображение контроллера на схеме

Если контроллер и индикатор или приемник источник располагаются на разных

вкладках, то после выбора соответствующей строки меню будет открыта та вкладка, на которой располагается указанный элемент.

4.7.5 Условия исполнения команд управления и зависимостей

В Аниматоре схем начиная с версии 4.0, значительно расширены возможности системы согласованного поведения элементов макета. Благодаря учету условий исполнения команд и зависимостей стало возможным моделировать:

- контроль напряжения с учетом автоматов вторичных цепей ТН;
- контроль параметров режима нескольких присоединений с помощью одной группы приборов;
- перевод управления выключателем с местного на дистанционное;
- управление несколькими выключателями от одного ключа.

В качестве условий используется текущее значение свойства «положение» элементов макета. Суть заключается в том, что до исполнения команды, или зависимости, контролируется положение одного, или нескольких элементов. В случае если их текущее состояние позволяет, операция производится, в противном случае — блокируется.

Введена дополнительная панель для отображения и редактирования условий исполнения. Панель предоставляет возможность изменить как контролируемое состояние элемента, так и условие. Для этого:

1. первым щелчком мыши выберите нужную строку и столбец («Состояние» или «Условие»);
2. вторым — активизируйте редактор;
3. щелчком по появившейся кнопке получите список возможных значений;
4. выберите нужное значение.

Если данный способ кажется Вам несколько неудобным, постарайтесь сразу определять условия правильно.

ВНИМАНИЕ!

Условия накладываются на выбранную в настоящий момент зависимость (команду) в соответствующей таблице *Аниматора схем*. Количество условий не ограничивается.

Для иллюстрации мы опишем пример контроля напряжения на трансформаторе напряжения с помощью вольтметра, с учетом вторичных цепей. Вы можете воспользоваться

схемой «Связи_3» из каталога «ШагЗаШагом».

Создайте соответствующую зависимость, как было описано выше. В макете найдите автомат (АП) вторичных цепей соответствующего ТН, наведите на него мышь и в меню элемента выберите "добавить условие > исполнить зависимость", если АП включен, или "добавить условие > блокировать зависимость", если АП отключен. Теперь показания на вольтметре будут только при включенном АП.

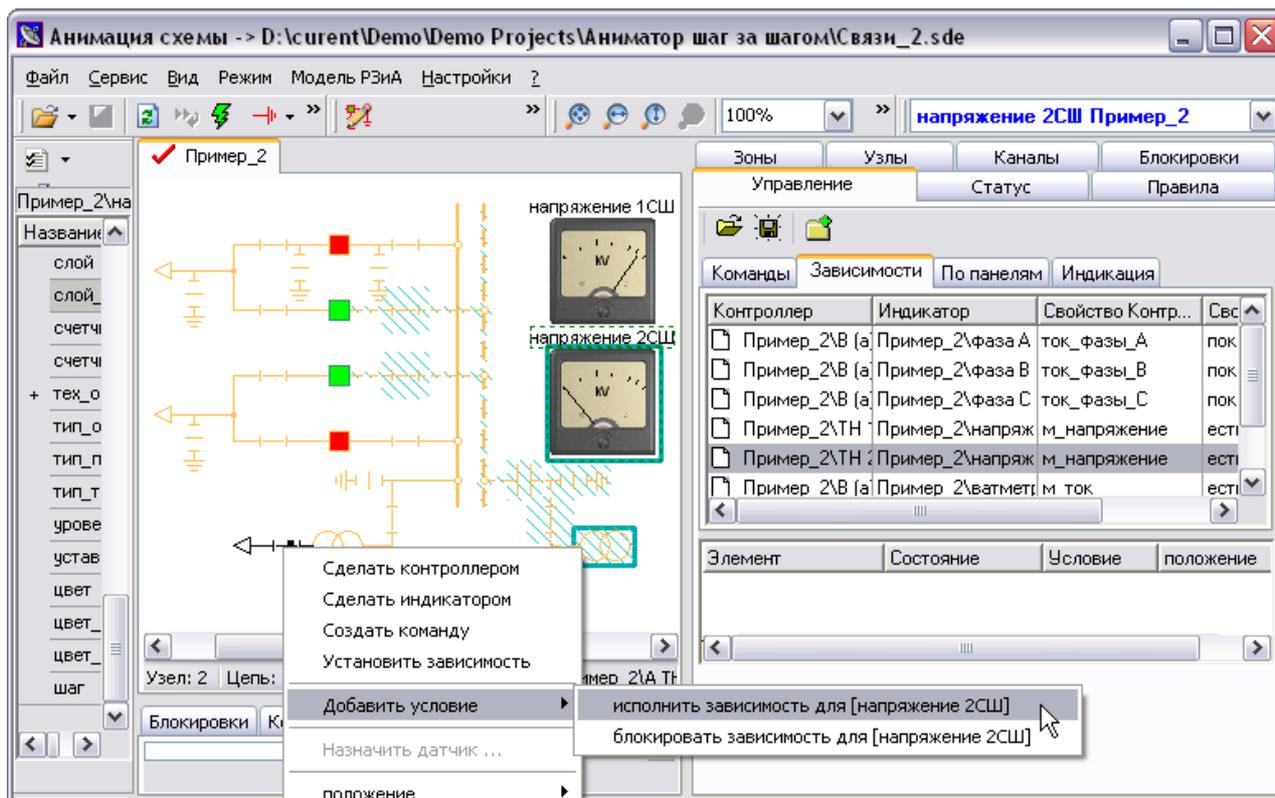


Рис. 4-27. Добавление условия для исполнения команды

4.7.6 Особенности условий для команд управления

В дополнение к общей информации предыдущего раздела отметим, что для команд управления существуют специально введенные ограничения.

Во-первых, создание каждого последующего варианта управления, использующего задействованный ранее источник, возможно, только если в данный момент воздействие от него заблокировано.

Во-вторых, не допускается «гиражирование» команды управления. То есть, если переключение воздействия от некоторого источника производится изменением положения нескольких элементов макета, будет выполнена только одна из возможных команд.

4.8 Создание зависимости

В этом разделе рассказано, как создать зависимость средствами редактора настройки контроля состояния: выбрать параметры контроллера и индикатора, вставить все возможные значения в таблицу, подобрать свойства по названию и др. Кроме того, здесь описан процесс редактирования уже созданных зависимостей.

Редактор настройки контроля состояния (окно **Контроль состояния**) очень похож на редактор настройки команды управления (окно **Команда управления**), поэтому здесь мы подробно расскажем об особенностях процесса создания зависимостей.

4.8.1 Открытие редактора настройки контроля состояния

Итак, откроем *Аниматор схем* и в схеме сделаем активным объект, состояние которого хотим контролировать. Мы будем называть его контроллером. Для этого его надо щелкнуть левой клавишей мыши. Затем следует переключиться на вкладку, где расположен индикатор, например «ЩУ», и щелкнуть соответствующий объект правой кнопкой мыши, чтобы вызвать контекстное меню.

В качестве контроллера был выбран объект ВВ-201 Л-201, а в качестве индикатора— Нагрузка Л-201 (Рис. 4-28.)

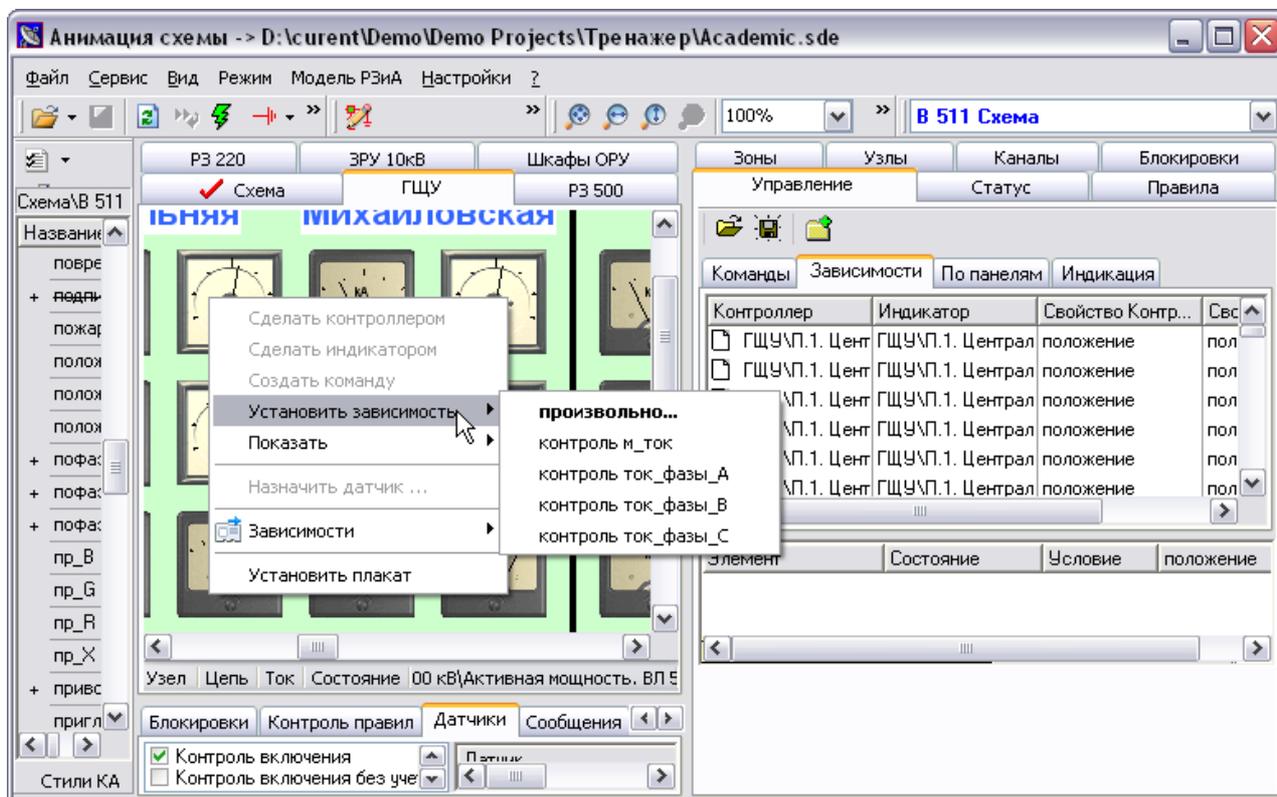


Рис. 4-28. Отображение контекстного меню для индикатора

Обратите внимание, что название активного элемента, выбранного на вкладке «Центральная», отображается вверху окна, в поле **Активный элемент**.

4.8.2 Выбор свойств контроллера и индикатора

Если Вы выберете первый вариант— **произвольно**, то откроется редактор создания зависимостей, в котором Вам придется самим задать значения (Рис. 4-29.)

В окне редактора контроля состояния надо установить соответствие параметров контроллера и индикатора. В левой части окна расположены все параметры, относящиеся к контроллеру, и указано его название, а в правой— параметры и название индикатора.

Прежде всего следует выбрать контролируемый параметр. Раскроем поле и щелкнем нужный параметр (Рис. 4-29.) Мы укажем в поле контроллера **положение**.

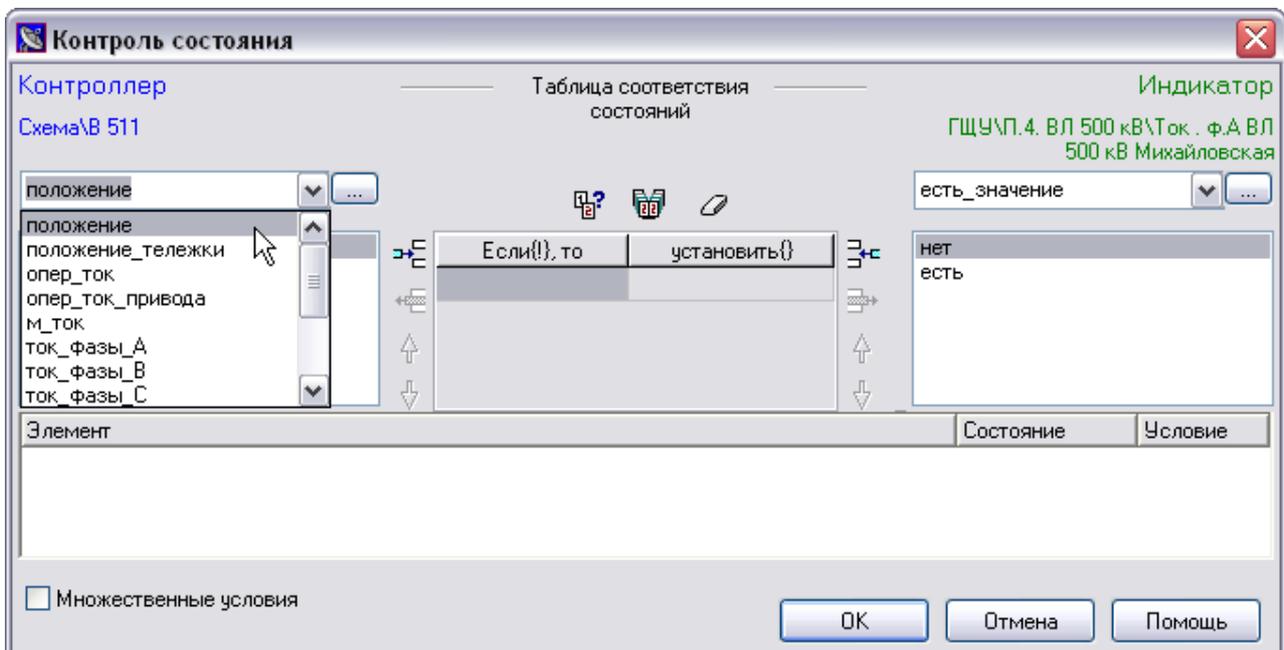


Рис. 4-29. Выбор параметра для контроллера

Теперь укажем параметр для индикатора— **есть_значение**. Результат показан на Рис. 4-30.

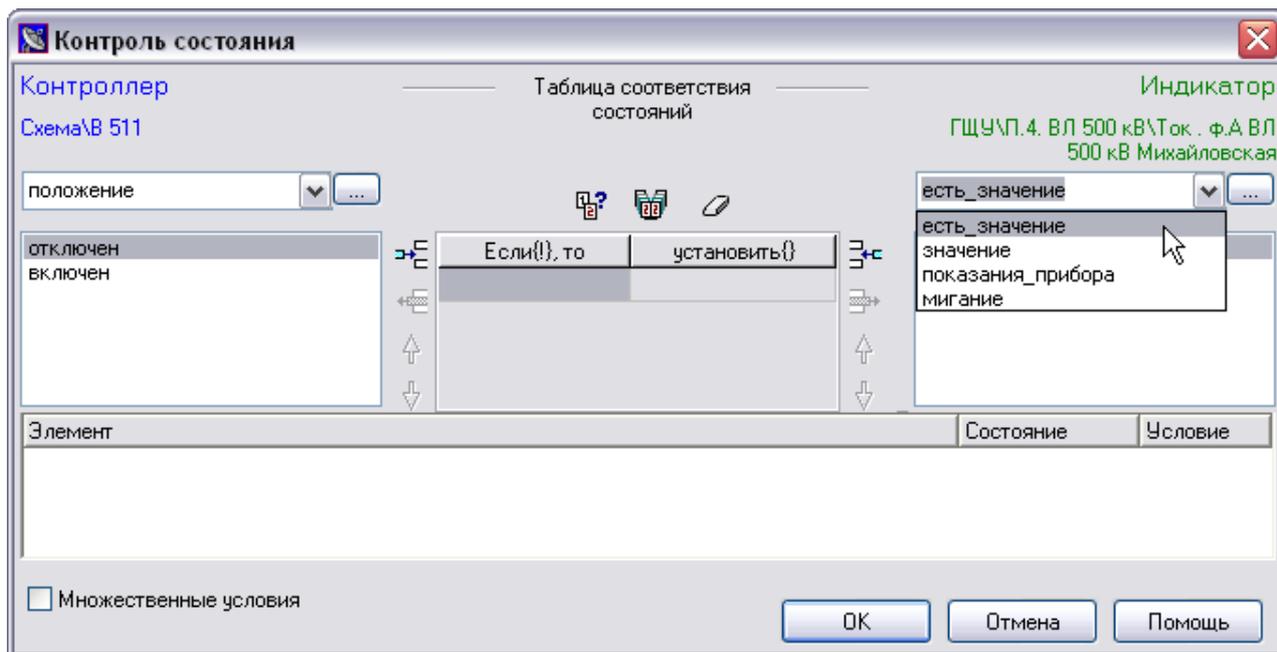


Рис. 4-30. Выбор параметра для индикатора

Для этих параметров установим пары значений в таблице соответствия состояний. Для этого следует воспользоваться кнопкой **Добавить все значения**.

ПРИМЕЧАНИЕ Параметры **м_ток** и **м_напряжение** устанавливаются моделью сети на элементах следующих типов:

м_ток	выключатель выключатель нагрузки ячейка КРУ с выключателем разъединитель отделитель автомат силовой предохранитель
м_напряжение	1. трансформатор напряжения 2. шина

Щелкнув кнопку **ОК**, мы создадим зависимость, которая отобразится на вкладке **Зависимости**, доступной из меню панели инструментов **Вид - Команды**. На Рис. 4-31. созданная зависимость располагается вверху вкладки. Как видно на рисунке, она имеет древовидную структуру.

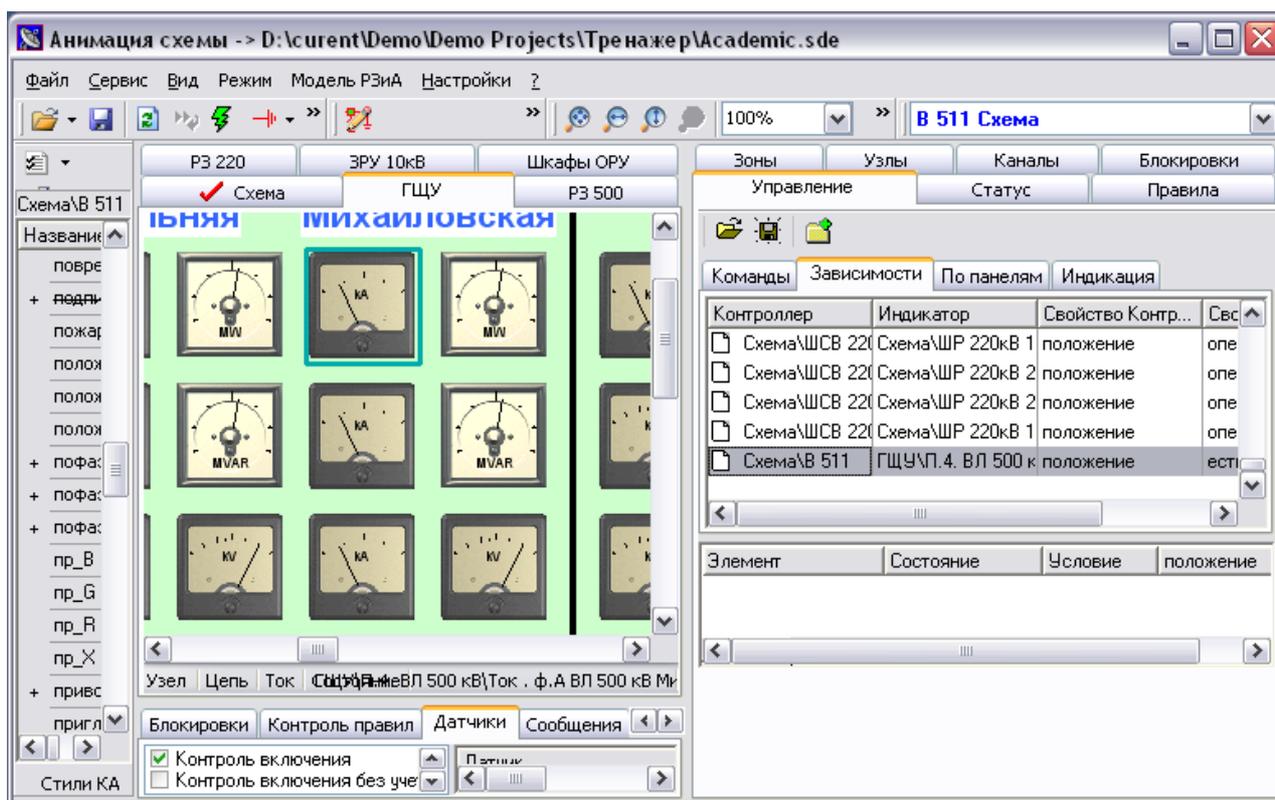


Рис. 4-31. Отображение созданной зависимости на вкладке Зависимости

4.8.2.1 Кнопки редактора контроля состояния

Кнопки, расположенные в окне редактора контроля состояния, и по виду, и по назначению аналогичны кнопкам редактора настройки команды управления. Подробно о работе с ними рассказано в разделах «Вставка всех возможных значений в таблицу», «Подбор свойств по значению» и «Очистка таблицы».

4.8.3 Операции с зависимостями

Созданная зависимость позволяет контролировать состояние объекта, что пригодится, например, при моделировании ситуации в *Тренажере по оперативным переключениям*.

Кроме того, над командами можно выполнять ряд операций: изменить и удалить конкретную зависимость, упорядочить по названиям весь список зависимостей или раскрыть/свернуть дерево зависимостей. Все эти возможности доступны из контекстного меню. Чтобы его вызвать, надо вызвать соответствующую команду правой кнопкой мыши.

4.8.3.1 Реализация зависимости при моделировании ситуации

Мы установили зависимость значения нагрузки от наличия нагрузки на выключателе ВВ-201: если ток есть, то прибор должен установленное значение, если тока нет— то ноль.

Для проверки отключим выключатель ВВ-201 (Рис. 4-32.)

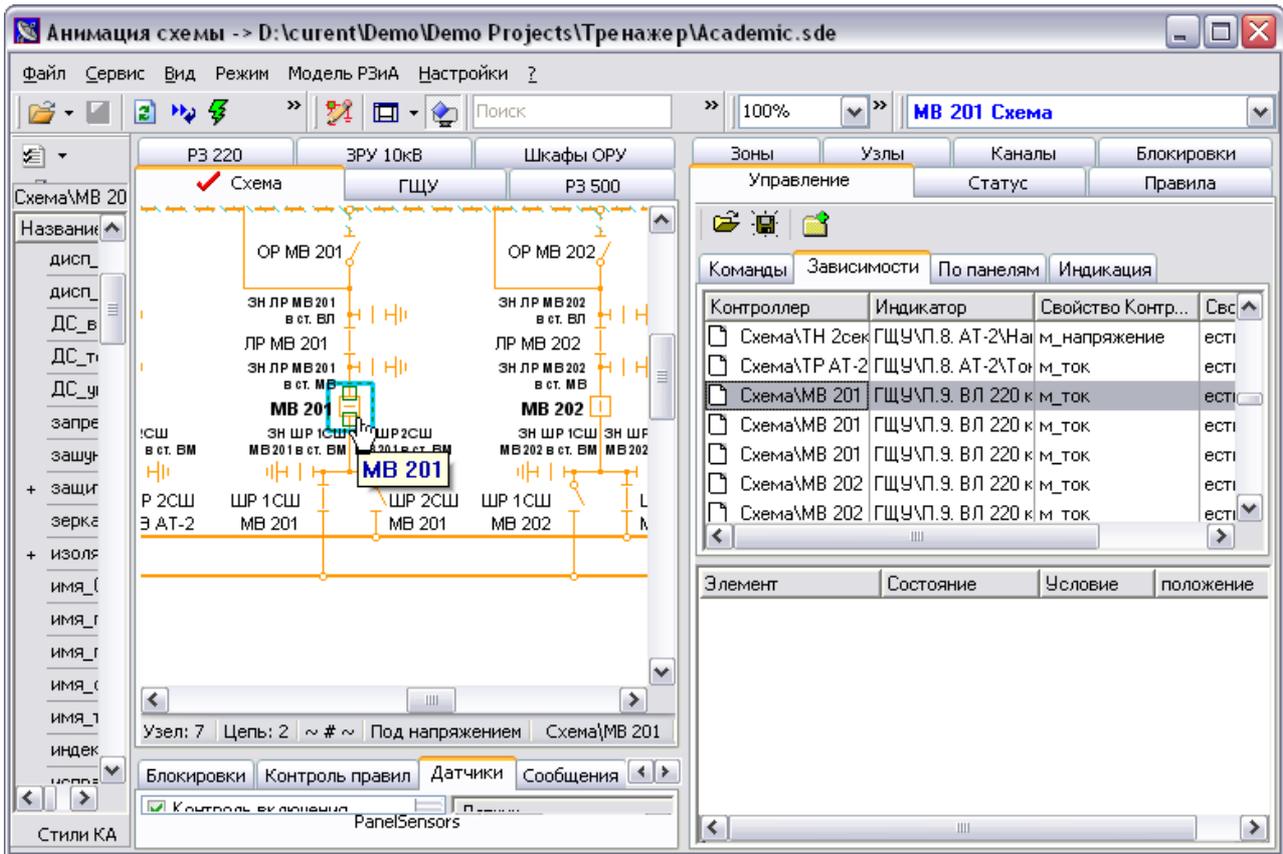


Рис. 4-32. Выключатель ВВ-201 отключен

Переключившись на вкладку «ГЩУ», мы увидим, что прибор Ток. ВЛ 220 кВ 201, измеряющий нагрузку, показывает отсутствие нагрузки (Рис. 4-33.) Теперь отключим линейный разъединитель, а выключатель включим. Убедимся в отсутствии показаний.

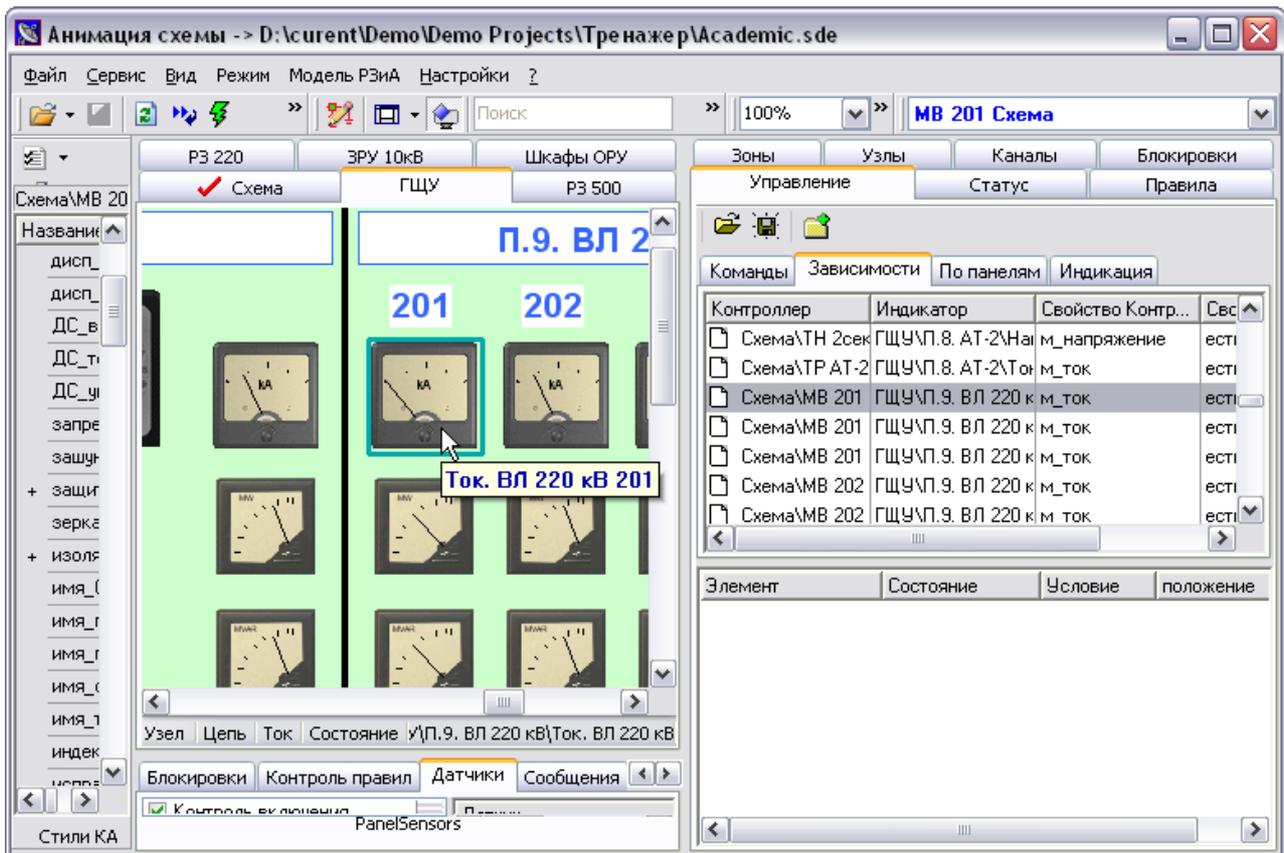


Рис. 4-33. Прибор показывает отсутствие нагрузки

Это означает, что созданная нами зависимость работает. Таким образом, создав зависимости, мы сможем по показаниям приборов контролировать состояние электрической схемы. Это позволит более полно имитировать работу реального энергообъекта.

4.8.3.2 Возможности контекстного меню зависимостей

Раскроем любую зависимость на вкладке **Зависимости** и щелкнем ее правой кнопкой мыши, чтоб отобразить контекстное меню (Рис. 4-34.)

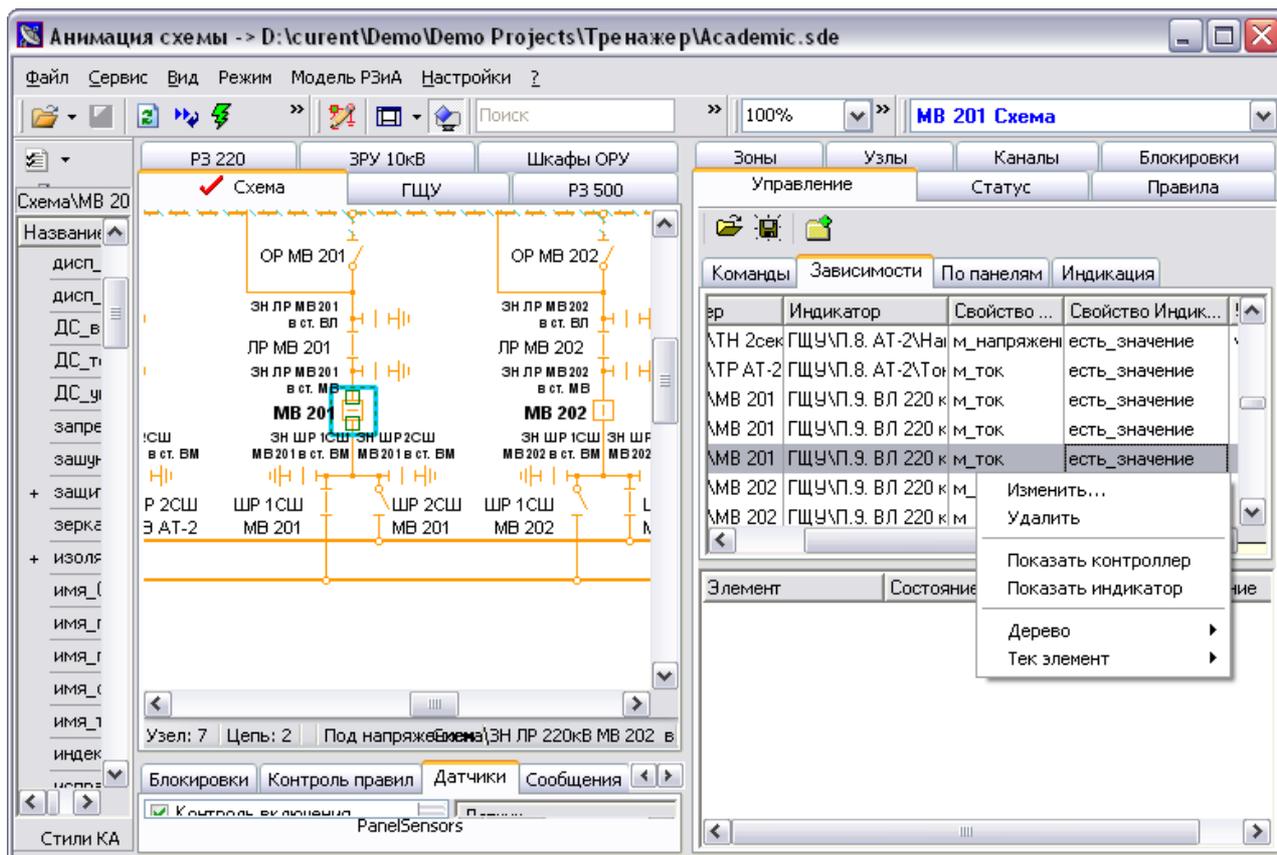


Рис. 4-34. Контекстное меню зависимостей

Редактирование и удаление зависимости, а также упорядочение списка зависимостей выполняется таким же образом, как и для команд (подробно об этом рассказано в разделе «Операции с командами»).

4.8.4 Составные условия изменения состояния

Мы построили зависимость для случая, когда один параметр индикатора определяется состоянием одного контроллера. В некоторых случаях один параметр индикатора определяется состоянием нескольких контроллеров.

Пример такой зависимости показан на Рис. 4-35.

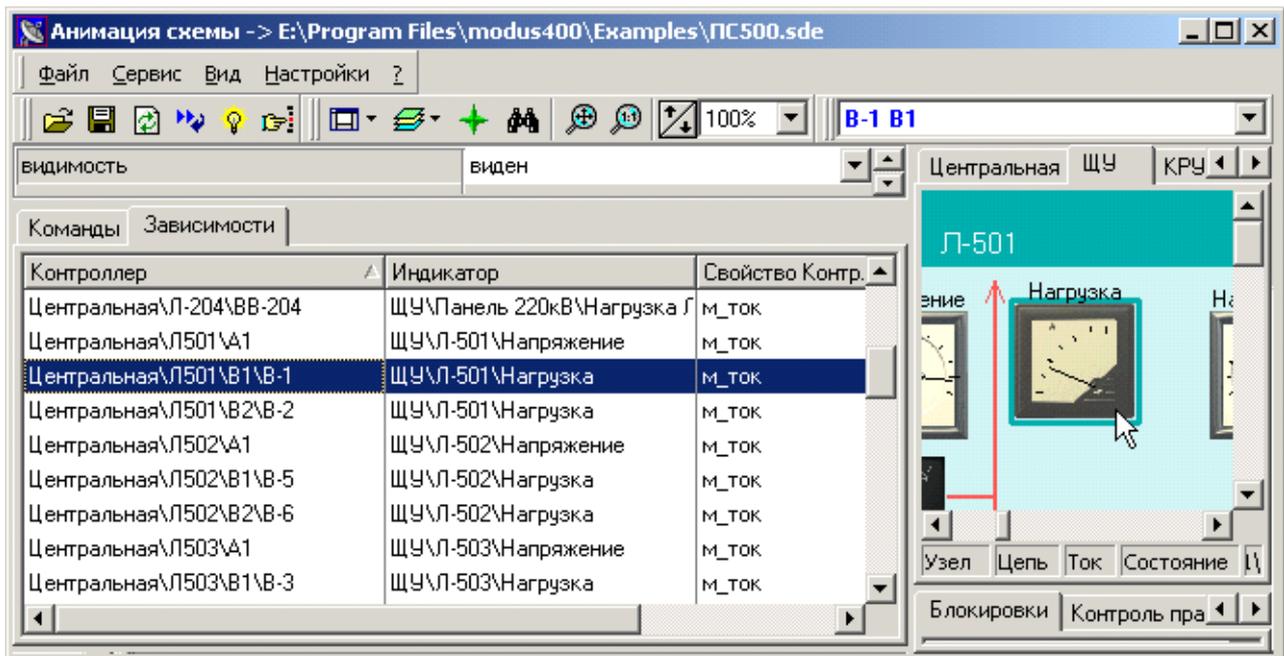


Рис. 4-35. Один параметр индикатора определяется состоянием нескольких контроллеров

Несколько зависимостей, влияющих на один параметр индикатора, считаются составным условием. Для обеспечения возможности моделирования таких условий, приняты следующие соглашения:

- порядок описания состояний параметра индикатора должен соблюдаться во **всех** условиях;
- условие проверяется только при переходе контроллера в состояние, соответствующее состоянию индикатора, описанному в таблице соответствия первым (исключительное состояние);
- исключительное состояние параметра индикатора устанавливается только при совпадении текущих значений всех контролируемых параметров с состоянием, согласованным с ним;
- переход любого контролируемого параметра в состояние, не соответствующее исключительному состоянию индикатора, обрабатывается, как обычное условие;
- порядок изменения состояний контроллеров и их число значения не имеет.

Алгоритм обработки составных зависимостей показан на Рис. 4-36.

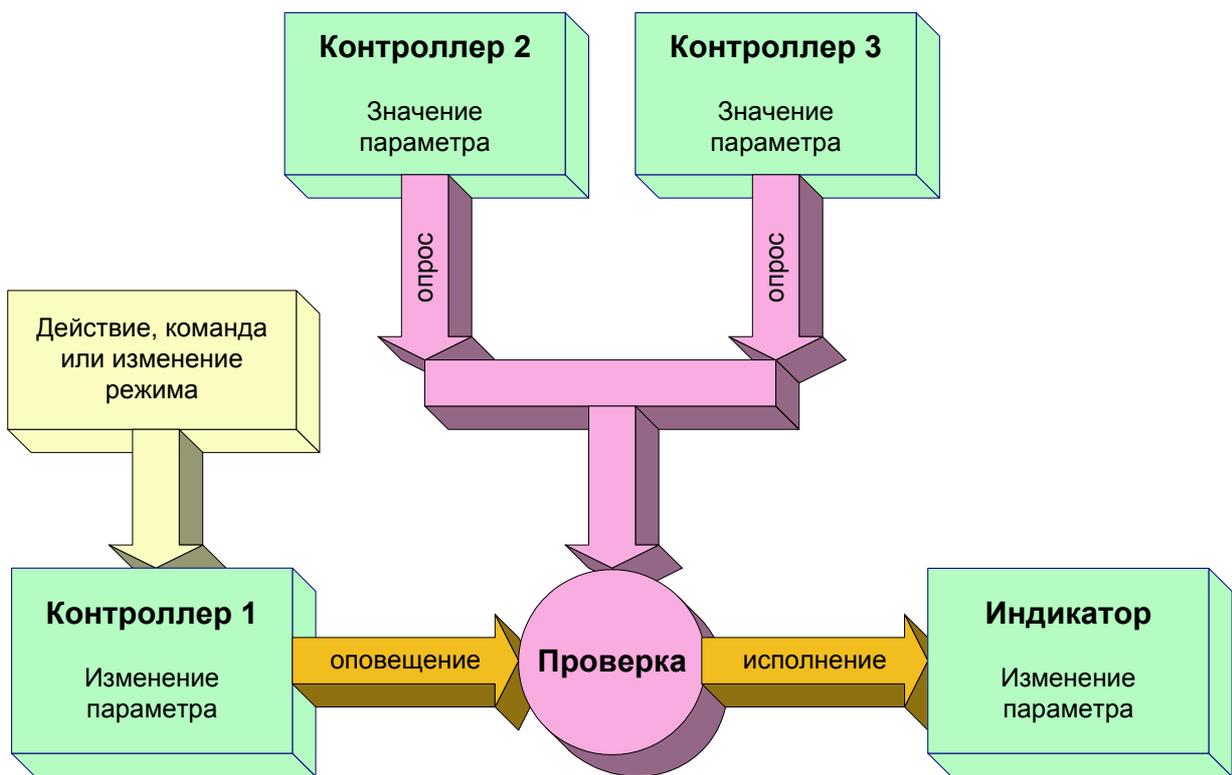


Рис. 4-36. Алгоритм обработки составных зависимостей

Здесь иллюстрируется зависимость одного из свойств индикатора от состояния трех объектов. В этом случае исключительное состояние зависимого параметра индикатора будет установлено только при соответствии ему текущих значений контролируемых параметров контроллеров 1, 2 и 3. Переход в любое другое состояние выполняется немедленно.

4.8.5 Ограничения при создании и редактировании зависимостей

На создание условий не налагаются никакие ограничения, кроме одного: вторичные зависимости во избежание непредсказуемого поведения системы не обрабатываются.

На Рис. 4-37. проиллюстрирована попытка организации вторичной зависимости. В данном случае изменения состояния объекта (индикатор 3) не произойдет. Однако, если изменение контролируемого параметра индикатора 2 будет вызвано действием пользователя или командой управления, оповещение будет выполнено и состояние индикатора 3 изменится.

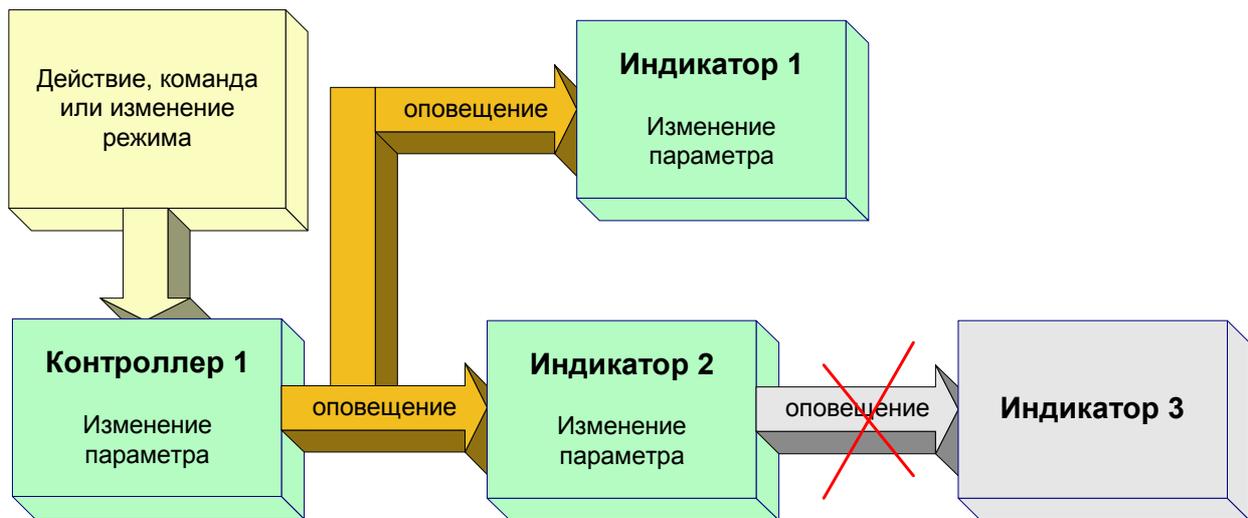


Рис. 4-37. Попытка организации вторичной зависимости

4.9 Контроль положения коммутационного аппарата

Для облегчения моделирования сложного взаимодействия объектов в типичных случаях в программе *Аниматор схем* разработана группа правил сервисного назначения, условно называемых **датчиками**. В отличие от правил и блокировок, для работы **датчиков** необходимо назначить дополнительные элементы, с помощью которых отображается их состояние или задаются условия их срабатывания. По умолчанию датчик не активен.

Пользователь может установить зависимость датчиков от состояния любого КА. Срабатывание датчика преобразуется в изменение состояния некоторого индикатора. Тип индикатора predetermined назначением датчика. Датчик активизируется для работы только после назначения индикатора.

Необходимо помнить, что срабатывание датчика не вызывает сообщения об ошибке.

4.9.1 Датчики, реализованные в программном комплексе Modus

В программном комплексе Modus для разных типов объектов реализованы различные датчики. Большинство из них описано в таблице 4-1.

Таблица 4-1. Датчики, реализованные в программном комплексе Modus

Название датчика	Тип объекта	Индикатор	Результат применения
Контроль включения	Все КА	Лампочка	Зажигает индикатор при успешном включении КА от ключа управления(КУ).

			<p>Гасит при успешном отключении, а при неуспешном — переводит в режим мигания.</p> <p>Переводит в режим мигания при включении КА не от ключа управления.</p>
Контроль включения без учета рассогласования	Все КА	Лампочка	<p>Зажигает индикатор при успешном включении КА от ключа управления(КУ).</p> <p>Гасит при успешном отключении, а при неуспешном — переводит в режим мигания.</p>
Контроль отключения	Все КА	Лампочка	<p>Зажигает индикатор при успешном отключении КА от ключа управления.</p> <p>Гасит при успешном включении, а при неуспешном — переводит в режим мигания.</p> <p>Переводит в режим мигания при отключении КА не от ключа управления.</p>
Контроль отключения без учета рассогласования	Все КА	Лампочка	<p>Зажигает индикатор при успешном отключении КА от ключа управления.</p> <p>Гасит при успешном включении, а при неуспешном — переводит в режим мигания.</p>
Выбор параметра	Ключи управления	Прибор	<p>Имитирует переключение схем измерения напряжения (линейное / фазное).</p> <p>Устанавливает на приборе "значение" в "номинал", если "положение" ручки = «АВ», «ВС» или «СА»; ("номинал" / 1,7), если «А», «В» или «С».</p> <p>Устанавливает на приборе "значение" в 0</p>

			— если значение «откл».
Земля в сети	Трансформатор напряжения, шина, ошиновка	Лампочка	
Фиксация отключения	Связь с объектом, автотрансформатор	Лампочка	
Контроль положения привода	Выключатель	Лампочка	
Синхронизация	Выключатель	Лампочка	
КУ с индикацией рассогласования	Все КА	Лампочка	

4.9.2 Назначение индикатора датчику «контроль включения/отключения»

Прежде всего необходимо активизировать контролируемый объект, например выключатель (Рис. 4-38.) Теперь откройте панель **Правила** из меню **Вид** и в ней — вкладку **Датчики**. Обратите внимание, что в правой части вкладки не указано название индикатора, назначенного для этого КА. Сейчас мы назначим его.

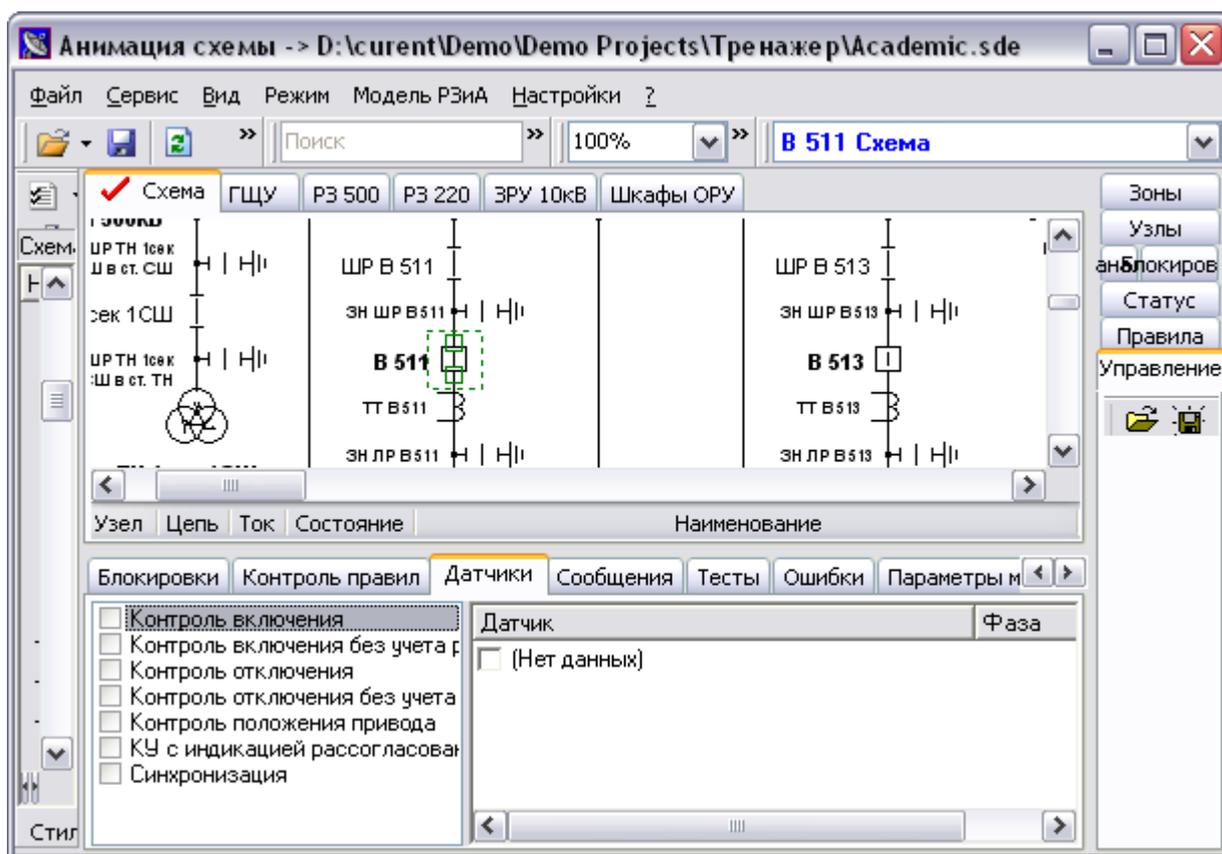


Рис. 4-38. Активизация контролируемого объекта

Для этого надо переключиться на вкладку «ЩУ» и найти в ней панель Л501 и выключатель В-1. Как правило, управляющие элементы на вкладках сгруппированы по тем же правилам, что и объекты на электрической схеме.

Внизу окна по-прежнему открыта вкладка **Датчики**, а в поле вверху справа указано название активного объекта.

Чтобы активизировать датчик, следует привести указатель мыши на пустую клеточку в строке его названия, щелкнуть ее левую кнопку мыши и перетащить на нужный объект.

В процессе назначения датчика указатель мыши меняет свой вид, что позволяет понять, тому ли объекту мы назначаем датчик.

⊘ Если стандартный указатель мыши изменился на такой значок, то данному объекту не удастся назначить выбранный датчик.

☞ Этот значок свидетельствует, что выбранный датчик можно назначить объекту, на который наведен указатель мыши.

После назначения индикатора в строке датчика появится галочка, а в правой панели

вкладки **Датчики** — название индикатора, назначенное для контроля активного элемента (Рис. 4-39.)

Теперь проверим работу настроенного датчика. Если включить/отключить В-1 с ключа управления, загорается соответствующая индикаторная лампочка.

Если КА отключить непосредственно на электрической схеме, индикатор отключения начнет мигать, привлекая внимание к тому факту, что произошло автоматическое отключение.

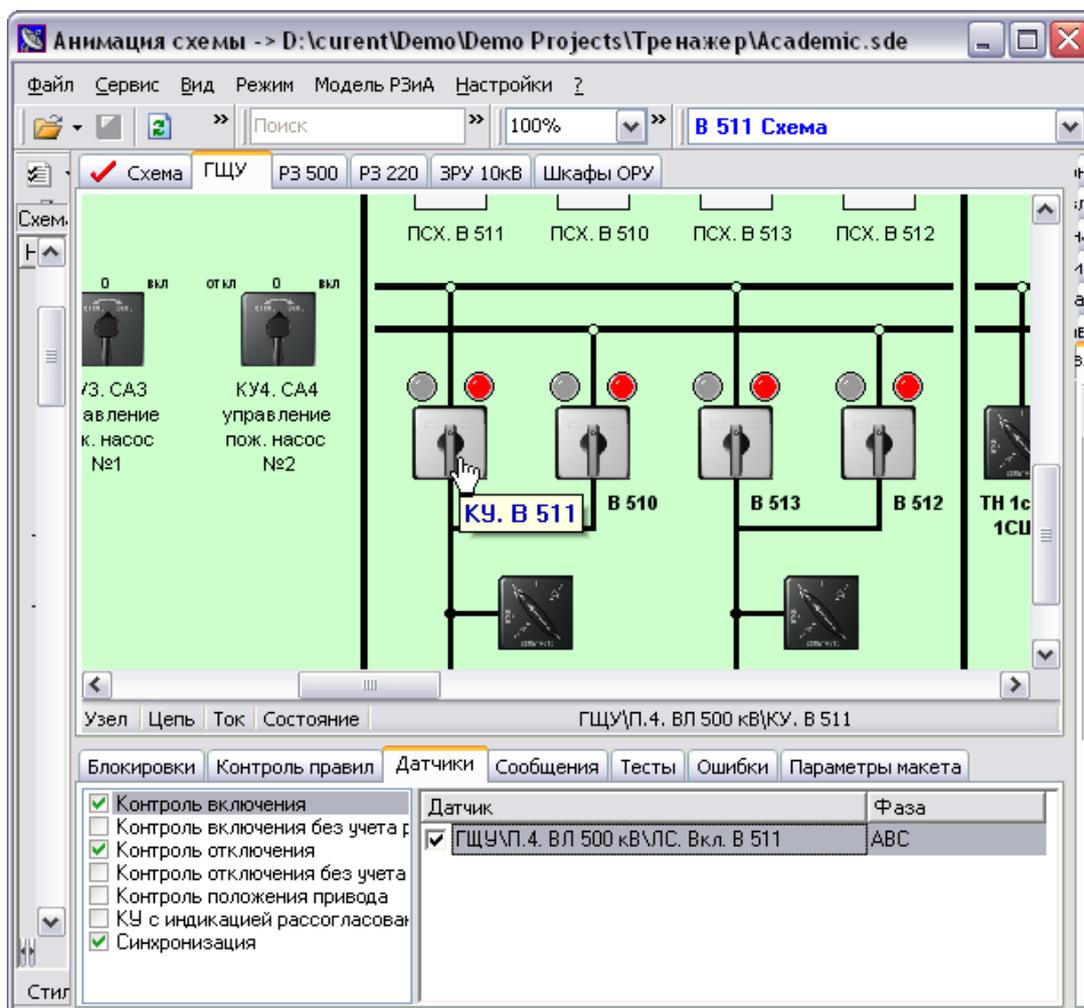


Рис. 4-39. Данные о назначенных датчиках

Если отключить оперативный ток для данного КА (Рис. 4-40.), то выключатель работать не будет (с него не удастся переключить КА), кроме того, индикаторные лампочки погаснут.

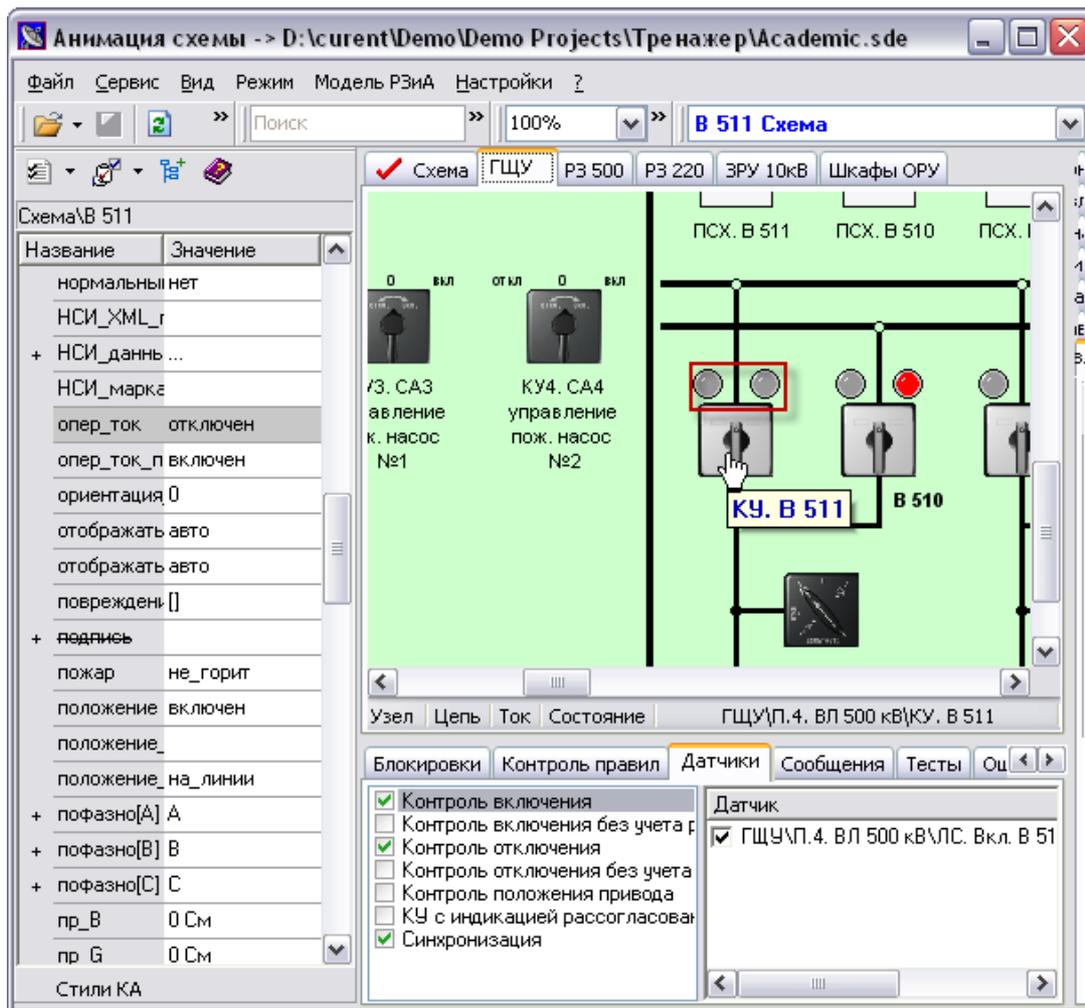


Рис. 4-40. С выключателя снят оперативный ток

4.9.3 Назначение индикатора датчику «выбор параметра»

Датчик «выбор параметра» представляет собой имитатор работы с вольтметром, который позволяет имитировать переключение измерительных цепей. Он имеет, в отличие от датчика «контроль включения/отключения», больше двух положений переключения. Об этом свидетельствуют белые квадратики на изображении КУ.

На Рис. 4-41., Рис. 4-42. и Рис. 4-43. показана зависимость значения напряжения на приборе от положения КУ.



показаний прибора от положения КУ (первое положение)	показаний прибора от положения КУ (второе положение)	показаний прибора от положения КУ (третье положение)
--	--	--

Ключ управления должен иметь положения, описанные в таблице 4-1.

4.9.4 Отмена назначения датчику индикатора

Чтобы отменить назначение датчика, достаточно снять галочку в строке названия датчика на вкладке **Датчики** панели **Правила**. Датчик перестанет работать.

4.10 Сохранение изменений, внесенных в настройку поведения

При создании команды или зависимости, а также при назначении датчику индикатора модель поведения схемы изменяется. Чтобы сохранить это изменение, следует воспользоваться командой **Сохранить изменения** меню **Файл** (Рис. 4-44.) Схема сохраняется на диск в тот же самый файл.

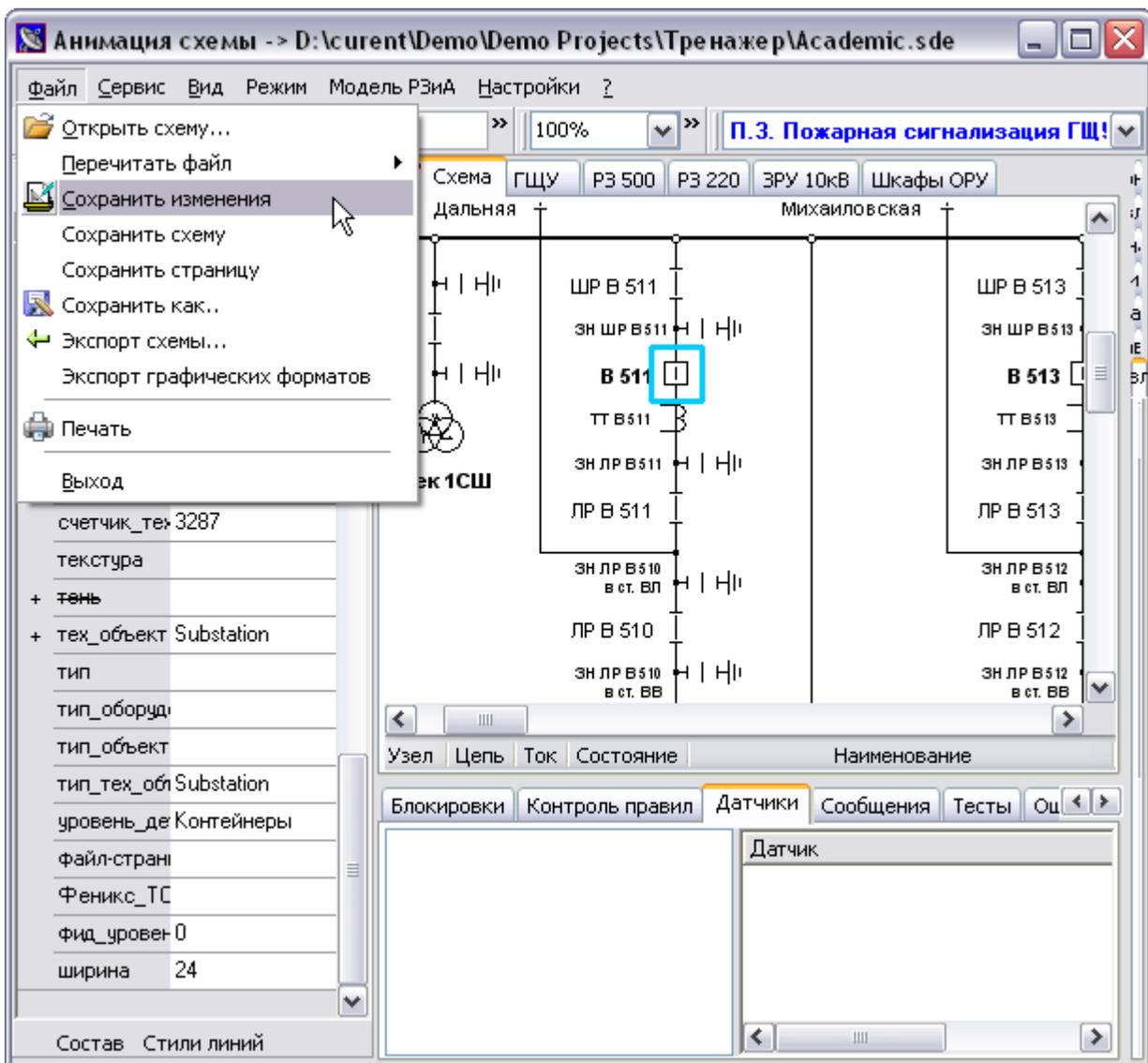


Рис. 4-44. Сохранение изменений в схеме



Для этих же целей — сохранения изменений в модели поведения схемы — предназначена кнопка **Сохранить текущую настройку поведения**. Щелкните ее — и изменения будут записаны на диск.



Кнопка **Обновить схему** позволяет считать текущую схему из файла на диске. Используется при параллельной работе с одной и той же схемой в *Аниматоре схем* и *Графическом редакторе*

Если Вы измените модель поведения схемы, но забудете ее сохранить, программа напомнит Вам об этом. При закрытии программы на экране появится окно с вопросом, хотите ли Вы сохранить изменения в модели поведения (Рис. 4-45.)

Чтобы сохранить изменения, необходимо щелкнуть кнопку **Да**.

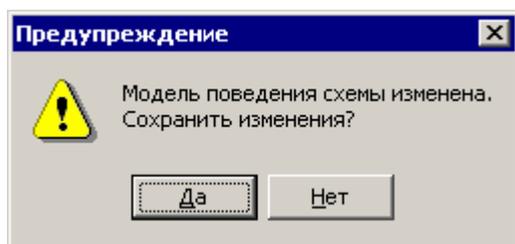


Рис. 4-45. Предупреждение об изменении в модели поведения схемы

4.11 Примеры моделирования системы дистанционного управления и контроля

Когда Вы открываете новую схему, в ней, как правило, не назначены ни команды, ни зависимости для объектов схемы. Сейчас на примере схем, поставляемых с программным комплексом Modus, мы расскажем об особенности создания типичных команд и зависимостей.

Вы можете получить практический опыт построения команд и зависимостей, выполняя все действия вместе с нами. Необходимые для работы схемы хранятся в папке «ШагЗаШагом», которая в свою очередь располагается в папке Examples.

4.11.1 Дистанционное включение (отключение) от ключа управления

Откройте схему Связи_1.sde. На этой схеме для простоты электрическая схема и щит управления расположены на одной вкладке.

Ни для одного элемента на этой схеме не созданы команды или зависимости. Убедитесь в этом: переключите КУ — никаких изменений в схеме не произошло. Вы можете удостовериться в этом и другим способом: откройте панель **Команды** — ни одной записи в

ней нет.

Прежде всего создадим команду от ключа управления КУ ВВ к выключателю в цепи «а». Для этого надо активизировать выключатель, для которого мы создаем команду, например В (а), и в контекстном меню КУ ВВ выбрать строку **Создать команду** (Рис. 4-46.)

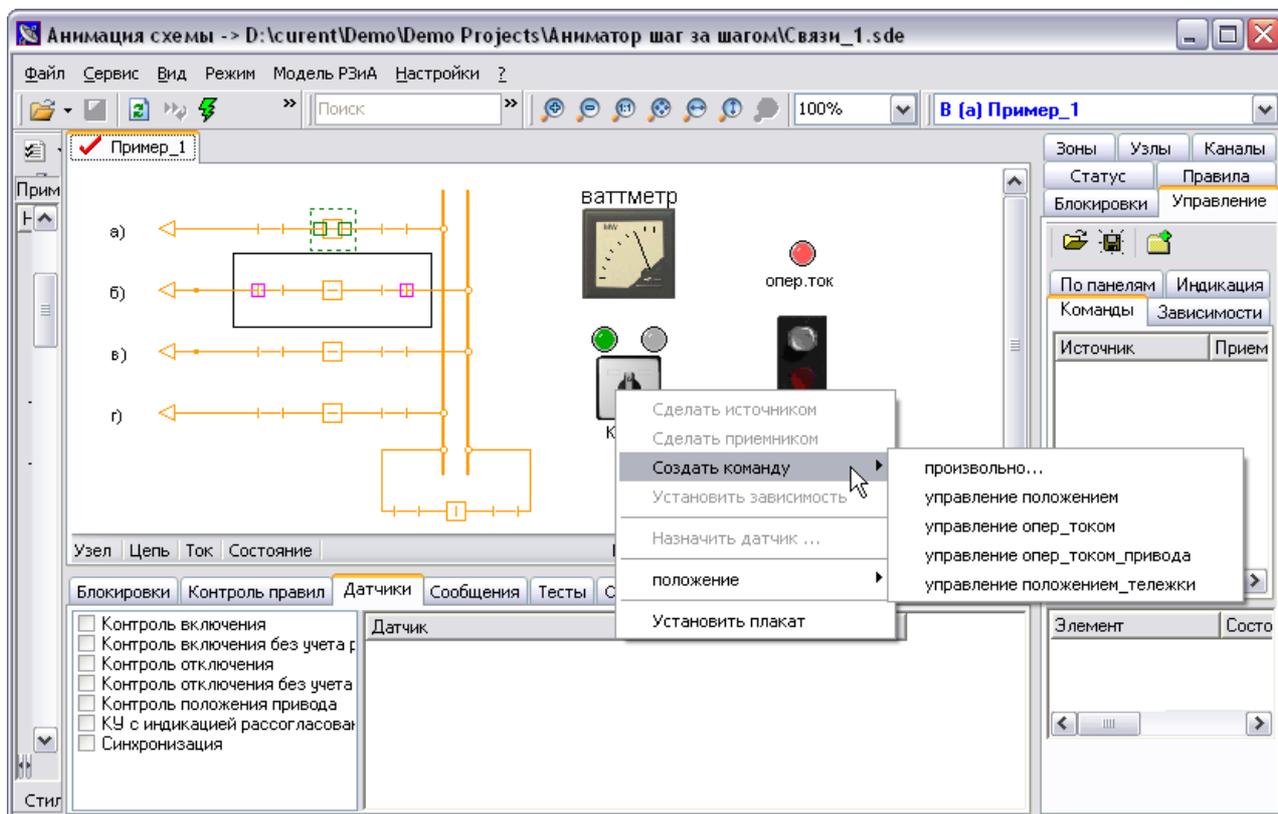


Рис. 4-46. Создание команды для выключателя В (а)

В появившемся окне **Команда управления** установите для приемника параметр **управление положением** (Рис. 4-47.)

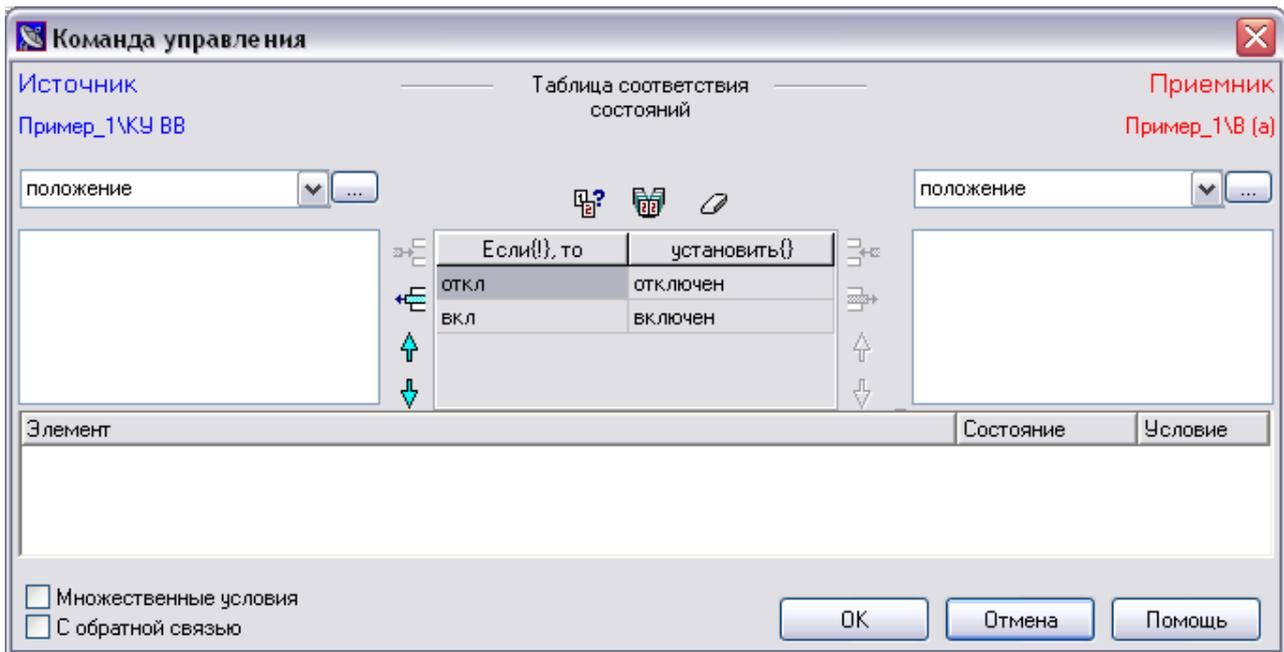


Рис. 4-47. Заполнение таблицы соответствия состояний

Щелкните **ОК**. В панели **Команды** отобразится только что созданная команда.

Теперь мы можем отключать КА В (а) на схеме посредством КУ.

4.11.2 Отключение (включение) оперативного тока управления

Создадим команду на управление оперативным током выключателя В (а). Для этого надо активизировать этот выключатель, затем воспользоваться строкой **Создать команду** контекстного меню автомата ШУ.

В окне **Команда управления** для выключателя следует выбрать параметр **оперативный_ток** (Рис. 4-48.)

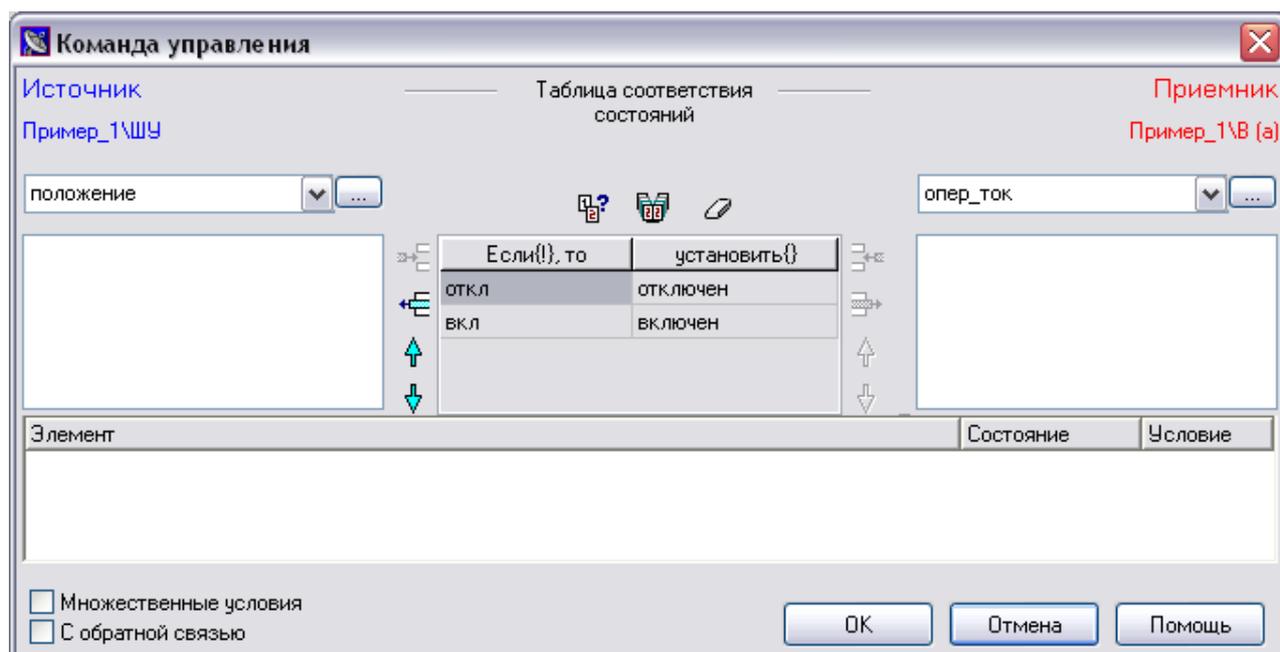


Рис. 4-48. Заполнение таблицы соответствия состояний

Теперь, отключите оперативный ток, отключив автомат ШУ, и попробуйте переключить выключатель В (а). Если в меню **Настройки** не помечена строка **Предупреждения**, то его состояние не изменится. Если же эта строка помечена, то на экране появится предупреждение о том, что объект заблокирован (Рис. 4-49.)

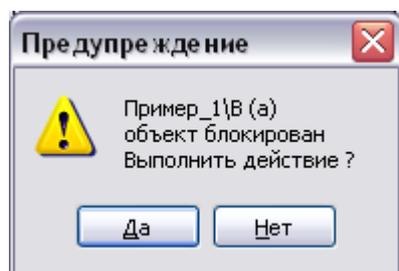


Рис. 4-49. Сообщение о блокировке объекта

4.11.3 Контроль наличия тока (потока мощности) с помощью приборов

Для контроля такого рода следует создать зависимость показаний амперметра или ваттметра от нагрузки на выключателе В (а).

Сделайте активным выключатель В (а), правой кнопкой мыши щелкните ваттметр на схеме и в появившемся контекстном меню выберите строку **Установить зависимость - контроль м_ток** (Рис. 4-50.).

Параметр **м_ток** показывает наличие или отсутствие нагрузки на КА в модели сети.

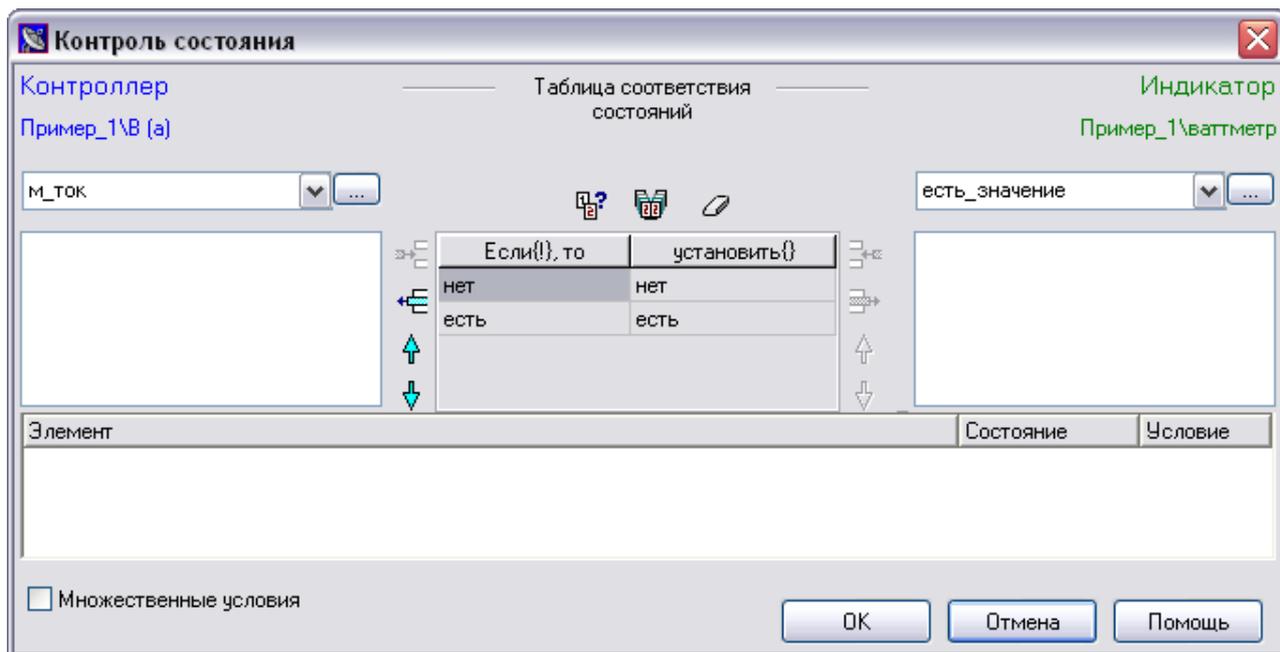


Рис. 4-50. Заполнение таблицы соответствия при создании зависимости показаний ваттметра от нагрузки на выключателе В (а)

Теперь попробуйте отключить КА В (а). Если на полученное предупреждение об отключении потребителей Вы ответите **Да**, состояние сети изменится и показания ваттметра будут установлены в ноль (рис. 444). На данной схеме значению нуля соответствует красная риска ваттметра.

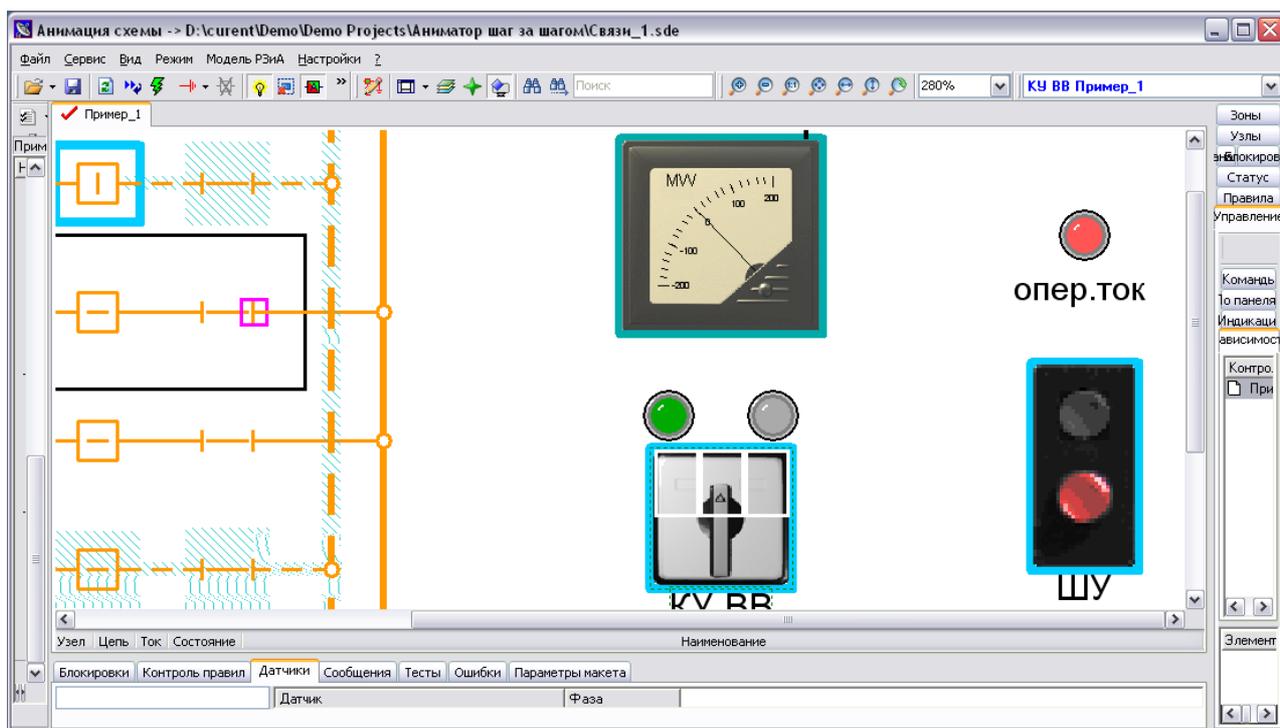


Рис. 4-51. Результат отключения В (а)

Теперь вернете схему в первоначальное состояние и затем отключите выключатель в цепи «г». Вы увидите, что ваттметр также показывает ноль (Рис. 4-52.). Таким образом, легко убедиться в правильной настройке работы ваттметра.

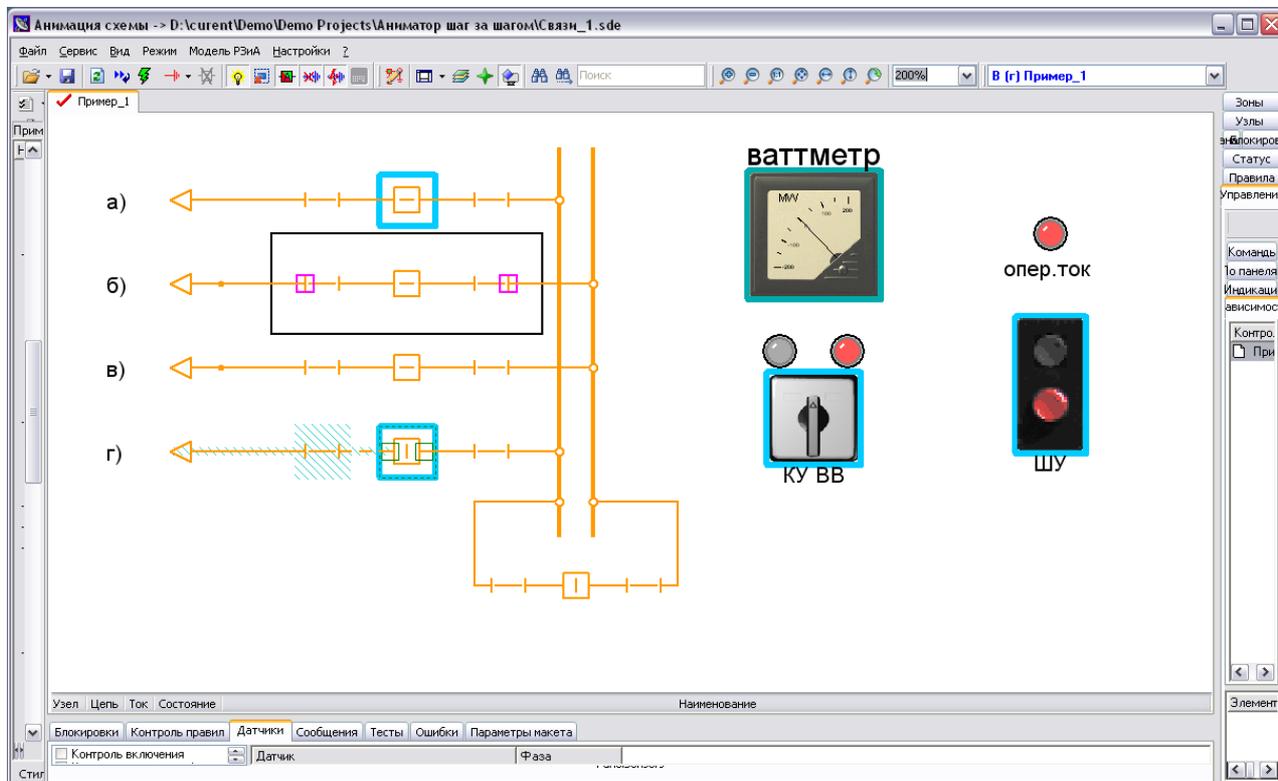


Рис. 4-52. Ваттметр показывает нагрузку во всей цепи 3

Если бы мы в качестве параметра контроллера взяли положение выключателя В (а), то результат был бы иным: ваттметр показал бы наличие тока при включенном выключателе и отключенных разъединителях. Это одна из наиболее распространенных ошибок при создании команд и зависимостей. Будьте аккуратны при выборе согласуемых параметров!

4.11.4 Контроль напряжения посредством сложной составной зависимости

Откроем следующую схему из папки «ШагЗаШагом»— Связи_2. sde. В ней также для простоты электрическая схема и элементы щита управления размещены на одной вкладке.

Создадим зависимости для контроля наличия напряжения на трансформаторах ТН 1 и ТН 2. Активируем трансформатор ТН 1 на схеме (Рис. 4-53.)

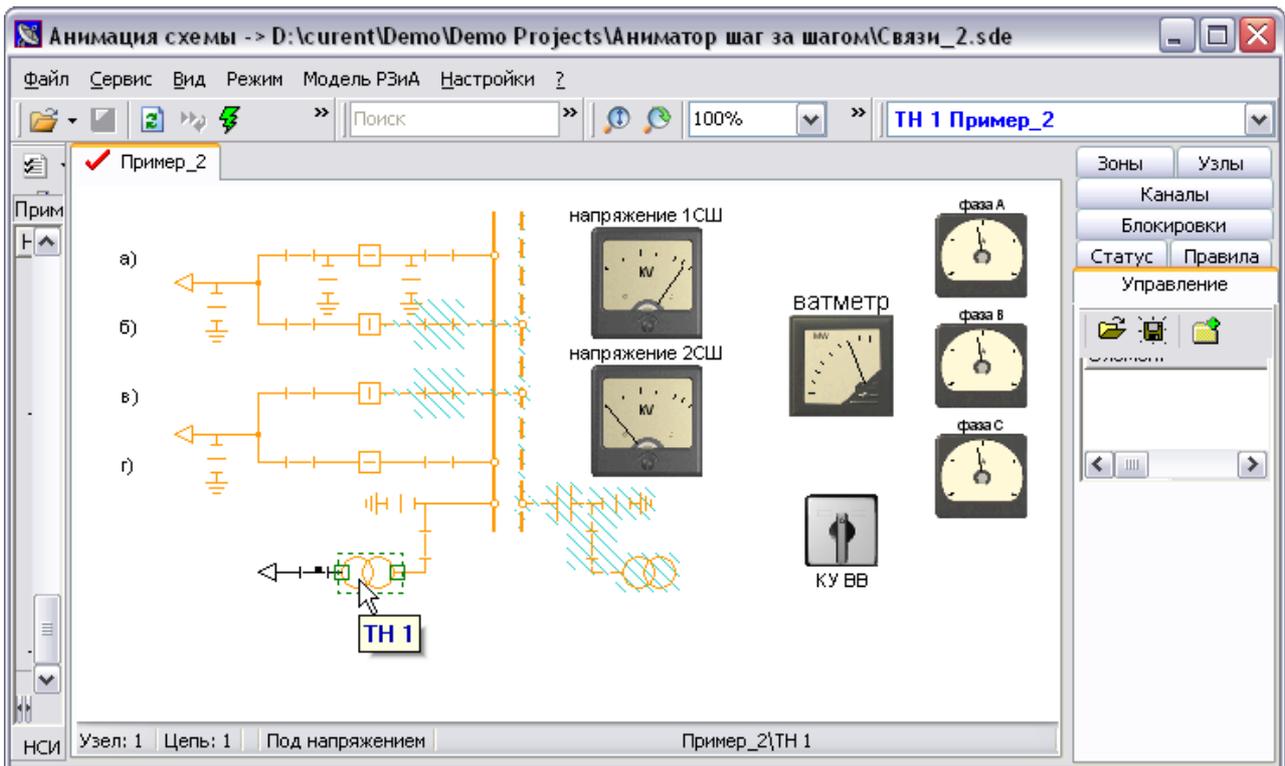


Рис. 4-53. Активизация трансформатора ТН 1 на схеме

Теперь из меню вольтметра 1СШ откроем окно **Установить зависимость – наличие напряжения**. (Рис. 4-54.)

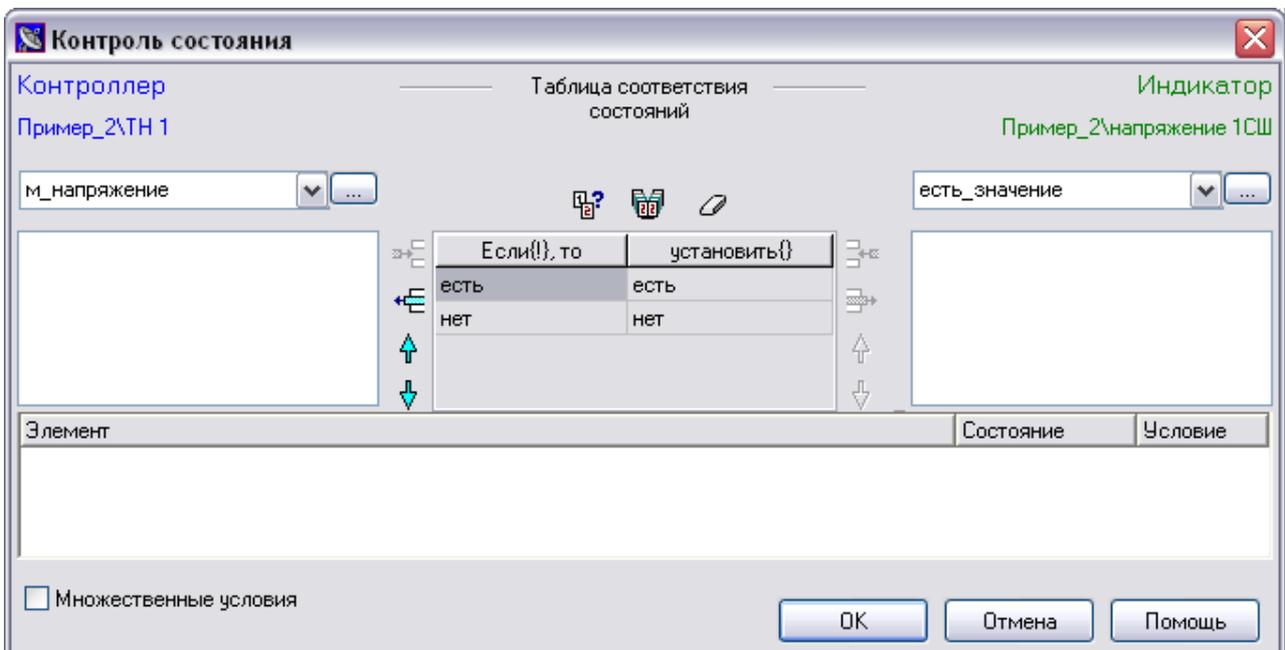


Рис. 4-54. Заполнение таблицы соответствия состояний

Аналогичную операцию сделаем для трансформатора ТН 2 и вольтметра 2 СШ.

Теперь отключим выключатель В (б)— показания вольтметра 2СШ изменились (Рис. 4-

55.)

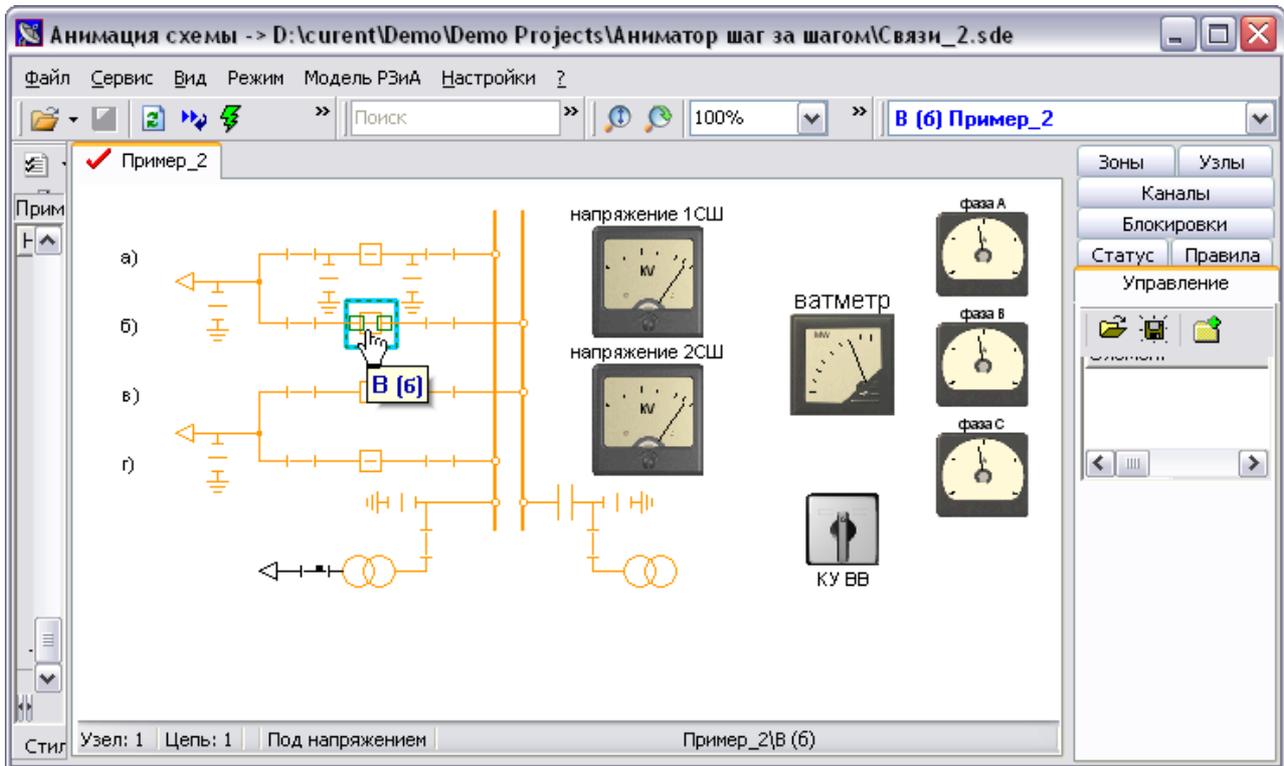


Рис. 4-55. При изменении состояния схемы меняются показания вольтметров

Теперь создадим более тонкую настройку — вольтметра 1-СШ от положения автомата ТН, учитывающую состояние измерительных цепей (Рис. 4-56.)

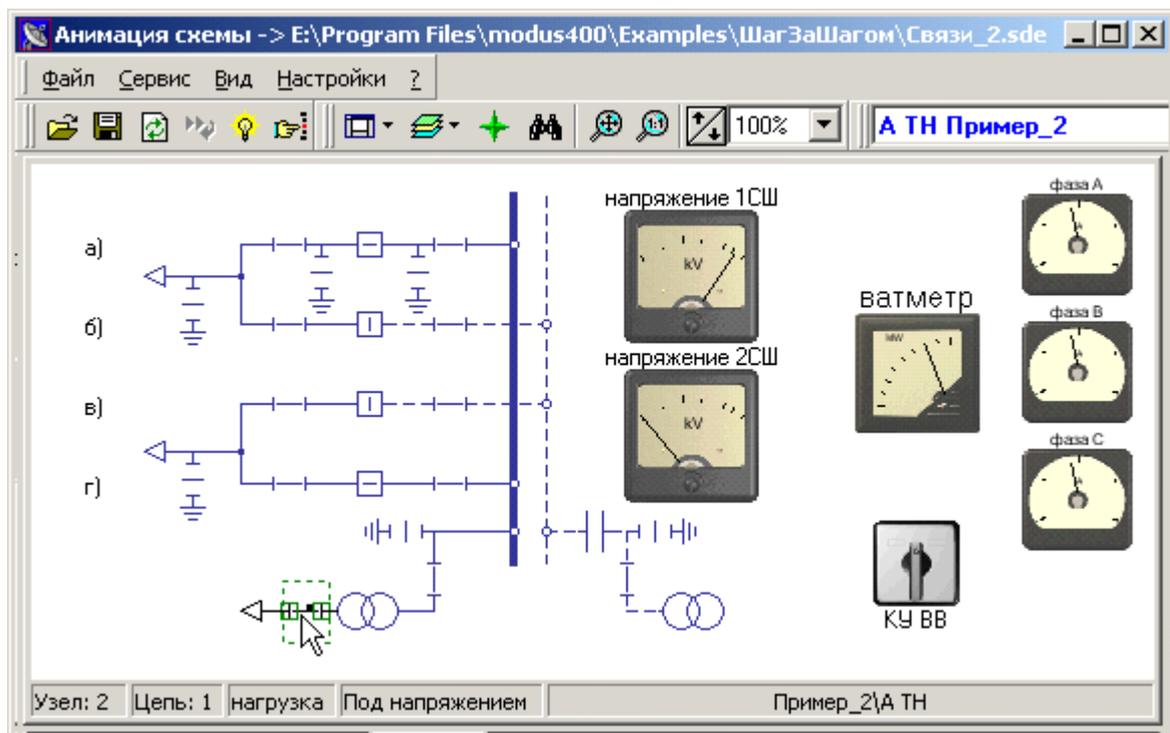


Рис. 4-56. Для создания зависимости активизируем автомат ТН

В окне **Контроль состояния** выберем параметр **положение** для контроллера (автомата ТН) и параметр **есть_значение** для индикатора (Рис. 4-57.)

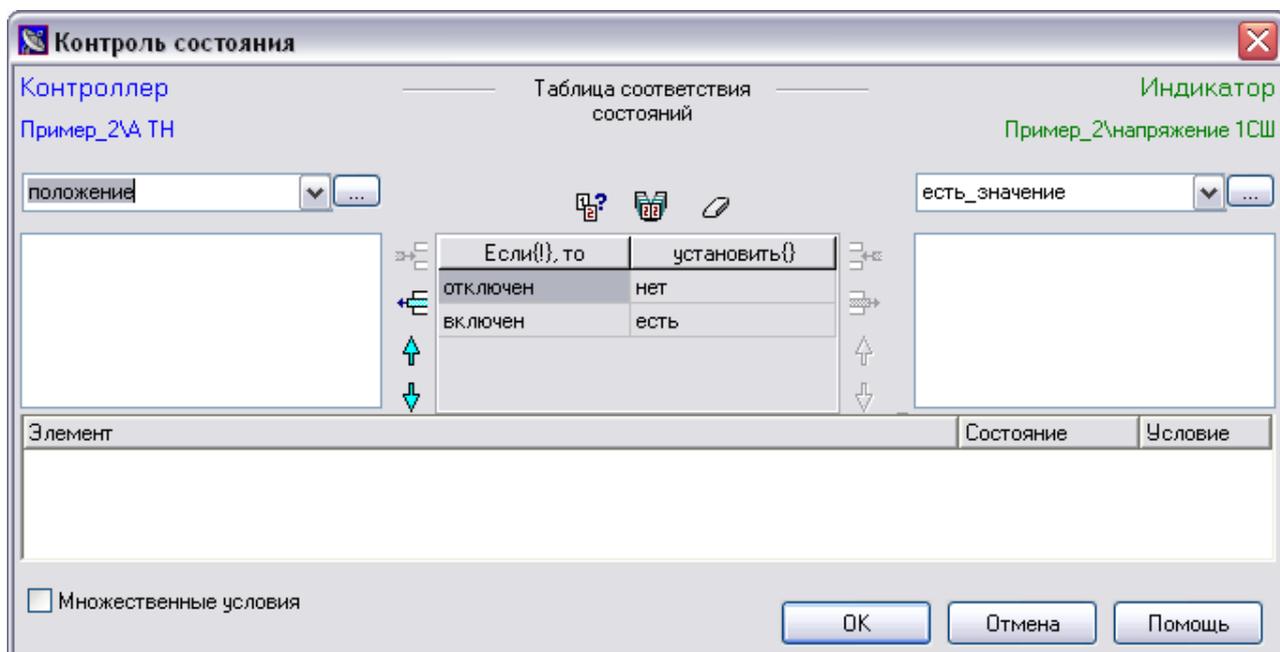


Рис. 4-57. Заполнение таблицы соответствия состояний

Получилась сложная составная зависимость. Полное условие выглядит так: если есть напряжение на ТН и включен автомат ТН, то на вольтметре 1 СШ должны быть показания; если хотя бы одно условие не выполнено, то показаний быть не должно.

Проверьте показания вольтметра при отключении автомата и разъединителя ТН 1 СШ.

4.11.5 Контроль тока с помощью сложной составной зависимости

Часто на схемах имеются развилки, но не предусмотрен разъединитель, на котором можно контролировать суммарную нагрузку такого присоединения, при этом прибор только один. Средства программы *Аниматор схем* позволяют контролировать ток на каждом выключателе, а нагрузку — на линии. Для этого необходимо создать составную сложную зависимость для контроля потоков через оба выключателя.

Имейте в виду, что в составной зависимости соблюдается только первое условие, второе изменяет состояние индикатора. Таким образом, если не будет тока ни через выключатель ветви «а», ни через выключатель ветви «б», то не будет и тока в линии.

Установим зависимость показаний ваттметра от наличия тока на выключателе В (а). Для этого зададим соответствие параметров **м_ток** для контроллера и **есть значение** для источника (Рис. 4-58.)

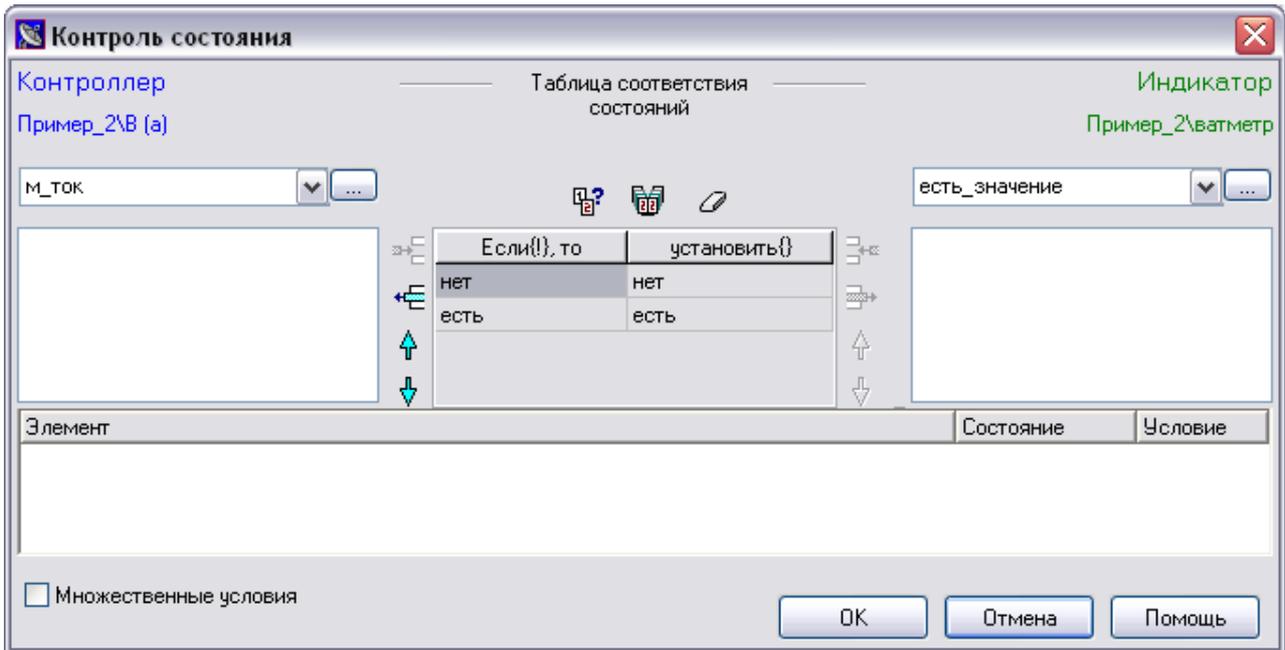


Рис. 4-58. Заполнение таблицы соответствия состояний

Такую же зависимость установим для выключателя в ветви «б». Вот как выглядят эти зависимости на вкладке **Зависимости** (Рис. 4-59.).

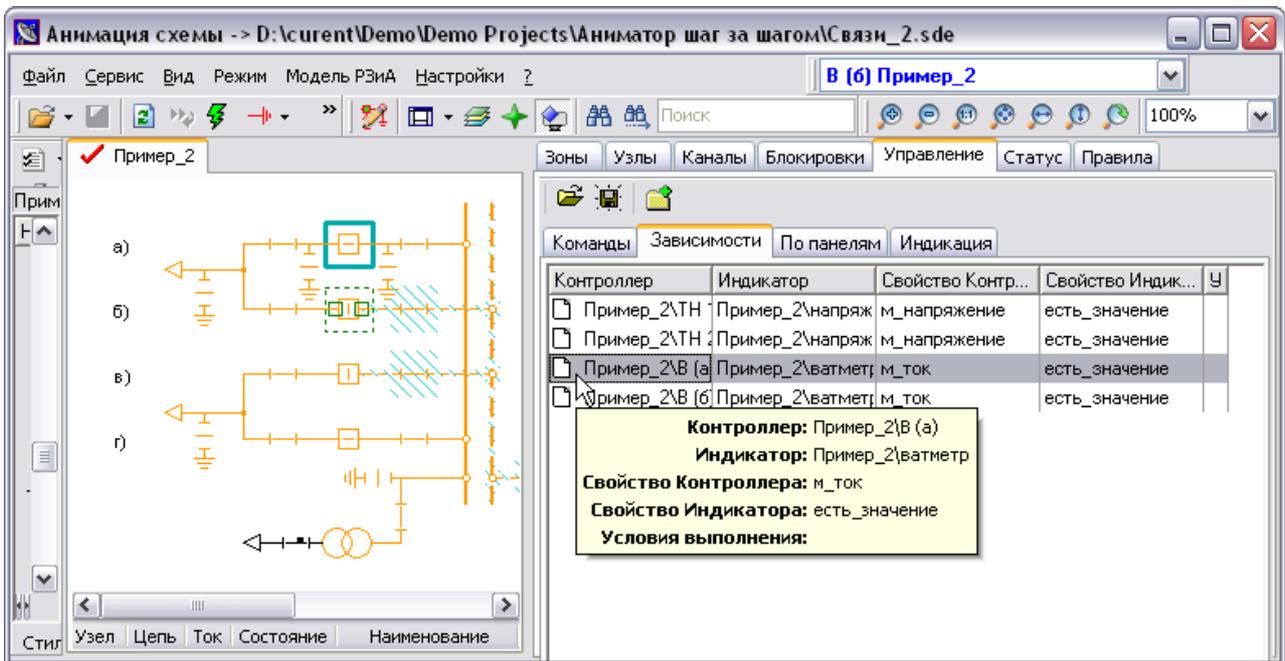


Рис. 4-59. Пример составной сложной зависимости показаний ваттметра от наличия тока на выключателе

Теперь посмотрим, как меняются показания ваттметра от положения выключателей. Отключите В «а» и включите В «б» — показания ваттметра установлены в ноль. Это произошло, так как разомкнута цепь по первой системе шин (Рис. 4-60.)

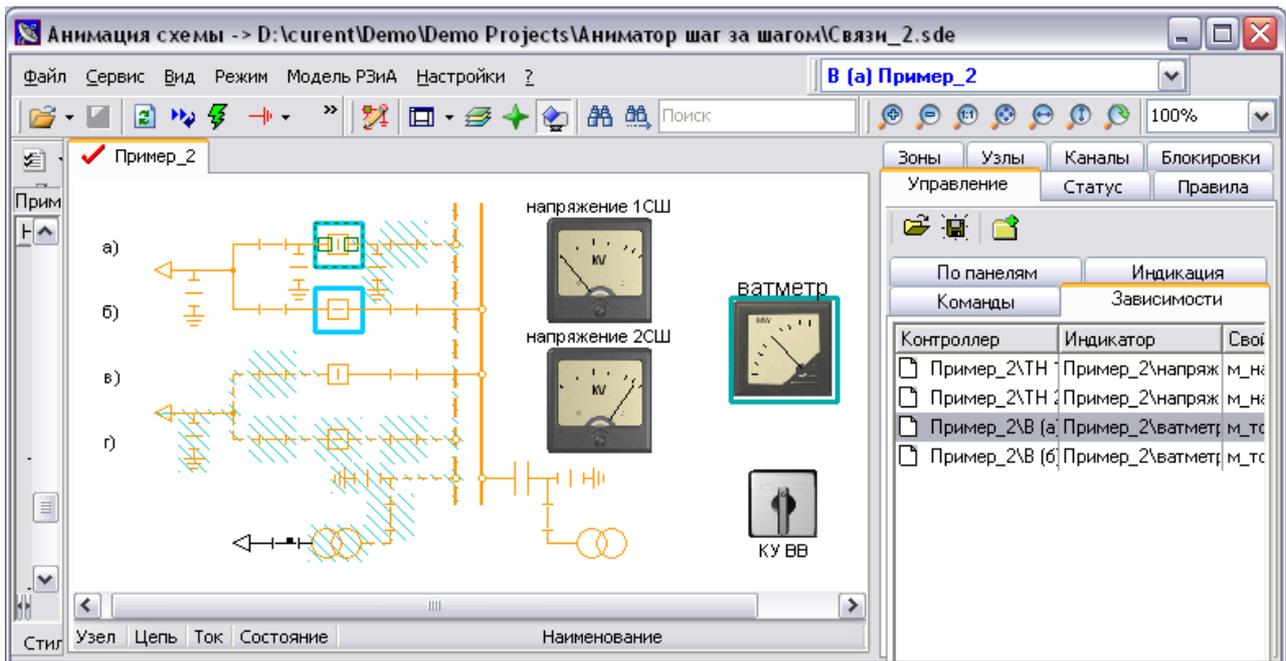


Рис. 4-60. Показания ваттметра равны нулю

Если теперь включить В «в», то ваттметр покажет значение, отличное от нуля. Это связано с тем, что мы перебросили нагрузку с выключателя В «а» на В «б» и с В «г» на В «в» (Рис. 4-61).

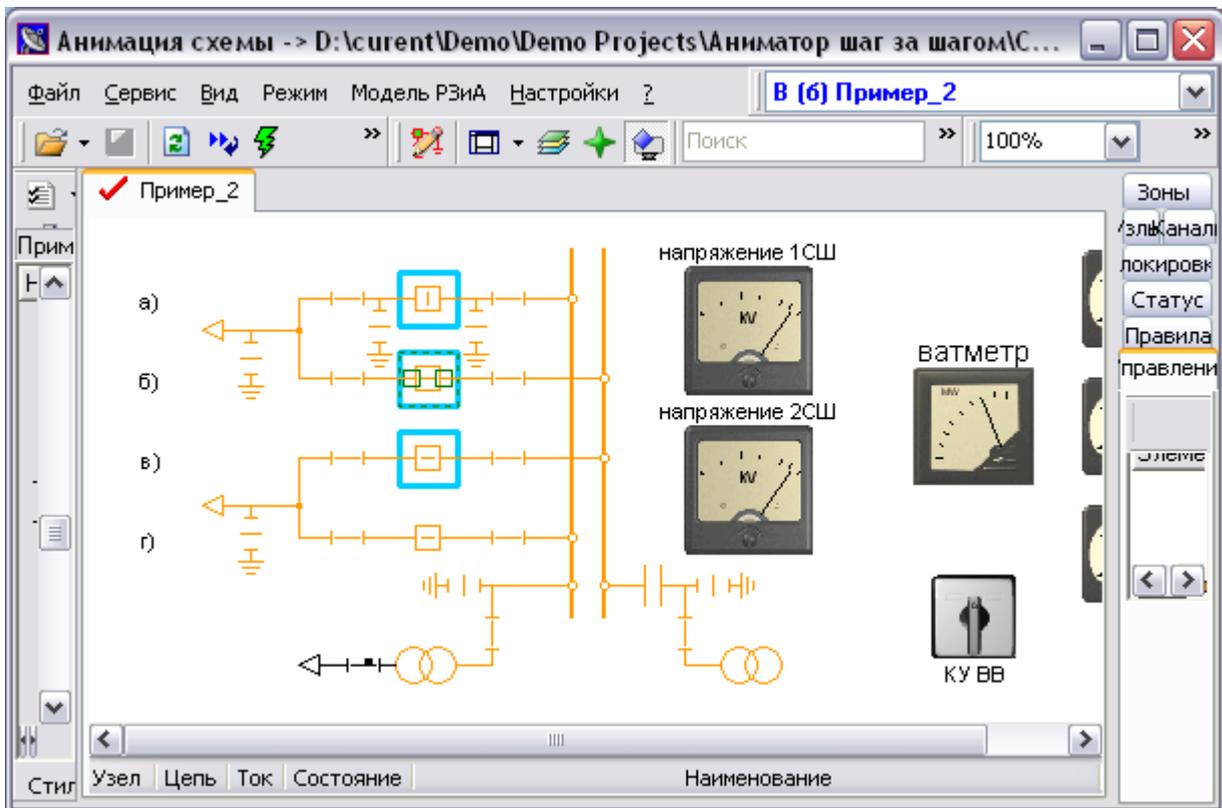


Рис. 4-61. Показания ваттметра отличны от нуля

4.11.6 Пофазный контроль тока через выключатели

Для пофазного контроля тока через выключатели составляют зависимость тока соответствующей фазы в КА от показания прибора, например тока фазы А в выключателе ветви «а». Выберите параметр **ток_фазы_А** для контроллера и параметр **показания_прибора** для источника.

Однако для параметра **ток_фазы_А** имеется три значения, а для параметра **показания_прибора**— четыре: **минимальное** — это значение, меньше которого показания прибора быть не могут; **установленное**— текущее значение; **номинал**— значение, до которого режим работы оборудования не вызывает опасения (соответствует риску на шкале прибора); **максимальное**— наибольшее значение, которое может показать прибор.

Установим значения, как показано на Рис. 4-62.

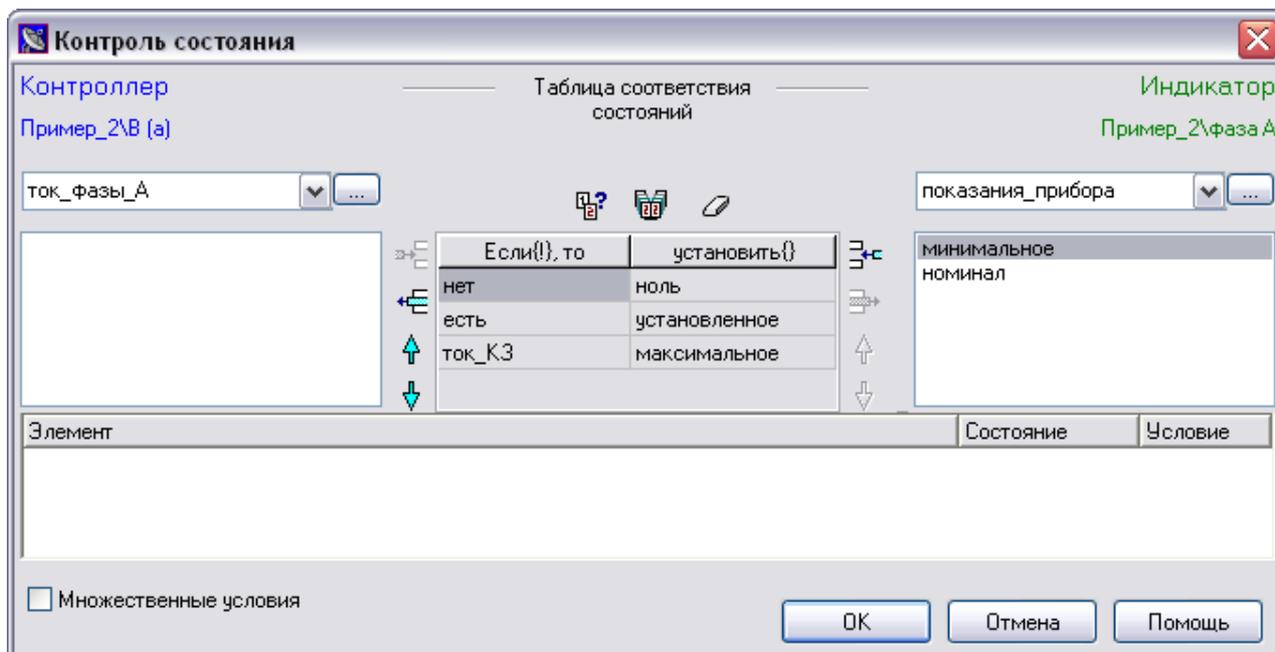


Рис. 4-62. Заполнение таблицы соответствия состояний

Теперь установим аналогичные зависимости для токов фаз В и С того же выключателя В «а» и, кроме того, создадим команду управления этим выключателем с ключа управления. На Рис. 4-63. показано, как выглядит схема в первоначальном состоянии: есть напряжение на шине 1 и нет — на шине 2, ваттметр показывает значение, отличное от нуля, и три амперметра показывают наличие тока всех трех фаз.

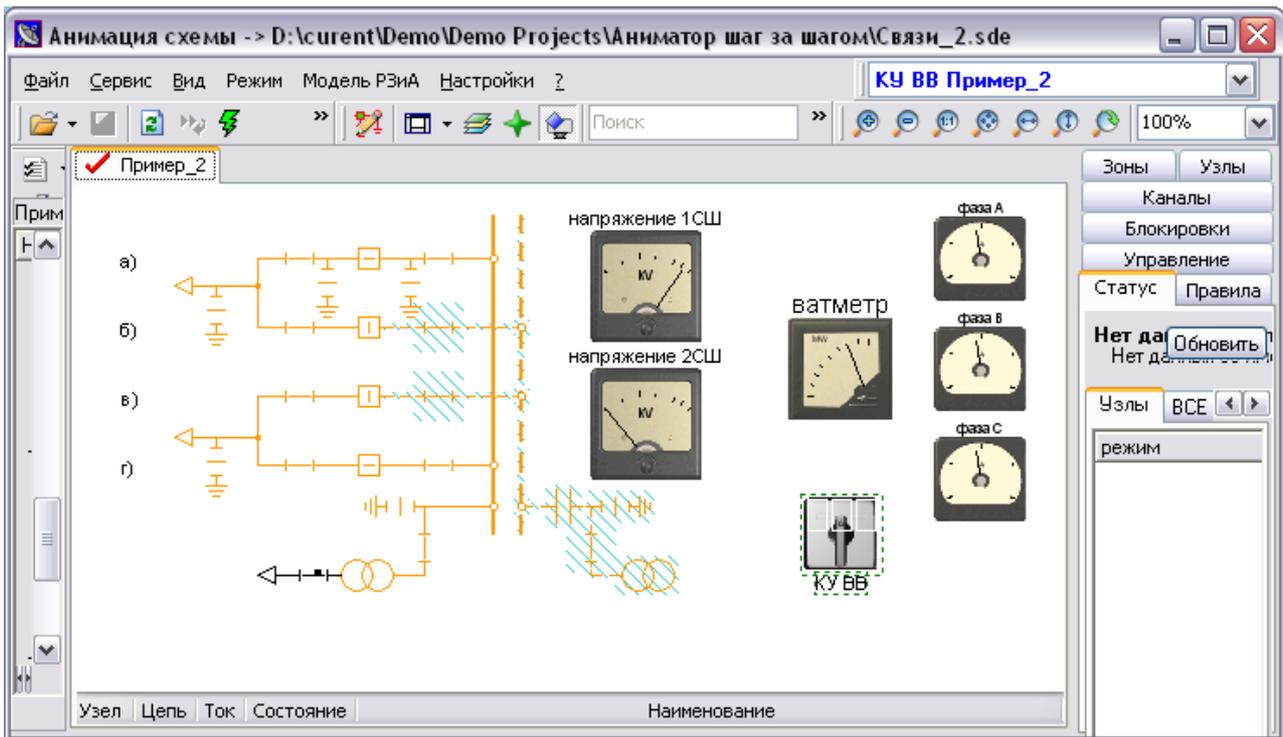


Рис. 4-63. Схема в первоначальном состоянии

Теперь с ключа управления КУ ВВ отключите выключатель В «а». Показания приборов изменились (Рис. 4-64.): все они показывают ноль.

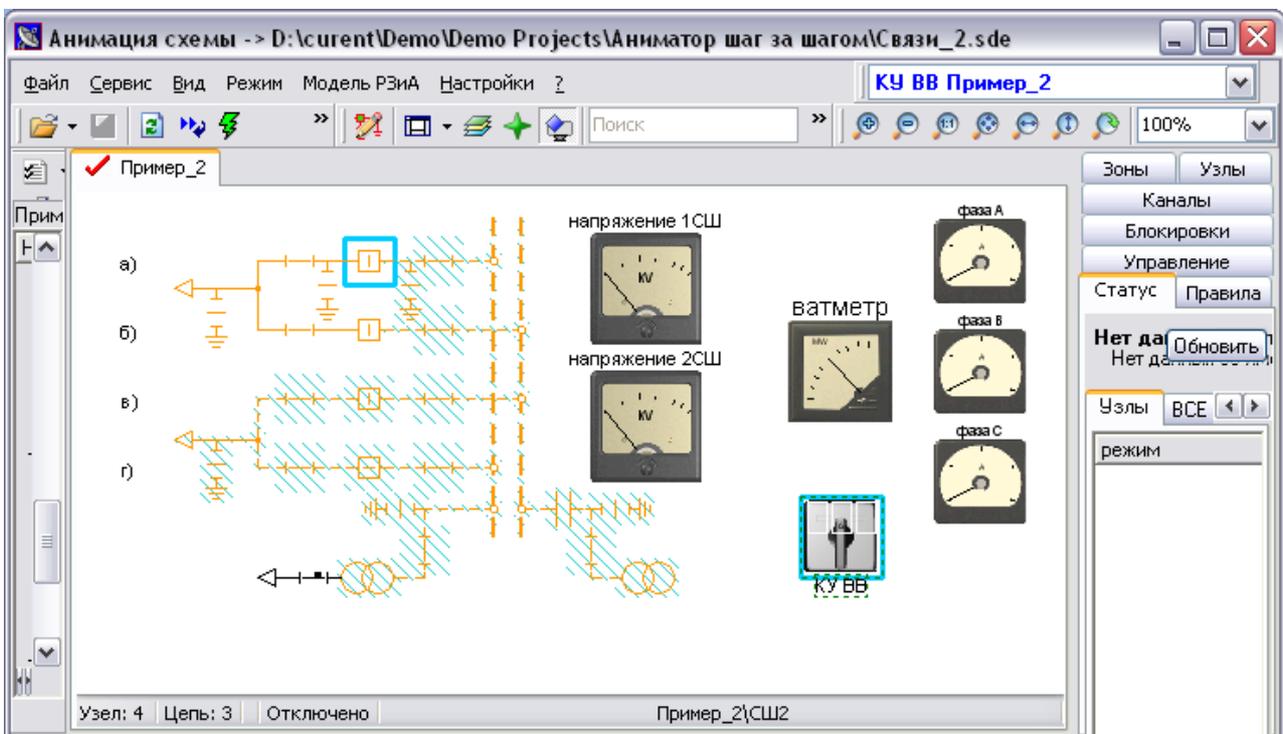


Рис. 4-64. Изменение показания приборов при отключении В «а»

Теперь обновим схему, чтоб вернуть ее в первоначальное положение, и для

разъединителя P2 (а) зададим повреждение. Щелкните его правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберите строку **Повреждение** (Рис. 4-65.)

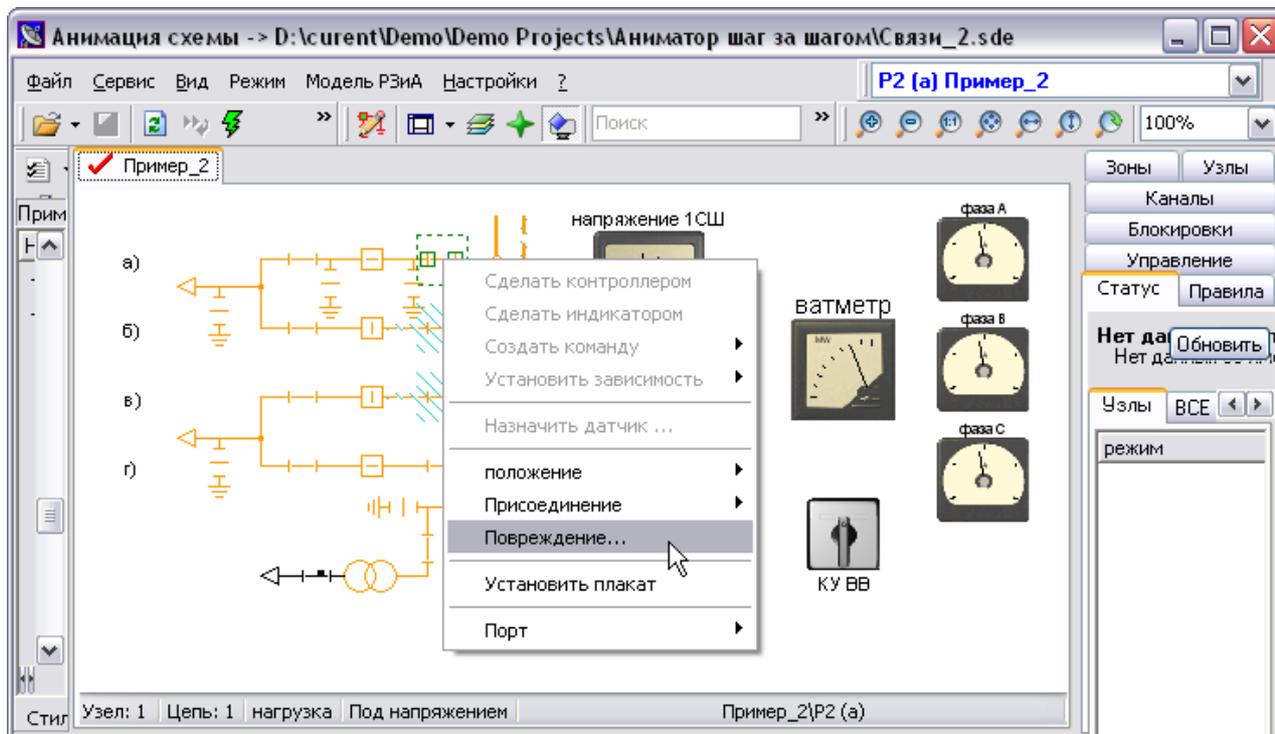


Рис. 4-65. Установим повреждение разъединителя P2 (а)

В появившемся окне опишите это повреждение: устойчивое, видимое, отказ фазы В (Рис. 4-66.) Затем щелкните кнопку **ОК**.

В результате изменились показания амперметра, регистрирующего ток фазы В (Рис. 4-67.): он показывает отсутствие нагрузки.

Этот способ позволяет моделировать неполнофазные режимы на объектах. Если отменить описание повреждения, то работа фаз опять станет симметричной, что и зафиксируют приборы.

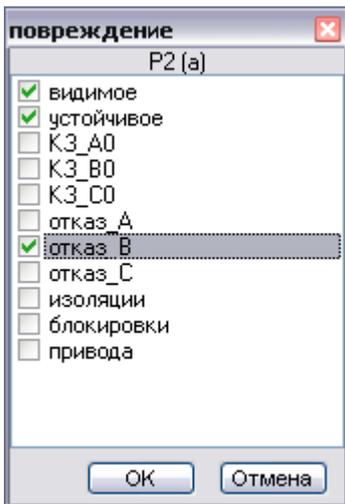


Рис. 4-66. Описание повреждения разъединителя P2 (a)

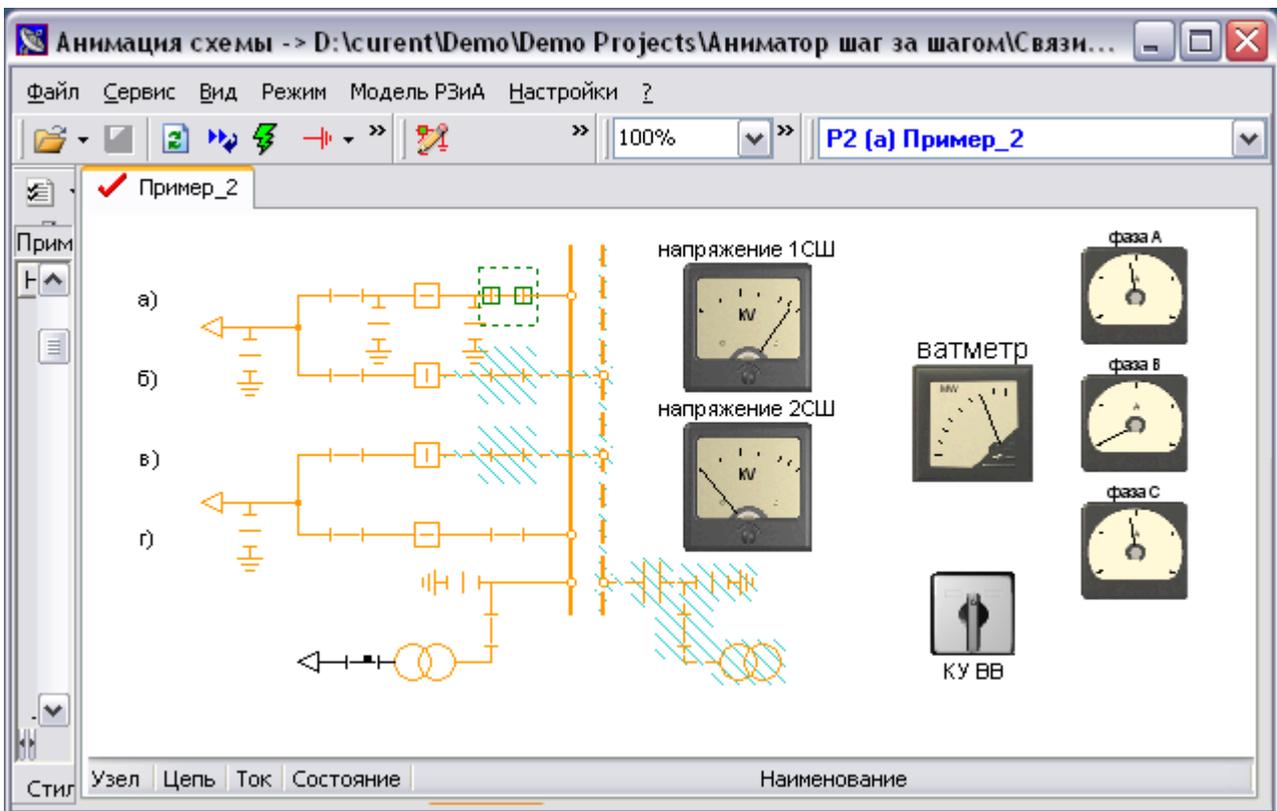


Рис. 4-67. Амперметр фазы В регистрирует отсутствие нагрузки

Часть 5. Настройка системы релейной защиты и автоматики

5.1 Назначение системы защит

Система защит предназначена для моделирования поведения реальных устройств защиты и автоматики энергообъекта. Система защит строится автоматически по схеме энергообъекта. Рекомендуется выполнять настройку защит только после сверки схемы.

При возникновении опасной ситуации основная задача — отключить поврежденный участок, чтобы локализовать повреждение. Поэтому создается специальный набор устройств, которые следят за состоянием элементов сети и параметрами режима. Их задача — выявлять нарушения и при их возникновении отключать поврежденный участок посредством управляющего воздействия на определенные выключатели.

В программном комплексе Modus устройства защиты дифференцированы по виду КЗ: защиты, чувствительные к КЗ на землю, к межфазному КЗ, и универсальные защиты, чувствительные к любому виду КЗ.

Кроме того, система защит выполняет автоматические операции по восстановлению питания, поэтому, кроме защитных устройств, в программе предусмотрены устройства автоматики — автоматическое повторное включение линии (однократное) и автоматический ввод резервного питания от другого источника.

5.2 Создание модели защит и ее элементы

Структура защит создается автоматически программными средствами. При загрузке схемы в *Аниматор схем* действует алгоритм анализа схемы, который выделяет зоны защиты, то есть определяет, какой участок сети какими выключателями локализуется. При этом в панели **Защиты**, расположенной в правой части главного окна программы *Аниматор схем*, строится таблица с данными защит (Рис. 5-1.) Панель **Защиты** можно открыть из меню **Вид**.

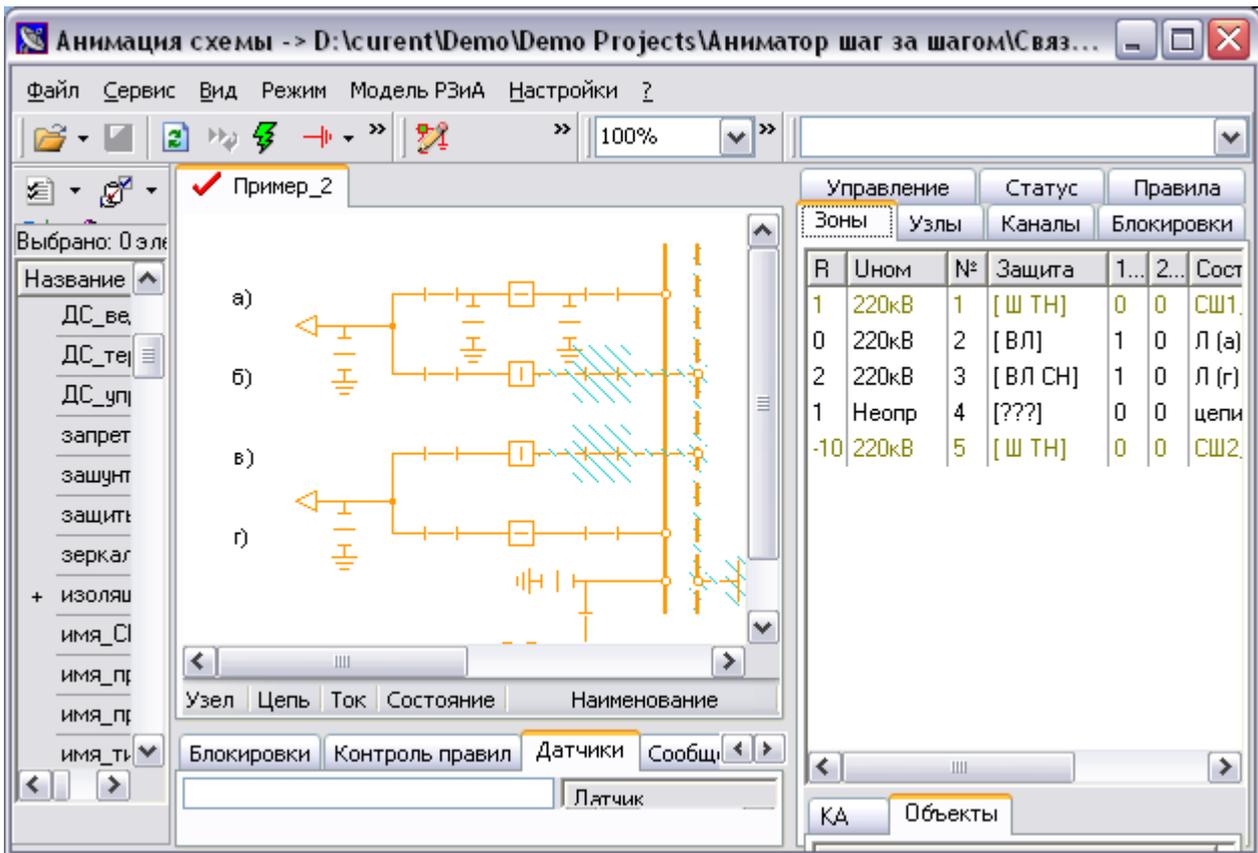


Рис. 5-1. Пример данных защит

Для зон, коммутируемых выключателями, создается predetermined набор устройств защиты и элементов автоматики, характерный для оборудования данного класса напряжения. Устройства распределяются по «узлам», представляющим собой станции и подстанции. Каждое устройство моделируется в составе:

- Один чувствительный орган, содержащий органы управления и индикации, представленные разделом «управление».
- Выходные цепи по числу управляемых выключателей, содержащие органы управления и индикации, представленные разделом «действие».

Перечень моделей устройств и случаев их применения приводится в таблице 5-1.

Таблица 5-1. Элементы защиты и автоматики в программном комплексе Modus

Название устройства	Оборудование	Описание
	е	

ДЗШ	Системы, секции шин 6кВ и выше, имеющие более двух присоединений	От всех видов КЗ в защищаемой зоне, включая выключатели. Не чувствительна к внешним КЗ. По умолчанию, если не определены органы управления выходных цепей, моделируется неполная схема с контролем протекания тока КЗ на отключаемом присоединении.
ДЗШТ	Системы, секции шин 110кВ и выше, имеющие более двух присоединений	Резервная защита, аналогичная ДЗШ. В модели срабатывает в случае, если основная защита выведена. Может быть использована для моделирования работы УРОВ при КЗ на присоединениях.
АПВШ	Системы, секции шин 110кВ и выше, имеющие более двух присоединений	Модель автоматического повторного включения шин. Начинает работать только после назначения органов управления устройством в разделе «управление». Осуществляет постановку под напряжение СШ от одной из линий с контролем наличия напряжения. В случае успешности, собирает схему с контролем синхронизма.
ГЗТ	Трансформаторы 10кВ и выше	Отключает трансформатор со всех сторон при витковом КЗ.
ДЗТ	Трансформаторы 110кВ и выше	Отключает трансформатор со всех сторон при любом виде КЗ в баке, кроме виткового
ДЗОШ	Трансформаторы 110кВ и выше	Отключает трансформатор со всех сторон при любом виде КЗ на ошиновке соответствующего класса напряжения.

		В случае, если ДЗТ собрана на трансформаторах тока выключателей, рекомендуется в качестве органов управления использовать те же, что и для ДЗТ бака.
КИВ	Трансформаторы 330кВ и выше	Модель устройства контроля изоляции вводов трансформатора. Отключает трансформатор со всех сторон при повреждении изоляции. Комплектуется стороны трансформатора 220кВ и выше.
ДФЗ	Кабельные и воздушные линии 110кВ и выше	Основная защита линии от всех видов КЗ. Создается по автономному комплекту для каждого узла защиты линии. Каждый комплект отключает линию со своей стороны.
НДЗ	Кабельные и воздушные линии 110кВ и выше	Основная защита линии от всех видов КЗ. Создается по автономному комплекту для каждого узла защиты линии. Каждый комплект отключает линию со своей стороны. Применяется если, ДФЗ отсутствует.
АПВ	Воздушные и кабельно-воздушные линии свыше 0,4кВ	Модель автоматического повторного включения линий. Начинает работать только после назначения органов управления устройством в разделе «управление». Назначается для зон, имеющих в составе участок воздушной линии. Осуществляет постановку под напряжение линий с контролем наличия напряжения на шинах. В случае успешности, замыкает транзит с контролем синхронизма.
ОАПВ, ТАПВ	Воздушные линии 330кВ и выше	Комплект из автоматики однофазного повторного включения линии и автоматики трехфазного повторного включения выключателей. По факту однофазного КЗ, моделируется работа ОАПВ. В остальных случаях – ТАПВ.

ДЗ	Воздушные, кабельные и кабельно-воздушные линии, трансформаторы свыше 35кВ	<p>Резервная защита от междуфазных КЗ. Для каждого узла формируется по одному комплекту для каждого элемента зоны, выполненного с помощью следующих примитивов рисования:</p> <ul style="list-style-type: none"> • связь с объектом, если тип_линии установлен воздушная или кабельная; • воздушная_линия; • кабельная_линия; • трансформатор. <p>Наличие нескольких комплектов позволяет моделировать работу различных ступеней, поскольку каждый комплект контролирует повреждение только соответствующего участка.</p>
ТЗНП	Аналогично ДЗ	Резервная защита от КЗ на землю. Правила комплектации такие же, как у ДЗ.
МФТО	Аналогично ДЗ	Резервная защита от междуфазных КЗ. Правила комплектации такие же, как у ДЗ.
МТЗ	Выключатели до 35кВ	<p>Моделирует работу максимальной токовой защиты или токовой отсечки.</p> <p>Для каждого выключателя создается два устройства (по одному для каждой из смежных зон), имитирующие направленность защиты. Срабатывает то из устройств, для которого ток КЗ направлен в защищаемую зону.</p>
АВР, ЗМН	Выключатели и автоматы 110кВ и ниже	<p>Моделирует работу автоматического ввода резерва. В текущей версии реализованы следующие виды АВР:</p> <ul style="list-style-type: none"> • резервирование питания от смежных секций • резервирование от линий (АВРЛ) <p>ЗМН отключает вводной выключатель по факту отсутствия</p>

		напряжения и пускает АВР с контролем наличия напряжения. АВР блокируется при отключении вводного выключателя действием защиты зоны.
УРОВ	Выключатели 6 – 35кВ - только вводные; выключатели выше 110кВ – все	Моделирует работу резервного отключения выключателей. Принцип действия: воздействует на каналы (выключатели), которые отключают поврежденный участок сети, при отказе оборудования данного участка.

Наличие данных защит свидетельствует о том, что защита работает. Это происходит, даже если никакие интерфейсные устройства для индикации и управления защитой не назначены.

Обязательное условие для работы системы защиты — наличие режима, то есть схема должна быть построена с учетом топологии. Откройте схему Топология_1.sde из каталога «ШагЗаШагом», включенного в стандартную поставку. Эта схема создана без учета режима, переходим на вкладку Зоны и видим, что зоны отсутствуют (Рис. 5-2.)

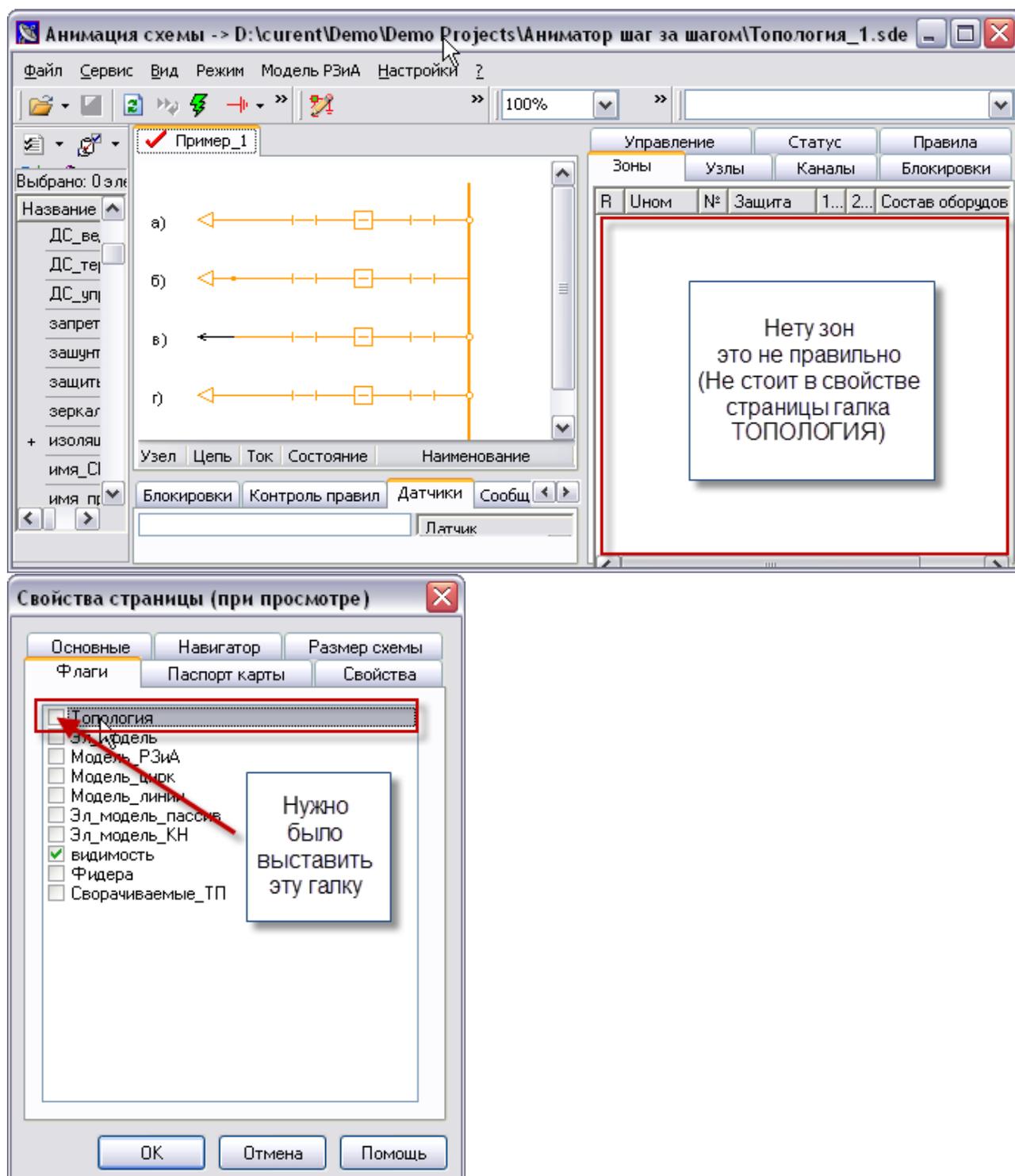


Рис. 5-2. Предупреждение об отсутствии топологии

Для такой схемы дерево защит не строится.

На Рис. 5-1. показаны основные элементы защит, которые располагаются на отдельных вкладках: **Зоны**, **Узлы** и **Оперативные блокировки**. Подробно о них рассказано в следующих разделах.

5.2.1 Зона защиты и ее элементы

Зоны защит, с точки зрения работы программы, это все элементы сети, ограниченные некоторым набором выключателей, отключение которых позволяет локализовать повреждение этих элементов.

В этом разделе рассказано о том, как настраивать отображение зон защит на схеме, и об элементах зоны защит.

Нет зон !!!

это не правильно !!!

(Не стоит в свойстве страницы галка ТОПОЛОГИЯ)!!!

5.2.1.1 Настройка отображения зоны защит на схеме

Для ускорения анализа в контекстное меню указанного элемента схемы введен пункт «Зона». Воспользуйтесь им для мгновенного поиска в панели защит зоны, содержащей данный объект.

Каждый элемент описания **Зоны защит** располагается в отдельном столбце таблицы, снабженном соответствующим заголовком (Рис. 5-3.): **R** означает удаленность зоны защиты от источника питания, **Уном** — класс напряжения, **№** — порядковый номер зоны в списке, **Защита** — описание оборудования зоны, **1Узел** и **2Узел** — номера узлов, где размещено защитное оборудование для данной зоны, **Состав оборудования** — перечень имен объектов схемы, входящих в данную зону.

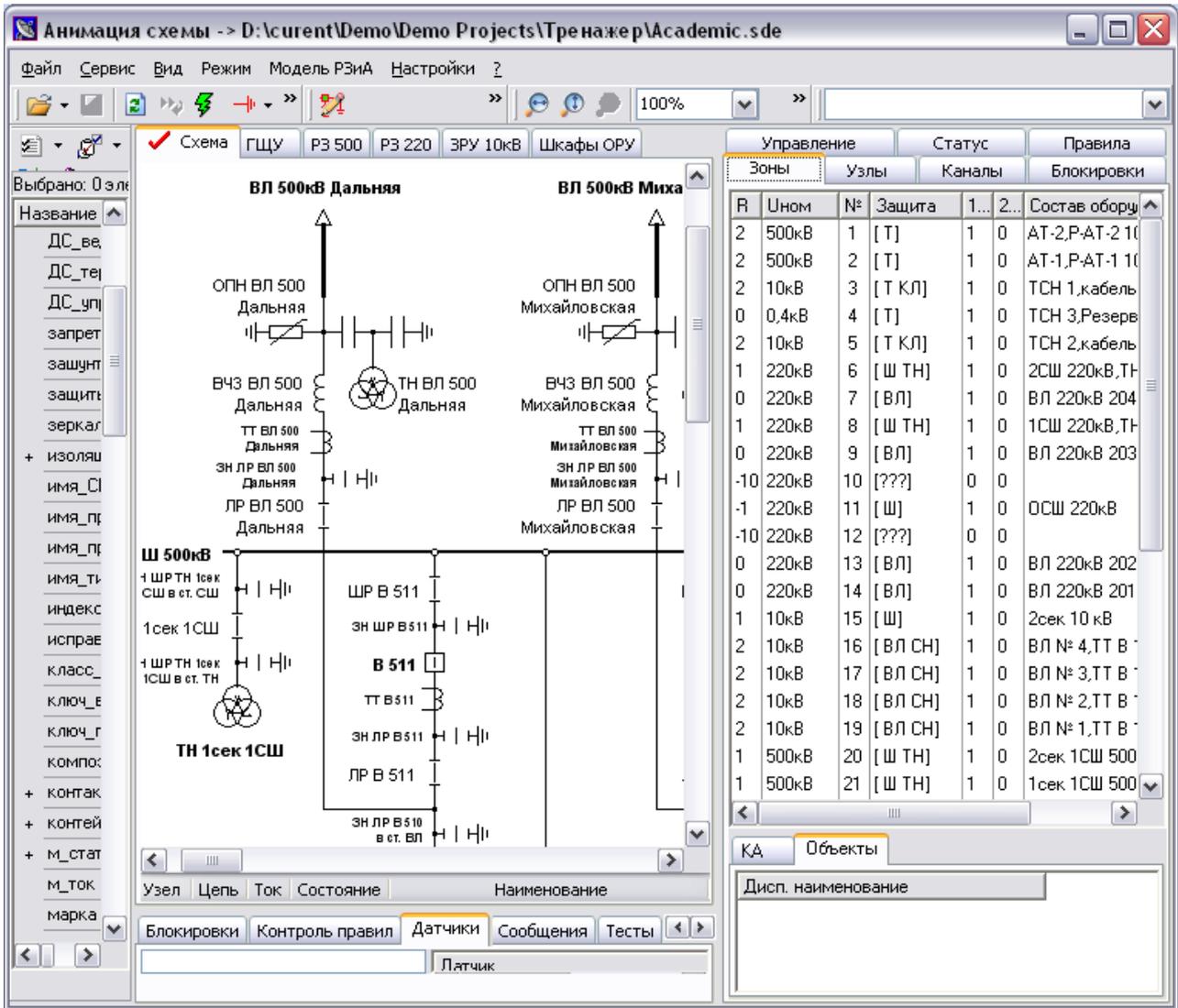


Рис. 5-3. Порядок отображения данных

Таблицы можно сортировать по любому столбцу, что делает более удобным просмотр данных, можно выделить зоны защиты на схеме, щелкнув соответствующую строку в панели **Защиты**.

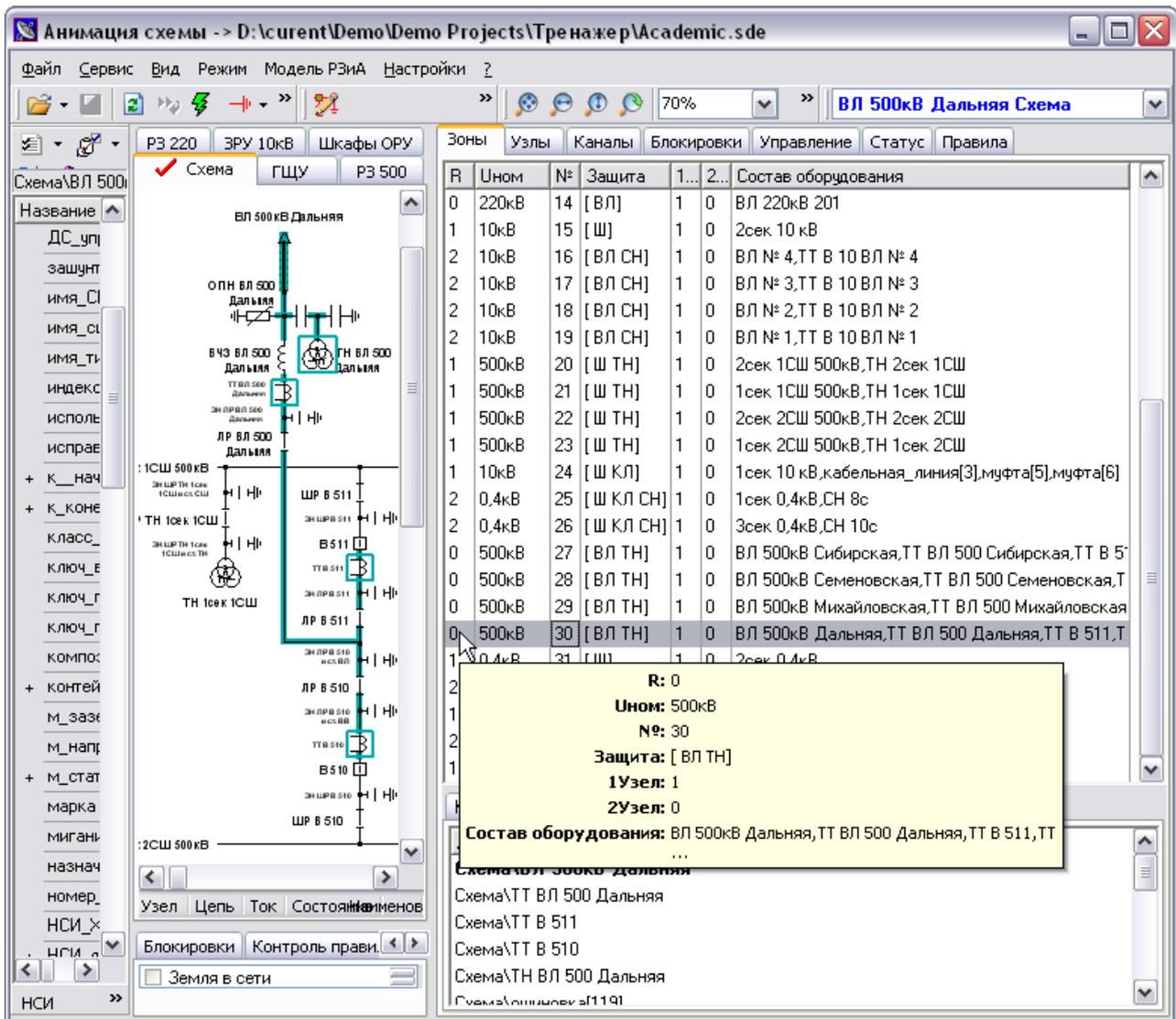


Рис. 5-4. Выделение зоны защиты на схеме

Имеющимися средствами контекстного меню для элементов системы защит можно перейти от зоны к комплекту устройств и обратно (Рис. 5-5.)

The screenshot shows the 'Анимация схемы' software interface. The main window displays a schematic diagram of a power system, including a 500kV line, a substation with a transformer, and various busbars and breakers. The interface includes a menu bar, a toolbar, and several panels.

The 'Зоны' (Zones) panel is active, showing a table of protection zones. The table has columns for 'R', 'Ином', '№', 'Защита', '1...', '2...', and 'Состав оборудования'. The table lists various protection zones and their associated equipment.

R	Ином	№	Защита	1...	2...	Состав оборудования
0	220кВ	14	[ВЛ]	1	0	ВЛ 220кВ 201
1	10кВ	15	[Ш]	1	0	2сек 10 кВ
2	10кВ	16	[ВЛ СН]	1	0	ВЛ № 4,ТТ в 10 ВЛ № 4
2	10кВ	17	[ВЛ СН]	1	0	ВЛ № 3,ТТ в 10 ВЛ № 3
2	10кВ	18	[ВЛ СН]	1	0	ВЛ № 2,ТТ в 10 ВЛ № 2
2	10кВ	19	[ВЛ СН]	1	0	ВЛ № 1,ТТ в 10 ВЛ № 1
1	500кВ	20	[Ш ТН]	1	0	2сек 1СШ 500кВ,ТН 2сек 1СШ
1	500кВ	21	[Ш ТН]	1	0	1сек 1СШ 500кВ,ТН 1сек 1СШ
1	500кВ	22	[Ш ТН]	1	0	2сек 2СШ 500кВ,ТН 2сек 2СШ
1	500кВ	23	[Ш ТН]	1	0	1сек 2СШ 500кВ,ТН 1сек 2СШ
1	10кВ	24	[Ш КЛ]	1	0	1сек 10 кВ,кабельная_линия[3],муфта[5],муфта[6]
2	0,4кВ	25	[Ш КЛ СН]	1	0	1сек 0,4кВ,СН 8с
2	0,4кВ	26	[Ш КЛ СН]	1	0	3сек 0,4кВ,СН 10с
0	500кВ	27	[ВЛ ТН]	1	0	ВЛ 500кВ Сибирская,ТТ ВЛ 500 Сибирская,ТТ В 5
0	500кВ	28	[ВЛ ТН]	1	0	ВЛ 500кВ Семеновская,ТТ ВЛ 500 Семеновская,Т
0	500кВ	29	[ВЛ ТН]	1	0	ВЛ 500кВ Михайловская,ТТ ВЛ 500 Михайловская
0	500кВ	30	[ВЛ ТН]	1	0	ВЛ 500кВ Дальняя,ТТ ВЛ 500 Дальняя,ТТ В 511,Т
1						сек 0,4кВ
2						Н2-10
1						Защищаемое оборудование Н АТ-1 10 кВ
2	10кВ	34	[ТН]	1	0	ТН1-10
1	10кВ	35	[ТН]	1	0	ТН АТ-2 10 кВ

The 'Объекты' (Objects) panel shows a list of objects for the selected zone, including 'Схема\ВЛ 500кВ Дальняя', 'Схема\ТТ ВЛ 500 Дальняя', 'Схема\ТТ В 511', 'Схема\ТТ В 510', 'Схема\ТН ВЛ 500 Дальняя', and 'Схема\ШКЛ 10кВ 1191'.

Рис. 5-5. Переход от зоны к комплекту устройств

Хотя разъединители входят в зону, на схеме они не выделяются.

Данные об объектах и КА конкретной зоны защиты располагаются в нижней части панели **Защиты**, в табличном виде. На Рис. 5-6. показан состав КА для зоны защиты №2, выделенной на вкладке **Зоны**. Для каждого КА перечислены: его тип, нормальное состояние, радиус, номера зон, которые он разделяет, диспетчерское имя, перечень устройств защиты, для ячейки отделителей указывается короткозамыкатель.

0	500кВ	29	[ВЛ ТН]	1	0	ВЛ 500кВ Михайловская,ТТ ВЛ 500 Михайловская
0	500кВ	30	[ВЛ ТН]	1	0	ВЛ 500кВ Дальняя,ТТ ВЛ 500 Дальняя,ТТ В 511,Т
1	0,4кВ	31	[Ш]	1	0	2сек 0,4кВ
2	10кВ	32	[ТН]	1	0	ТН2-10
1	10кВ	33	[ТН]	1	0	ТН АТ-1 10 кВ
2	10кВ	34	[ТН]	1	0	ТН1-10
1	10кВ	35	[ТН]	1	0	ТН АТ-2 10 кВ

Т..	Норм.	R	Зн1	Зн2	Дисп. наименование	Перечень защит...	Короткозамь
вып	вкл	0	23	30	Схема\В 510	[ДЗШ,ДЗШТ,ДФЗ,	
вып	вкл	0	30	21	Схема\В 511	[ДЗШ,ДЗШТ,ДЗТ,Г	
раз	вкл	4	30	30	Схема\ЛР ВЛ 500 Дальняя	[]	
раз	вкл	1	30	30	Схема\ЛР В 511	[]	
раз	вкл	1	30	30	Схема\ЛР В 510	[]	

Рис. 5-6. Список КА для зоны защиты

Чтобы изменить стиль выделения, откройте окно (Рис. 5-7.), щелкнув в меню **Настройки** - **Настройки аниматора- Выделение**. Теперь зоны будут отображаться на экране в заданном Вами стиле (рис. 8). Обратите внимание: оборудование этой зоны выделено на схеме.

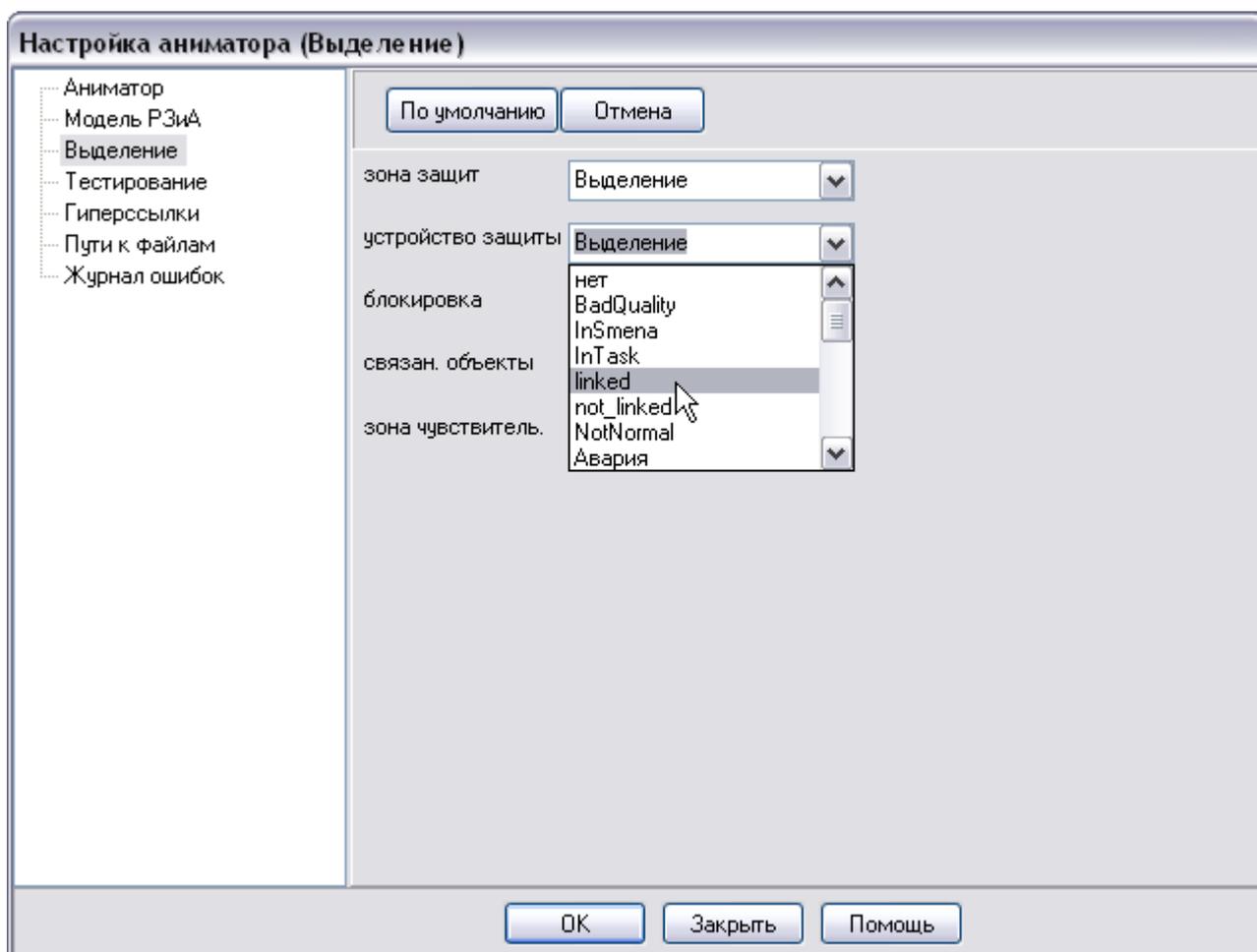


Рис. 5-7. Окно для изменения стиля выделения зон защит на схеме

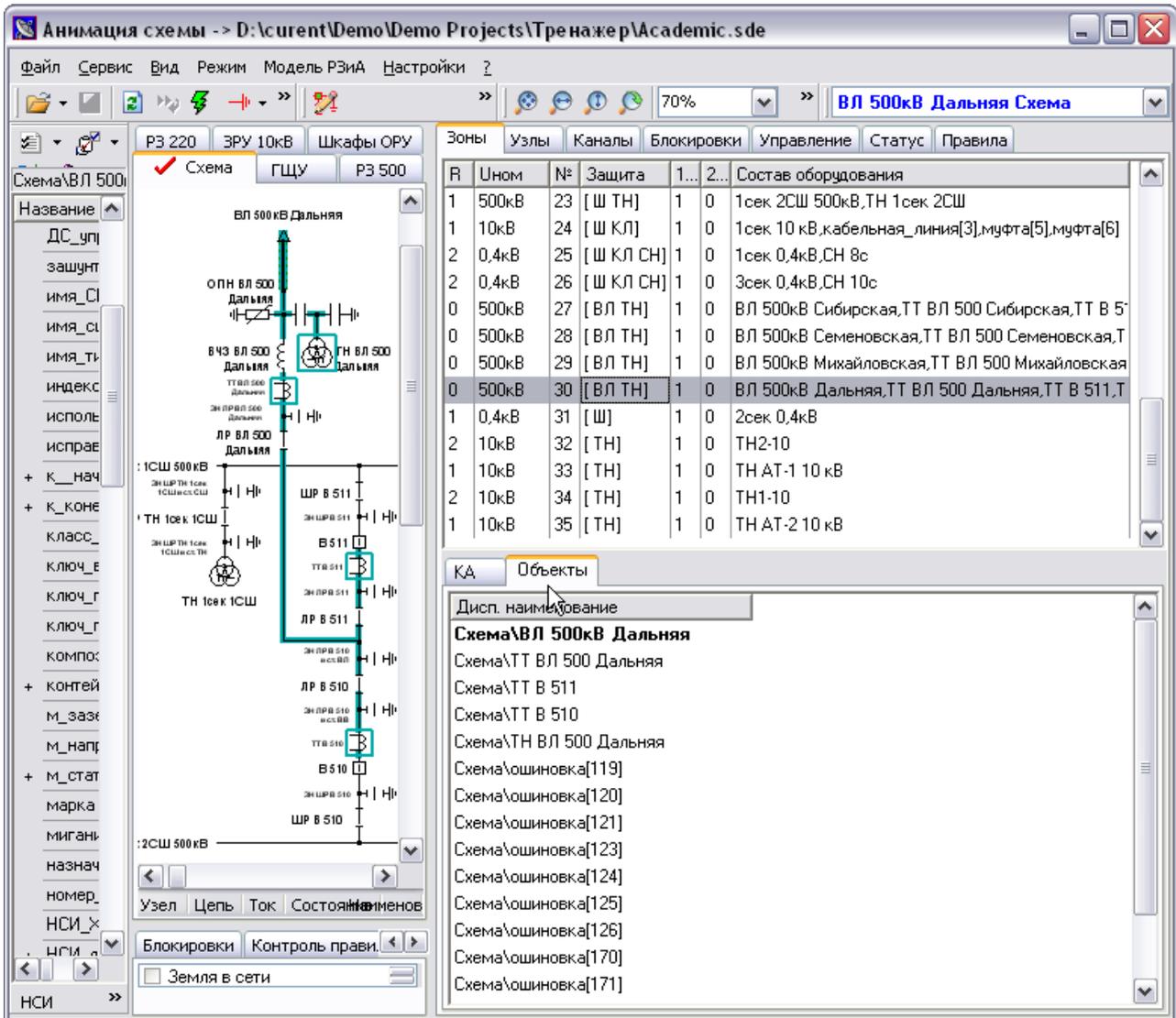


Рис. 5-8. Объекты зоны защиты

Средства контекстного меню обеспечивают показ на схеме любого КА или объекта из перечня на вкладках. Подробнее об этом в разделе «Выделение зоны защиты и показ ее элементов на схеме средствами контекстного меню».

5.2.1.2 Элементы зоны защит

Теперь мы расскажем об элементах таблицы защит.(Рис. 5-9.)

В первом столбце цифра от 0 и выше означает радиус действия зоны защиты. В программном комплексе Modus это удаленность от ближайшего источника питания в данной схеме. Условно говоря, это количество выключателей между источником питания и данной зоной. 0 означает, что источник расположен непосредственно в зоне, 1 — источник расположен через один выключатель от зоны, -1— признак зоны обходной системы шин, 10 — обесточена в нормальной схеме.

Зоны		Узлы		Оперативная блокировка		
R	Ином	№	Защита	1Узел	2Узел	Состав оборудования
2	220кВ	1	[Т]	1	0	АТ 2
1	220кВ	2	[Ш Т ТН]	1	0	СШ1,АТ 1,ТН 1
1	220кВ	3	[Ш ТН]	1	0	СШ2,ТН 2
0	220кВ	4	[Л]	1	0	Л (а)
2	220кВ	5	[Л СН]	1	0	Л (г)
1	Неопр	6	[???	0	0	цепи напряжения
1	110кВ	7	[Ш]	0	0	шина[4]
2	110кВ	8	[Ш]	0	0	шина[3]

Рис. 5-9. Элементы таблицы защит

Далее во втором столбце обозначен класс напряжения. **Неопр**, как следует из названия, означает, что класс напряжения не определен, собственно, как и сам элемент схемы.

Следующая цифра в третьем столбце— порядковый номер зоны в списке.

Далее в четвёртом столбце— описание оборудования зоны: **(Т)**— наличие трансформатора; **(Ш)**— шины; **(ТН)**— трансформатора напряжения; **(Л)**— линии.

Далее в следующих столбцах указаны номера узлов, где размещено защитное оборудование для данной зоны. **0**— означает, что узел не определен или нет устройств защит, например для автоматов на вторичных цепях.

И в последнем столбце приведён перечень имен объектов схемы, входящих в данную зону. Перечень ограничен 50-ю символами, далее ставится многоточие. Наименования ошинок не учитываются.

Зона описана составом оборудования, т. е. перечнем объектов, включая ошиновки (Рис. 5-10.) и перечнем коммутационных аппаратов (Рис. 5-11.)

В первую зону защиты схемы Связи_3.sde входят пять объектов: вначале указано название схемы, затем название объекта.

Зоны Узлы Оперативная блокировка						
R	Уном	№	Защита	1Узел	2Узел	Состав оборудования
2	220кВ	1	[Т]	1	0	АТ 2
1	220кВ	2	[Ш Т ТН]	1	0	СШ1,АТ 1,ТН 1
1	220кВ	3	[Ш ТН]	1	0	СШ2,ТН 2
0	220кВ	4	[Л]	1	0	Л (а)
2	220кВ	5	[Л СН]	1	0	Л (г)
1	Неопр	6	[???	0	0	цепи напряжения
1	110кВ	7	[Ш]	0	0	шина[4]
2	110кВ	8	[Ш]	0	0	шина[3]

КА Объекты	
Дисп. наименование	
Пример_3_схема\АТ 2	
Пример_3_схема\ош АТ-2	
Пример_3_схема\ош АТ-2	
Пример_3_схема\ошиновка[24]	

Рис. 5-10. Состав оборудования конкретной зоны

КА— перечень выключателей, которыми отключается данная зона защиты (Рис. 5-11.)

Зоны Узлы Оперативная блокировка						
R	Уном	№	Защита	1Узел	2Узел	Состав оборудования
2	220кВ	1	[Т]	1	0	АТ 2
1	220кВ	2	[Ш Т ТН]	1	0	СШ1,АТ 1,ТН 1
1	220кВ	3	[Ш ТН]	1	0	СШ2,ТН 2
0	220кВ	4	[Л]	1	0	Л (а)
2	220кВ	5	[Л СН]	1	0	Л (г)
1	Неопр	6	[???	0	0	цепи напряжения
1	110кВ	7	[Ш]	0	0	шина[4]
2	110кВ	8	[Ш]	0	0	шина[3]

КА Объекты						
T..	Норм.	R	Зн1	Зн2	Дисп. наименование	Перечень защит (уст-в)
В	вкл	1	8	1	Пример_3_схема\В-2	[ДЗТ.]
В	вкл	1	3	1	Пример_3_схема\Ячейка (б)	[ДЗШ,ДЗТ.]

Рис. 5-11. Перечень КА

В означает «выключатель», **О**— отделитель, **А**— автомат, **П**— предохранитель.

(вкл)— нормальное положение КА, далее в скобках указана его удаленность от источника

питания, что позволяет определить, откуда эта зона запитана. Если в скобках проставлено (–1), это означает, что выключатель в схеме отключен, (–2) означает, что с этой стороны схема оборвана,

(–5)— признак обходного выключателя.

Затем указаны зоны, между которыми находится выключатель.

Следующий столбец— полное имя КА, далее — перечень видов устройств, которые действуют на данный выключатель: ДЗШ— дифференциальная защита шин, ДФЗ— дифференциально-фазная защита линии, АПВ— автоматическое повторное включение (чтоб сработало АПВ, необходимо назначить как минимум блинкер), ДЗШТ — дифференциальная защита шин с торможением и др. Здесь указываются не только устройства данной зоны, но и устройства защит смешанной зоны.

5.2.1.3 Сортировка элементов таблицы.

Табличный способ представления данных позволяет сортировать элементы таблицы любой вкладки по каждому столбцу, например по номерам зон, по радиусу и т.д.

Для этого надо щелкнуть левой клавишей мыши заголовок столбца, по которому Вы хотите отсортировать данные. При этом в заголовке появляется треугольник острием вниз или вверх, что традиционно свидетельствует о сортировке по возрастанию или по убыванию. На Рис. 5-12. показана сортировка по классу напряжения.

Зоны	Узлы	Взаимные блокировки				
R	Ином.	№	Защита	Уз1	Уз2	Состав оборудования
1	0,23кВ	40	???	0	0	связь_с_объектом[12]
1	0,23кВ	41	???	0	0	связь_с_объектом[12]
0	0,23кВ	42	???	0	0	связь_с_объектом[12]
0	0,4кВ	11	Т	1	0	ТСН,Резерв,каб. воронка
2	0,4кВ	37	Ш Л СН	3	0	8с,СН 8с
1	0,4кВ	38	Ш	1	0	9с
2	0,4кВ	39	Ш Л СН	3	0	10с,СН 10с
2	10кВ	5	ТН	0	0	ТН
1	10кВ	6	ТН	0	0	ТН
1	10кВ	7	ТН	0	0	ТН
2	10кВ	8	ТН	0	0	ТН
1	10кВ	15	Ш Л	3	0	1М,КЛ 1М-2М,каб. воронка К

Рис. 5-12. Сортировка по классу напряжения

5.2.1.4 Выделение зоны защиты и показ ее элементов на схеме средствами контекстного меню

Возможность выделить на схеме зону защиты и все ее элементы можно реализовать

средствами контекстного меню (Рис. 5-13.) Когда Вы щелкнете строку **Показать**, соответствующий элемент на схеме трижды мигнет.

Обратите внимание, что при таком способе выделения схема прокручивается так, чтобы нужный элемент оказался в центре окна. Это очень удобно при работе с большими схемами.

Аналогично средствами контекстного меню вкладки **КА** можно показать коммутационный аппарат.

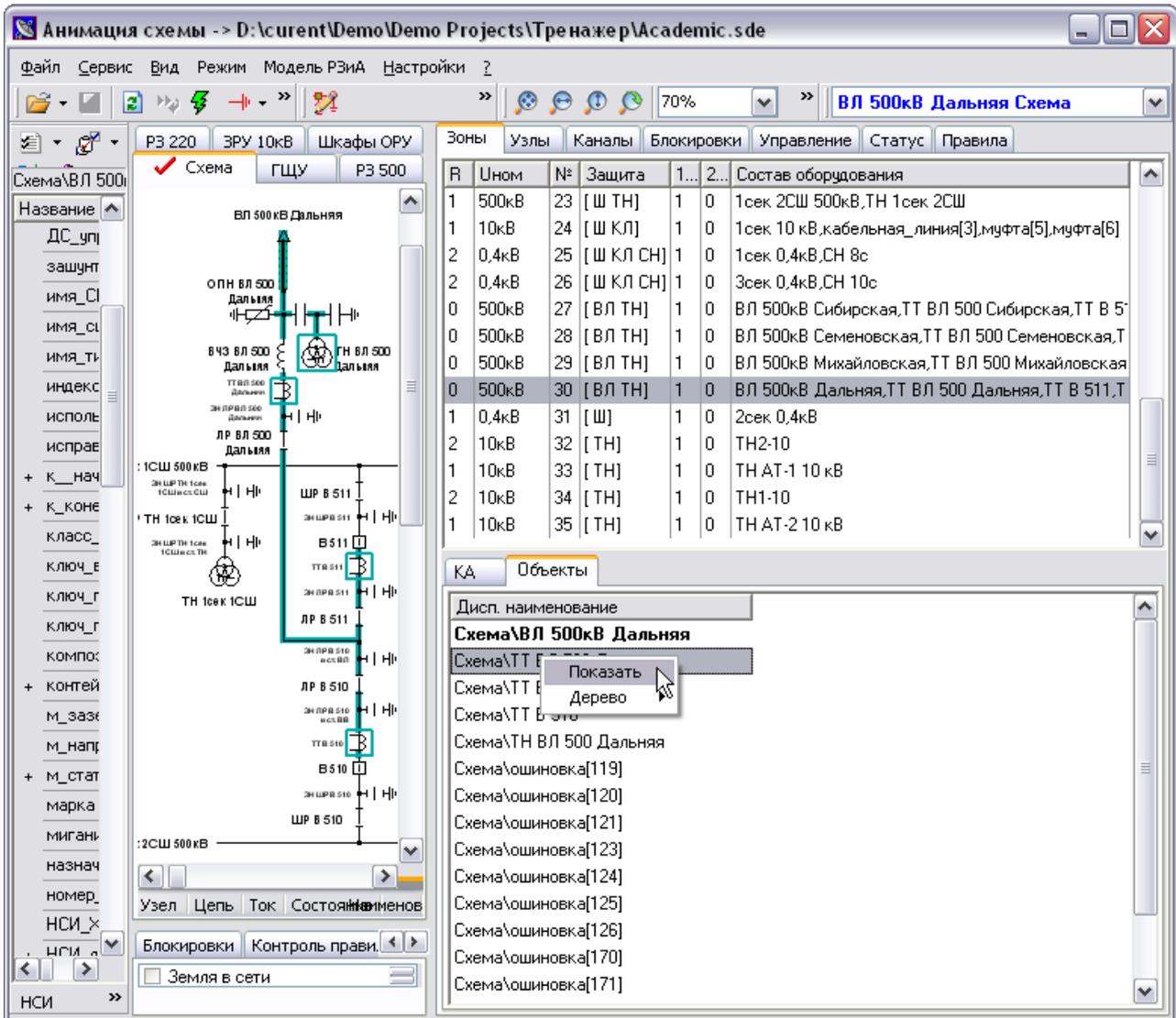


Рис. 5-13. Выделение элемента средствами контекстного меню

5.2.1.5 Переход от зоны к узлу и обратно средствами контекстного меню

Для облегчения навигации в панели **Защиты** предусмотрена возможность перехода к узлу защиты, содержащему ее комплект устройств. Выберите строку на вкладке **Зона защит**, имеющую номер хотя бы одного узла (если номера обоих узлов— 0, то переходить некуда), и в контекстном меню выберите **Перейти к узлу** (Рис. 5-14.)

R	Уном	№	Защита	Уз1	Уз2	Состав оборудов
0	500кВ	1	Л ТН	3	0	спуск ВЛ,ТН
0	500кВ	2	Л ТН	2	0	спуск ВЛ,ТН
0	500кВ	3	Р Л ТН	3	0	спуск ВЛ,ТН
0	500кВ	4	Л ТН	3	0	спуск ВЛ,ТН
2	10кВ	5	ТН	0	0	ТН
1	10кВ	6	ТН	0	0	ТН

Рис. 5-14. Средства контекстного меню для перехода к узлу

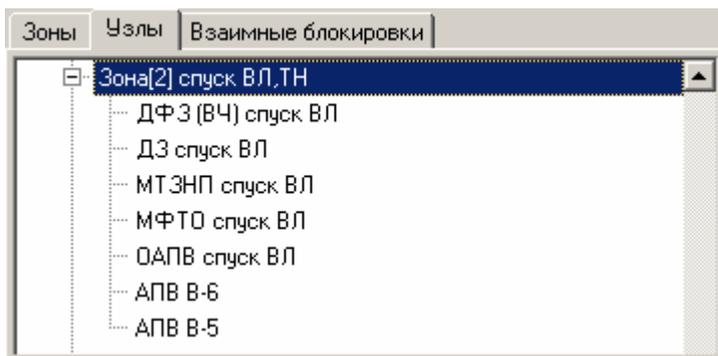


Рис. 5-15. На вкладке Узлы отображается соответствующий зоне комплект устройств защиты

В панели защит откроется вкладка **Узлы**, на которой открыт соответствующий этой зоне комплект устройств защиты, располагающийся в соответствующем узле (Рис. 5-15.)

Средства контекстного меню позволяют выполнить и обратное действие— переход от комплекта защит узла к соответствующей зоне (Рис. 5-16.)

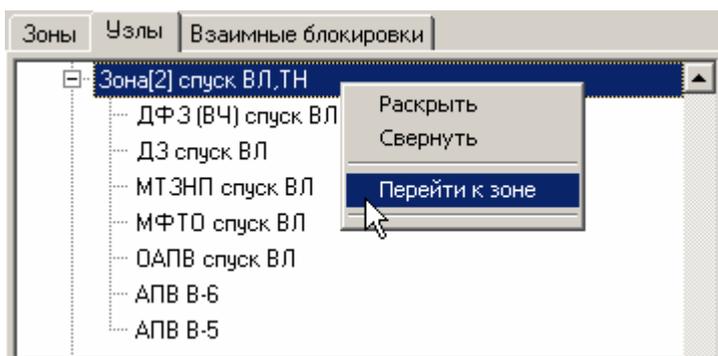


Рис. 5-16. Переход от комплекта защит узла к соответствующей зоне

5.2.1.6 Разделитель зон защиты

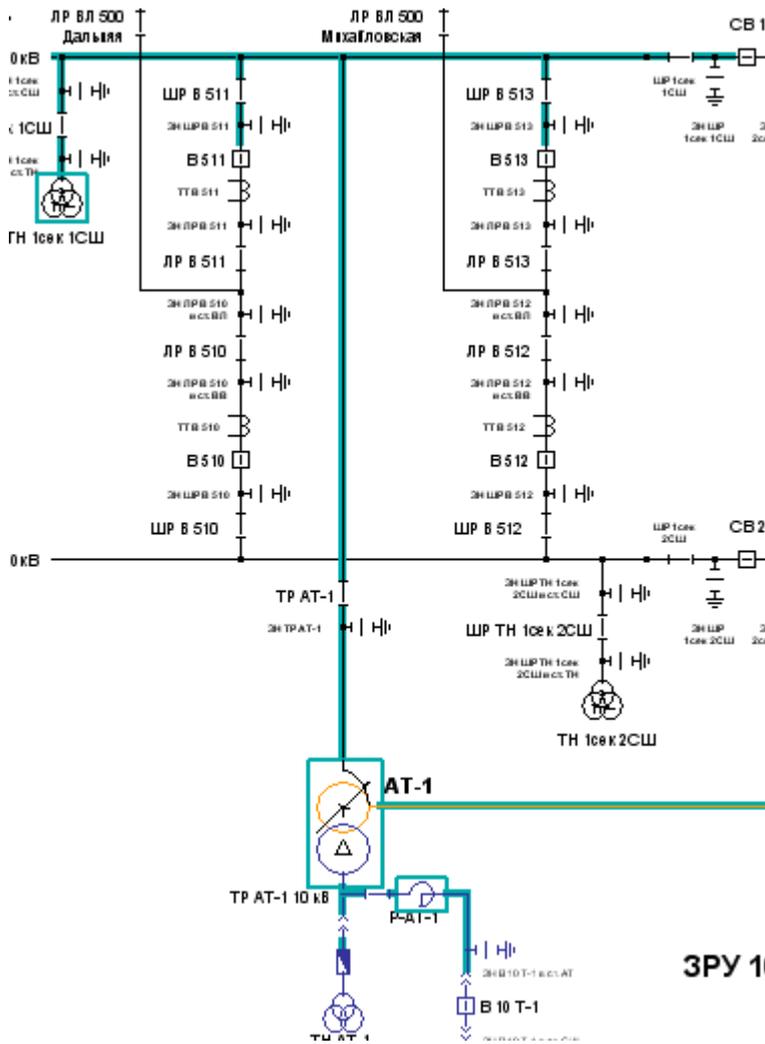
Z - **Разделитель зон защиты** - предназначен для разграничения участков электрической схемы, для того, чтобы сформировать нужные наборы защит (аналог трансформатора тока на реальном объекте)

Разделитель зон защиты- (Находится в библиотеке электрическое оборудование - Выключатели и ячейки КРУ в графическом редакторе).

Рассмотрим 2 примера с делителем зон и без него

1. Пример без Разделителя зон

Защиты АТ-1 и ДЗШ объединены в одну защиту



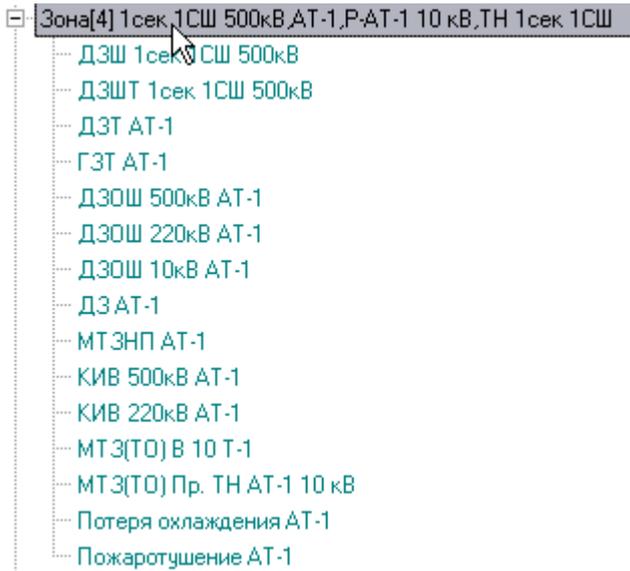


Рис. 5-17. Без разделителя зон

Рис. 5-18. Зона

защит когда нету разделителя зон

2. Пример с разделителем зон

На втором примере видно, что когда добавили отделитель зон защиты ДЗШ отделились от защит АТ-2

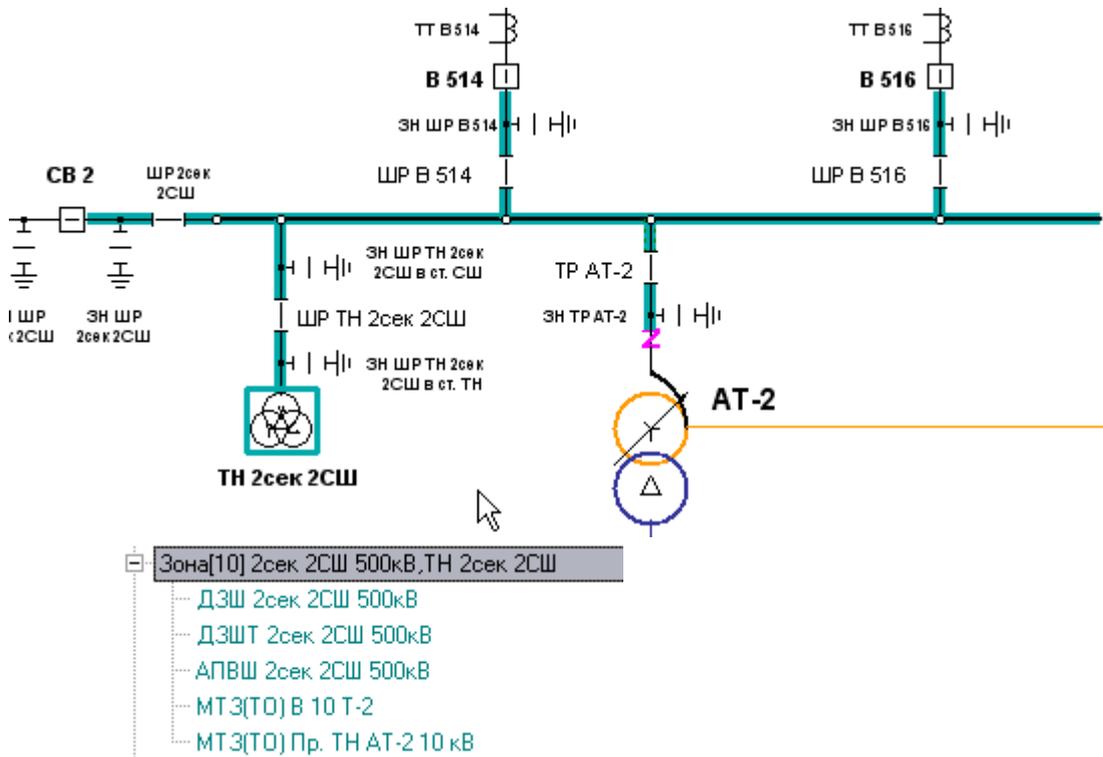


Рис. 5-19. С делителем зон
разделитель зон

Рис. 5-20. Зона защит с

Таким образом если у вас защита шин защищается ДЗОШ то разделитель зон можно не ставить, если ДЗШ то нужно обязательно разграничивать делителем зон что бы настроить защиту ДЗШ и АТ отдельно

5.2.1.7 Чувствительность защит

Рассмотрим на примере АТ-1 как настроить чувствительность защит (ПС-500 Academic)

Настройка чувствительности производится для каждой защиты отдельно

1. Выбираем защиту ДЗТ для этого: нажимаем на вкладку Узлы -находим защиты АТ-1 и выбираем защиту ДЗТ АТ-1

после чего выбираем Чувствительность

Заметим что для каждой зоны чувствительности можно выбрать различные виды повреждений

Защита ДЗТ действует на все зоны АТ поэтому вычеркивать лишние зоны не будем

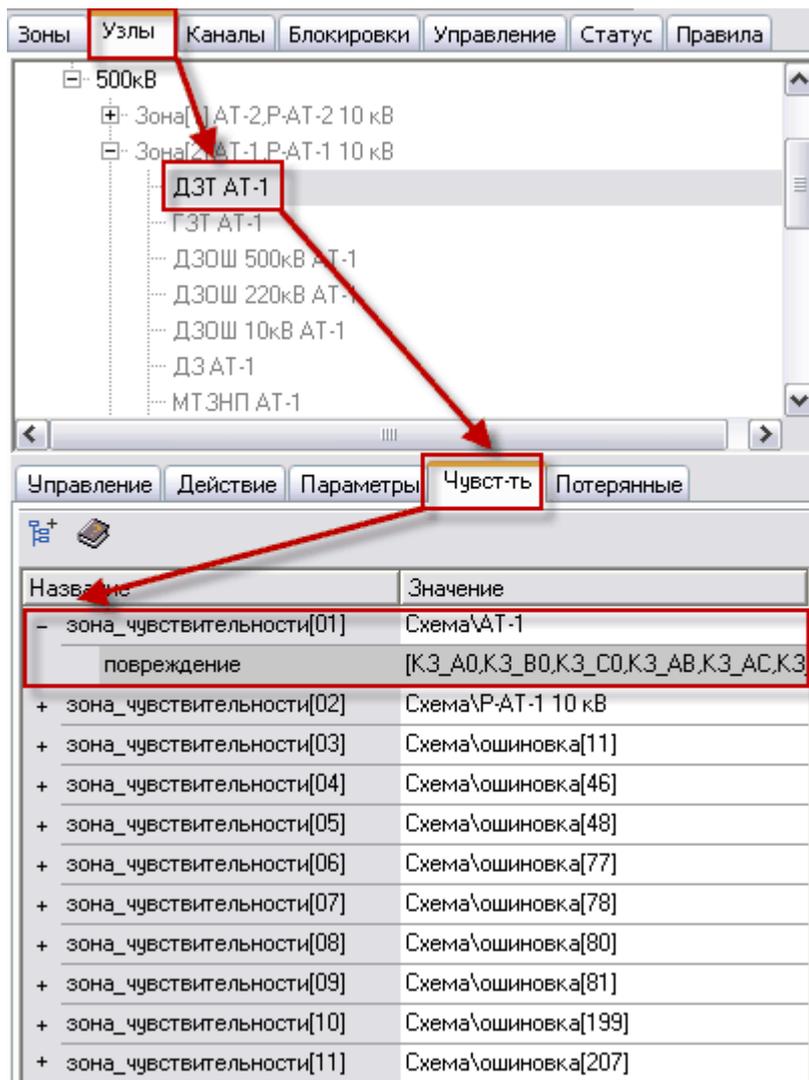


Рис. 5-21. Зона чувствительности ДЗТ

2. ГЗТ - Газовая защита действует только внутри трансформатора

значит нужно вычеркнуть все лишние зоны

вычеркивание производится нажатием на **пробел**

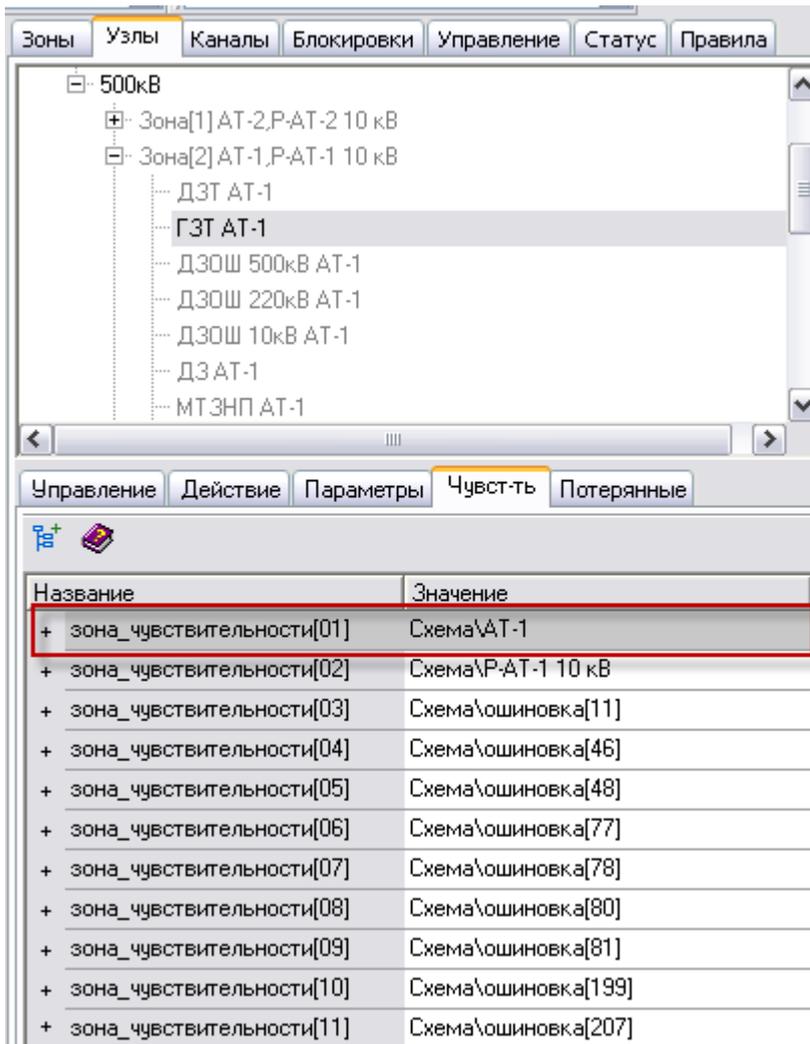


Рис. 5-22. Зона чувствительности ГЗТ

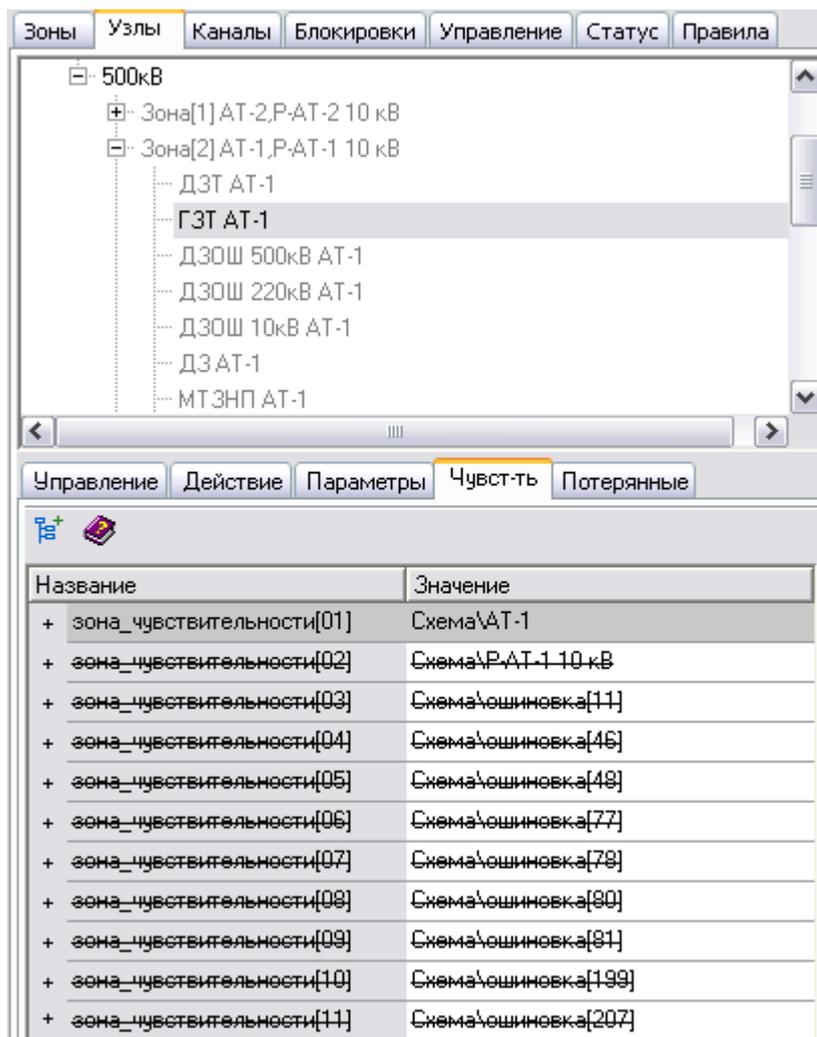


Рис. 5-23. Вычеркнуты лишние зоны

Аналогично настраиваются все остальные зоны.

5.2.2 Узел защиты и его элементы

Узлом защиты в интерпретации программного комплекса Modus считаются все устройства защиты, располагающиеся на одной станции или подстанции.

При создании дерева защит в каждый узел входят определенные комплекты устройств

защиты. Каждый комплект обозначен зоной, для которой он установлен (Рис. 5-24.): **Зона(1)**, **Зона(2)**, **Зона(3)**, **Зона(4)**, **Зона(9)**, **Зона(10)**, **Зона(18)**, **Зона(19)**. В программном комплексе Modus предусмотрено три вида основных комплектов защит: линий, трансформаторов и шин. Для зон, содержащих несколько различных видов устройств, возможно их комбинирование.

Чтобы просмотреть состав устройств конкретной зоны защиты, следует открыть соответствующую строку **Зоны** в ветви **Узлы**. В свою очередь, каждое устройство зоны связано с органами управления и индикации и каналами действия.

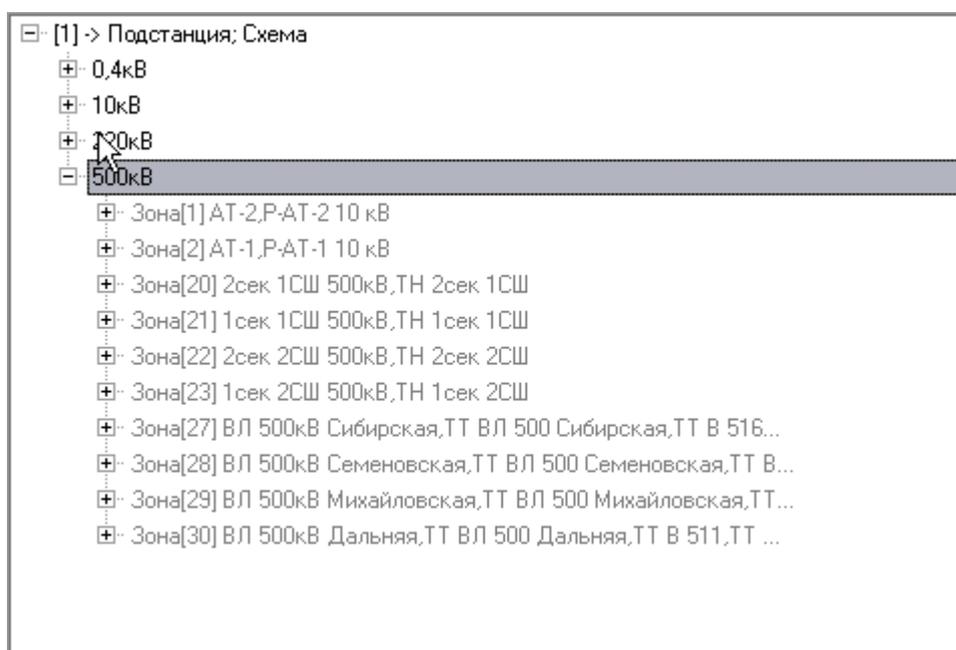


Рис. 5-24. Отображение узлов дерева защит

Органы управления устройства и настройка его действия отображаются на отдельных вкладках. Они расположены внизу вкладки **Узлы** панели **Защиты** (Рис. 5-25.)

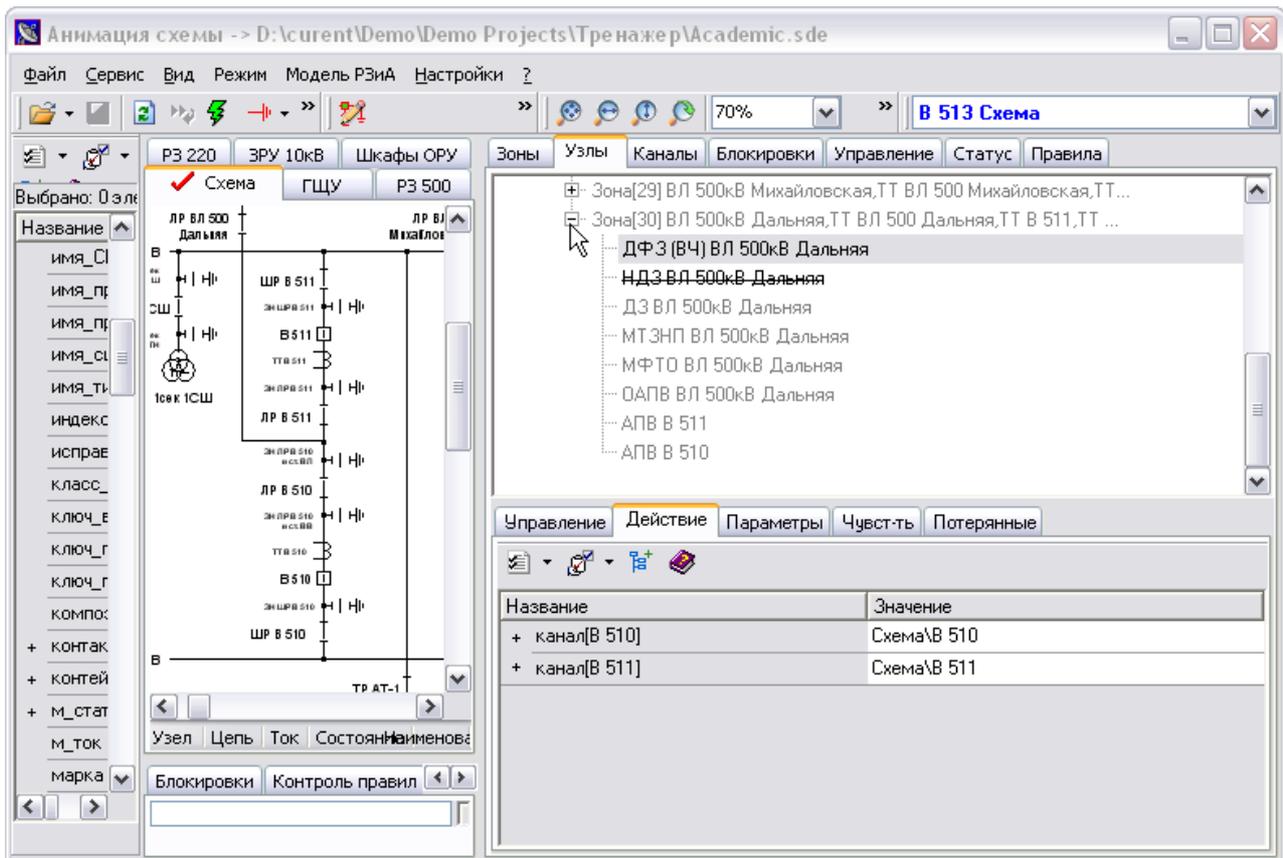


Рис. 5-25. Управление и действие защит узлов отображаются на отдельных вкладках

В программном комплексе Modus предусмотрено три вида органов управления: блинкер или реле указательное, которое предназначено для индикации срабатывания данного устройства, накладка, с помощью которой можно отключить данное устройство, и индикатор, например табло, которое сигнализирует о срабатывании данного устройства.

Все эти три визуальных элемента можно заменить одним — устройством релейной защиты и автоматики (РЗиА). Для него предусмотрено три состояния: готов, сработал и отключен, которые визуально отличаются друг от друга. Это устройство позволяет создавать компактное представление о защитах для больших схем, предназначенных для организации тренировок диспетчеров различного уровня.

Кроме того, в дереве отображается настройка действия данного устройства (ветвь **Действие** на Рис. 5-25.)

Подробно об органах управления и настройке действия устройства рассказано в следующих разделах.

5.2.2.1 Комплект устройств защит для линий

Рассмотрим комплект устройств защит для линий.

Прежде всего выделим эту зону на схеме. (Рис. 5-26.) на него наведен указатель мыши, потом перейдём на нужный нам узел (Рис. 5-27.)

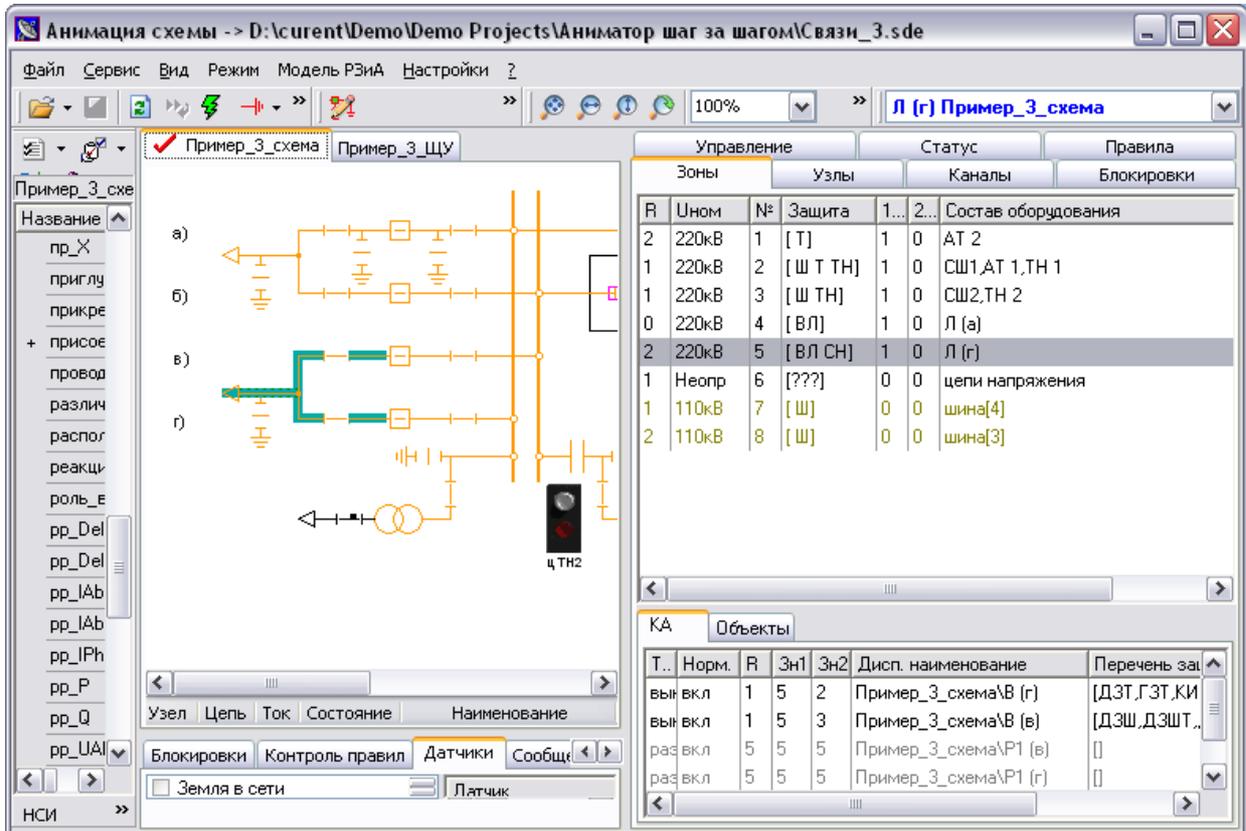


Рис. 5-26. Выделение зоны на схеме

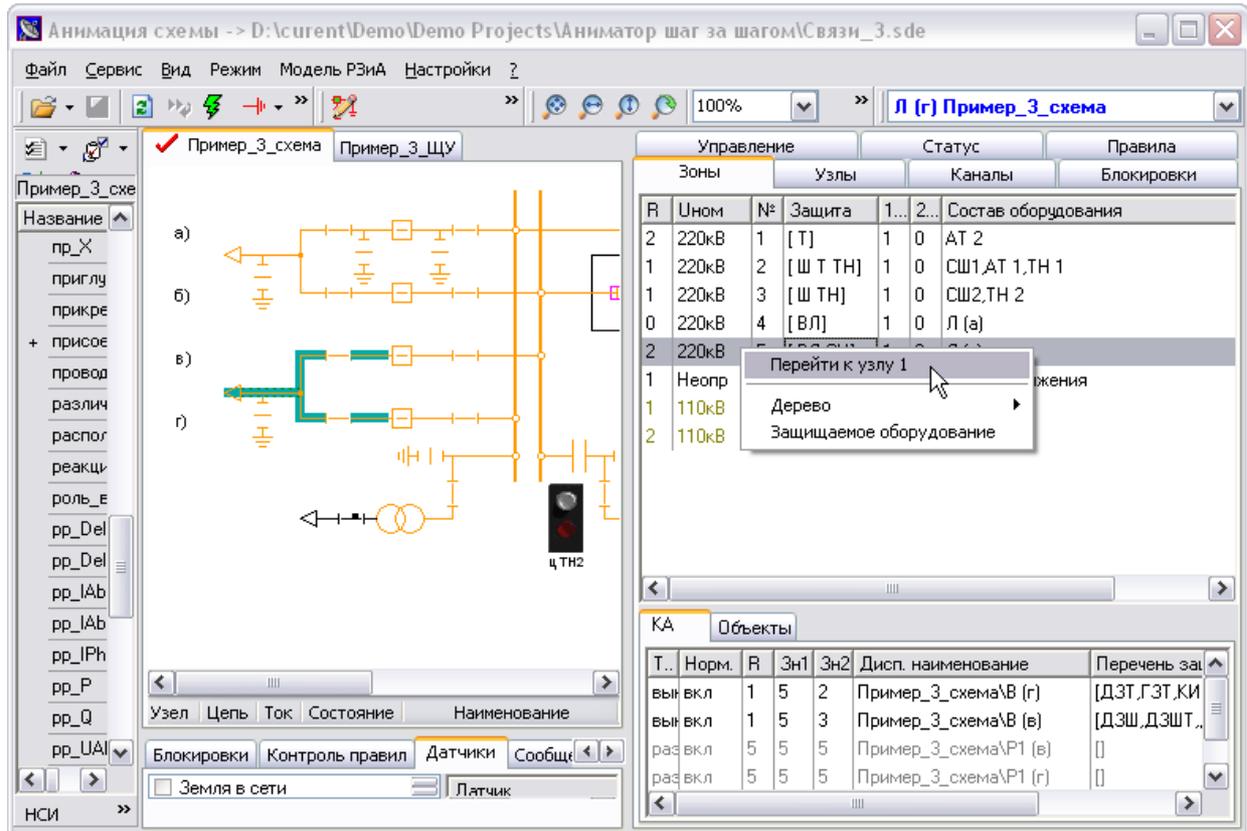


Рис. 5-27. Переход к узлу 1

В этой зоне реализуются следующие комплекты защиты (Рис. 5-28.): **ДФЗ (ВЧ)** — дифференциально-фазовая, или высокочастотная, защита линии, **ДЗЛ** — дистанционная защита, **МТЗНП** — максимально-токовая защита нулевой последовательности, **МФТО** — межфазовая токовая отсечка. Они защищают зону со стороны линии. То есть повреждение любого разъединителя, включение ЗН или описание любой неисправности на линии приводит к отключению обоих выключателей. Кроме того, здесь предусмотрены три устройства автоматики: **ОАПВ** — однофазное автоматическое повторное включение и **АПВ** — автоматическое повторное включение выключателей линий «г» и «в».

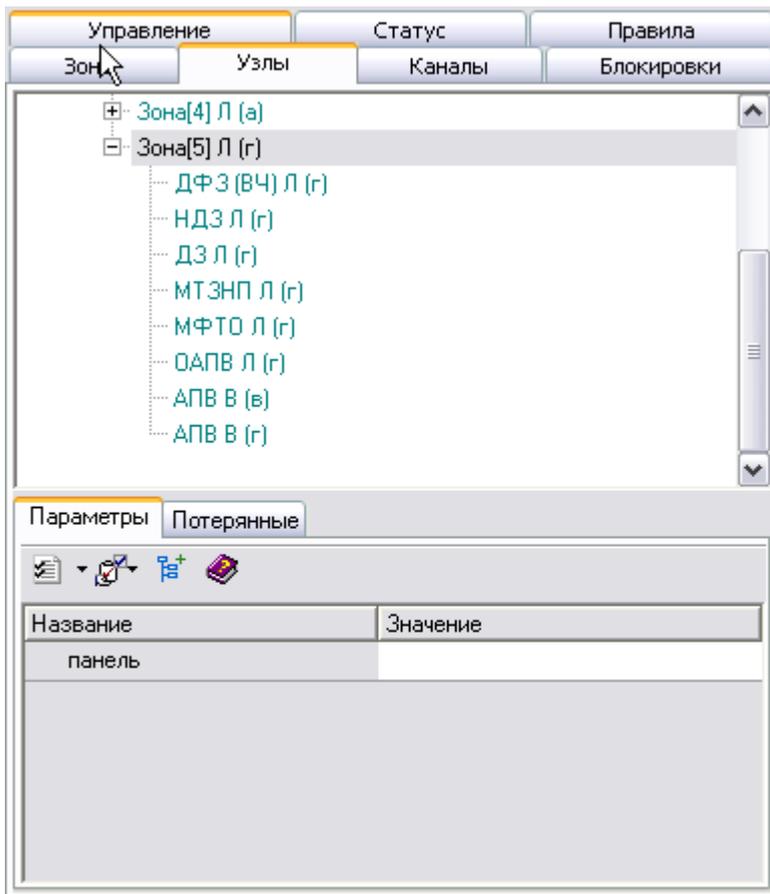


Рис. 5-28. Комплект защит линии

Однако так как эти линии подключены к шинам, то на выключатели должны действовать и защиты, предусмотренные для шин.

Откроем перечень КА в таблице **зоны защит** (на Рис. 5-29.) - на него наведен указатель мыши. Здесь указана защита для шин— ДЗШ.

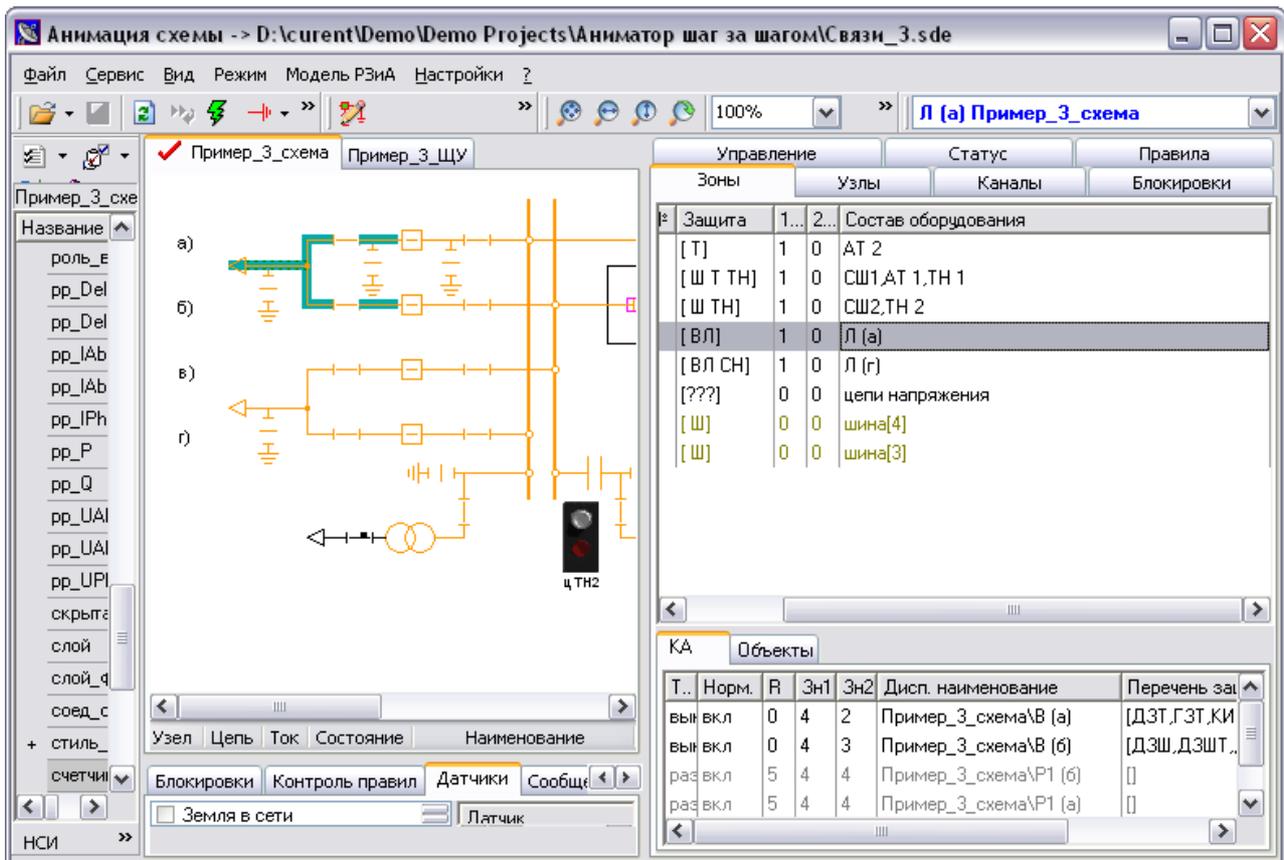


Рис. 5-29. Просмотр защитных устройств для линии со стороны шины

Для линии «а» комплект защит абсолютно идентичен рассмотренному только что, так как эти линии относятся к одному классу напряжения и конфигурация их одинакова.

5.2.2.2 Комплект устройств защит для трансформатора

Рассмотрим комплект защит для трансформатора (Рис. 5-30.)

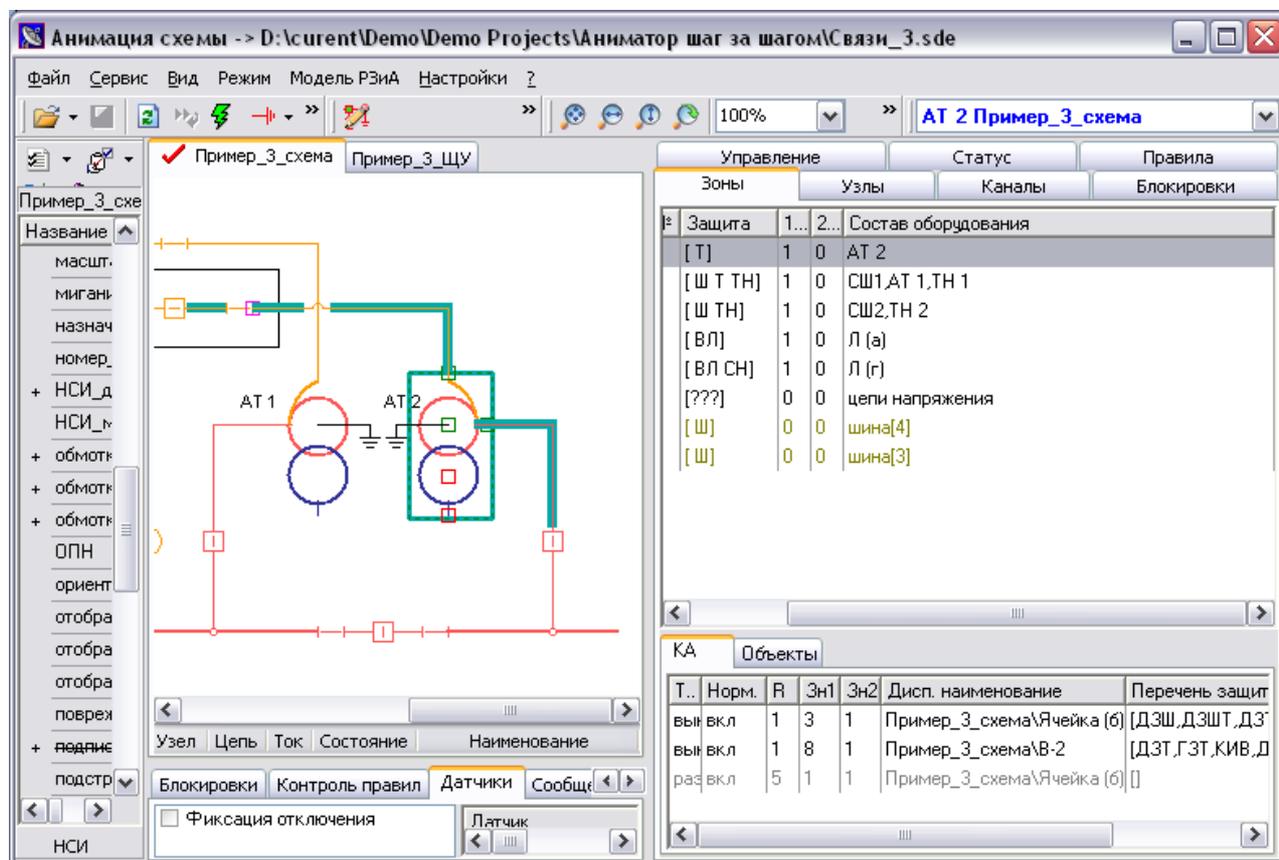


Рис. 5-30. Выделение зоны защит трансформатора

В комплект защит трансформатора (Рис. 5-31.) входят дифференциальная и газовая защиты: ГЗТ и ДЗТ. Для трансформаторов 110 кВ и выше дополнительно предусмотрена дифференциальная защита ошиновки— ДЗОШ— каждого класса напряжения. Кроме того, защита трансформатора этой подстанции обеспечивается резервной дистанционной защитой (ДЗ) и максимальной токовой защитой нулевой последовательности (МТЗНП). Для трансформаторов и реакторов напряжением 220 кВ и выше также добавлено устройство контроля изоляции вводов (КИВ).

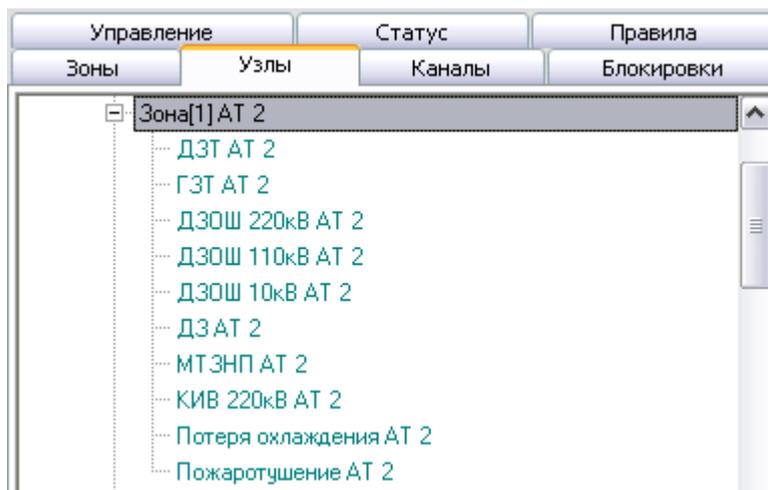


Рис. 5-31. Комплект защит трансформатора

5.2.2.3 Комплект устройств защит для шин

Теперь рассмотрим комплект защит для шин. Выделим эту зону на схеме (на Рис. 5-32.)

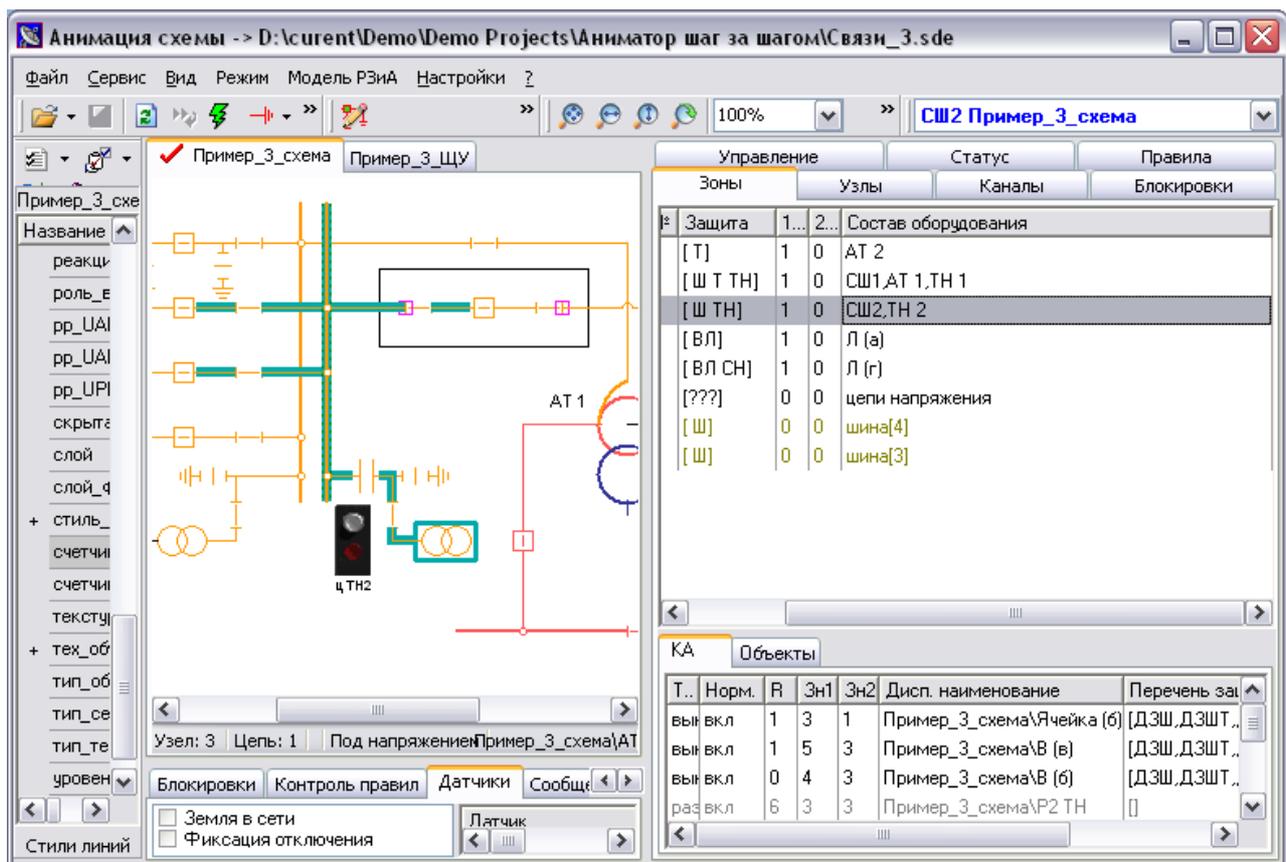


Рис. 5-32. Выделение зоны защит шин

Комплект (Рис. 5-33.) состоит из дифференциальной защиты шин (ДЗШ), дифференциальной защиты шин с торможением (ДЗШТ) и автоматики повторного включения шин (АПВШ).

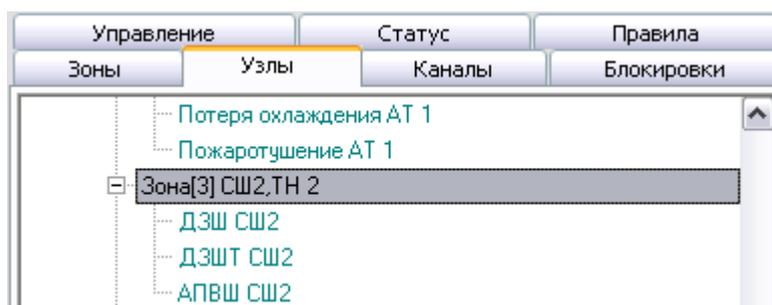


Рис. 5-33. Комплект защит шин

5.2.2.4 Комплекты устройств защит для низших классов напряжения

Низшими классами напряжения считаются 35 кВ и ниже.

Для защиты трансформаторов в этом случае не используется КИВ— он считается слишком дорогим, для 35 кВ и ниже не будет выделена защита ошиновки трансформатора (ДЗОШ), а для 10 кВ и ниже исключается ДЗТ, то есть комплект упрощается.

Для защиты шин класса ниже 110 кВ не используется ДЗШТ, ниже 10 кВ не применяется ДЗШ и АПВ.

5.2.3 Оперативные блокировки

Оперативные блокировки устанавливают взаимозависимости блокировки привода выключателей, разъединителей и заземляющих ножей. В программе это вспомогательная система, предназначенная для предупреждения ошибочных действий персонала.

Вкладка **Оперативные блокировки** состоит их двух панелей: в верхней отображаются блокировки заземляющих ножей (ЗН) разъединителями, а в нижней — блокировки разъединителей выключателями (Рис. 5-34.)

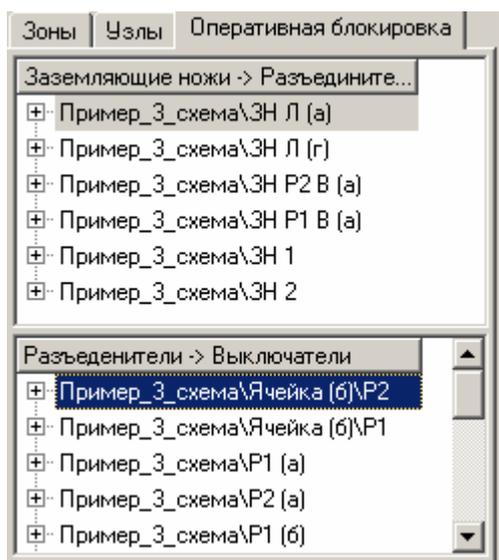


Рис. 5-34. Отображение оперативных блокировок

Вы можете проследить все зависимости конкретного элемента схемы, чтобы выяснить причину его блокировки.

Рассмотрим взаимные блокировки элементов на примере схемы Топология_3.sde (Рис. 5-35.) Откроем закладку **Оперативные блокировки** для выключателя «г» От состояния этого выключателя зависит блокировка двух разъединителей— P1 и P2.

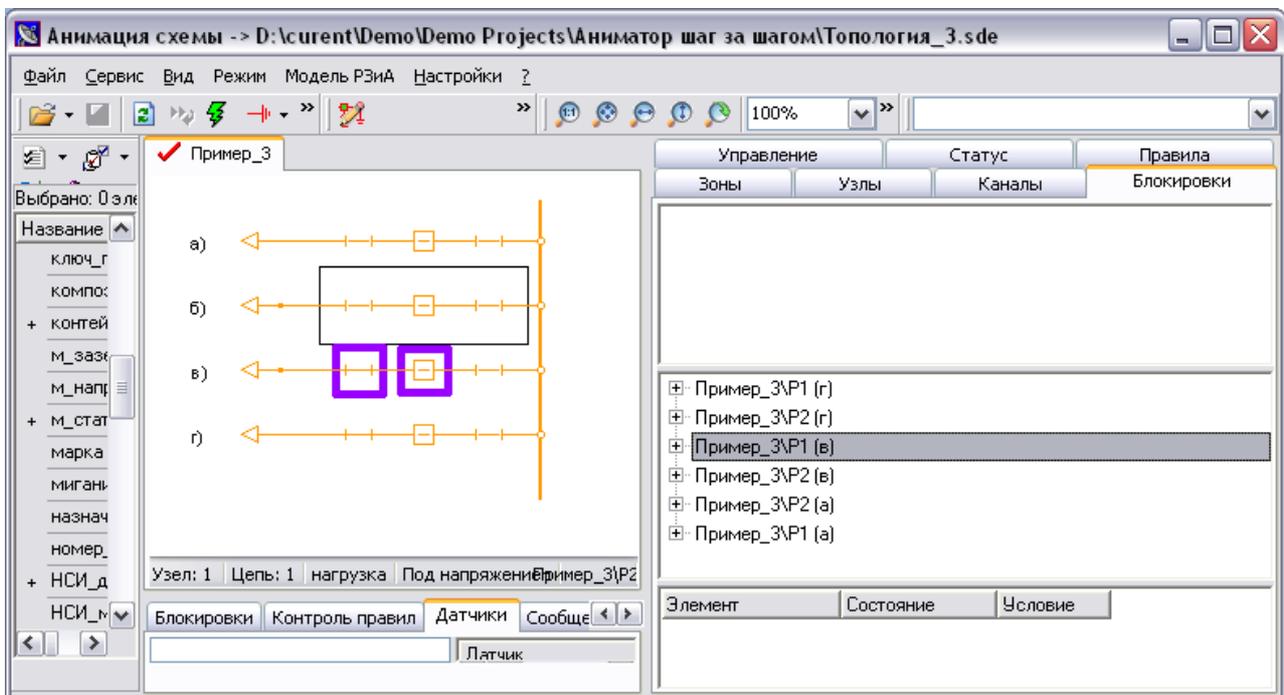


Рис. 5-35. Оперативные блокировки для выключателей и разъединителей

5.2.3.1 Блокировки разъединителей

Раскрыв узел, можно выяснить, сколько разъединителей блокируют каждый ЗН (Рис. 5-36.)

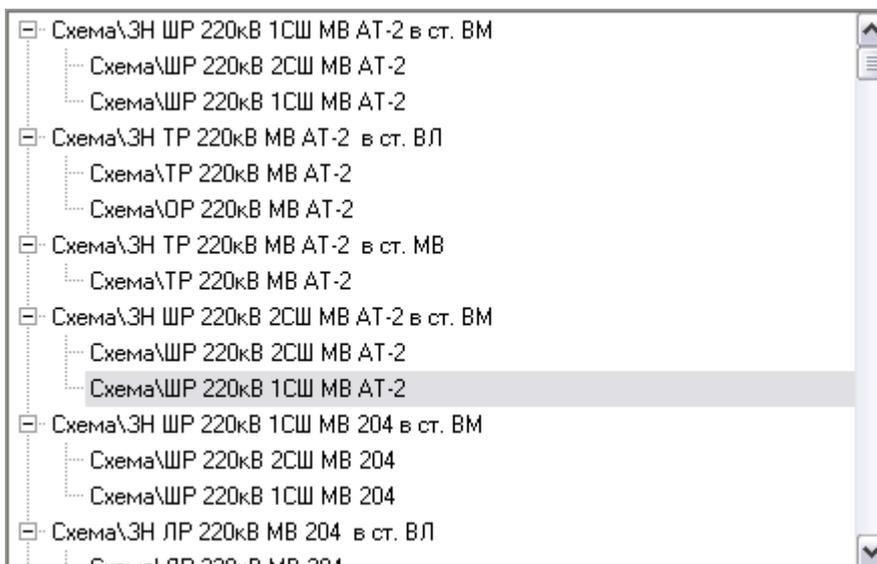


Рис. 5-36. Развернутое дерево взаимных блокировок заземляющих ножей и разъединителей

В нижней панели представлены данные о блокировке разъединителей в зависимости от

выключателей. На этой панели, так же как и на верхней, можно визуально определить, какие разъединители не имеют блокировки, а какие имеют и от каких выключателей они зависят (Рис. 5-37.)

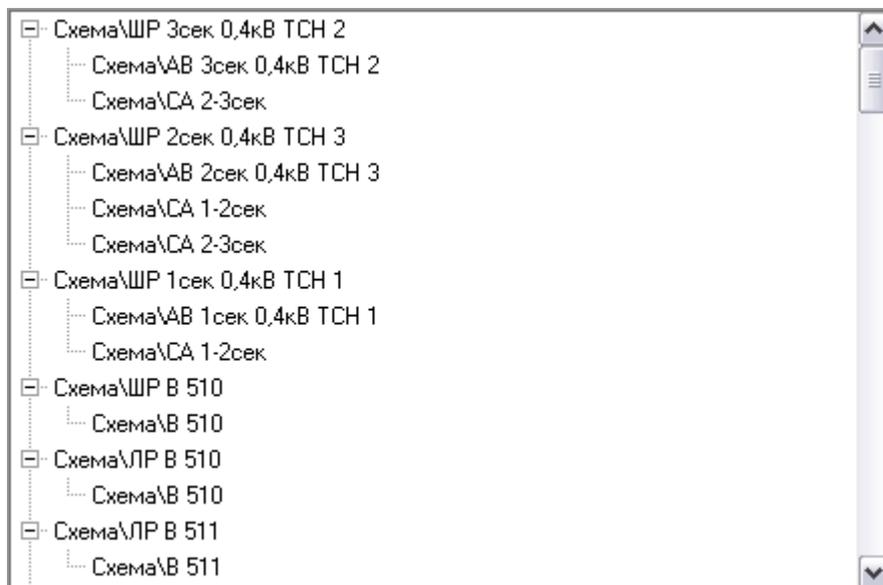


Рис. 5-37. Развернутое дерево взаимных блокировок разъединителей и выключателей

5.2.3.2 Отображение условий оперативных блокировок на схеме и показ их средствами контекстного меню

Отображение пары «ЗН— блокирующие его разъединители» и «разъединитель — блокирующие его выключатели» выполняется выбором текущей позиции в дереве. Можно выделить на схеме как все КА, от которых зависит блокировка заземляющего ножа или разъединителя, так и каждую пару элементов— это зависит от того, ветвь какого уровня выделена в таблице: корневого или более низкого.

Щелкните элемент дерева в таблице и далее передвигайтесь по таблице, используя клавиши «стрелка вверх» и «стрелка вниз».

Чтобы условия оперативных блокировок не только выделялись на схеме, но и в окне *Аниматора схем* отображался тот фрагмент схемы, где располагаются искомые элементы, необходимо для элемента на вкладке **Оперативные блокировки** воспользоваться средствами контекстного меню (строка **Показать**).

На Рис. 5-38. показан заземляющий нож (элемент корневого уровня в панели **Оперативные блокировки**), который блокируется четырьмя разъединителями.

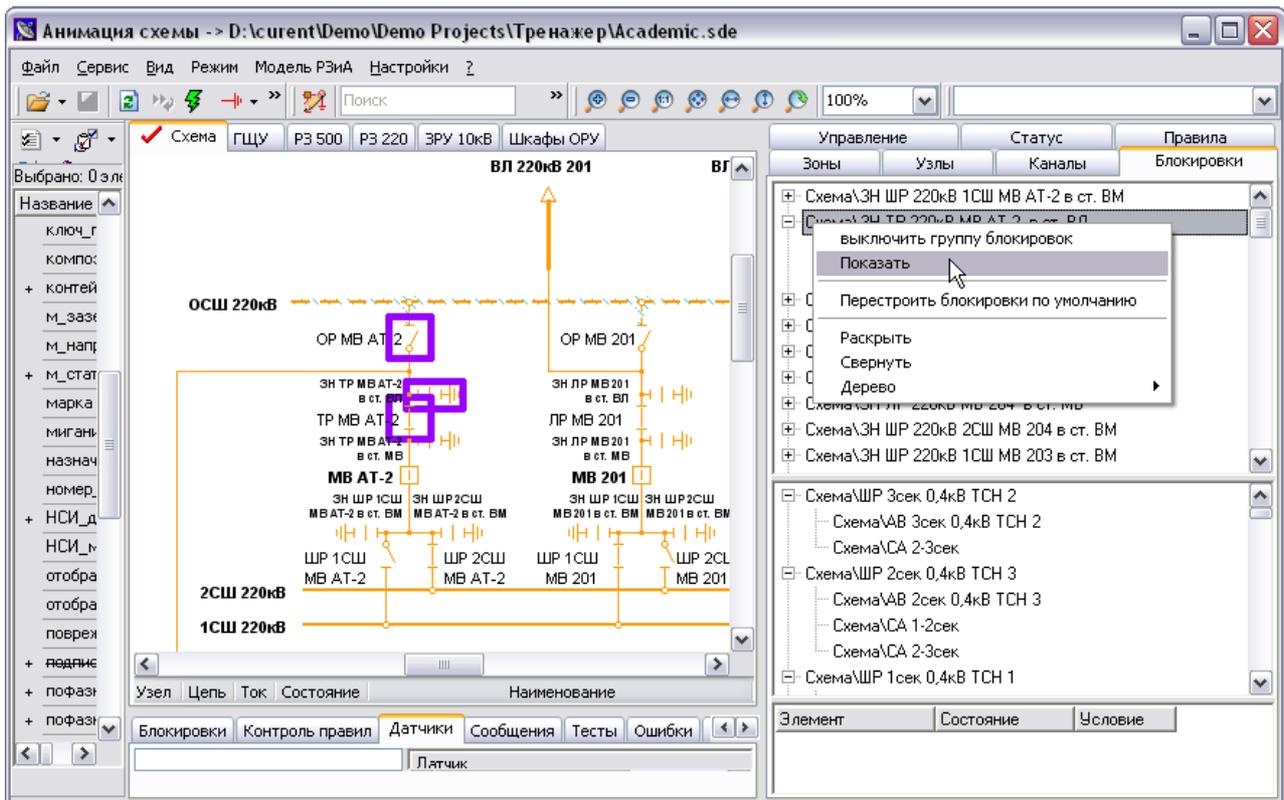


Рис. 5-38. Показ взаимной блокировки ЗН от разъединителей

Если выбрать элемент второго уровня, то отображается пара «Заземляющий нож—разъединитель» (Рис. 5-39.)

Таким же образом можно выделить на схеме разъединители и выключатели.

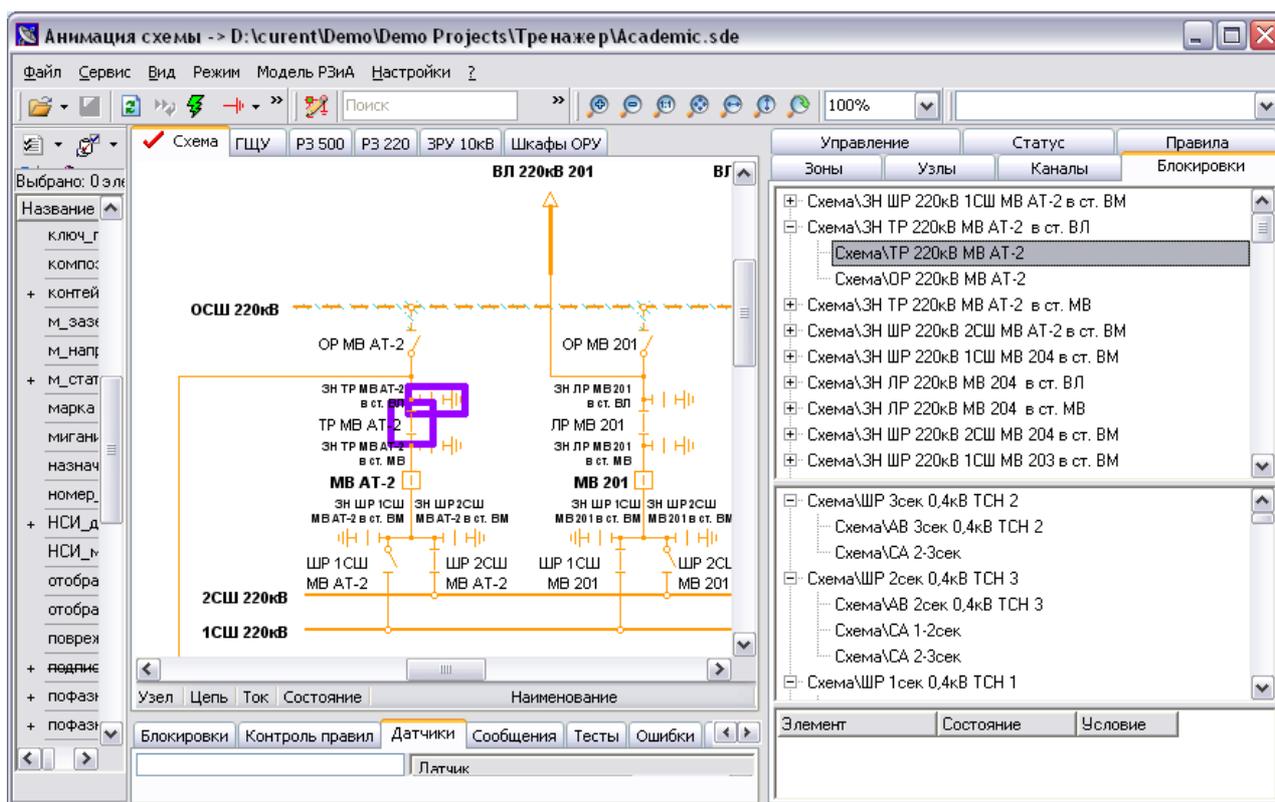


Рис. 5-39. Показ на схеме условий блокировки пары элементов

5.3 Проблемы идентификации в модели защит

Основной проблемой в версиях аниматора до 4.10 являлась неустойчивость привязок в модели защит к изменениям. При изменении топологии схемы, либо расположения привязанного элемента (на какой странице, в каком контейнере), привязки органов управления бесследно пропадали.

В новой версии аниматора эта проблема решена с помощью следующих мер:

1. Узел защиты привязан к оборудованию (ранее узел защиты идентифицировался по номеру).
2. Зона защиты привязана к оборудованию.
3. Изменена идентификация органов управления защит.
4. «Съехавшие» комплекты защит сохраняются в отдельном разделе файла с привязками, и их можно восстановить вручную.

5.3.1 Привязка узла защиты к оборудованию

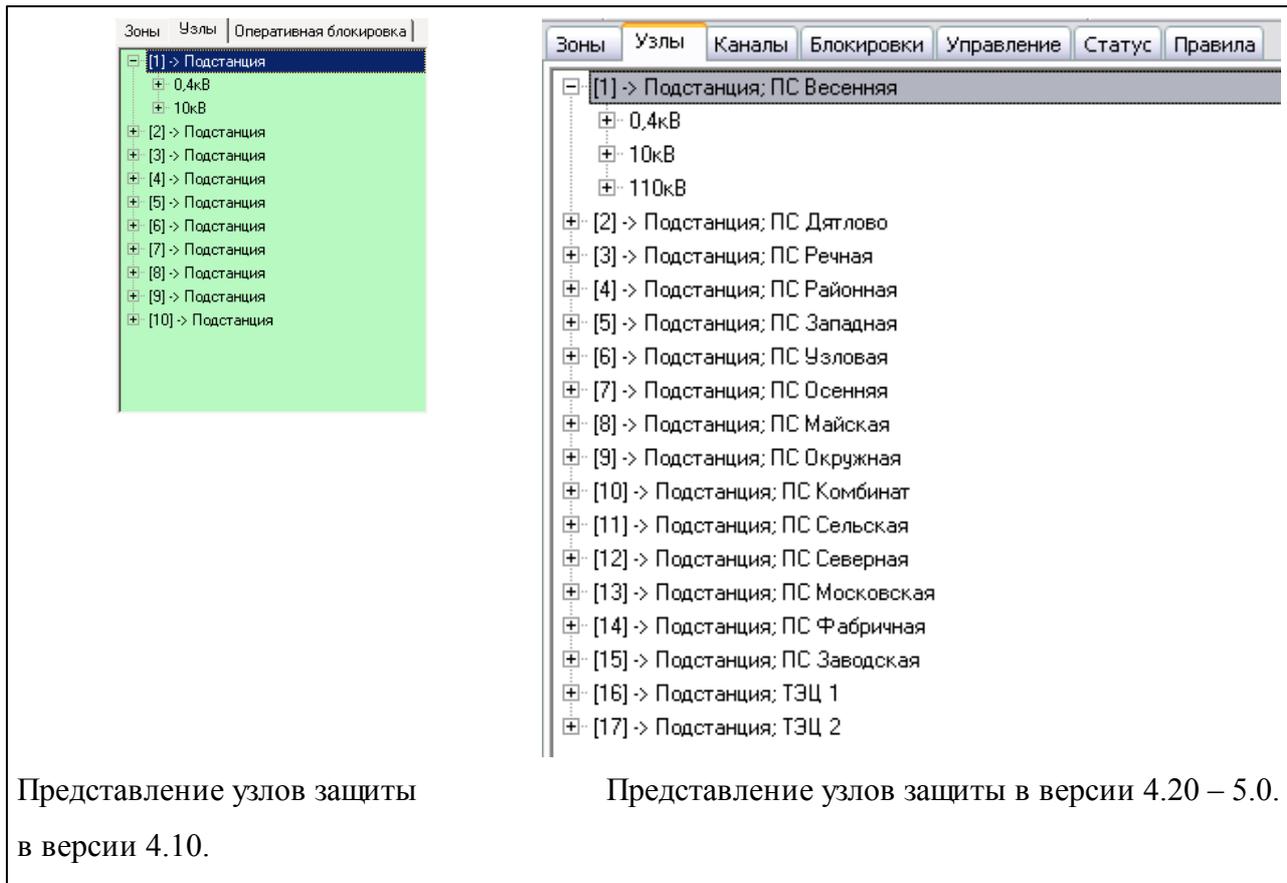


Рис. 5-40. Представление узлов защит.

Как видно из рисунка, в идентификации узла защиты теперь выбирается какой – либо элемент, однозначно определяющий узел защиты. В качестве определяющего автоматически выбирается элемент типа «шина», имеющий максимальный класс напряжения и минимальный номер шины. Если в узле не найден элемент «шина», то выбирается элемент «связь_с_объектом». Таким образом, если в схема сменилась нумерация узлов защиты, например вследствие того, что в нее вставлен новый энергообъект, то привязка органов управления к узлам защиты останется.

5.3.2 Привязка зоны защиты к оборудованию

Аналогично узлам защиты, зона защиты в 4 версии и более ранних была привязана к номерам узлов защиты. Таким образом, при изменении топологии схемы в пределах узла защиты, могла «съехать» (то есть исчезнуть бесследно, либо привязка органов управления защит от комплекта одной зоны перейти на другую зону) привязка на части зон защиты. Теперь зона защиты идентифицируется по списку оборудованию, которое она защищает.

Это оборудование следующих типов:

- Генераторы
- Трансформаторы
- Шины
- Воздушные и кабельные линии
- Трансформаторы напряжения
- Шунтирующие реакторы

В списке защит это основное оборудование обозначается жирным текстом.

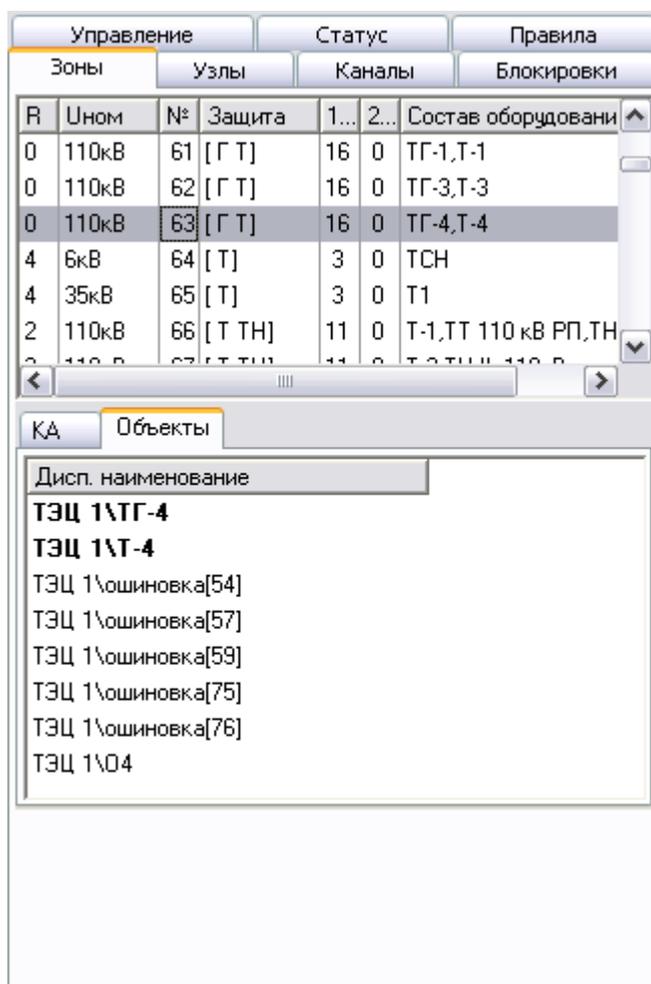


Рис. 5-41. Диалог постановления команды.

В версии 4.20 идентификация производилась только по одному объекту оборудования, находящемуся в зоне. Поэтому при некоторых схемах возникала ситуация,

что не находилась зона, защищающий заданный элемент схемы. В версии 5 таких элементов несколько, поэтому зона находится достаточно надежно.

5.3.3 Изменена идентификация органов управления защит

Идентификация органов управления защитами выполнена аналогично идентификации в списке команд и зависимостей.

5.3.4 Восстановление потерянных комплектов защит

В версии 4.10 привязка органов управления, которую не удавалось восстановить при загрузке, терялись безвозвратно. В новой версии такие «незагруженные комплекты» попадают в специальный раздел (в разделе редактирования защит). В списке незагруженных комплектов каждая строка соответствует одному объекту «комплект защиты» - *Complex*, или «Устройство защиты» - *Device*.

Для того чтобы разобраться, к какой зоне или устройству соответствует незагруженная привязка, нужно щелкнуть правой кнопкой по пункту списка и выбрать в открывшемся контекстном меню пункт «Показать».

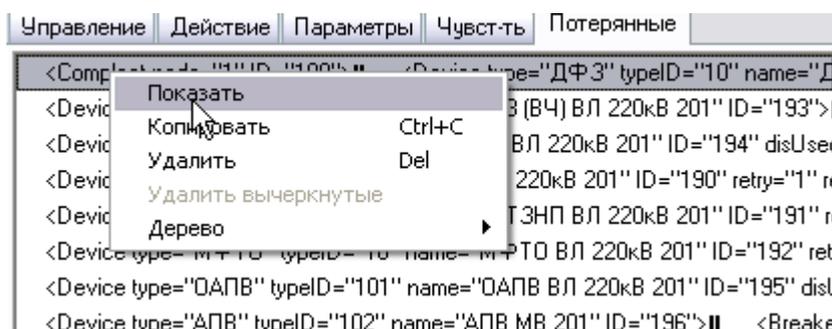


Рис. 5-42. Получение информации о незагруженном комплекте.

при нажатии на которую будет показана форма, отображающая содержимое узла в формате, используемом при хранении привязок защит в файле SDE:

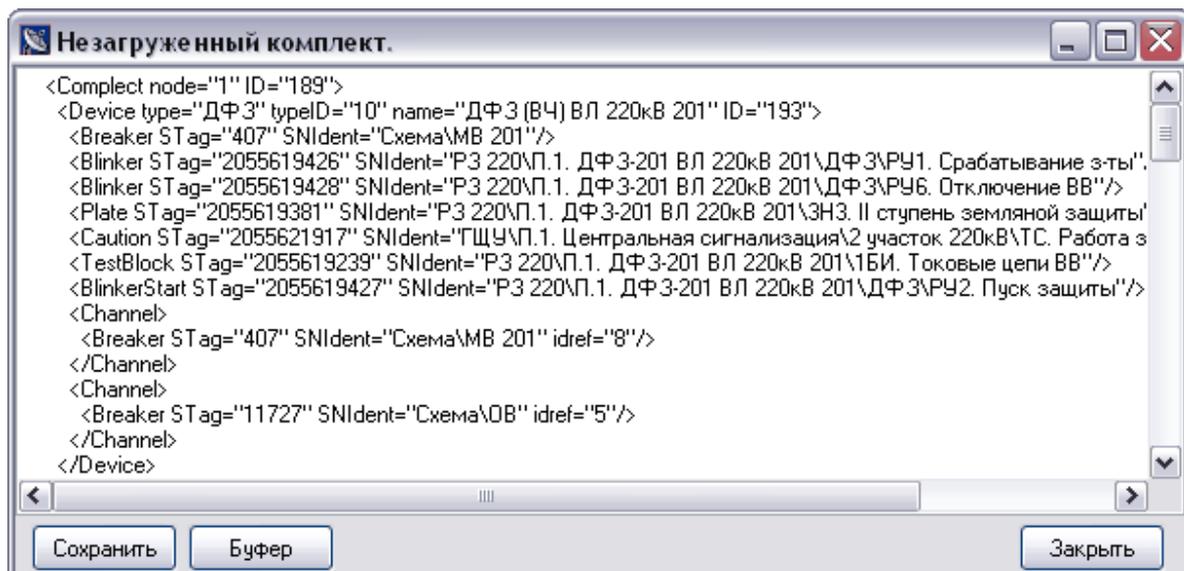


Рис. 5-43. Объект, описывающий привязки органов управления защит для комплекта.

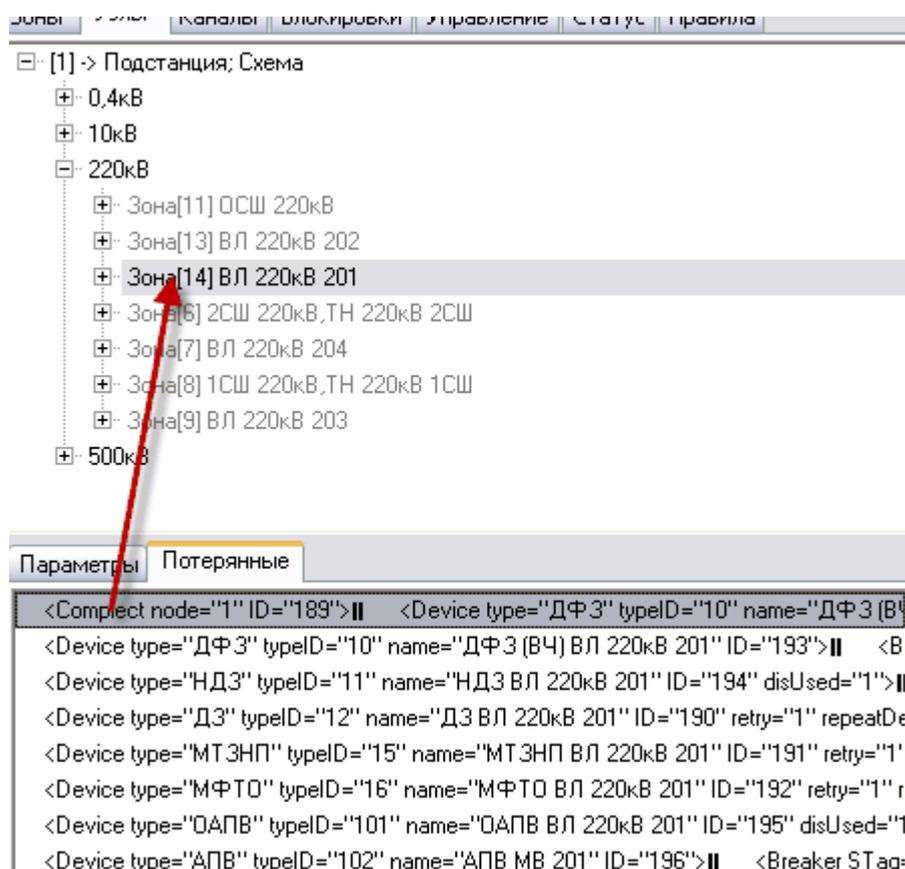


Рис. 5-44. Восстановление потерянного комплекта защит.

Для того, чтобы указать вручную, к какой зоне относится незагруженный комплект, нужно выбрать его в списке левой кнопкой мыши, и, не отпуская, перетащить на пункт списка защит, соответствующий зоне (операция «перетащить и оставить»).

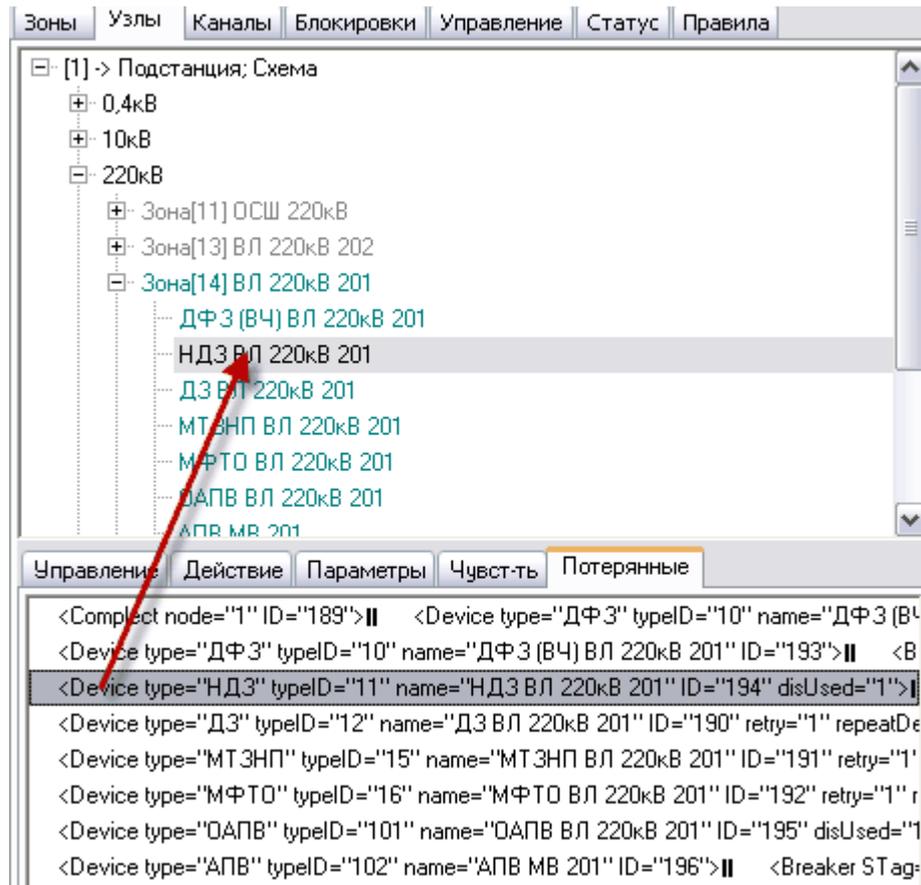


Рис. 5-45. Восстановление потерянного устройства защиты.

Аналогично восстановлению комплекта защиты, для восстановления устройства защиты нужно выбрать его в списке незагруженных левой кнопкой мыши, и, не отпуская, перетащить на пункт списка защит, соответствующий нужному типу устройства защит.

5.4 Вычеркивание неиспользуемых защит

Подсистема генерации модели защиты в тренажере формирует комплекты защит в соответствии с алгоритмом построения типовых комплектов. Одной из задач анимации является описание комплекта защит в соответствии с тем набором, который установлен на реальном энергообъекте. Для этого необходимо, в том числе, пометить как неиспользуемые, защиты, которые были созданы в шаблоне, но отсутствуют на реальном объекте.

В версиях до 4.10 включительно для реализации этого предлагался следующий способ: привязка неиспользуемых защит к «фиктивной» накладке, находящейся при запуске задания в выведенном положении.

Основными недостатками этого способа являются:

1. Отсутствие наглядности. Для того, чтобы увидеть, что защита помечена как отсутствующая, необходимо выбрать ее в списке и просмотреть список привязанных органов управления, убедившись, что защита привязана к накладке «фикция».

2. Для пометки необходимо найти накладку «фикция» на схеме, что отнимает дополнительное время.

В новой версии предлагается использовать способ «вычеркивания». Для того, чтобы вычеркнуть устройство защиты, нужно выделить ее в списке и нажать на клавишу «пробел». Защита при этом показывается перечеркнутой горизонтальной линией.

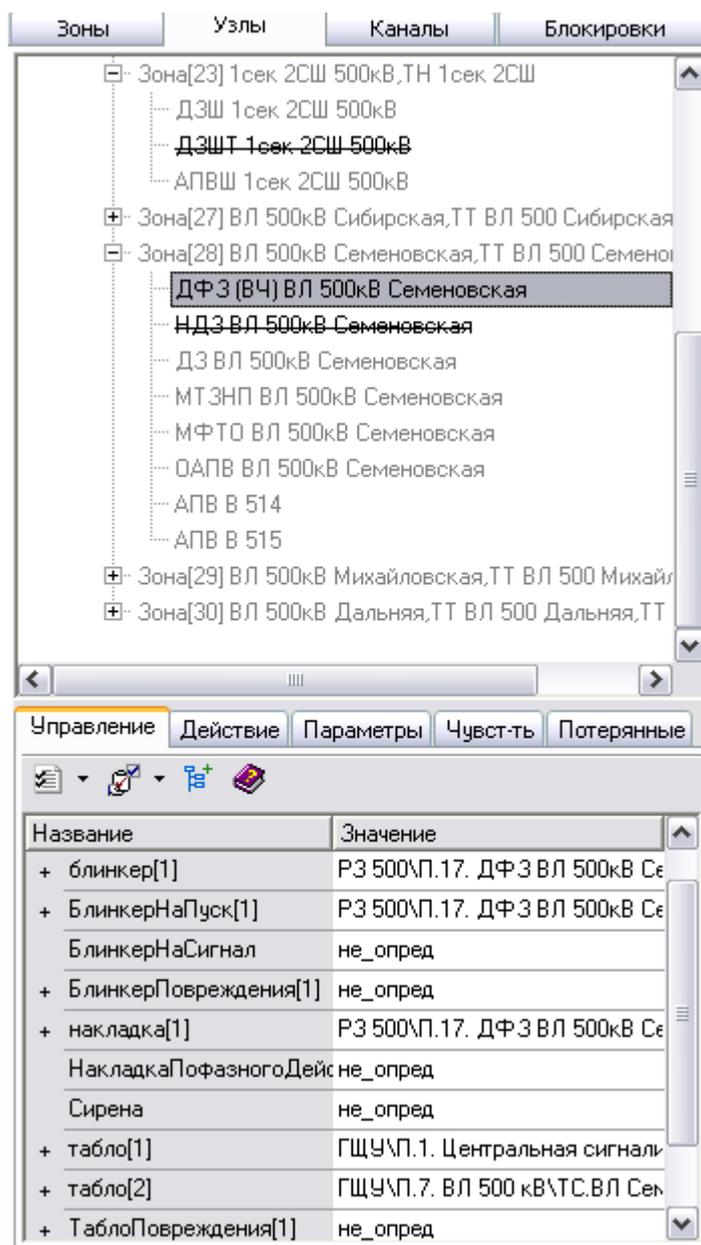


Рис. 5-46. Вычеркивание неиспользуемых устройств защиты и органов управления.

Аналогично, перечеркиваются и органы управления, которые не используются в данном устройстве, а также каналы действия и их органы управления.

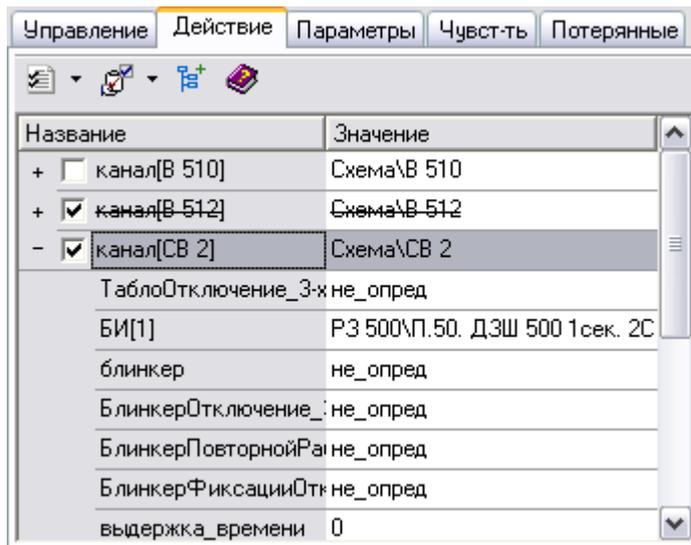


Рис. 5-47. Вычеркивание неиспользуемых каналов устройств защиты и их органов управления.

Следует различать вычеркнутые и еще не присвоенные объекты (органы управления). То, что объект не вычеркнут и не присвоен (в правой колонке таблицы привязок обозначено «не_опред»), означает, что готовящий макет его еще не обработал (не привязал). То, что объект вычеркнут, означает, что готовящий макет его уже обработал и убедился, что соответствующего органа управления в макете (в соответствии с реальным энергообъектом) нет и не должно быть.

5.5 Отображение непривязанных защит в дереве

Анимация макета состоит в привязке десятков тысяч органов управления защитами, коммутационным оборудованием, автоматов оперативного тока, приборов контроля и т.п. Для того чтобы сделать процесс привязки контролируемым, то есть иметь возможность просмотреть, насколько процесс завершен, необходимы соответствующие инструментальные средства.

Таковыми средствами в аниматоре являются:

1. Отображение статуса привязки (не привязана / привязана частично / привязана полностью).
2. Переход к следующему недопривязанному устройству защиты в списке.
3. Показ статистики по количеству привязанных защит.
4. Выделение непривязанных органов управления на схеме.

В списке защит комплекты показываются цветом, в зависимости от состояния привязки:

Черным – полностью привязанные

Серым – частично привязанные

Голубым – полностью не привязанные.

Для того, чтобы защита считалась привязанной, должны быть привязаны, либо вычеркнуты как неиспользуемые, все ее органы управления, а также органы управления ее каналов защиты.

В пункте меню *Защиты* есть пункт *Показать первую непривязанную*, который переходит в списке защит на первое непривязанное устройство защиты, что позволяет отслеживать наличие не до конца завершенных пунктов списка в макете.

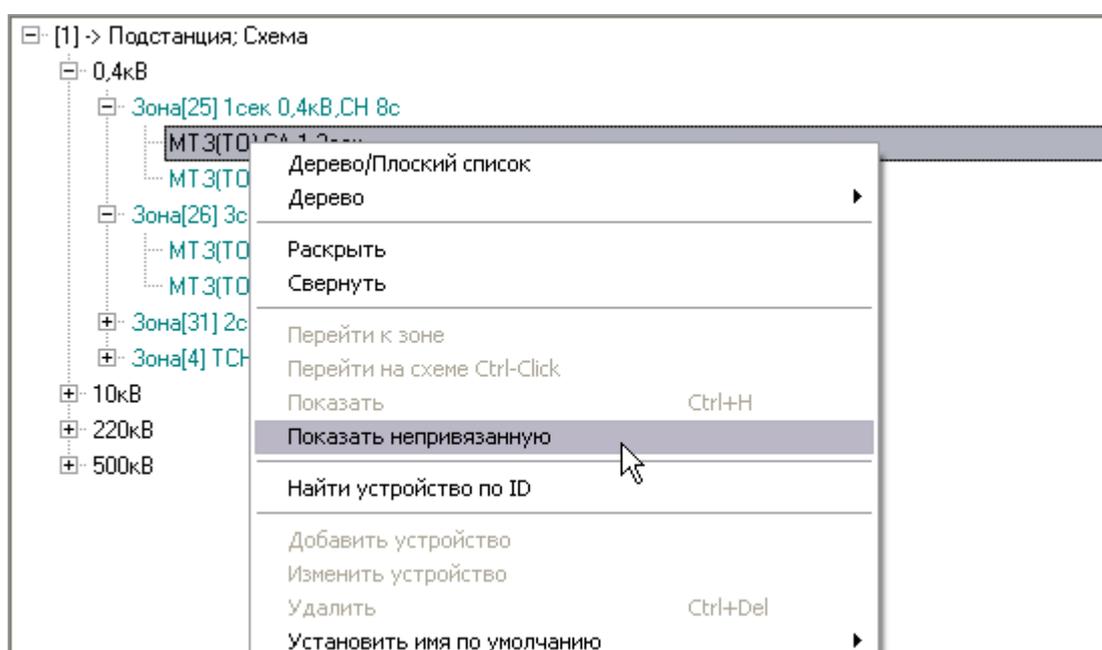


Рис. 5-48. Функция показа непривязанных устройств защит.

Через пункт меню *Показать непривязанные* можно выделить на схеме все непривязанные элементы.

Пункт меню *Статистика* показывает общую статистику модели защит, в том числе показывает, сколько органов управления необходимо привязать. Эта статистика не позволяет отслеживать случаи, когда один и тот же орган управления используется многократно для привязок, так как если орган управления имеет хотя бы одну привязку, то он считается привязанным.

5.6 Добавление защит в комплекты. Добавление каналов в защиты.

Модель защит, построенная автоматически, не всегда соответствует реальному набору защит. Иногда возникает необходимость включить устройство защиты определенного

типа в построенный комплект. Для этого необходимо щелкнуть по зоне в списке и выбрать *Добавить устройство*.

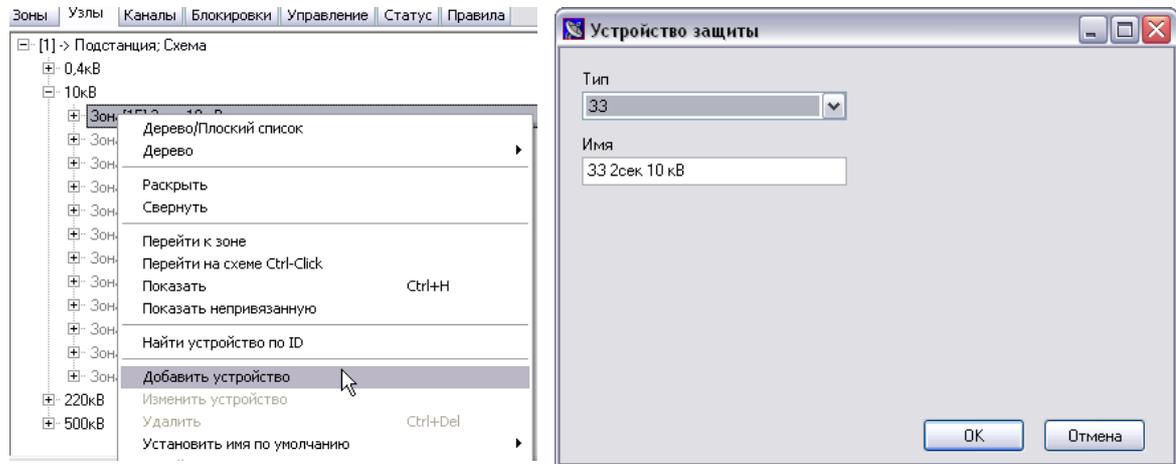


Рис. 5-49. Добавление нового устройства защиты.

В открывшемся диалоговом окне необходимо выбрать из выпадающего списка нужный тип и задать имя устройства защиты. Если нужного типа устройства нет в списке, нужно выбрать похожий по функциональности тип, имя защиты можно дать в соответствии с видом фактически установленной на энергообъекте защиты.

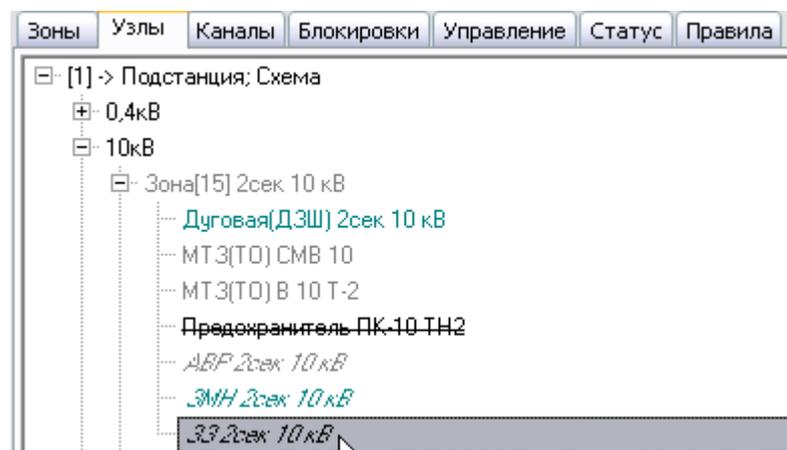


Рис. 5-50. Добавленное устройство в списке устройств защиты.

В списке устройств защиты все вручную добавленные защиты показываются курсивом.

Чтобы добавить выключатель нужно удерживать левую кнопку мыши и перенести в канал как показано на Рис. <NUMBERING1%>-51. и затем отпустить левую кнопку **МЫШИ**

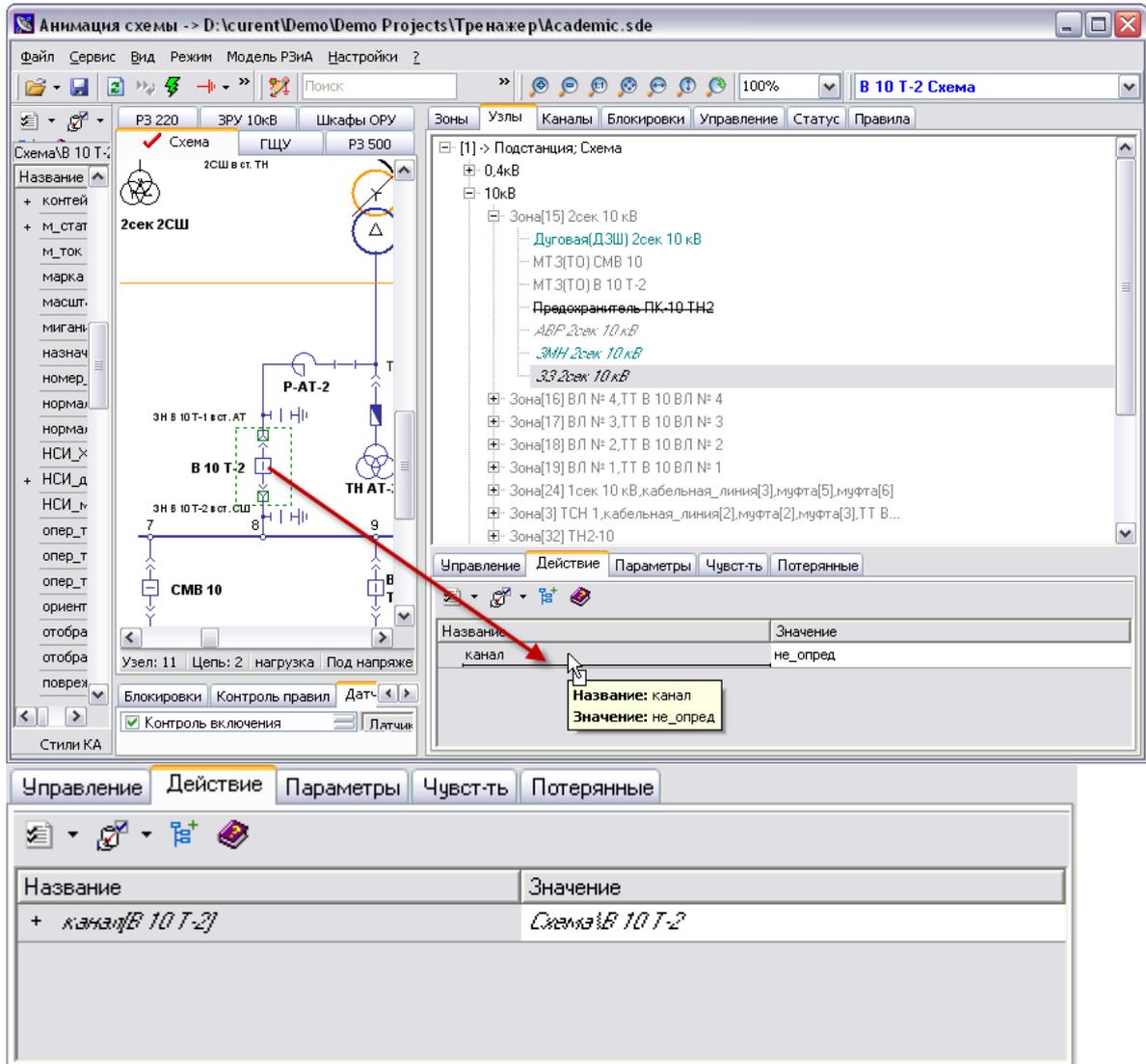


Рис. 5-51. Добавленное устройство в списке устройств защиты.

Особым образом необходимо добавлять устройства ЗМН. Для этого необходимо перенести выключатель со схемы на необходимый узел АВР.

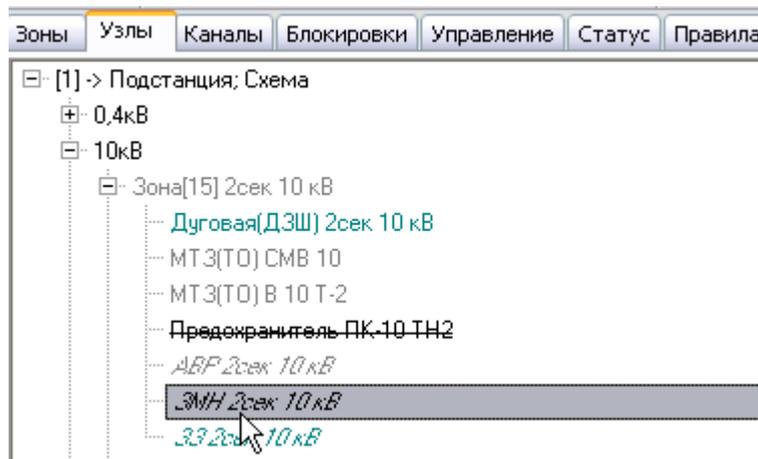


Рис. 5-52. Добавленное устройство ЗМН.

Защита описывается (редактируемые данные) как:

- Имя, идентификатор защиты;
- Защищаемое оборудование;
- Выключатели, на которые она действует (каналы действия);
- Ступени срабатывания (времена задержки);
- Органы управления и индикации;
- и т.п.

После добавления защиты все остальные настройки добавленной защиты делаются так же, как для и для автоматически сгенерированных.

Для добавления канала защиты необходимо перетащить выключатель со схемы на узел канал, расположенный на вкладке «действие».

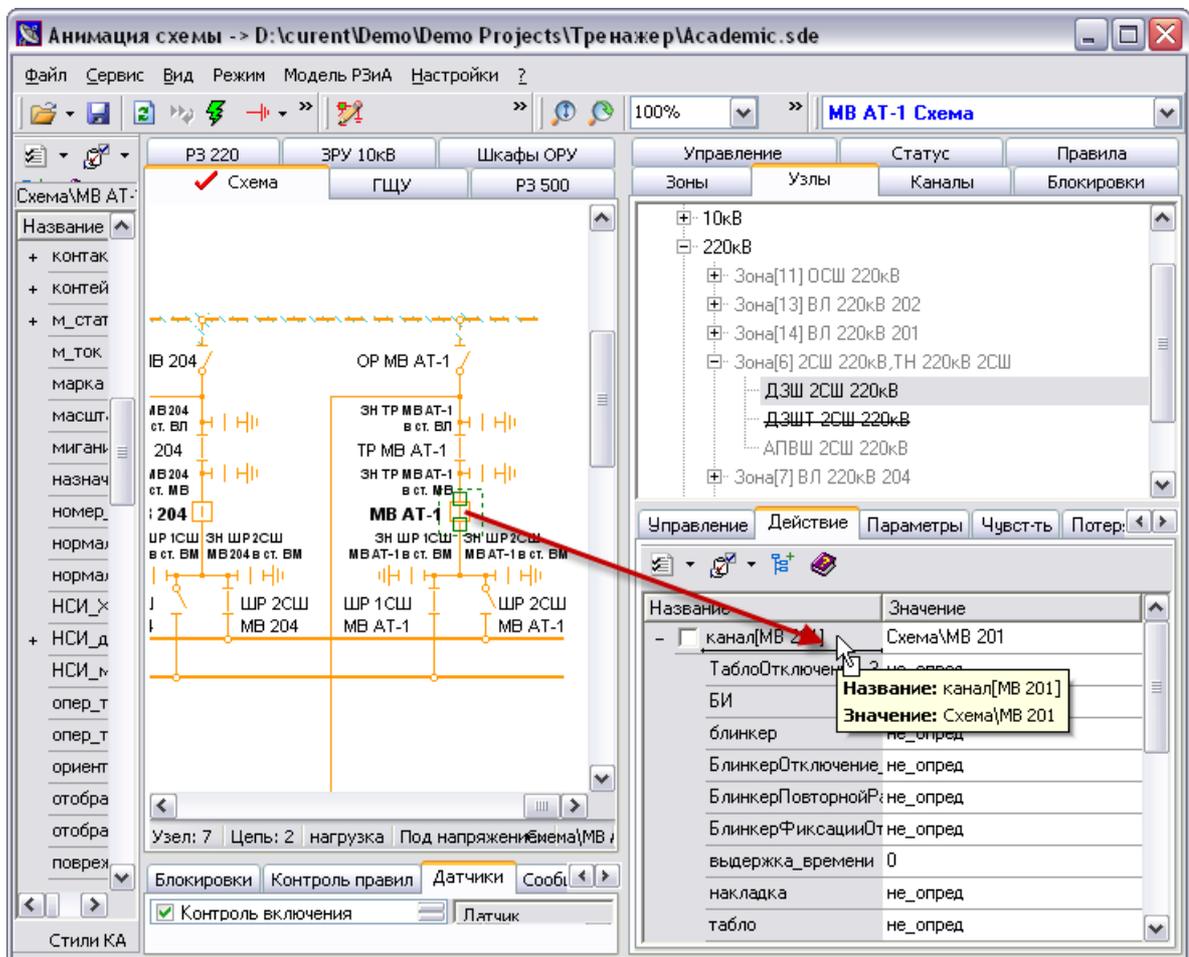


Рис. 5-53. Добавление канала действия.

В том случае, если в зависимости от вида, устройство защиты предполагает только один канал действия, то имеющийся будет заменен, если несколько, то необходимо выбрать, следует ли заменить или добавить канал.

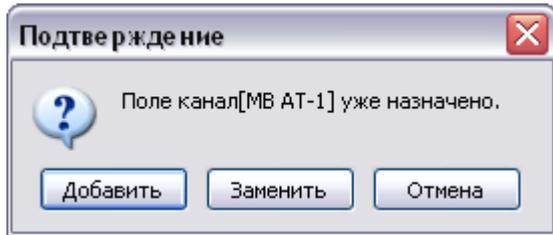


Рис. 5-54. Подтверждение замены канала действия.

5.7 Редактирование названия защит

Часто встречается, что название защит в Аниматоре не совпадают с названиями защит на подстанции для этого предусмотрено переименование защит

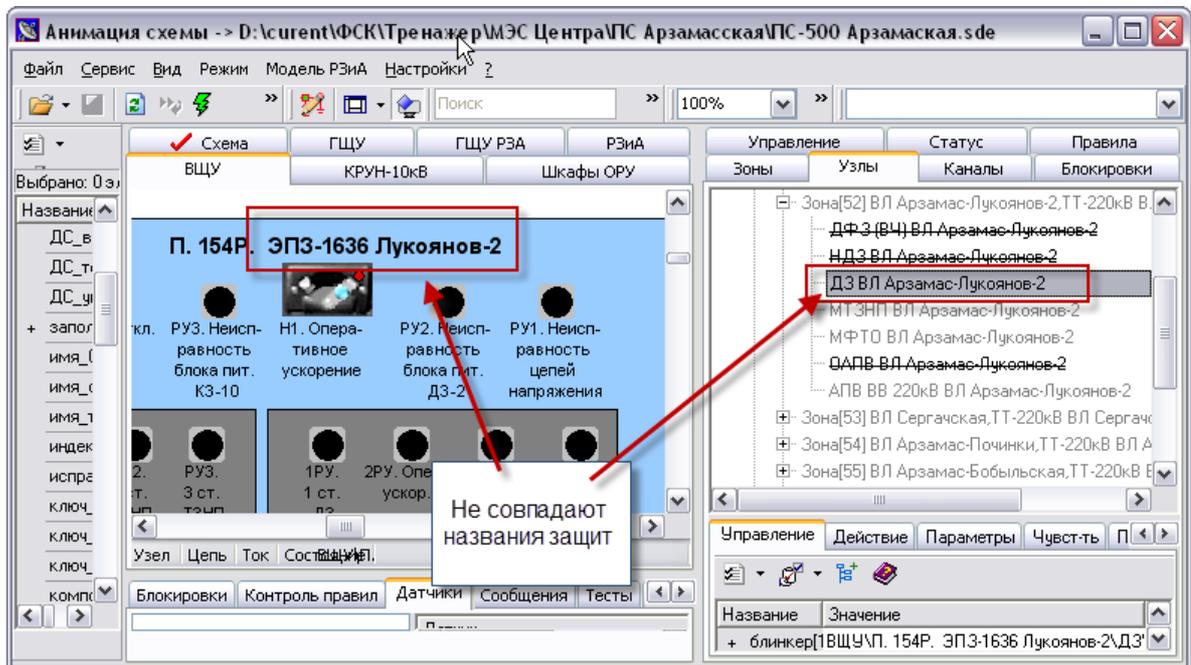


Рис. 5-55. Не совпадают названия защит

Чтобы изменить название защит нужно выделить левой кнопкой мыши защиту и нажать F2

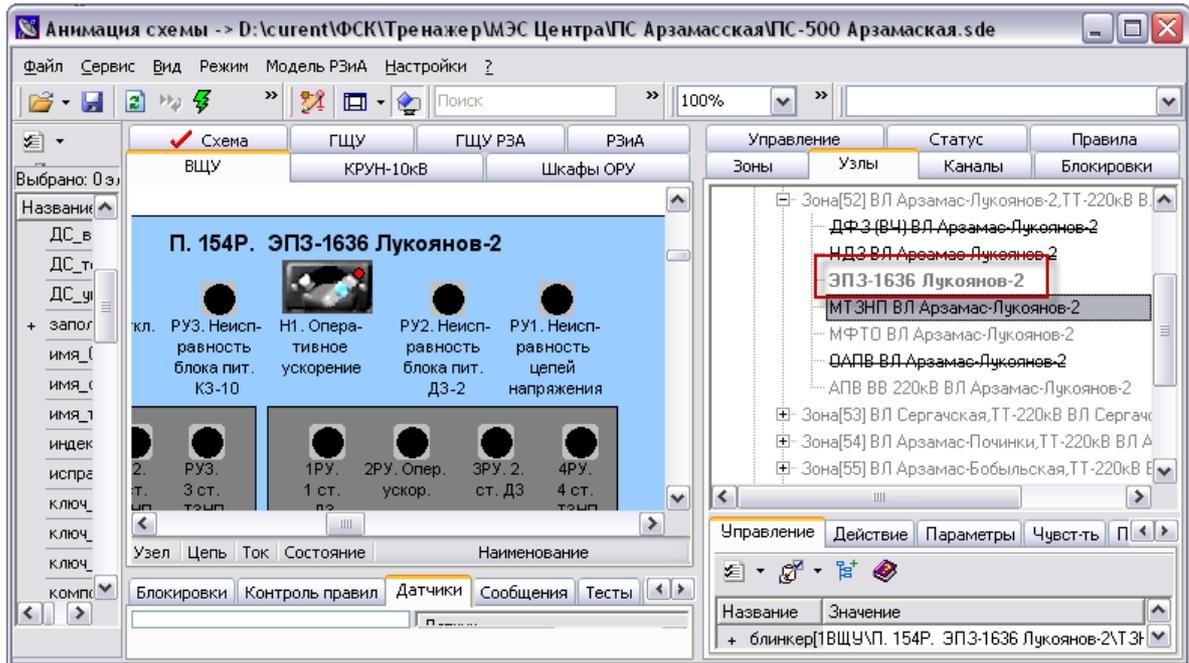


Рис. 5-56. Переименование защиты

5.8 Органы управления устройствами защит

5.8.1 Множественные органы управления защитами

На практике при срабатывании защиты могут выпадать несколько блинкеров. Например, для защит 6-10 кВ один блинкер может располагаться на ячейке КРУ, а второй – на релейном щите.

Защита может быть выведена несколькими накладками (одной из них), например накладкой УРОВ для конкретного присоединения, либо накладкой УРОВ для всех присоединений одной из систем шин, либо накладкой УРОВ для всех присоединений определенного класса напряжения.

В версиях до 4.20 включительно на каждую защиту, а также на канал защиты можно было назначить только один орган управления. В версии 5 возможно назначить по несколько элементов управления и контроля:

- Блинкер (На срабатывание)
- Блинкер_на_Пуск
- Блинкер_на_Сигнал
- Пофазные блинкеры (На срабатывание, на пуск, на сигнал)
- Накладка
- БИ (блок испытательный)
- Табло

- Бликер Повреждения

При срабатывании защиты выпадают все назначенные на нее блинкеры. Если назначены несколько накладок, то в текущей версии они работают по схеме «И», то есть если хотя бы одна из назначенных накладок выведена, то защита считается выведенной.

Для назначения органов управления защит по – прежнему используется метод перетаскивания со схемы:

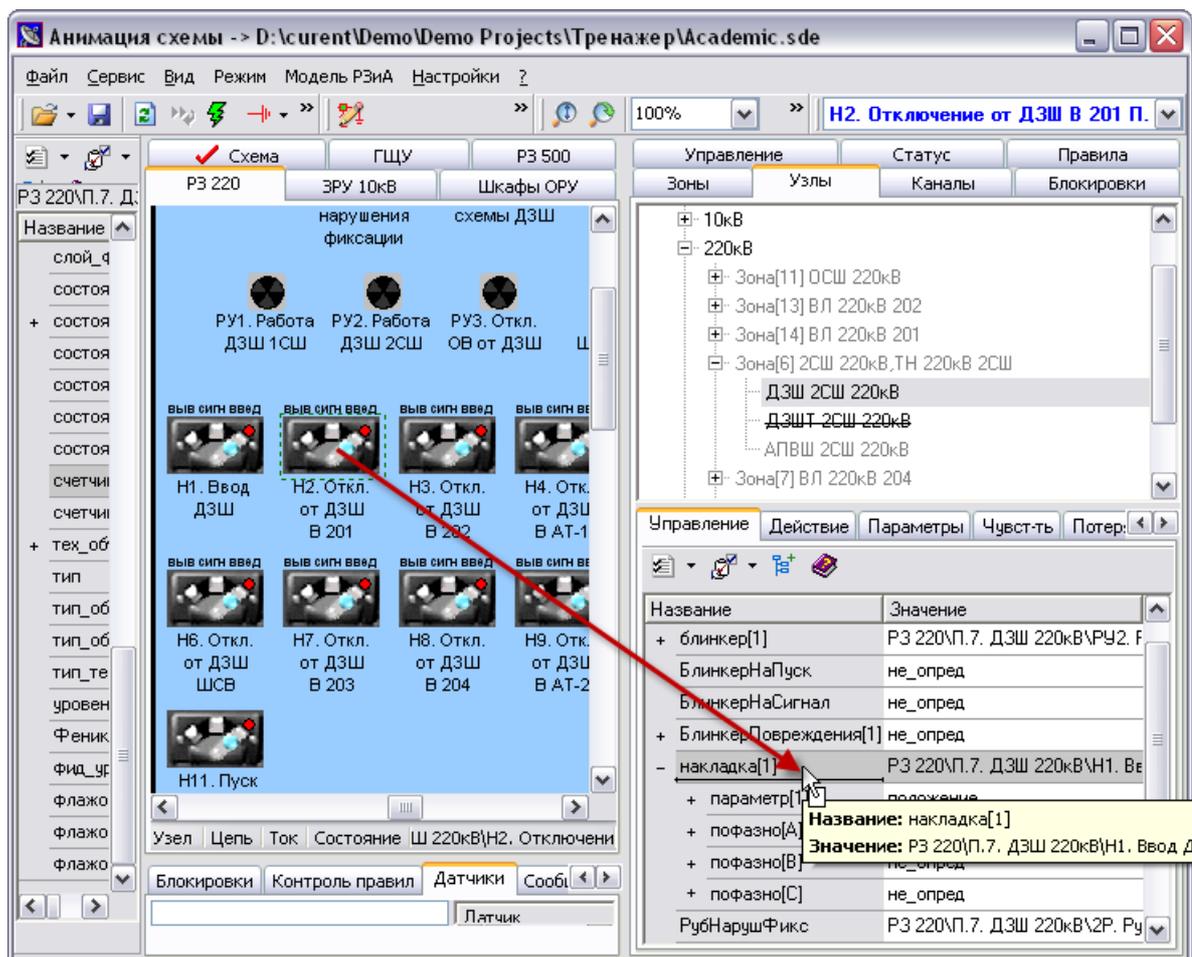


Рис. 5-57. Назначение наладки.

В случае, если орган управления уже назначен, то вновь назначаемый может заменить существующий, или добавиться в список. Выбор должен быть произведен в момент назначения:

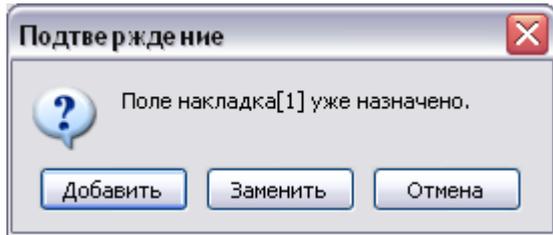


Рис. 5-58. Выбор замены или добавления наладки.

Назначения можно удалить с помощью команды контекстного меню *Удалить* или *Очистить*.

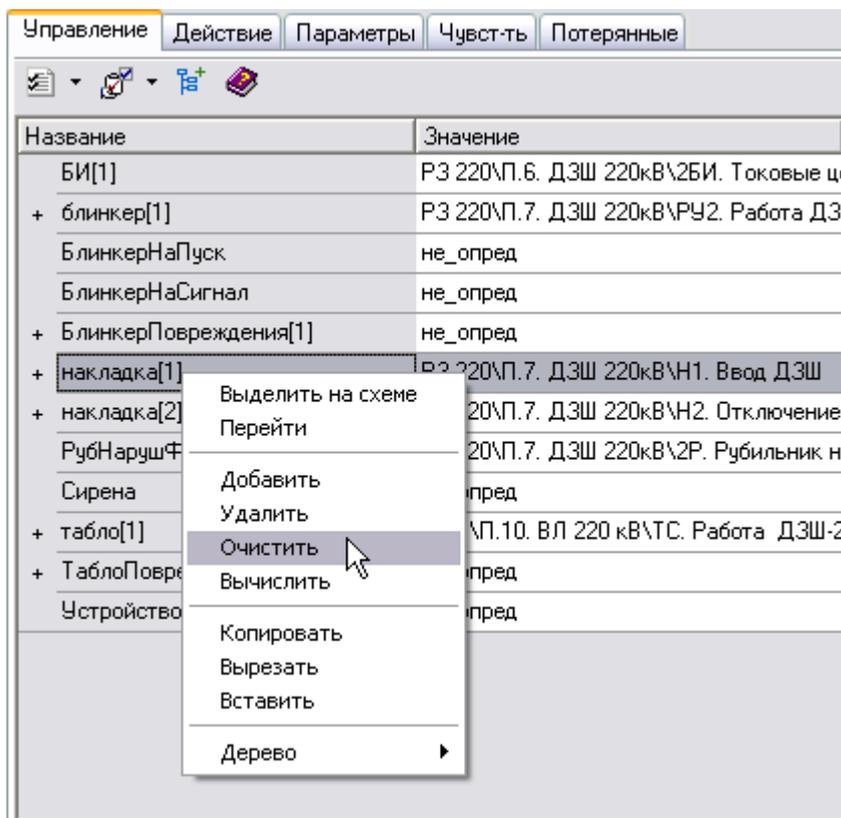


Рис. 5-59. Контекстное меню списка органов управления устройством защиты.

С помощью команды *Перейти* можно перейти на назначенный элемент на схеме. Также перейти на элемент можно, щелкнув на строчке с назначенным органом управления левой кнопкой мыши с одновременно прижатой клавишей Ctrl.

5.8.2 Групповое назначение защит

В **Аниматоре** есть возможность назначать защиты группой, рассмотрим на примере табло Работа защит 220кВ.

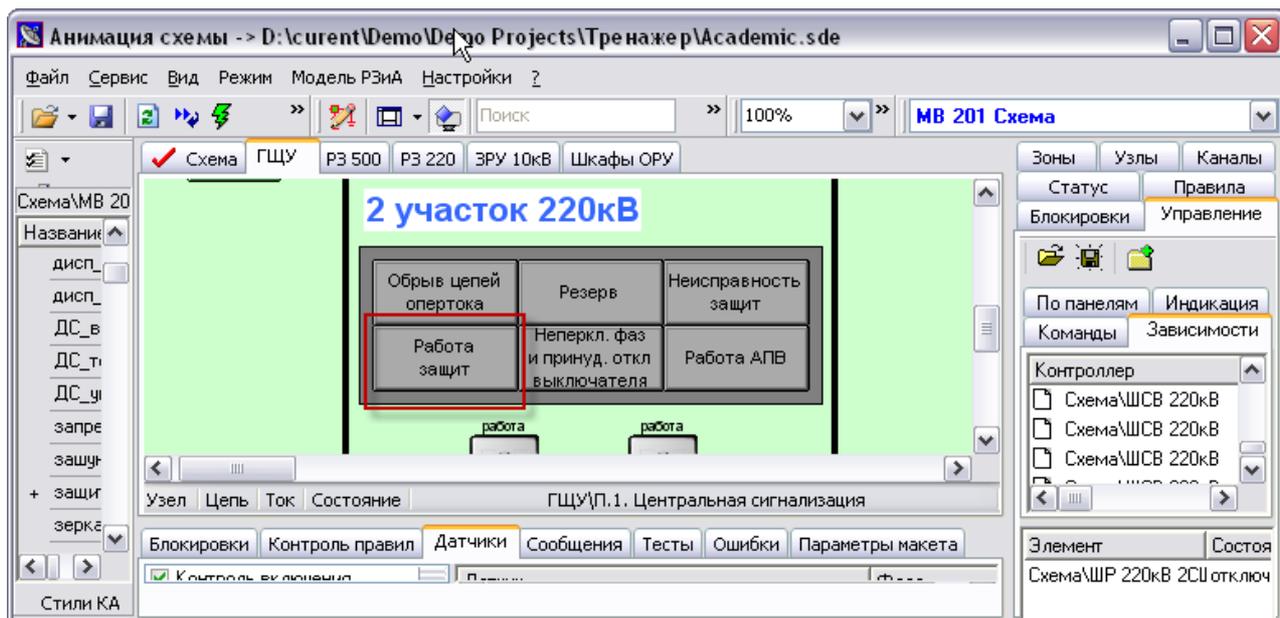


Рис. 5-60. Групповое назначение защит.

1. Переходим во вкладку Узлы - Подстанция - 220кВ

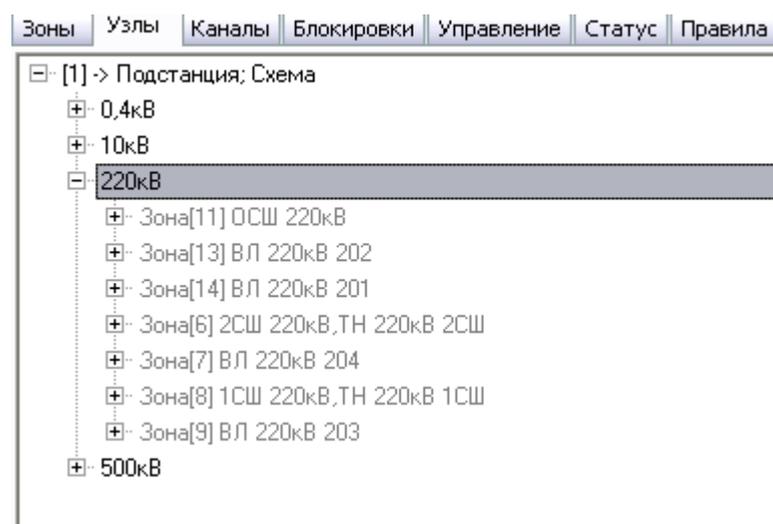


Рис. 5-61. Выбор класса напряжения.

2. Раскрываем зоны защит которые нам нужно назначить, левой кнопкой мыши выбираем первую защиту на которую нам нужно назначить табло Работа защит

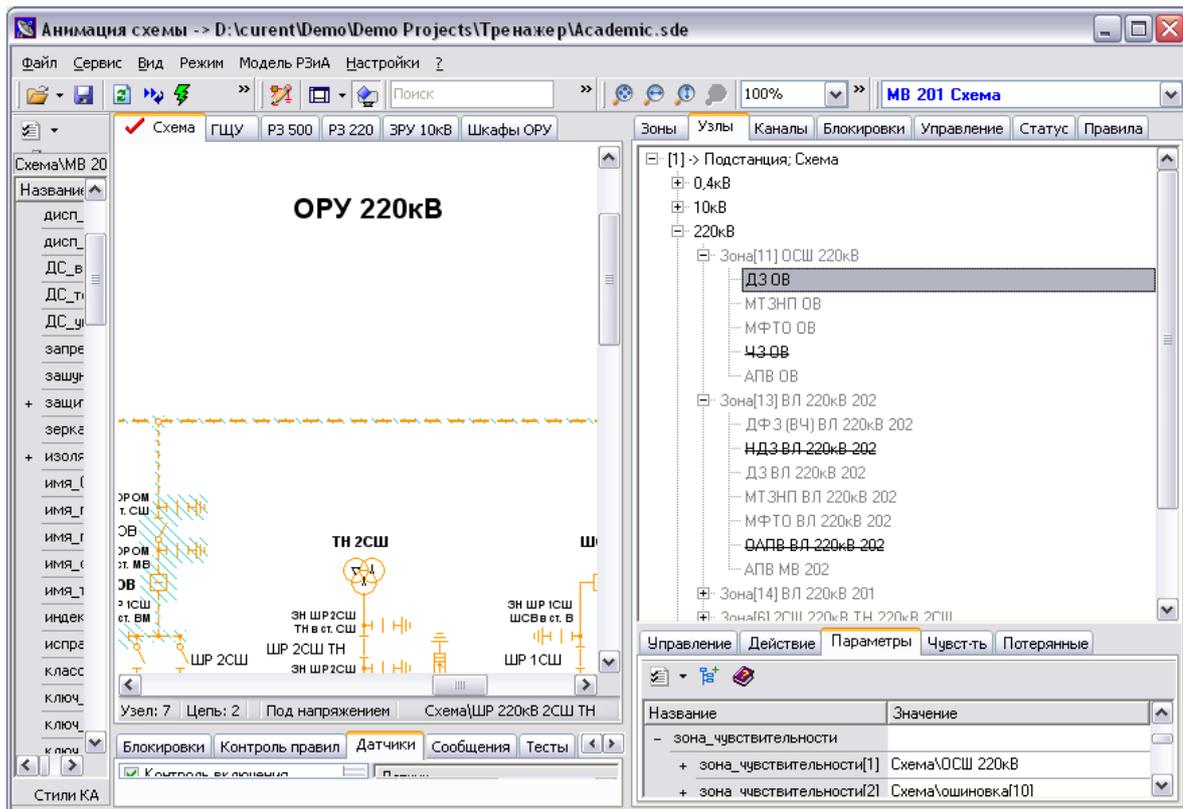


Рис. 5-62. Выделение защит.

3. Удерживая **Ctrl** выделяем левой кнопкой мыши те защиты на которые мы хотим назначить **табло Работа защит**

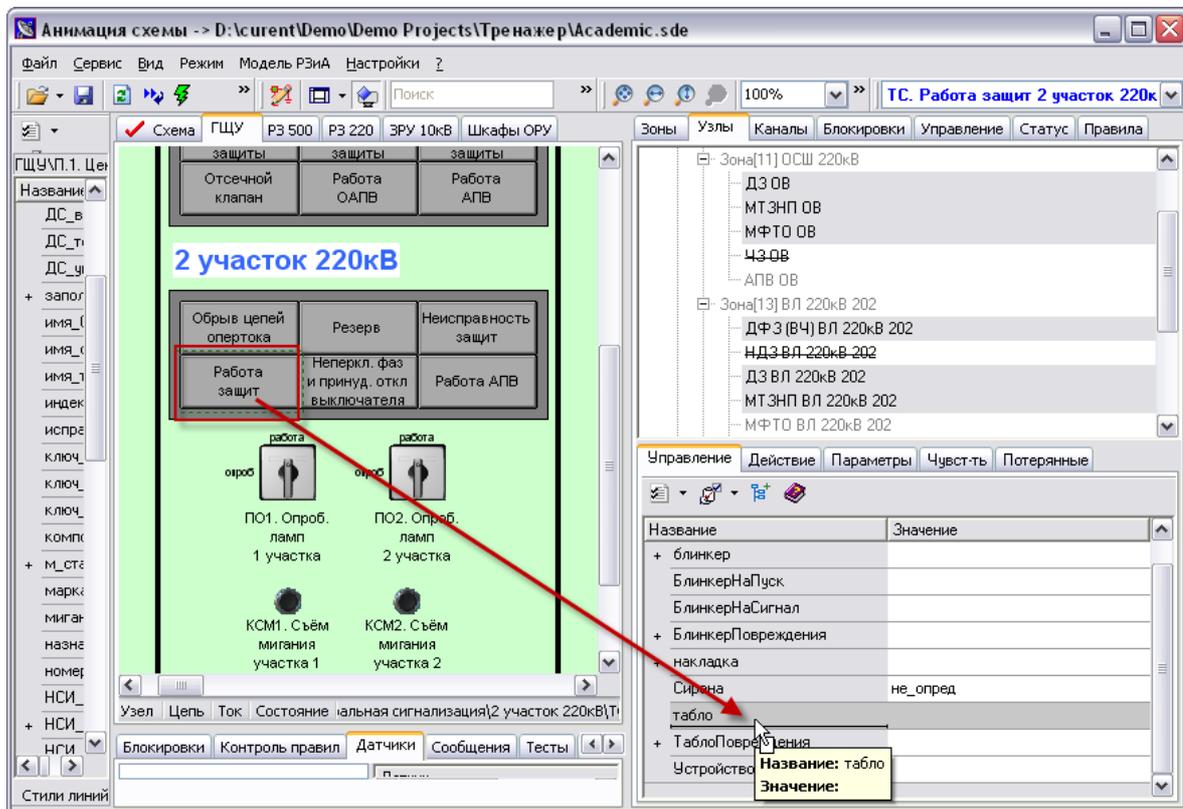


Рис. 5-63. Назначение табло Работа защит.

4. Методом переноса назначаем табло Работа защит

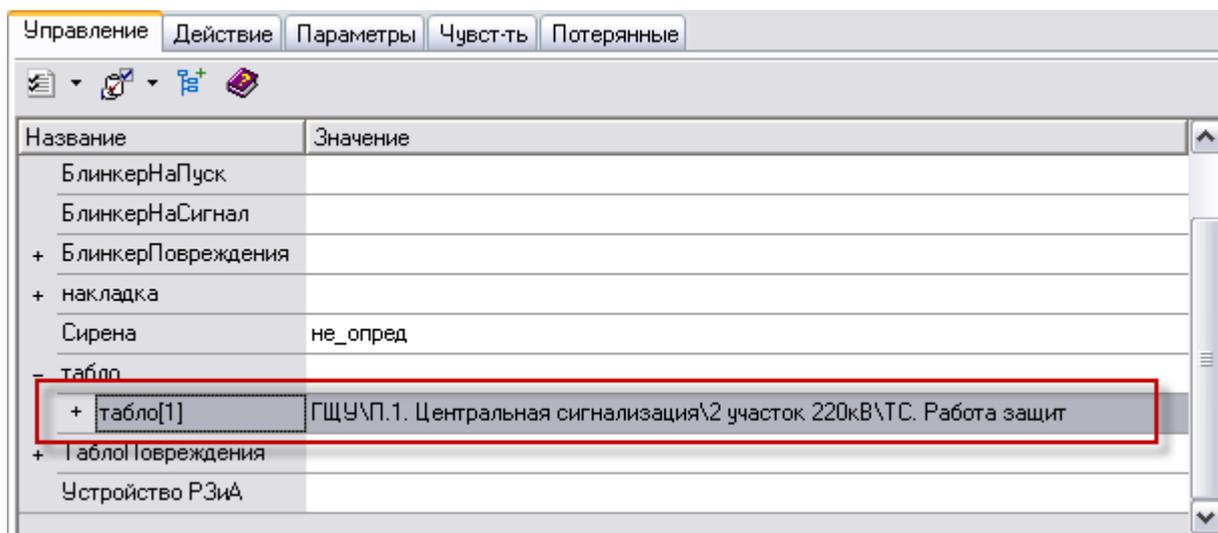


Рис. 5-64. Как выглядит назначенное табло.

5.8.3 Накладка пофазно

Существуют накладки пофазного действия например накладки газовой 3-ты.

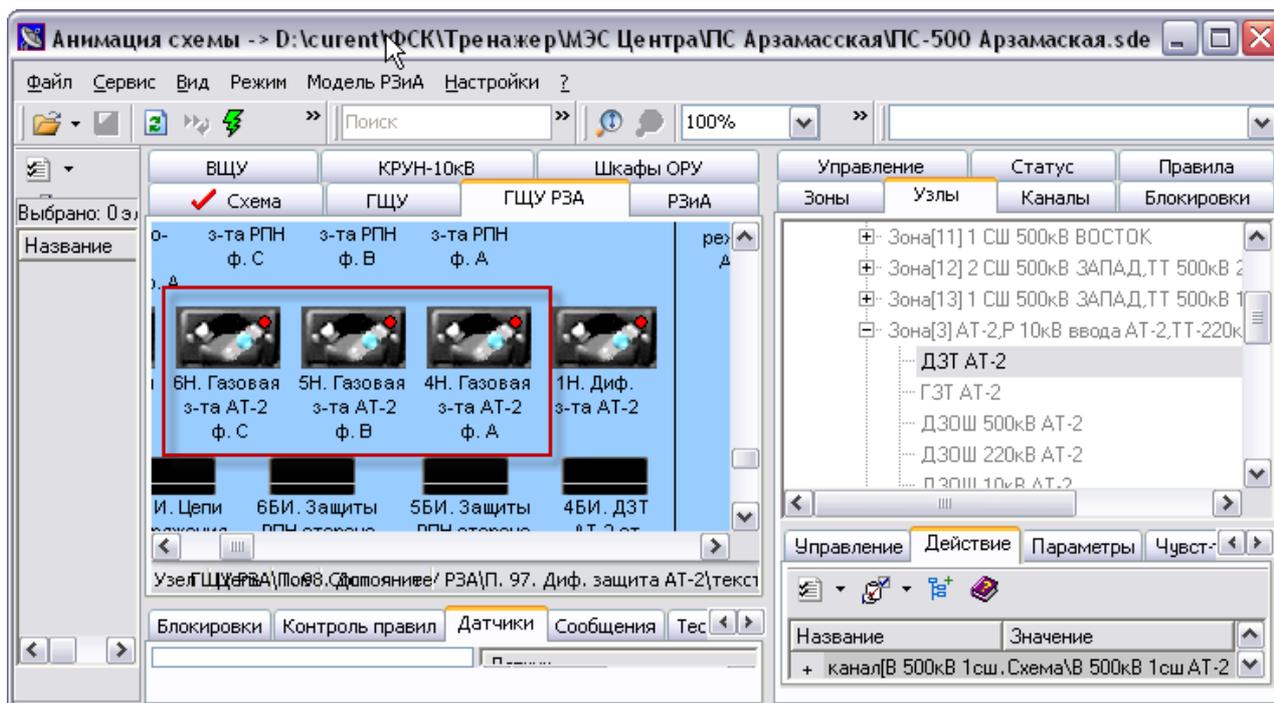


Рис. 5-65. Накладки пофазного действия.

Переходим во вкладку **Узлы** находим нужную нам зону и переходим во вкладку

Управление

видим что плюсики нет и раскрыть св-ва накладки нельзя

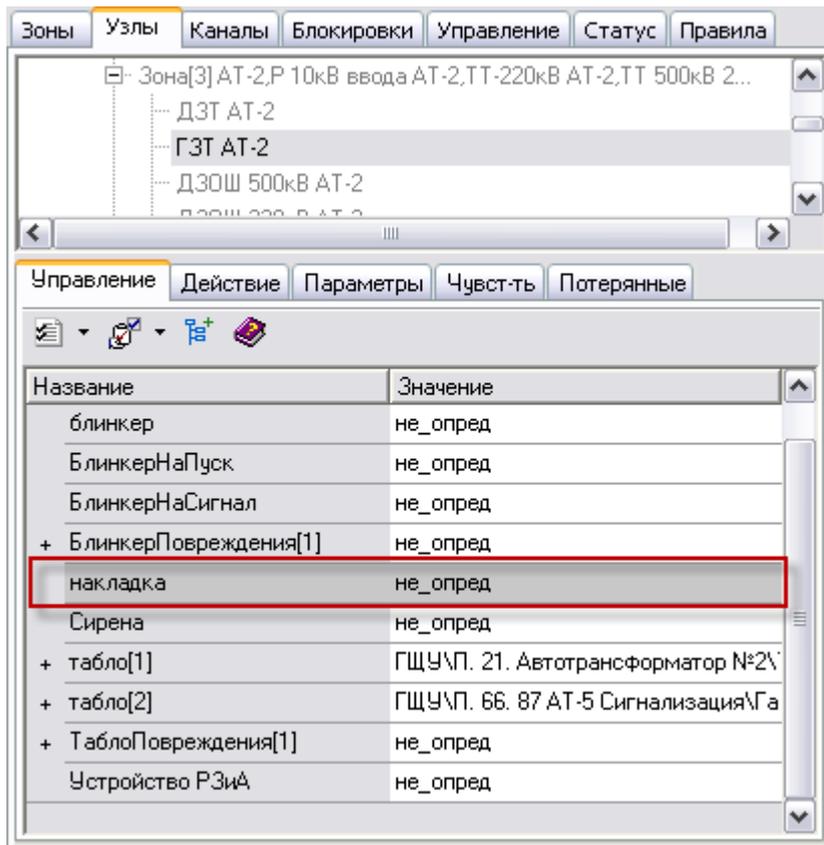


Рис. 5-66. Раскрыть свойство наклейки нельзя

Берем и накидываем любую наклейку (методом перетаскивания)

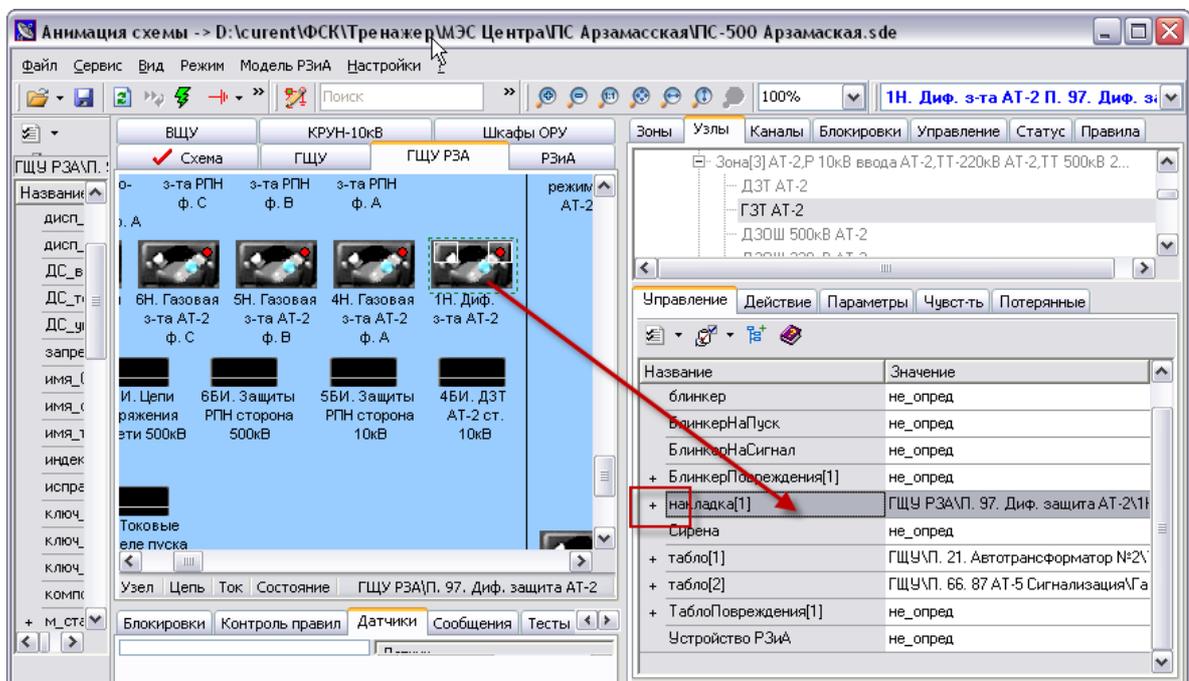


Рис. 5-67. Накидываем первую наклейку

После накидывания появился плюсики, раскрываем его и видим что теперь мы можем накидывать наклейки по фазно

Накидываем накладки пофазно, затем удаляем первую накиданную накладку

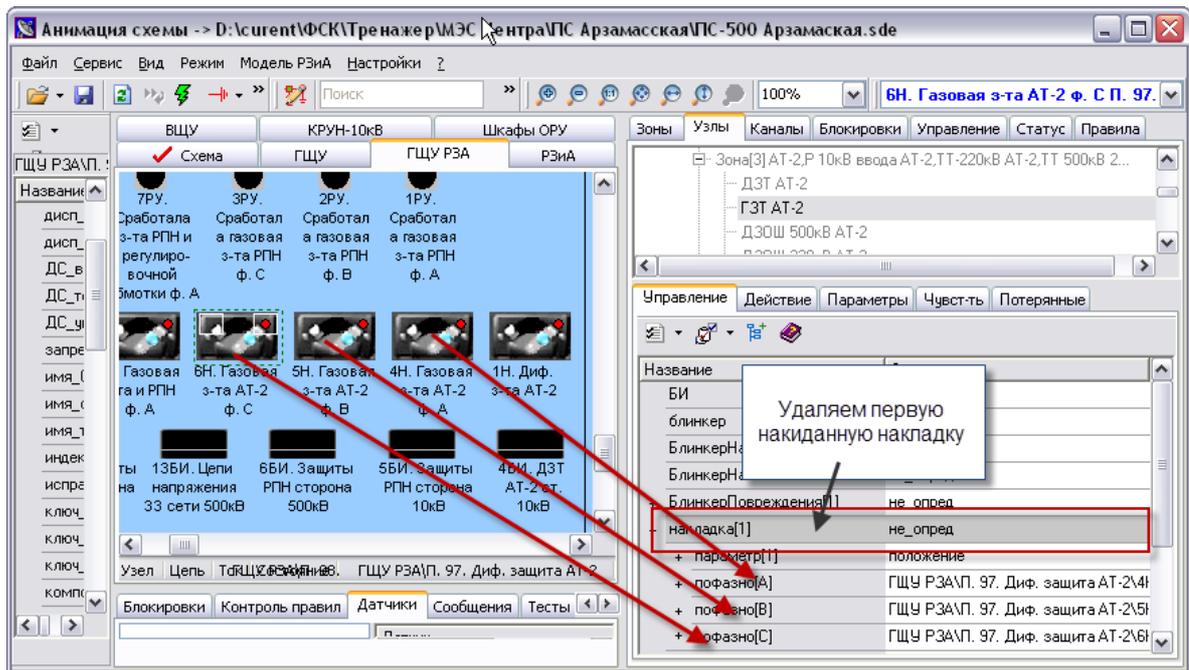


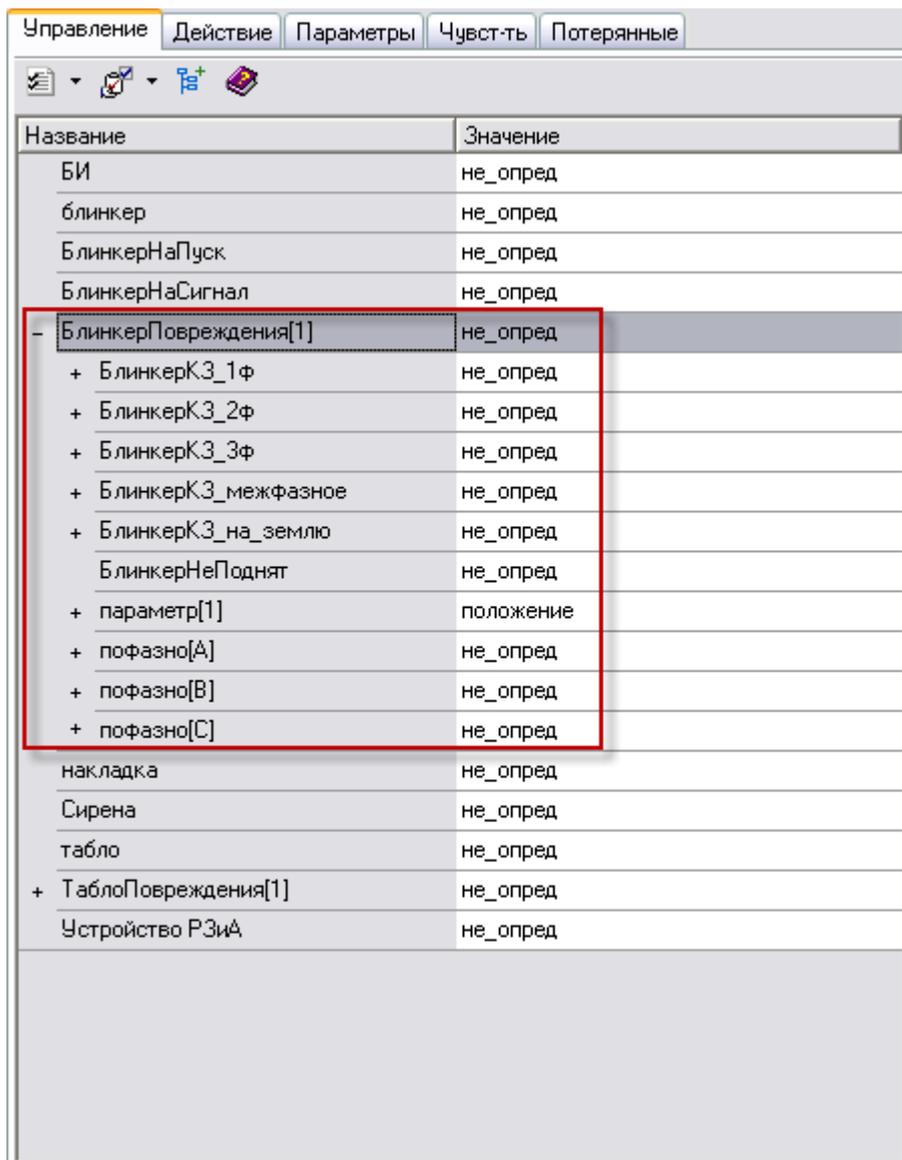
Рис. 5-68. Накидываем накладки пофазно и удаляем первую накиданную накладку

5.8.4 Блинкер Повреждения

В блинкер повреждения можно назначать разные блинкера например пофазно.

Назначение производится перетаскиванием мышью, аналогично назначению других органов управления.

Пофазные блинкеры могут назначаться и срабатывают в случае использования с защитами, имеющими пофазное действие.



Название	Значение
БИ	не_опред
бликер	не_опред
БликерНаПуск	не_опред
БликерНаСигнал	не_опред
- БлиkerПовреждения[1]	не_опред
+ БлиkerКЗ_1ф	не_опред
+ БлиkerКЗ_2ф	не_опред
+ БлиkerКЗ_3ф	не_опред
+ БлиkerКЗ_межфазное	не_опред
+ БлиkerКЗ_на_землю	не_опред
БлиkerНеПоднят	не_опред
+ параметр[1]	положение
+ пофазно[A]	не_опред
+ пофазно[B]	не_опред
+ пофазно[C]	не_опред
накладка	не_опред
Сирена	не_опред
табло	не_опред
+ ТаблоПовреждения[1]	не_опред
Устройство РЗиА	не_опред

Рис. 5-69. Блиker Повреждения.

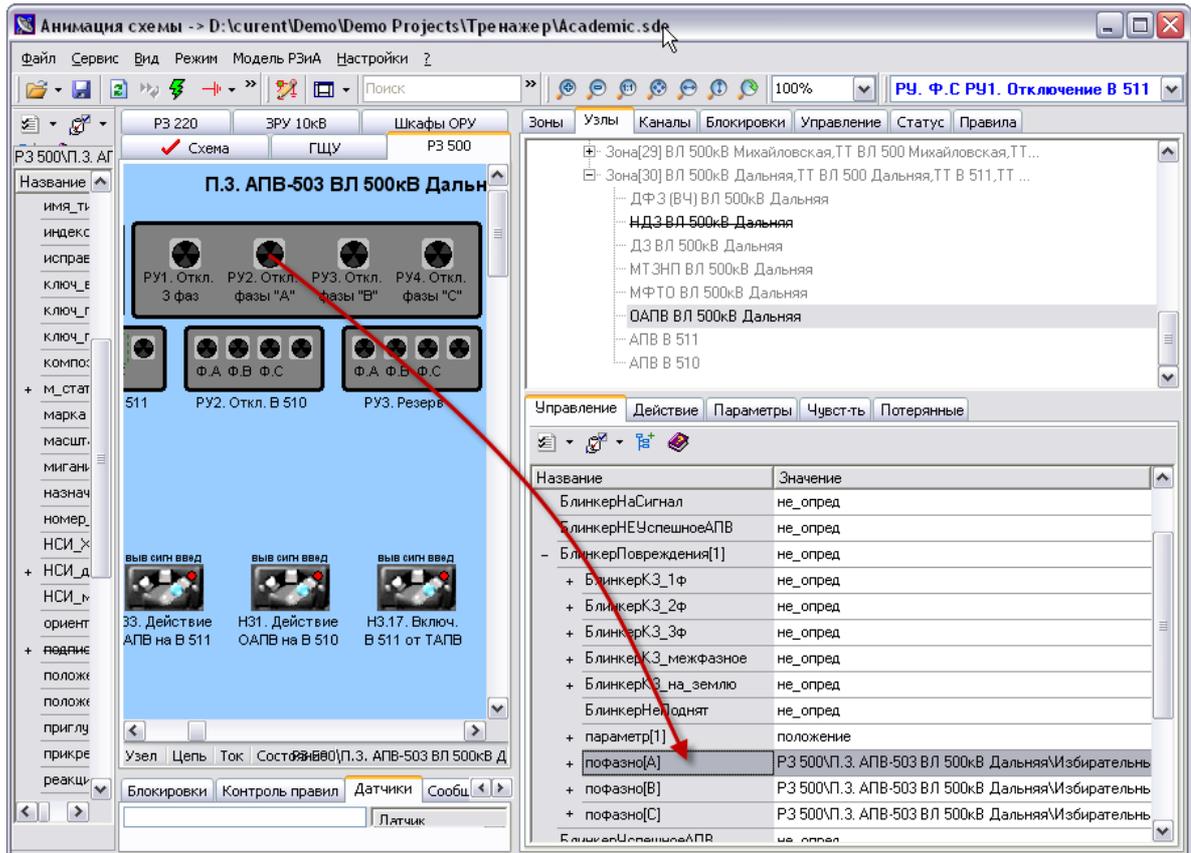


Рис. 5-70. Назначение пофазных блинкеров.

5.8.5 Настройка свойства органа индикации

В некоторых случаях может применяться различная индикация срабатывания устройств релейной защиты. Так, табло на щите управления может мигать, а может просто загораться. Если в качестве индикатора срабатывания защиты используется лампочка или светодиод, а не блинкер, то в зависимости от того, какая защита сработала, одна и та лампочка может мигать или загораться. Для того, чтобы обеспечить настройку этих вариантов использования, введен параметр *Параметр*, относящийся к конкретному органу индикации.

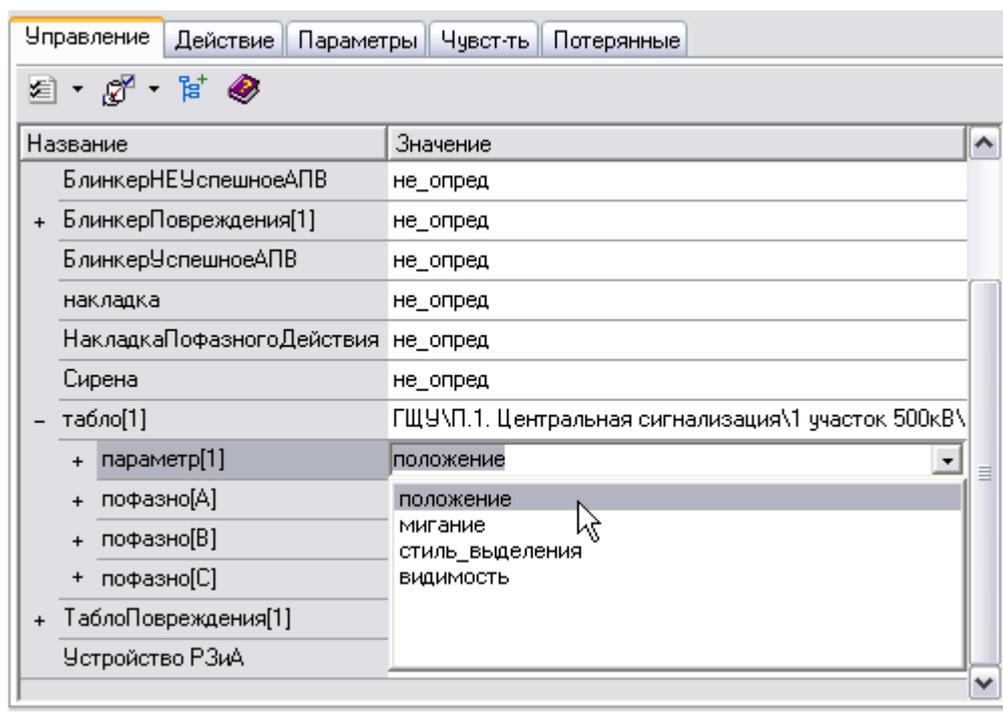


Рис. 5-71. Назначение параметра органа управления или индикации.

5.8.6 Работа сирены при срабатывании защиты

В некоторых макетах может использоваться несколько элементов «сирена», воспроизводящих звук сирены при срабатывании защиты. Этим сиренам может быть несколько, с разным звуком и кнопкой сброса.

В 5-й версии возможно назначить на каждое устройство защиты свою сирену. Сирена выбирается из списка возможных,

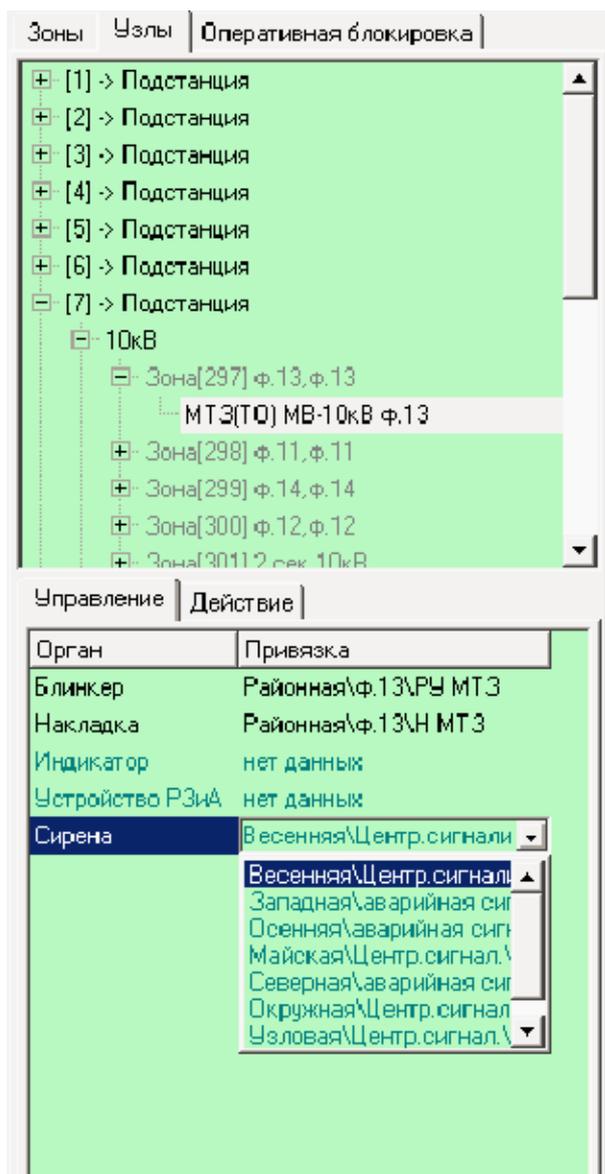


Рис. 5-72. Назначение сирены для устройства защиты.

5.9 Поддержка УРОВ

В версиях аниматора до 4.20 не было предусмотрено поддержки логики УРОВ, предлагалось имитировать работу УРОВ с помощью срабатывания ДЗШ. Такая реализация не позволяла достигнуть достаточной точности имитации.

В версии 5 реализован новый механизм настройки и действия УРОВ. В отличие от других устройств защиты, которые привязываются к комплекту защит, относящемуся к зоне, устройство УРОВ привязывается к выключателю (каналу действия).

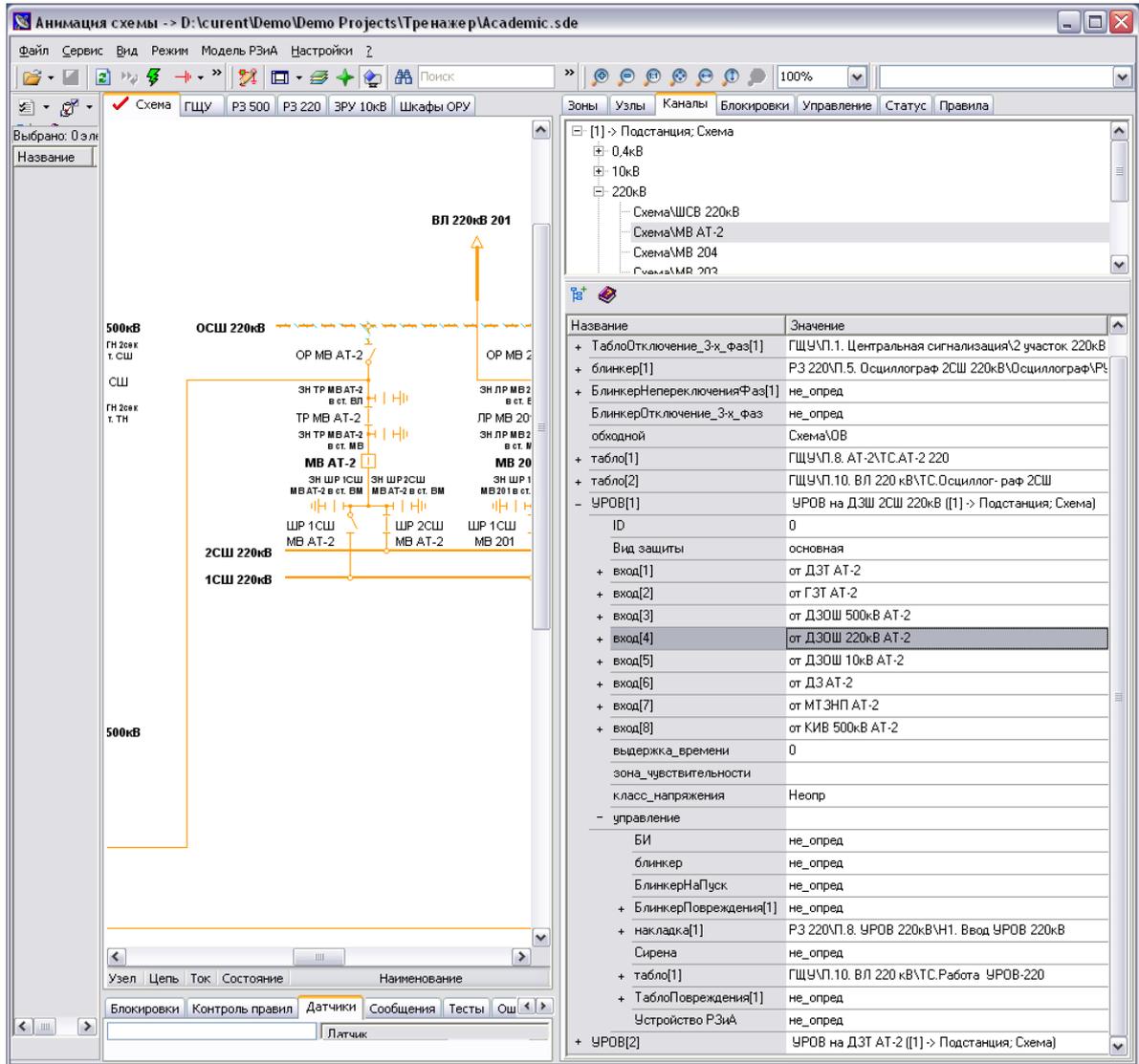


Рис. 5-73. Структура устройств УРОВ.

5.10 Уточнение в логике срабатывания защит

Поддержка логики работы бликкера "на сигнал"

Защита описывается (редактируемые данные) как:

Имя, идентификатор защиты

Защищаемое оборудование

Выключатели, на которые она действует (каналы)

Степени срабатывания (времена задержки)

Органы управления и индикации

Уточнение алгоритмов формирования защит

«Особые схемы»

Статическая модель защит

Обеспечивает возможность редактирования набора защит, построенного

автоматически.

5.11 Работа алгоритма защиты

В этом разделе мы рассмотрим работу алгоритма защит и ее отображение в протоколе.

В схеме Связи_3.sde опишем повреждение линии «г»: устойчивое КЗ фазы В на землю (Рис. 5-74.)

Набор устройств защит этой линии «следит» за состоянием элементов схемы и параметрами режима. При фиксации повреждения изменяется режим сети. Устройства защит линии срабатывают, и в результате оба выключателя В (в) и В (г) будут отключены.

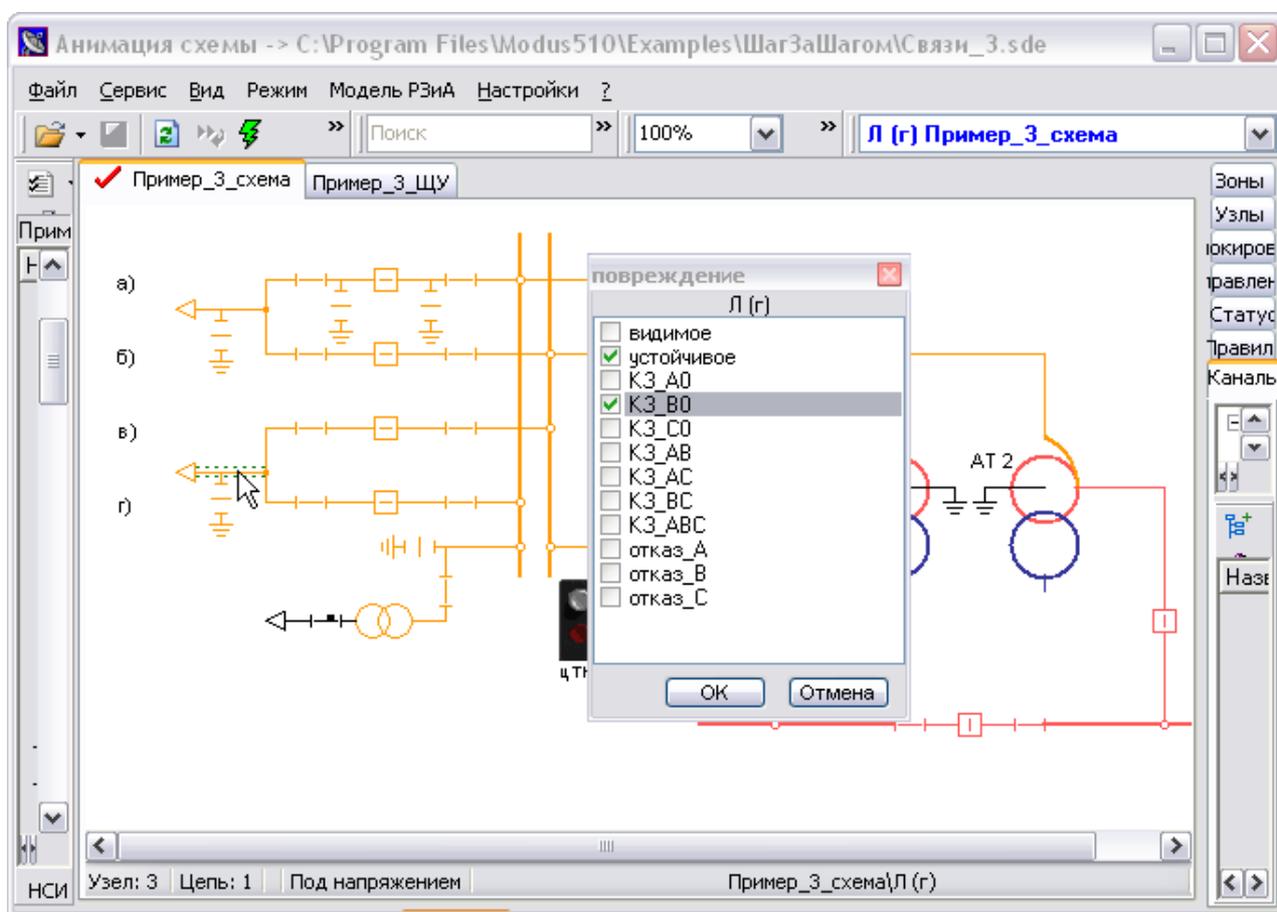


Рис. 5-74. Описание повреждения линии

В протоколе событий, который открывается в нижней части окна, когда Вы щелкнете строку **Правила** меню **Вид**, фиксируются все действия, выполненные системой защиты (Рис. 5-75.)

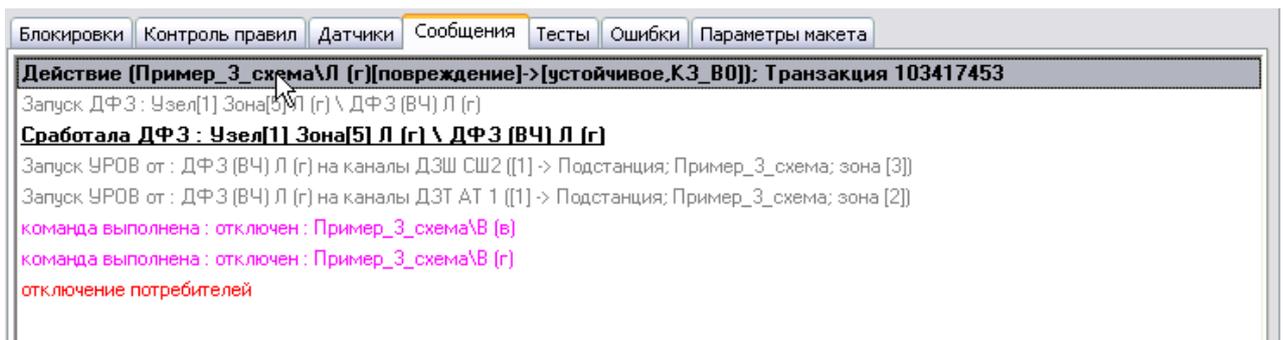


Рис. 5-75. Описание в протоколе работы системы защиты

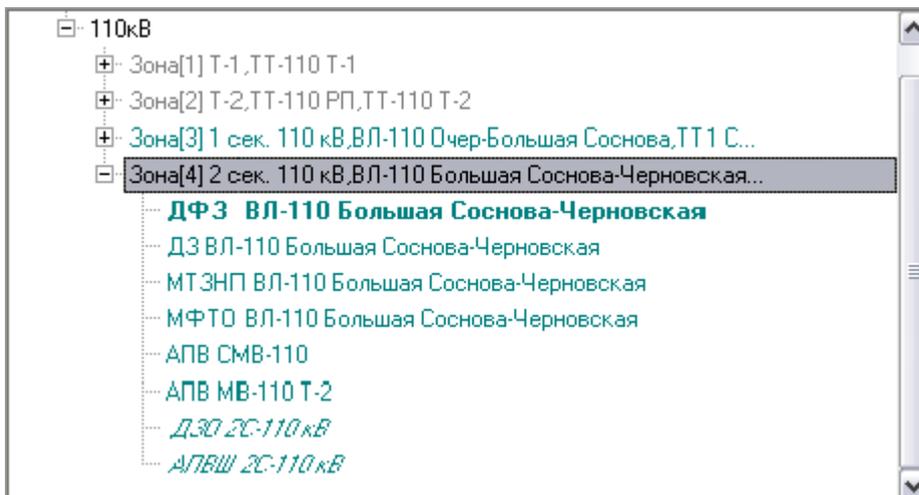
В результате повреждения были отключены оба выключателя и произошло отключение потребителей. Затем система автоматики попыталась включить В (г), но unsuccessfully.

Этот пример демонстрирует корректную работу системы защиты линий.

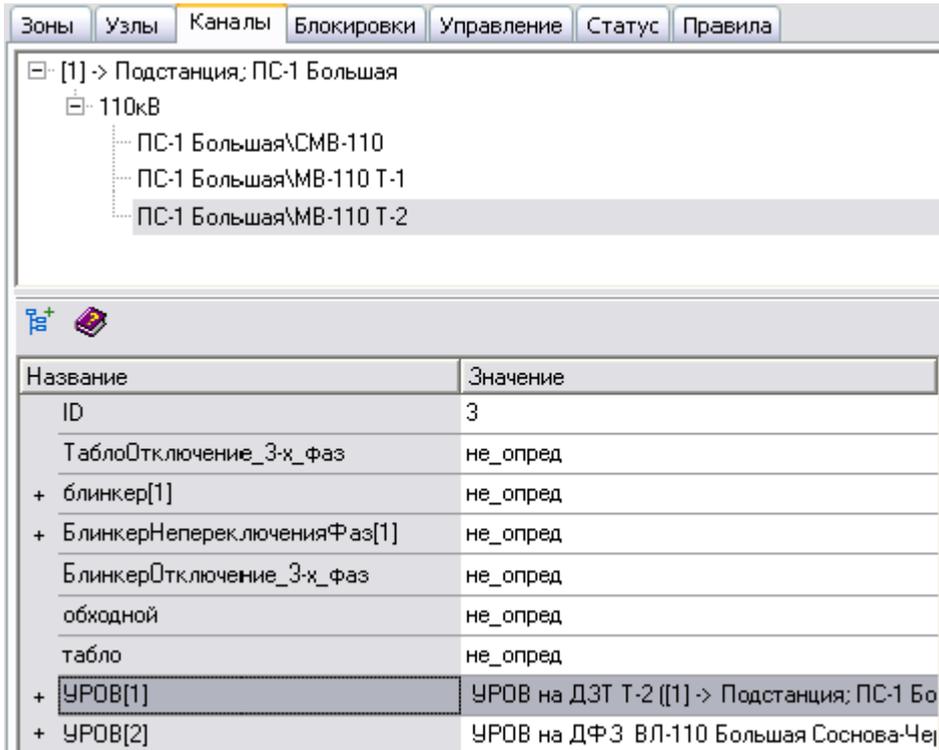
5.12 Создание карт защит для упрощенного макета

1. Прежде чем создать карту защит - нужно

- Настроить защиты (добавить, переименовать, настроить вкладку параметры если это нужно)

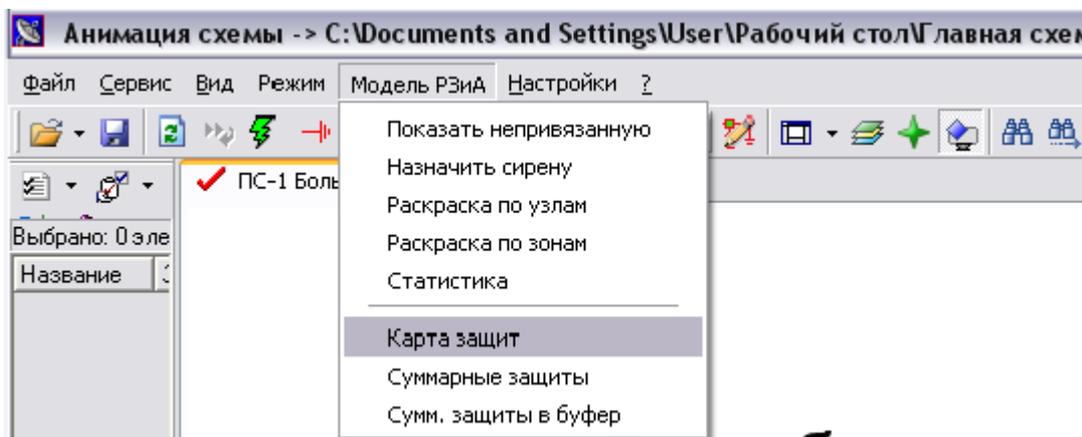


- Настроить УРОВ

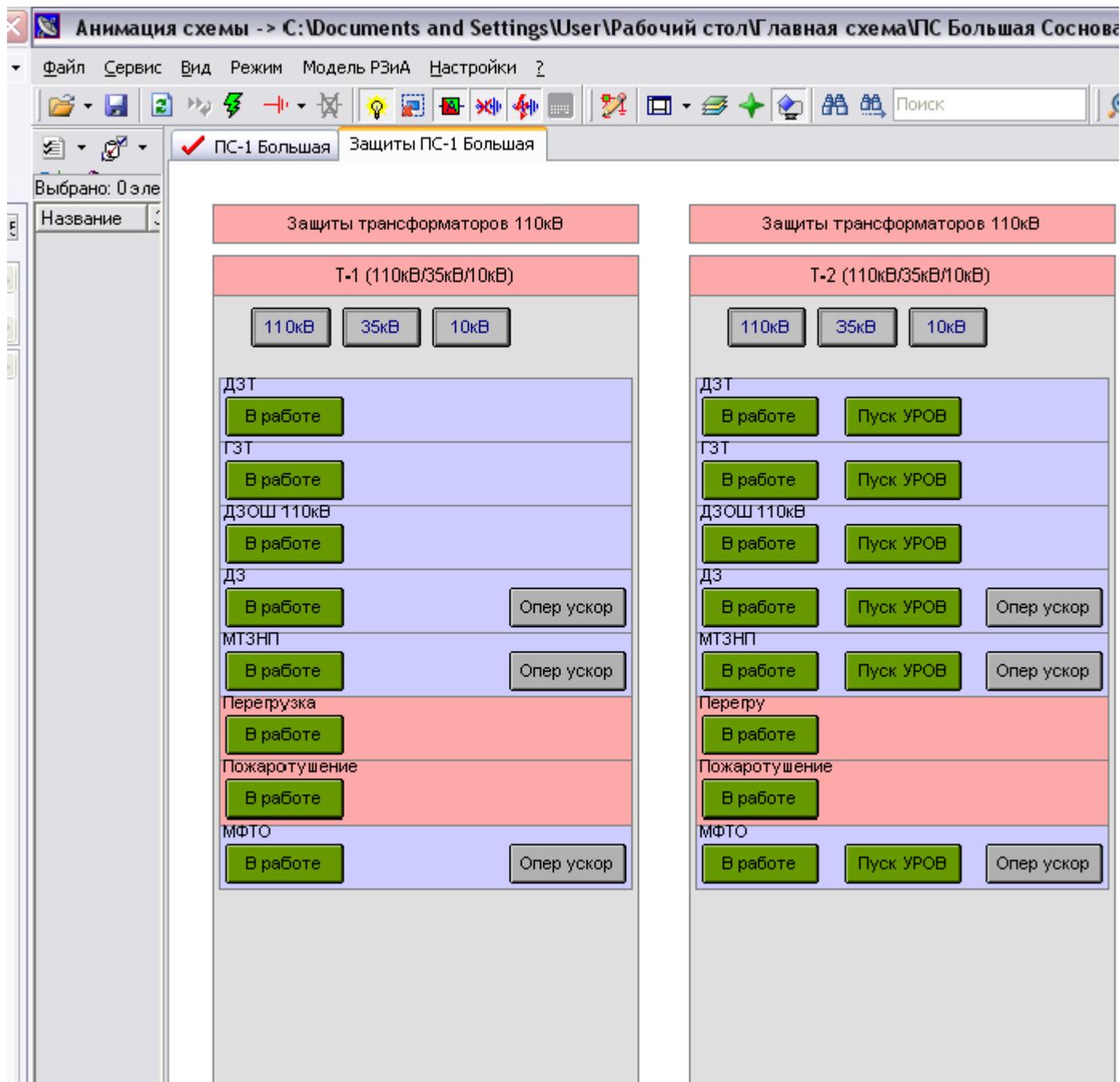


5.12.1 Создание карт защит

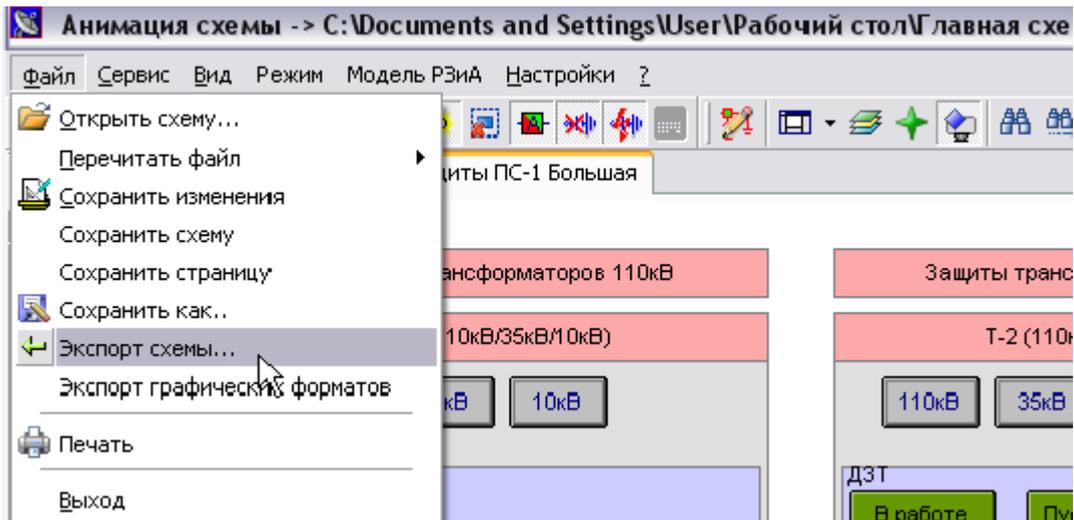
1. В меню выбираем Модель РЗА и Карта защит



После этого автоматически появляется вкладка Защиты ПС-1 Большая

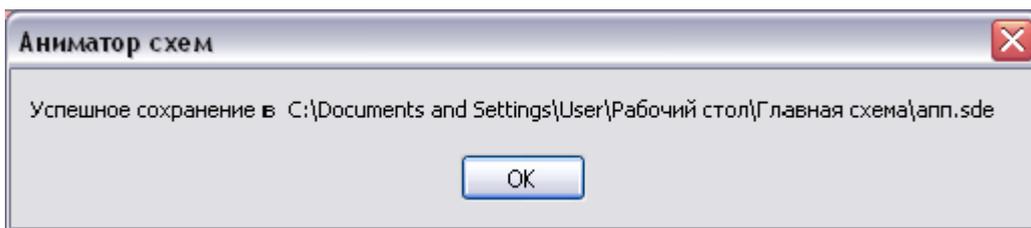


2. Затем в меню выбираем Файл - Экспорт схемы



Пишем названия файла и сохраняем формат sde.

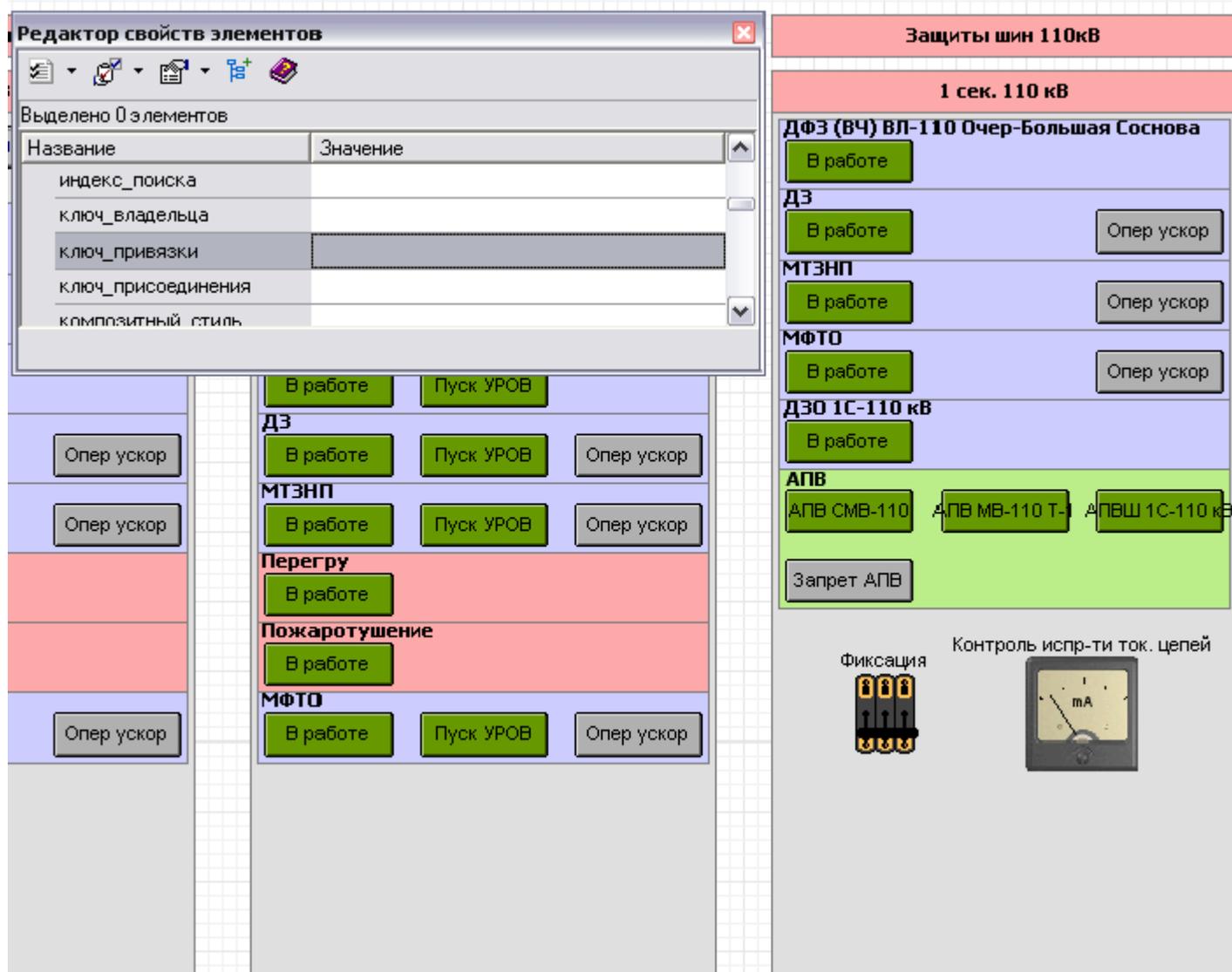
После чего выпадет меню - нажимаем ок.



3. После чего закрываем макет и нажимаем сохранить

4. На панелях защит нужно проставить Ключ привязки

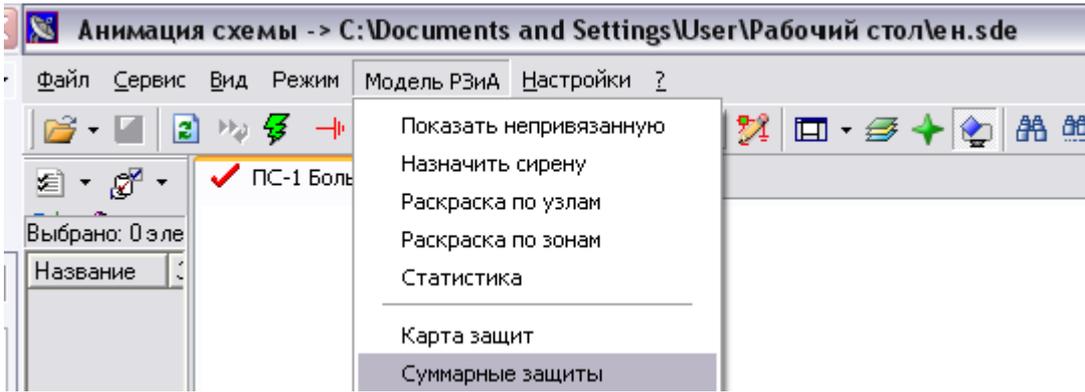
Ключи привязок не должны совпадать



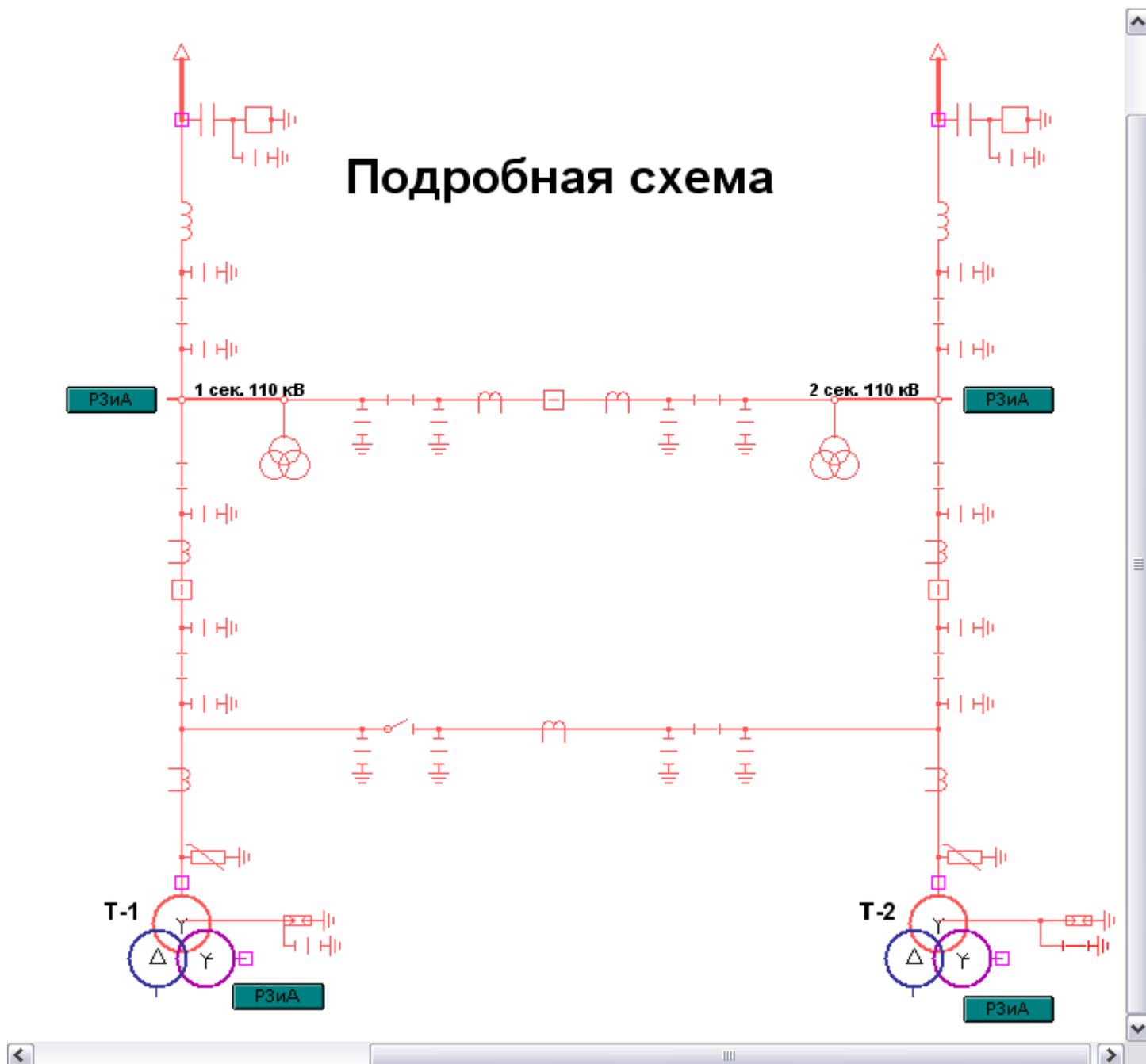
5.12.2 Суммарные защиты

1. В меню выбираем Модель РЗиА и Суммарные защиты

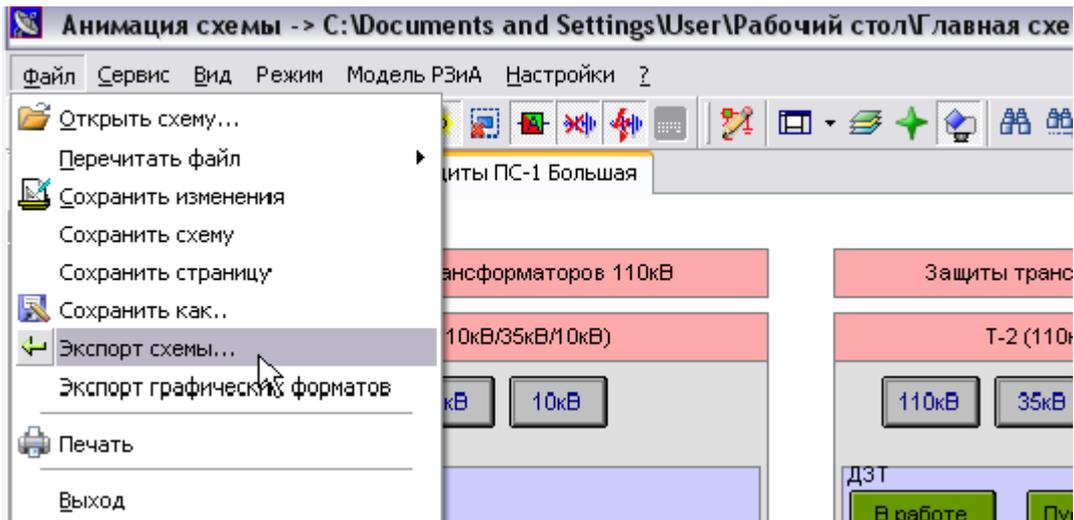
С начало нужно создать Карт защит а потом уже создавать Суммарные защиты



После этого автоматически появляются иконки РЗА

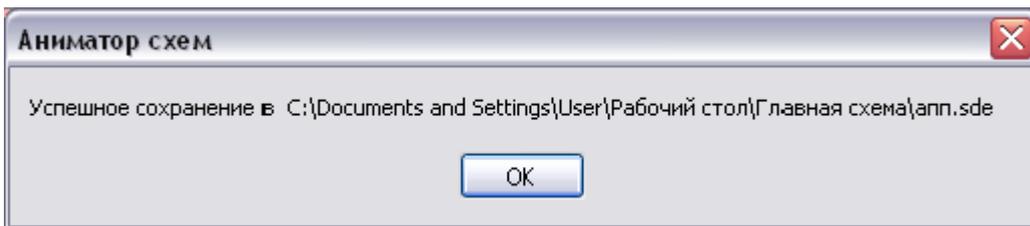


2. Затем в меню выбираем **Файл - Экспорт схемы**



Пишем названия файла и сохраняем формат sde.

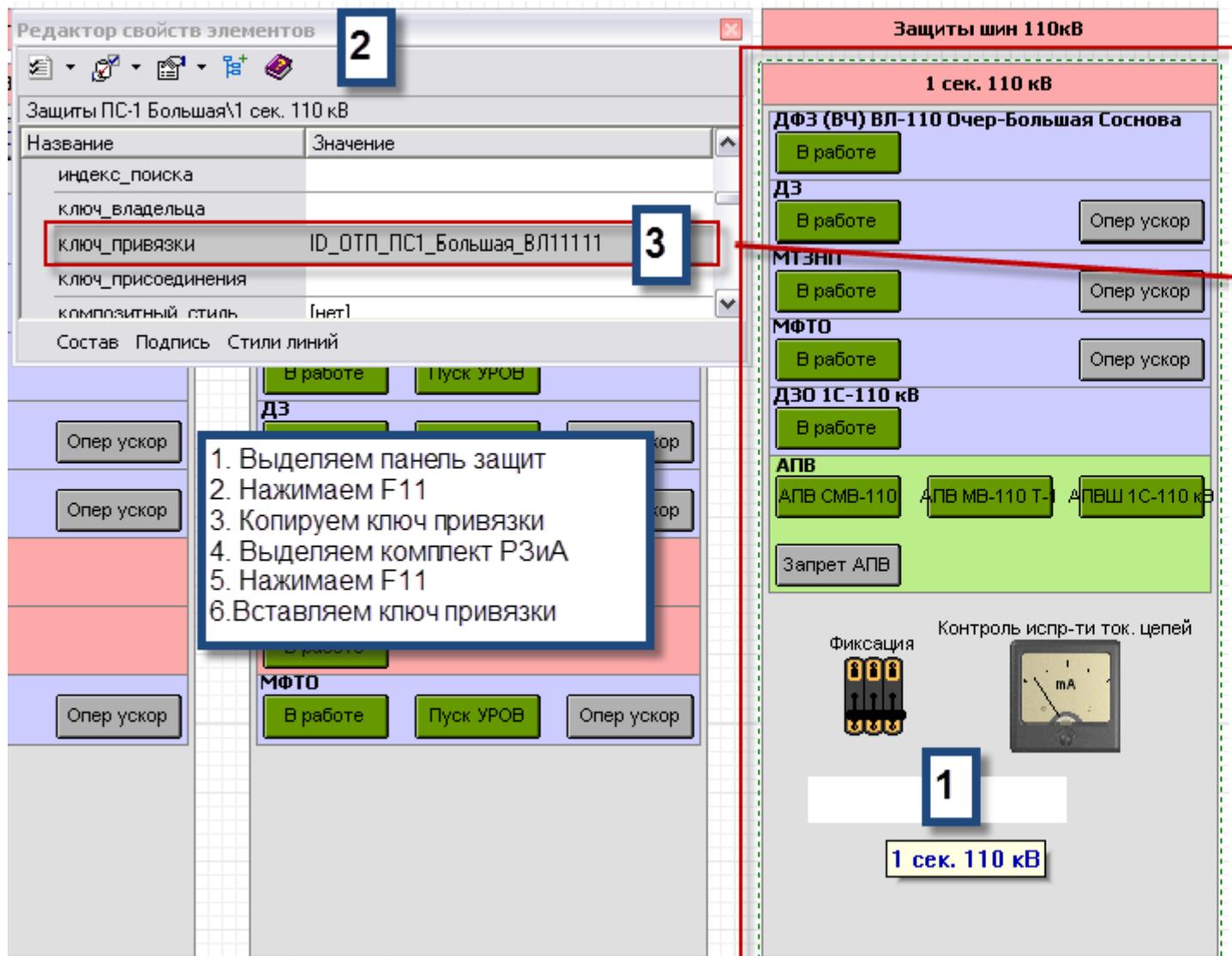
После чего выпадет меню - нажимаем ок.



3. После чего закрываем макет и нажимаем сохранить

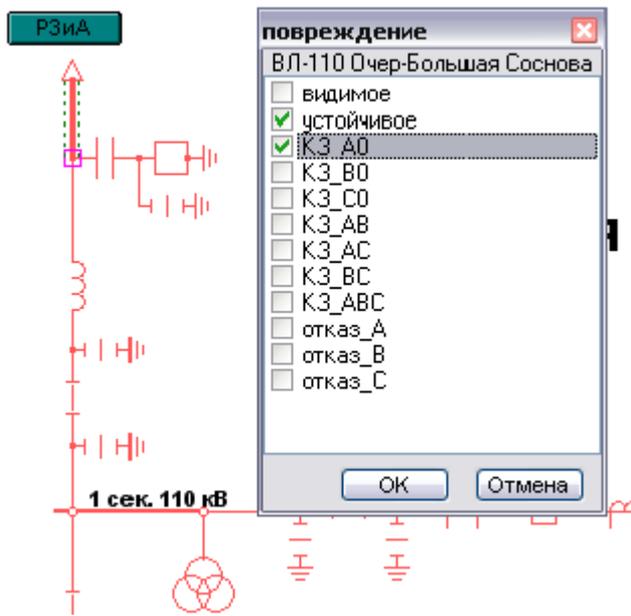
4. После сохранения иконкам РЗиА нужно проставить ключ привязки это делается в Графическом редакторе

- На панелях защит должны уже стоять ключи привязки, если их нет то проставляем с начало на панели защит
- Ключи привязки не должны совпадать на панелях защит
- С панели защит копируем ключ привязки и вставляем его в ключ привязки комплекта РЗиА



5. Проверка правильности назначения ключа привязки (проверяется в Аниматоре)

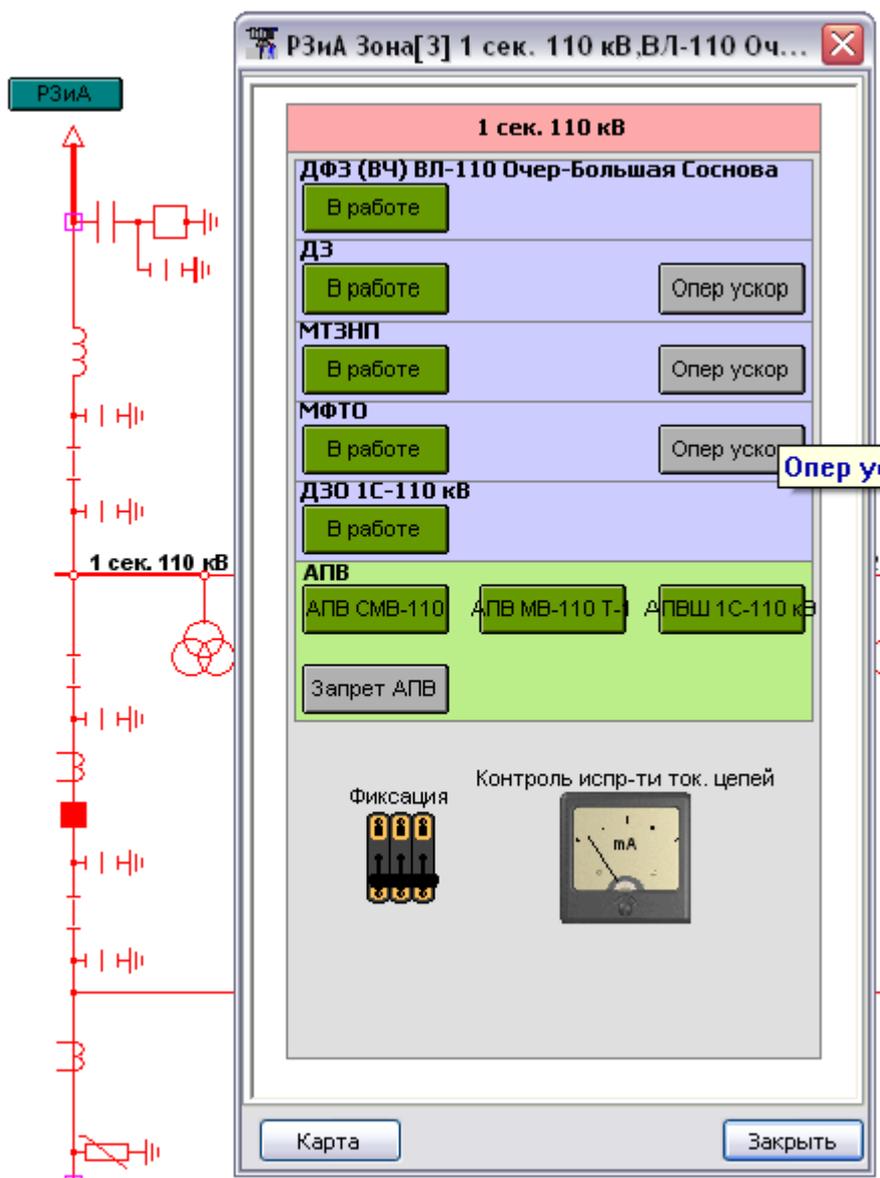
Для проверки достаточно сделать повреждение той зоны к какой принадлежит комплект РЗиА



После повреждения иконка РЗиА начнет мигать - значит назначили ключ привязки правильно

6. Также для проверки можно использовать сам Тренажер

Если нажать на иконку РЗиА то автоматически появится панель защит



5.13 Построение дерева защит для различных схем и выявление ошибок схемы средствами системы защиты

В этом разделе мы покажем, как по мере усложнения схемы меняется структура дерева защиты и как, анализируя это дерево, можно удостовериться в корректности созданной схемы. Мы расскажем об этом на примере уже известных Вам схем из комплекта стандартной поставки «ШагЗаШагом».

В эти схемы намеренно внесены некоторые типичные ошибки, которые неопытные пользователи иногда допускают при построении схемы сети. Эти ошибки, способы их выявления и устранения подробно обсуждались в главе 2.

Здесь же мы покажем, как выявить эти ошибки средствами модели системы защит.

5.13.1 Определение связности схемы

Откройте схему Топология_1_1.sde.

В отличие от схемы Топология_1.sde, о которой говорилось в начале этой главы, она построена с учетом режима, поэтому система защиты здесь работает. Однако при создании этой схемы были допущены отдельные ошибки.

При просмотре зон защиты выявляются некоторые несогласованности. Хотя визуально схема замкнута на одну систему, узлов в дереве защиты оказалось два: в узел 1 попала зона 2, все остальные объекты, как оказалось, не связаны ни с какой подстанцией (Рис. 5-76.)

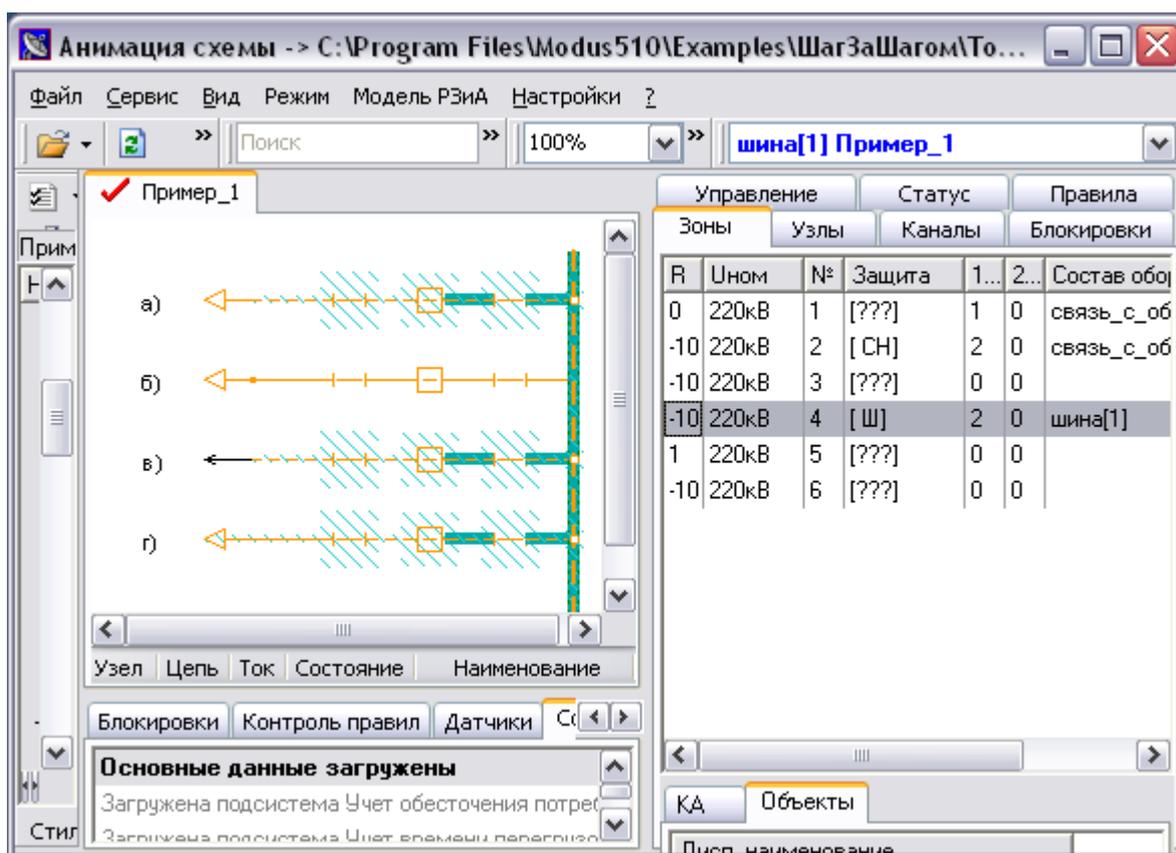


Рис. 5-77. Выявление ошибок в топологии средствами системы защит

Кроме того, только для одной зоны указан тип объекта— шина, для остальных тип объекта не указан (вопросительные знаки в скобках). И только для этой зоны создан комплект защиты.

Такие ошибки свидетельствует о том, что схема построена некорректно.

5.13.2 Проверка работы КА

Откроем схему Топология_2.sde.

Взгляните на дерево защит (Рис. 5-77.) В этой, исправленной схеме в отличие от схемы Топология_1_1.sde, как и ожидалось, в дереве указан один узел, однако комплекты защит в нем созданы только для двух линий (зоны 2 и 3) и шины. Значит, в остальных зонах возможны определенные недоработки.

В этой схеме, как известно, допущена ошибка: разъединитель шунтирован ошиновкой. Попробуем ее выявить средствами системы защит.

Откроем дерево защит в ветви **Выключатели** для выключателя В (в) (Рис. 5-78.). Как видно, разъединитель P1 указан здесь дважды, что в нормальной схеме невозможно.

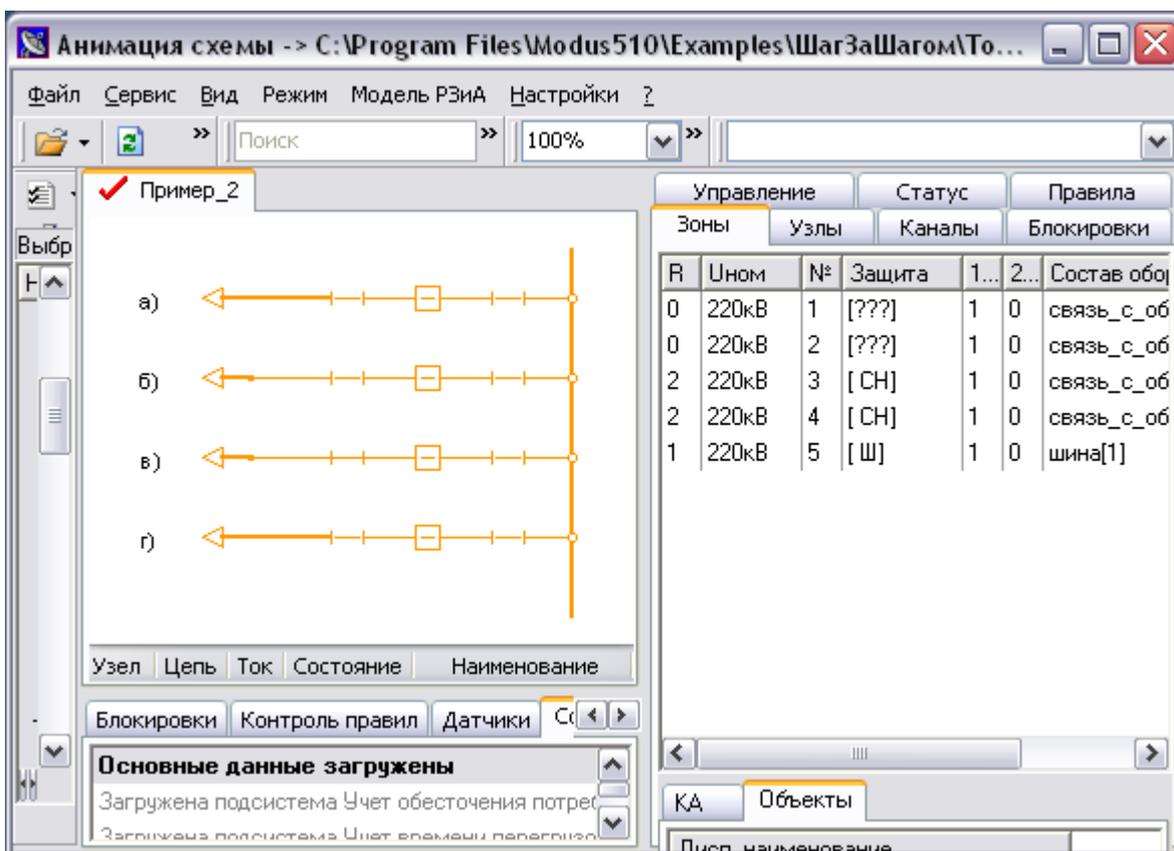


Рис. 5-77. Просмотр комплект защит для схемы

Чтобы выяснить причину такой ошибки, попробуем отключить разъединитель P1. Никаких предупреждений о выполнении операции под нагрузкой, как можно ожидать, не последовало. А отключение разъединителя не вызвало изменения режима схемы.

Более того, при отключении разъединителя визуально этот участок цепи остался

соединенным (Рис. 5-78.). Это возможно только в том случае, когда разъединитель шунтирован ошиновкой. Аналогичный эффект проявляется, если два КА установлены точно один над другим.

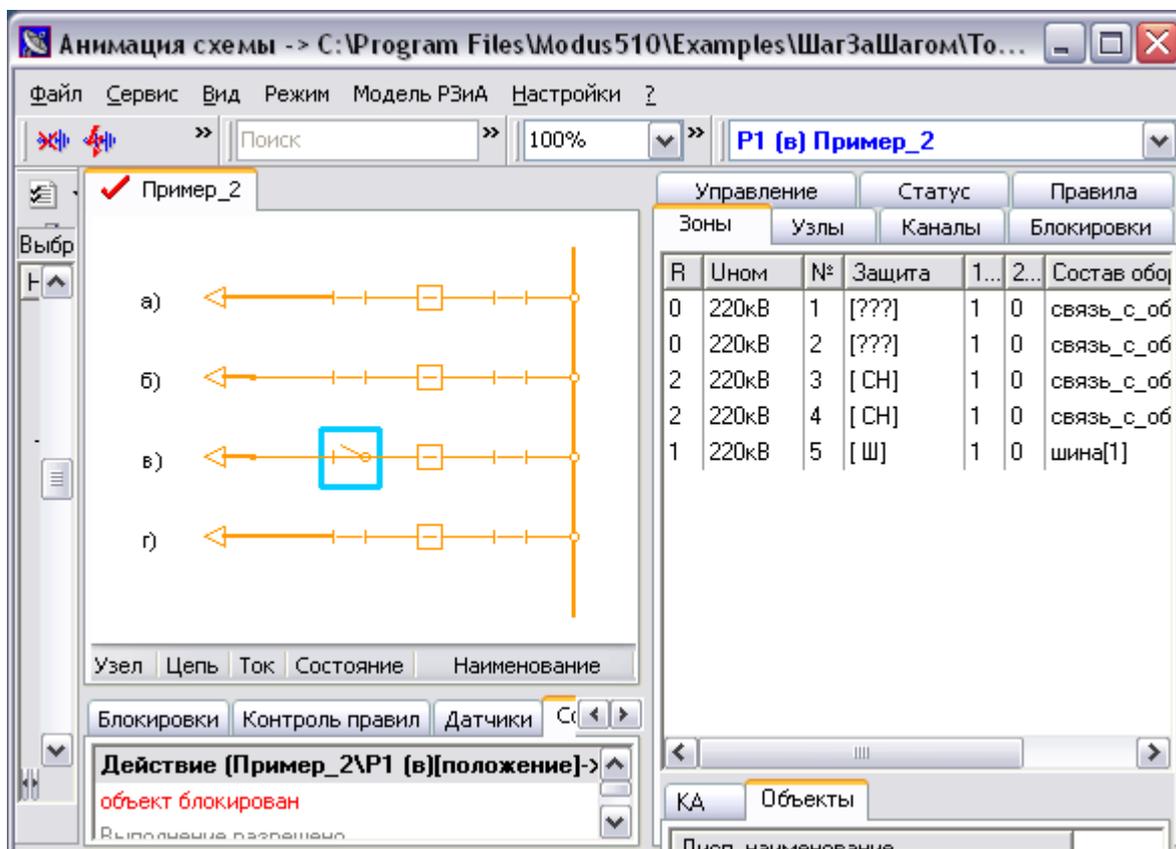


Рис. 5-78. Разъединитель шунтирован ошиновкой

5.13.3 Зона защит для схемы с двумя системами шин

Откроем схему Топология_4.sde. Она усложнена по сравнению со схемой Топология_2.sde: здесь появилась вторая система шин и шиносоединительный выключатель. Кроме того, два присоединения, «а» и «г», определенных как воздушные линии (на предыдущих схемах они определены как ошиновки) (Рис. 5-79.)

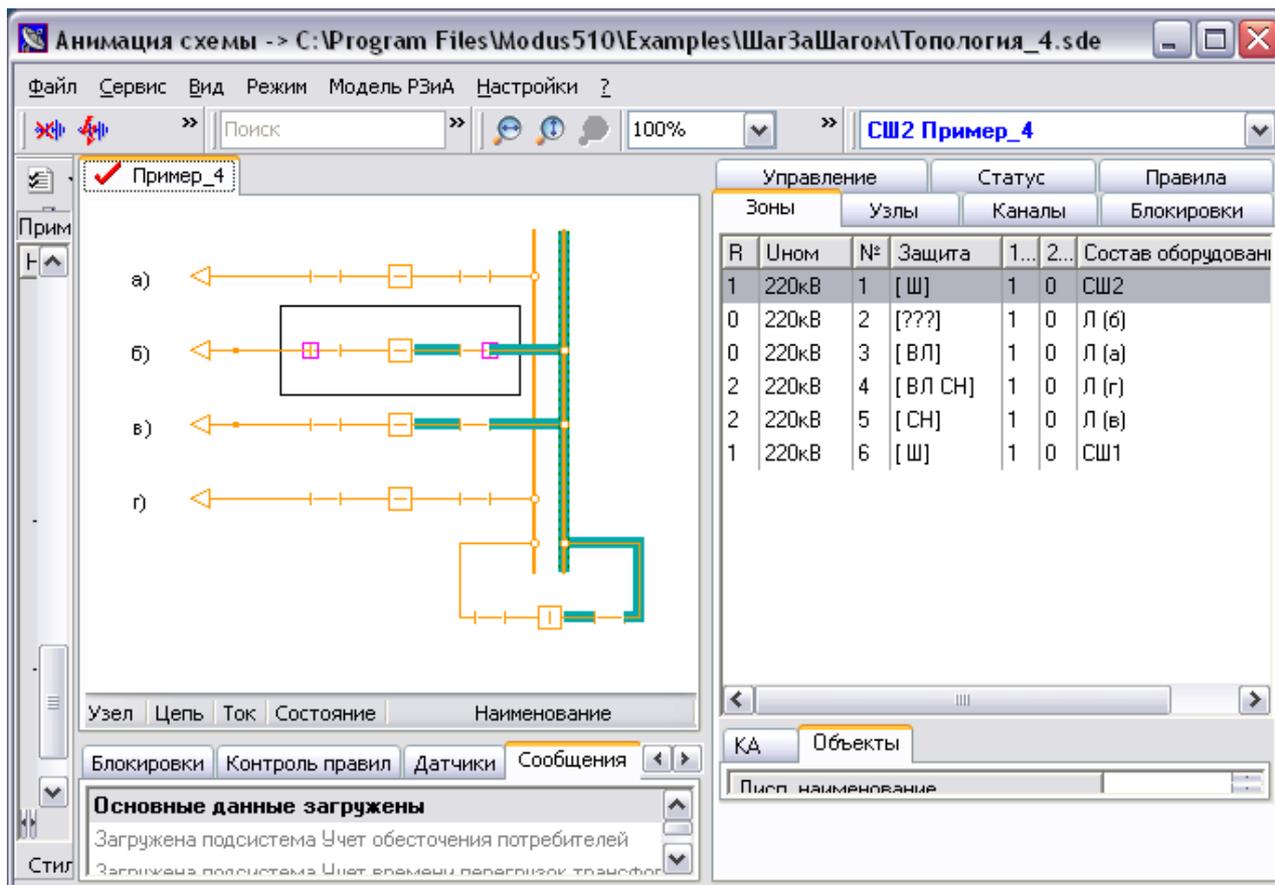


Рис. 5-79. Защита схемы с двумя системами шин

Соответственно изменился и вид дерева защит. Здесь появилась еще одна зона защиты— для второй системы шин, что не противоречит топологии схемы.

Для линий «а» и «г» определены полные комплекты защиты для воздушной линии, в чем можно убедиться, сделав переходы к узлам. Для линии «б», защита не укомплектована, так как эта связь не описана как воздушная или кабельная линия. Это сделано намеренно, чтоб подчеркнуть, что данное присоединение описано не полностью (Рис. 5-80.) и его можно использовать для учета менее значимых участков схемы макета, отображаемых в виде нагрузок или источников.

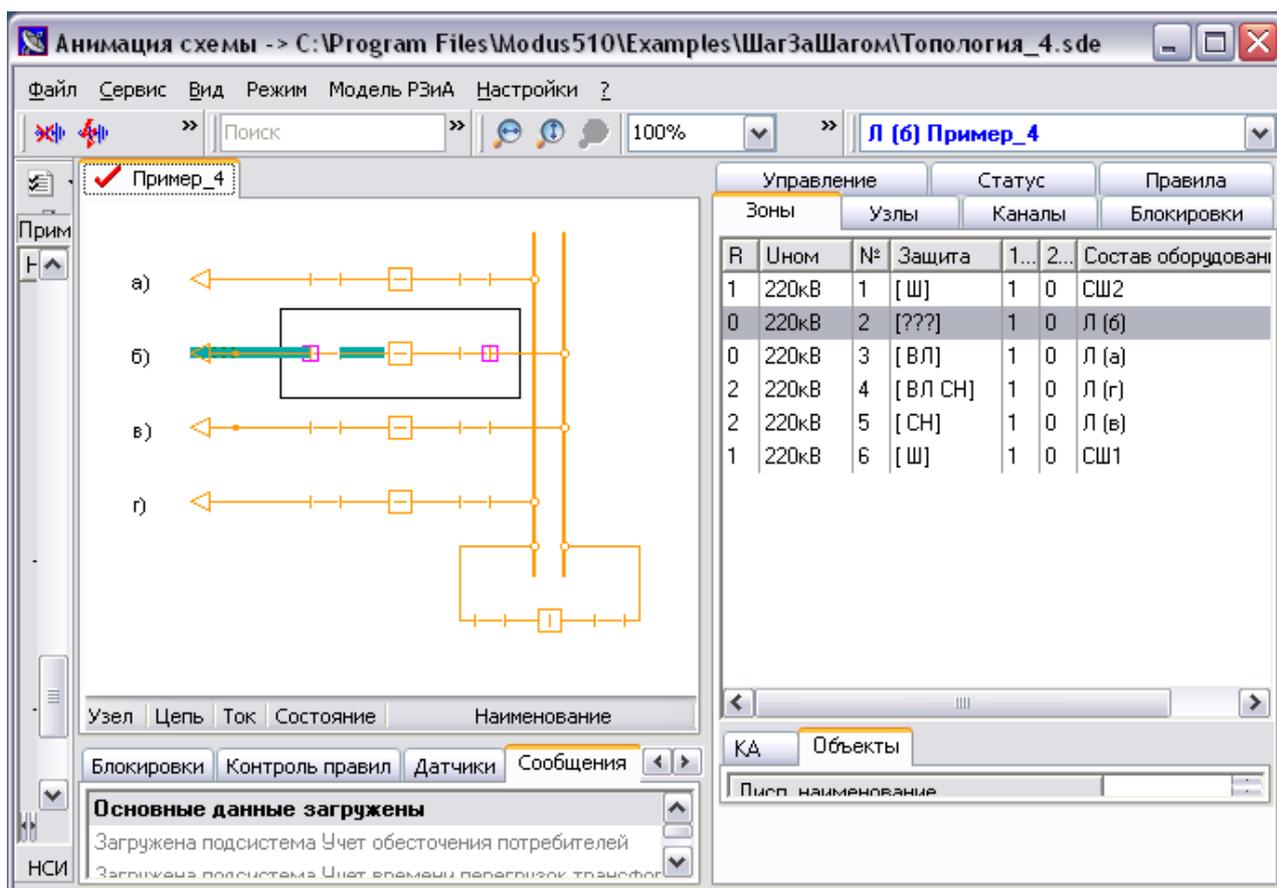


Рис. 5-80. Защиты Зоны(1)Л (б) укомплектована не полностью

5.13.4 Схема с трансформаторами

Откроем схему Топология_6.sde. В ней появились два трансформатора, причем трансформатор АТ2 присоединен корректно: ошиновка присоединена к обмотке, а земля к нейтрالي, то на трансформаторе АТ1 заземление нейтрали присоединено к основной обмотке, а сторона 110 кВ не подключена к ошиновке.

Кроме того, на схеме ошиновки трансформаторов на стороне 220кВ замкнуты между собой.

Такие ошибки обнаружить достаточно сложно: приходится локализовать большие участки и тщательно проверять работу каждого элемента. Анализ системы защиты значительно упрощает эту задачу.

Выделите зону 1 на схеме (Рис. 5-81.). Обратите внимание, она включает два трансформатора и не включает ошиновку 110кВ одного из них.

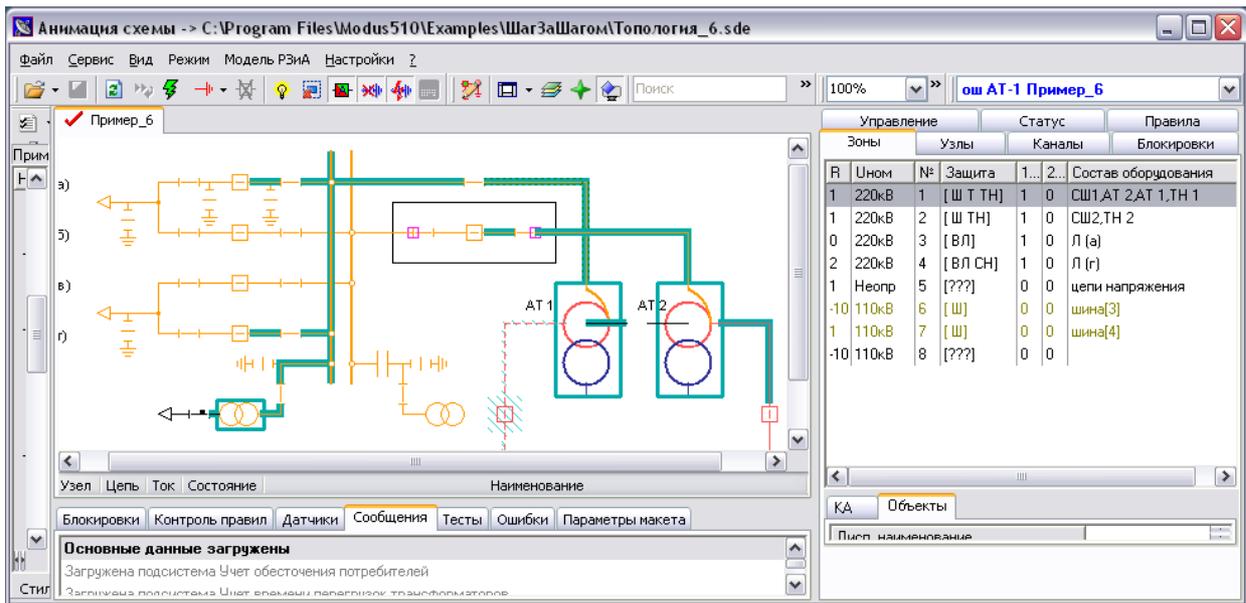


Рис. 5-81. Схема с ошибками в присоединениях трансформаторов

Кроме того, зона 8 не подключена ни к какому участку и ее тип не определен (Рис. 5-82.)

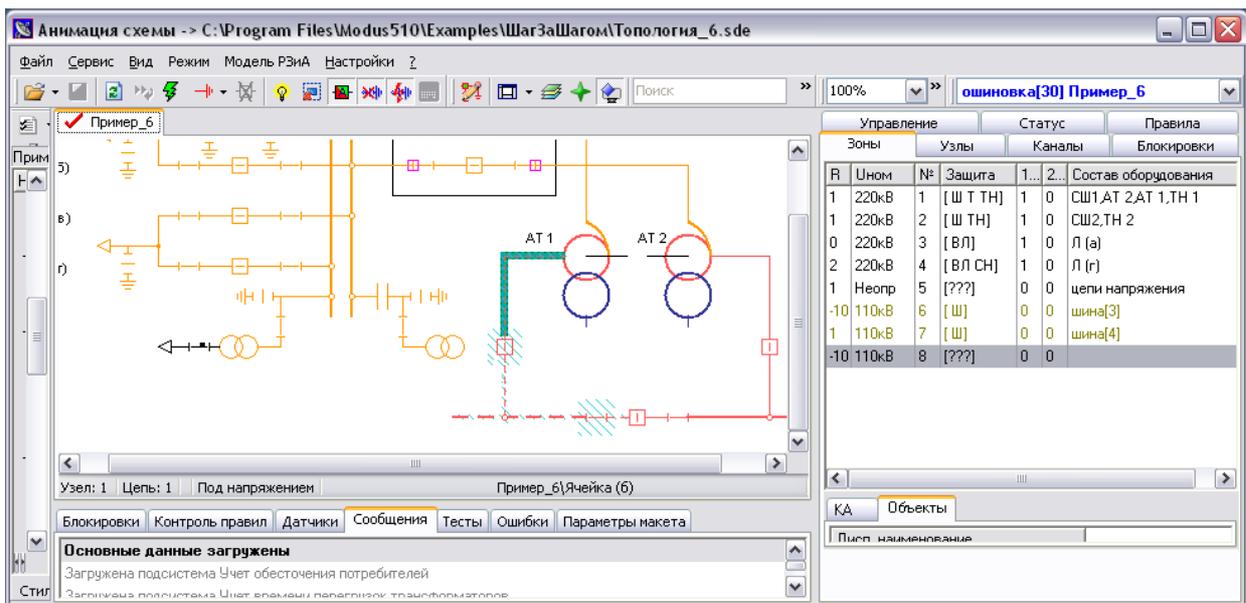


Рис. 5-82. Зона, не укомплектованная устройствами защиты

Если мы откроем комплекты защит узла, то обнаружим, что в комплект **Зона(1)** включены устройства для защит обоих трансформаторов и шин.

Все это позволяет сделать вывод, что при построении схемы допущены ошибки, и, анализируя данные системы защиты, выявить их.

На схеме Топология_7.sde эти ошибки исправлены. В результате оказались разделены зоны защиты трансформаторов. Это видно при выделении зон защиты каждого трансформатора на схеме (Рис. 5-82.) и (Рис. 5-83.)

Кроме того, в ветви Узлы дерева появились комплекты защиты для зон каждого трансформатора (Рис. 5-84.)

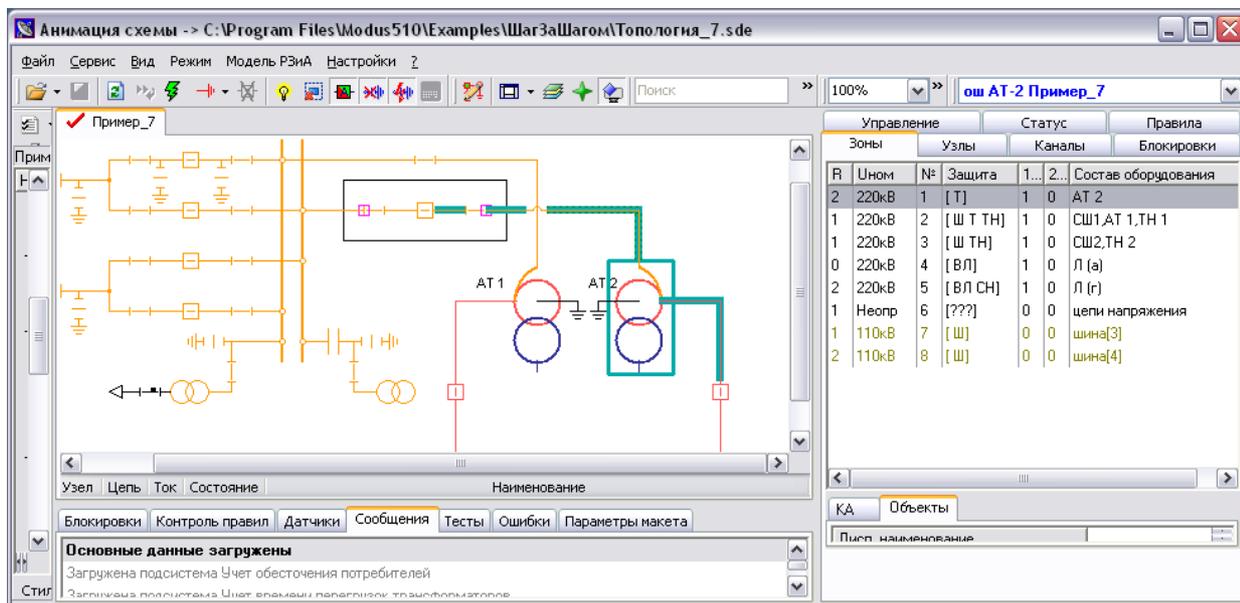


Рис. 5-83. Зона защиты трансформатора АТ 2

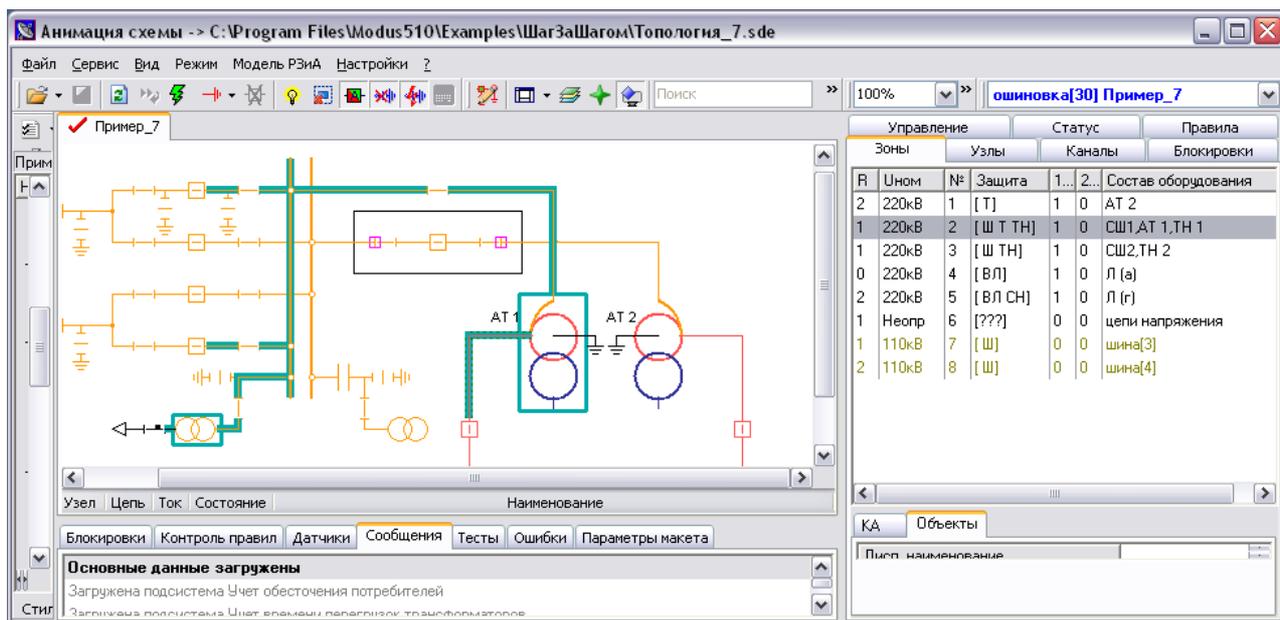


Рис. 5-84. Зона защиты трансформатора АТ 1

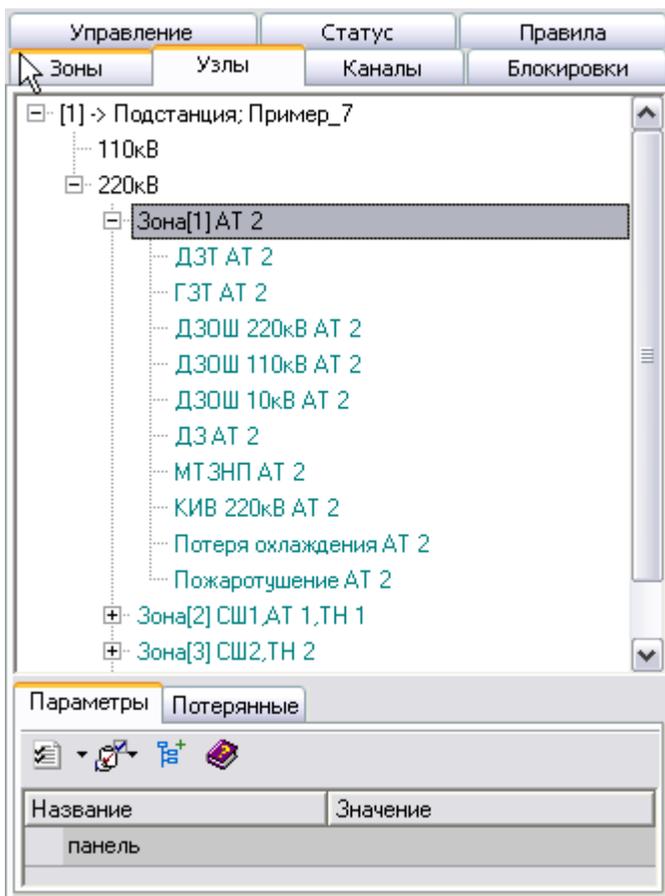


Рис. 5-85. Комплекты защиты для зон трансформаторов разделены

5.13.5 Замыкание участков различных классов напряжения

На схеме Топология_8.sde введена ошибка замыкания участков разных классов напряжений. Кроме того, здесь неправильно назначен класс напряжения (220 кВ) для выключателя СМВ 10 кВ. Поэтому зоны защиты нагрузкой 10 кВ, прошедшей через полюс разъединителя 110 кВ, перекрещены и замкнуты накоротко.

На Рис. 5-86. не показана часть схемы 220 кВ, так как зоны защит для нее сформирована правильно. А для выключателя СМВ 10 кВ ошибочно назначен класс напряжения, равный 220 кВ. Поэтому, хотя на схеме зона 4 и 9 относятся к классу напряжения 10 кВ— она присоединена к обмоткам трансформатора 10 кВ, зоны защиты для класса напряжения определены по выключателю СМВ, т. е. 220 кВ.

На Рис. 5-87. выделена зона 6, включающая элементы как 10 кВ, так и 110 кВ.

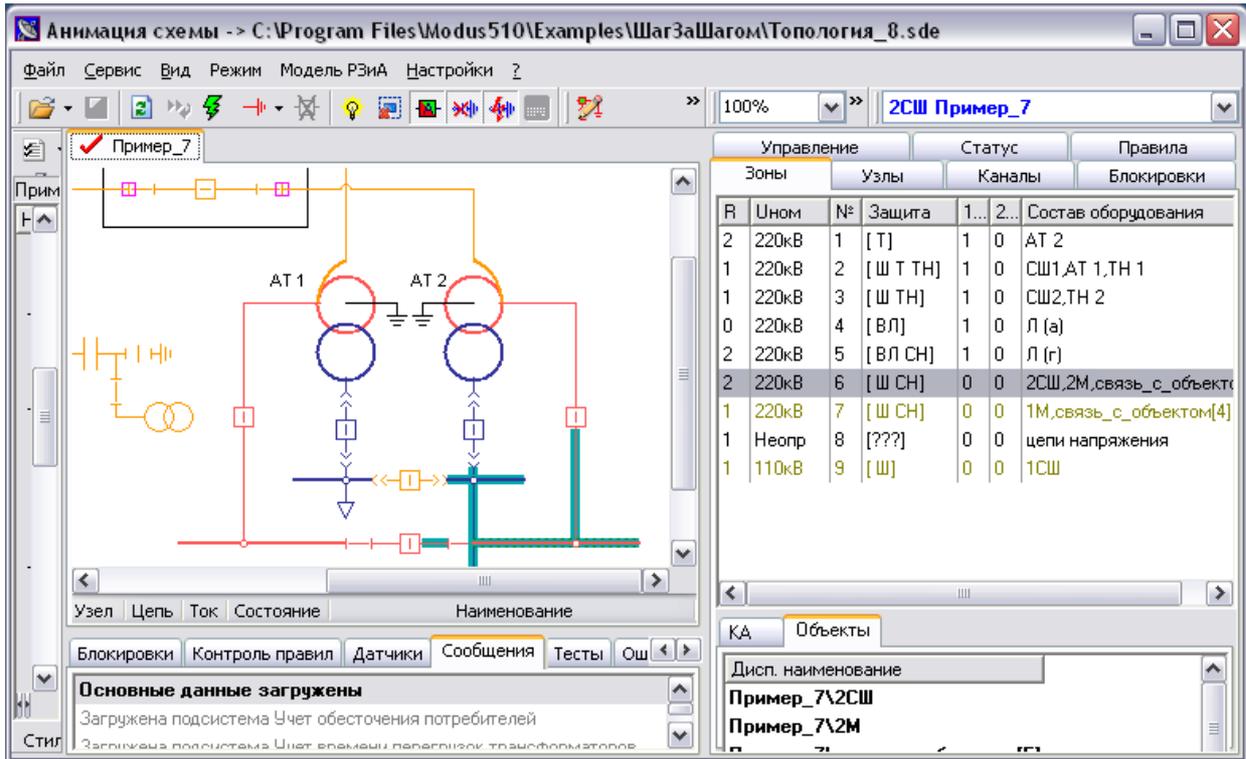


Рис. 5-86. Зона защиты для схемы с ошибочно определенным классом напряжения

Теперь рассмотрим схему Топология_9.sde. Исправлена ошибка с КН для СМВ, и устранено КЗ. Она собрана корректно, поэтому в ней появились две зоны защит на 10 кВ, а также защиты шин и линий 110 кВ. На рис. 5-46 показана корректная зона защит 10 кВ.

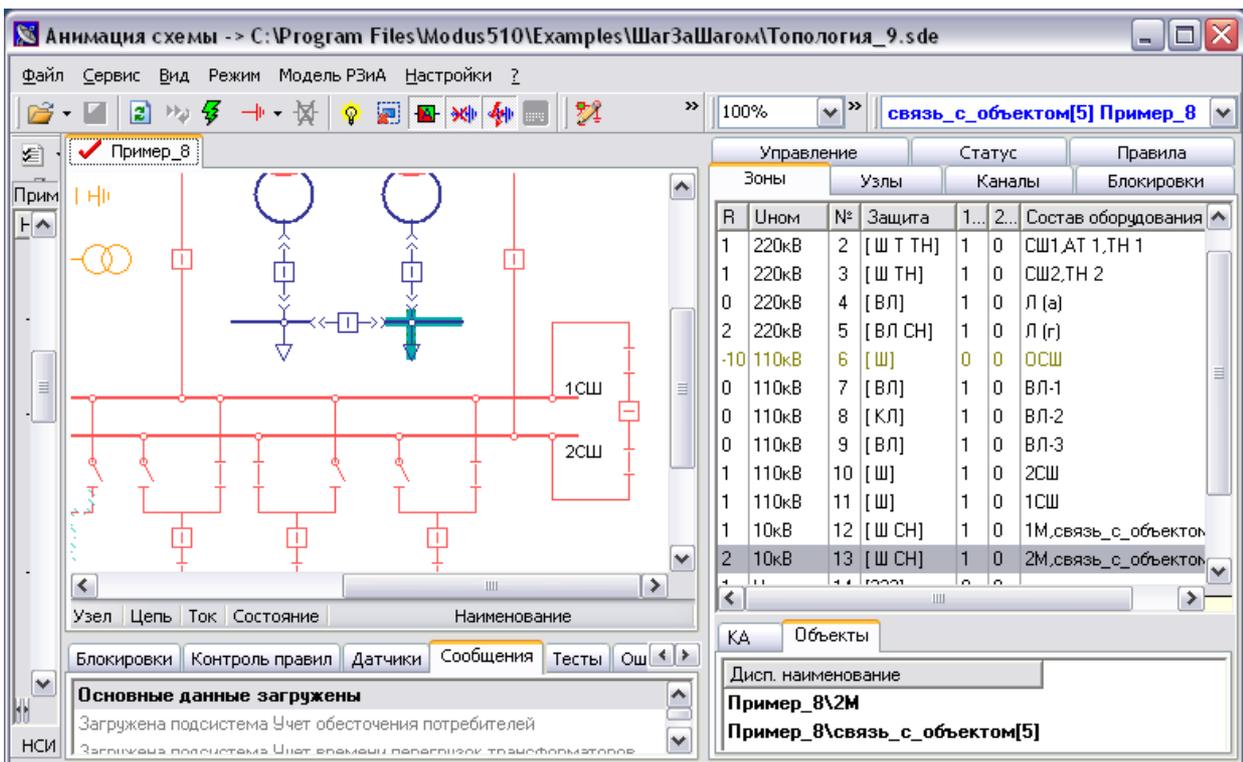


Рис. 5-87. Зона защиты для схемы с правильно определенным классом напряжения

5.13.6 Схема с обходной системой шин

Итак, рассмотрим схему Топология_9.sde подробно. Здесь показан весьма часто используемый вариант двойной системы шин с обходной системой шин (Рис. 5-88.) Опишем сформированные зоны защиты этой схемы.

The screenshot shows the 'Анимация схемы' (Scheme Animation) software interface. The main window displays a power system diagram with two 220 kV bus systems (1СШ and 2СШ) connected via two transformers (AT 1 and AT 2). The diagram includes various electrical components like switches, breakers, and busbars. On the right side, there is a table defining protection zones for different elements of the system.

Управление		Статус		Правила	
Зоны	Узлы	Каналы	Блокировки		
R	Уном	№	Защита	1...	2... C(
2	220кВ	1	[Т]	1	0 АТ
1	220кВ	2	[Ш Т ТН]	1	0 СЛ
1	220кВ	3	[Ш ТН]	1	0 СЛ
0	220кВ	4	[ВЛ]	1	0 Л
2	220кВ	5	[ВЛ СН]	1	0 Л
-10	110кВ	6	[Ш]	0	0 О(
0	110кВ	7	[ВЛ]	1	0 ВЛ
0	110кВ	8	[КЛ]	1	0 ВЛ
0	110кВ	9	[ВЛ]	1	0 ВЛ
1	110кВ	10	[Ш]	1	0 2С
1	110кВ	11	[Ш]	1	0 1С
1	10кВ	12	[Ш СН]	1	0 1М

Below the table, there is a list of objects (Объекты) with their display names (Дисп. наименование):

- Пример_8\СШ1
- Пример_8\АТ 1
- Пример_8\ТН 1
- Пример_8\ (а)
- Пример_8\ошиновка[10]
- Пример_8\ош АТ-1
- Пример_8\ошиновка[14]
- Пример_8\ошиновка[16]
- Пример_8\ (г)

Рис. 5-88. Зоны защит корректно построенной схемы с двойной системой шин с обходной системой шин

Здесь имеются две зоны защиты 220 кВ (линий «а» и «г») — **Зона(4)** и **Зона(5)**, две зоны защиты трансформаторов АТ-1 и АТ-2 — **Зона(1)** и **Зона(2)**, защита шин 220 кВ только для второй системы шин — **Зона(3)**.

Для первой системы шин 220 кВ на этой схеме создана схема мостика с помощью выключателей линий «а» и «г», т.е. трансформатор подключен к шине напрямую, а не через выключатель, как в случае АТ-2. Поэтому в эту зону защиты вошли устройства защиты

трансформатора и шины.

Так как АТ-2 подключен к шине через выключатель, то в данном случае система защиты шин выделена в самостоятельную зону. Поэтому здесь сформировано две зоны защиты— **Зона(1)** и **Зона(3)**.

Теперь рассмотрим защиты 110 кВ. На Рис. 5-89. показана зона обходной системы шин, а на обходной выключатель наведен указатель мыши.

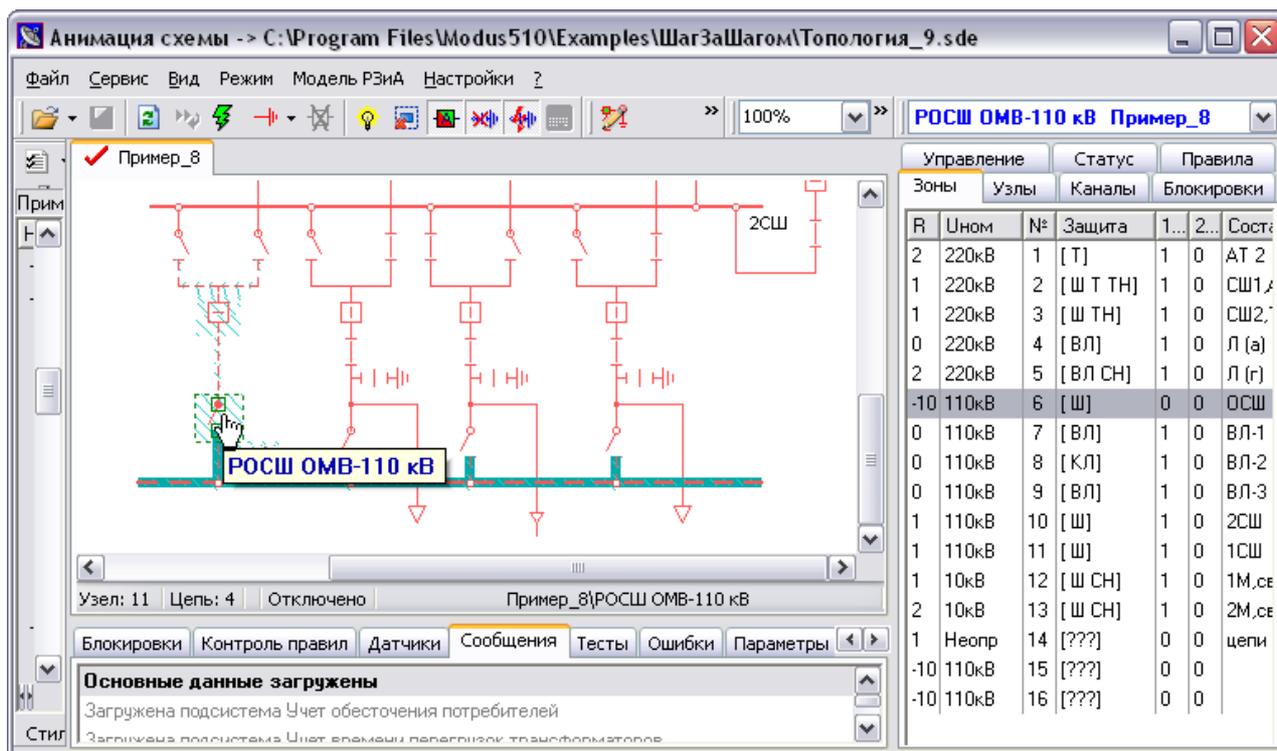


Рис. 5-89. Зона обходной системы шин с отключенным разъединителем

Кроме того, на 110 кВ установлено два комплекта защиты шин для защиты первой и второй систем шин— **Зоны (10)** и **(11)**. Состав выключателей для этих зон различается.

Для зоны 15 и зоны 16 определен радиус, равный –10. Для единственного выключателя в этой зоне радиус определен как –1. Это число означает не удаленность, а представляет собой признак особого назначения этого участка схемы: он предназначен для подмены другого присоединения на время ремонта его выключателя.

Для выключателя возможно также значение -1, что мы продемонстрируем на примере зон 12 и 13— защиты шин 10 кВ. Для выключателя, расположенного между ними (на Рис. 5-90. на него наведен указатель мыши) радиус имеет значение -1, что свидетельствует о том, что на этом выключателе собрано устройство АВР.

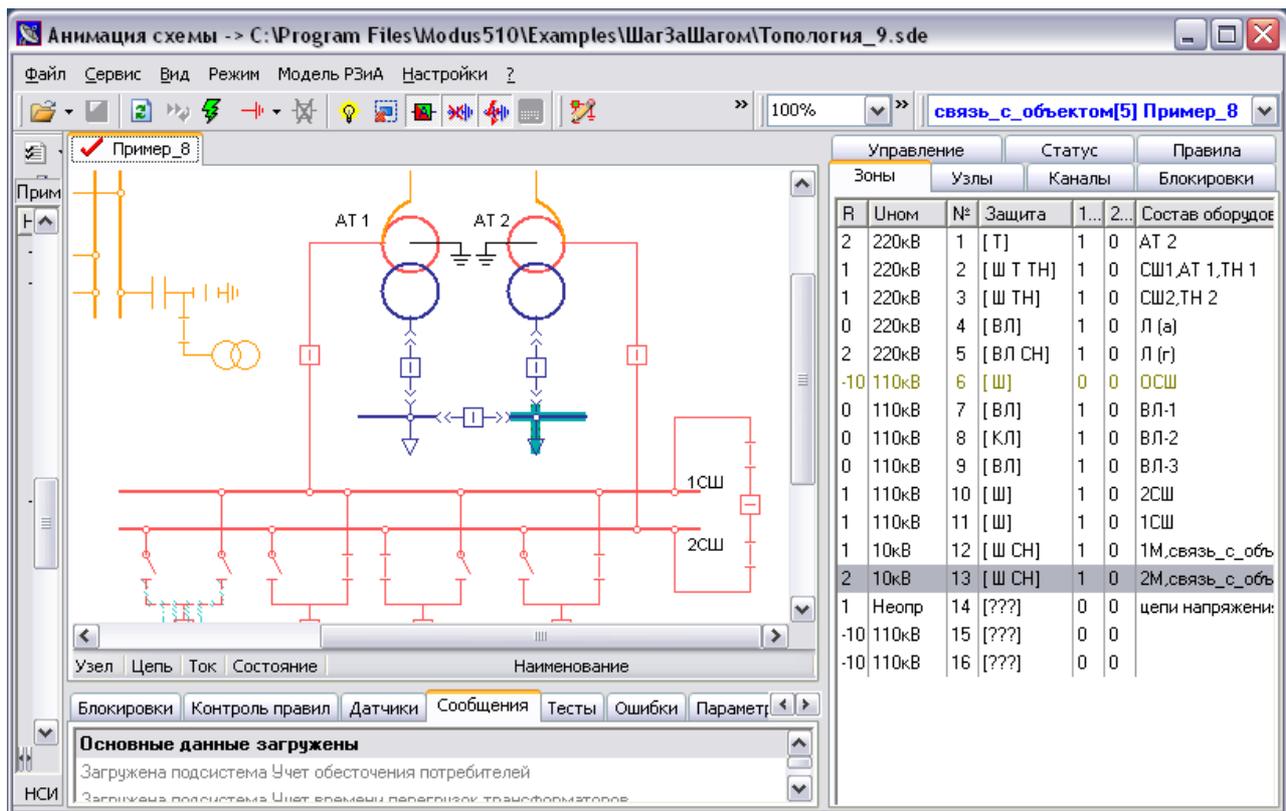


Рис. 5-90. Зоны защит для 10 кВ

Итак, суммируем сказанное. Отрицательные радиусы— это признаки особых зон или особых выключателей: 1 для выключателей— наличие АВР, -2 обозначает тупик, т.е. с другой стороны нет информации ни о потребителях, ни о нагрузке, ни об установленном оборудовании, -1 обозначает обходной выключатель, а для зон означает обходную систему шин.

Рассмотрим комплекты защитных устройств для различных зон. Например, комплекты защиты шин 110 кВ— для зоны 10 (Рис. 5-91.) В эту зону входят три выключателя: В-2, ВЛ-2 и ШСВ, что видно, когда Вы раскроете список коммутационных аппаратов для этой зоны.

Теперь раскроем комплект защиты Зона(10). Вы видите, что список оборудования для защиты шин состоит из четырех элементов: к трем, перечисленным ранее, добавился еще один выключатель— обходной системы шин ОМВ-110 кВ (Рис. 5-91.). Таким образом, состав оборудования, на которое действует система защит, больше, чем число выключателей около данной зоны.

Это означает, что действие защиты данной зоны можно перенастроить в соответствии с текущей коммутацией разъединителей.

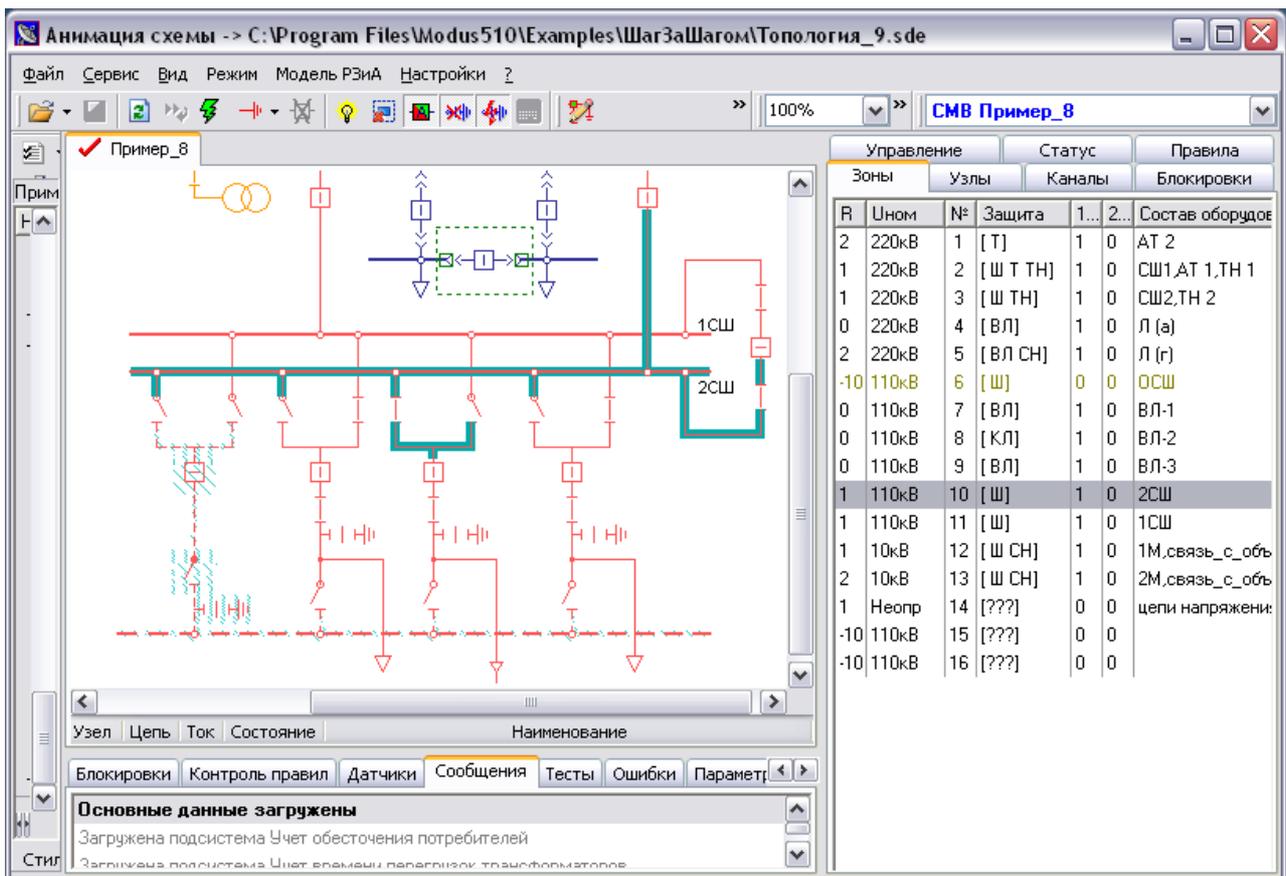


Рис. 5-91. Состав оборудования, на которое действует система защит

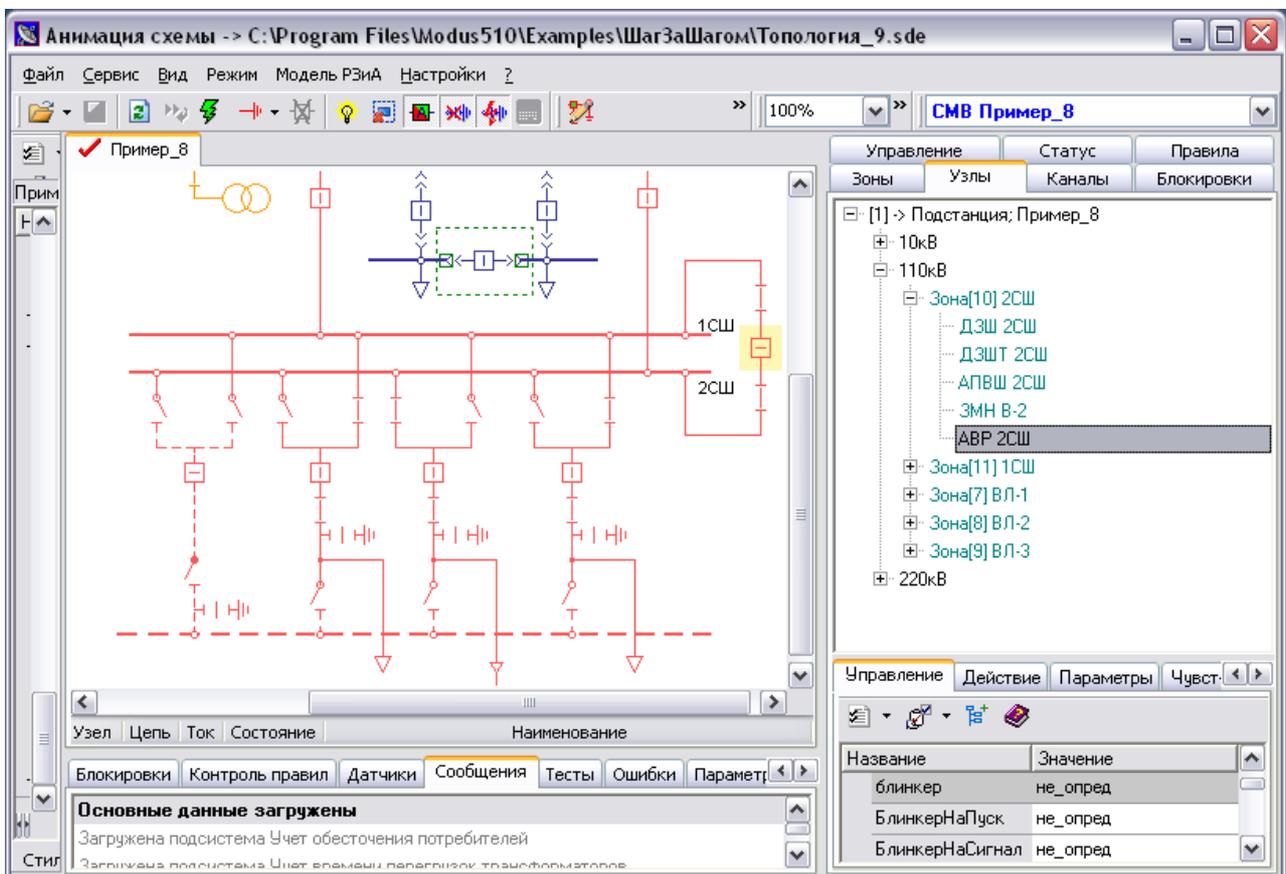


Рис. 5-92. Комплект защит Зоны(10)

5.14 Интерфейсные устройства защиты

В этом разделе рассказано об интерфейсных устройствах защиты: о том, для чего они нужны, как их назначать и каким образом они работают.

5.14.1 Для чего нужны интерфейсные устройства защиты

Как определить, что какая-то система защиты сработала? Удобно, когда о действии системы защит в каждом конкретном случае сигнализируют специальные устройства или индикаторы. Для визуализации этого как раз и предназначены органы управления защит.

Для сложных макетов реальных станций и подстанций, предназначенных для оперативного персонала, органы управления и сами схемы располагают на различных листах, или в терминах программного комплекса Modus,— вкладках. Этот случай описан в разделе «Работа интерфейсных устройств системы защит на примере схемы подстанции» этого тома документации.

Однако для того, чтобы с помощью ограниченного количества интерфейсных элементов продемонстрировать работу системы защит, мы поместили в стандартный комплект поставки схему Защита_1.sde. Она хранится в папке «ШагЗаШагом».

Кроме того, в схеме Защита_1.sde мы используем устройство релейной защиты и автоматики (РЗиА), которое заменит три других устройства индикации: блинкер, наклейки и табло индикации

Именно таким образом рекомендуется организовывать интерфейс устройств РЗиА в схемах, предназначенных для работы диспетчеров сетей и систем разного уровня.

Итак, сейчас никакие интерфейсные устройства не назначены. Посмотрим, как в этом случае визуально отображается работа системы защит. Для этого создадим на схеме Защита_1.sde неполадку. Например, повредим трансформатор АТ-1, задав для него короткое замыкание фаз А и В (Рис. 5-93.)

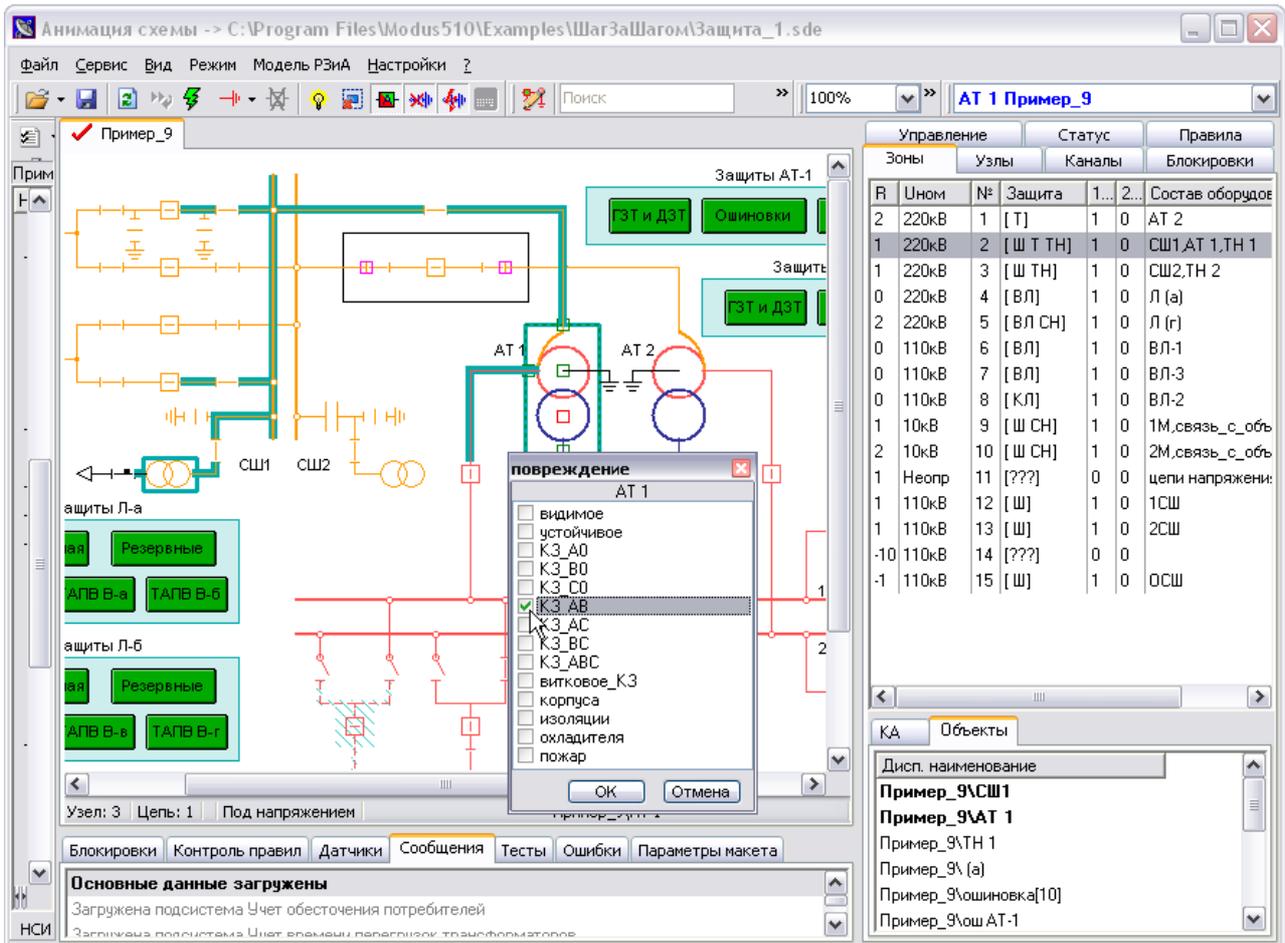


Рис. 5-93. Повреждение трансформатора АТ-1

В результате повреждения отключаются все выключатели, входящие в эту зону защиты (Рис. 5-94.), но никаких визуальных подтверждений того, что система защиты сработала, нет.

Анимация схемы -> C:\Program Files\Modus510\Examples\ШагЗаШагом\Защита_1.sde

Файл Сервис Вид Режим Модель РЗА Настройки ?

Поиск 100% АВР Пример_9

Пример_9

Защиты АТ-1

Защиты

ащиты Л-а

Резервные

АПВ В-а ТАПВ В-а

ащиты Л-б

Резервные

АПВ В-б ТАПВ В-б

Узел Цель Ток Состояние Наименование

Блокировки Контроль правил Датчики Сообщения Тесты Ошибки Параметры макета

Действие (Пример_9\ABP[положение]->квитировать): Транзакция 113711687

Команда выполнена: ("ABP": [положение] -> "готов")

Элемент "Пример_9\ABP" установлен в нормальное состояние

Управление		Статус		Правила		
Зоны	Узлы	Каналы	Блокировки			
R	Ином	№	Защита	1...	2...	Состав оборудо
2	220кВ	1	[Т]	1	0	АТ 2
1	220кВ	2	[Ш Т ТН]	1	0	СШ1,АТ 1,ТН 1
1	220кВ	3	[Ш ТН]	1	0	СШ2,ТН 2
0	220кВ	4	[ВЛ]	1	0	Л (а)
2	220кВ	5	[ВЛ СН]	1	0	Л (г)
0	110кВ	6	[ВЛ]	1	0	ВЛ-1
0	110кВ	7	[ВЛ]	1	0	ВЛ-3
0	110кВ	8	[КЛ]	1	0	ВЛ-2
1	10кВ	9	[Ш СН]	1	0	1М,связь_с_обь
2	10кВ	10	[Ш СН]	1	0	2М,связь_с_обь
1	Неопр	11	[???	0	0	цепи напряжени:
1	110кВ	12	[Ш]	1	0	1СШ
1	110кВ	13	[Ш]	1	0	2СШ
-10	110кВ	14	[???	0	0	
-1	110кВ	15	[Ш]	1	0	ОСШ

КА Объекты

Дисп. наименование

Пример_9\СШ1

Пример_9\АТ 1

Пример_9\ТН 1

Пример_9\ (а)

Пример_9\ошиновка[10]

Пример_9\ош АТ-1

Рис. 5-94. Нет визуальных подтверждений того, что сработала система защиты

Это произошло потому, что работа устройств защиты пока не настроена. В этом мы можем убедиться, открыв для зоны защит трансформатора АТ-1 комплект защитных устройств [ветвь Узлы, элемент Зона(2), далее— элемент Управление]. На Рис. 5-95. на этот элемент наведен указатель мыши: Вы видите, что для устройства РЗА нет данных.

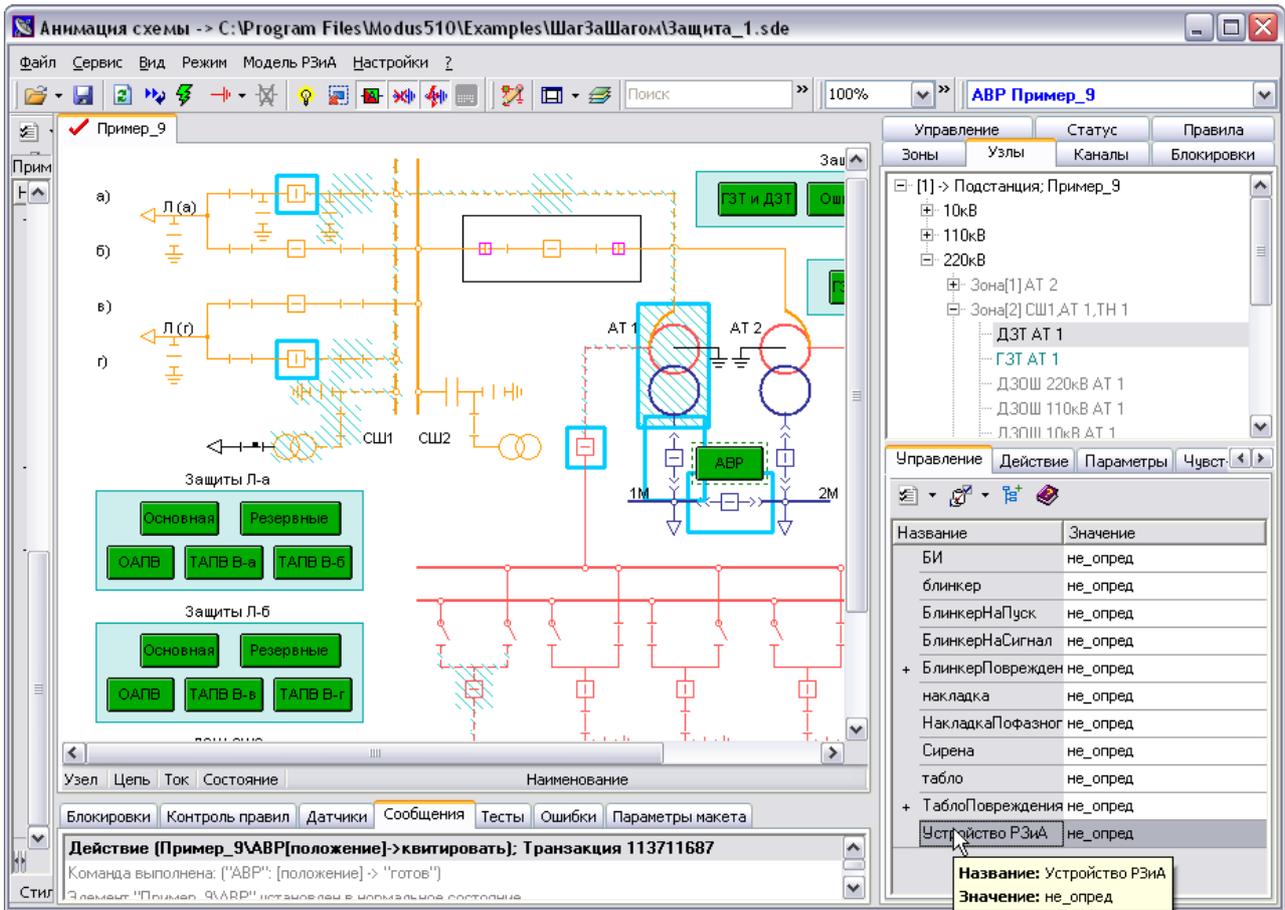


Рис. 5-95. Для устройства РЗА не назначены данные

На этой схеме органы управления и отображения работы системы защит расположены на одной странице— той, где расположена и сама схема. Органы управления и отображения работы системы защит изображены в виде зеленых прямоугольников, на каждом из которых написано название комплекта устройств системы защит. При таком маленьком масштабе, как на Рис. 5-95. названий не видно, однако, когда мы будем рассказывать о назначении органов управления для каждого элемента схемы, мы покажем на рисунках фрагменты схемы, и тогда эти названия станут видны.

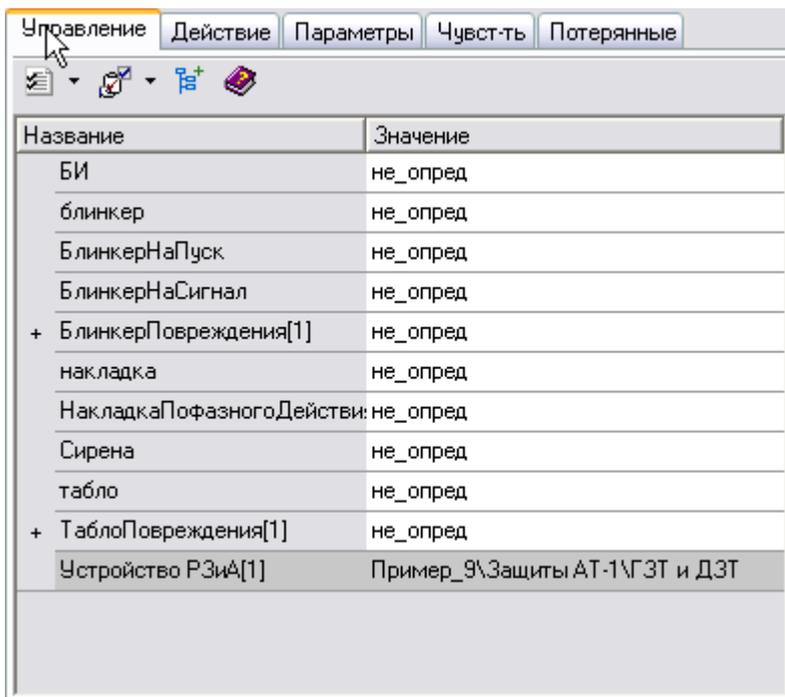
5.14.2 Как назначить интерфейсные устройства защиты

Чтобы назначить данные органам управления, применяется метод «перетащить и отпустить». То есть надо взять на схеме левой кнопкой мыши прямоугольник с названием «ГЗТ и ДЗТ» и перетащить его на закладку **Управление** элемента ГЗТ АТ1 комплекта устройств **Зона(2)**, а также элемента ДГЗТ АТ1.

В результате этой операции изменится последний элемент в наборе **Органы управления** устройств ГЗТ АТ1 и ДГЗТ АТ1. В строке **Устройство РЗА** появится название конкретного элемента схемы, для которого он назначен (Рис. 5-96.)

Проделайте те же операции для остальных устройств защиты. Методом «перетащить и отпустить» назначьте данные для устройств защиты линий разных классов напряжения: ДЗОШ 220кВ, ДЗОШ 110кВ и ДЗОШ 10кВ. Затем назначьте «резервные защиты» на устройства ДЗ АТ1 и МТЗНП АТ1. Для КИВ никаких устройств защиты в данном случае назначать не будем.

О том, как работают интерфейсные устройства защиты, рассказано в разделах «Работа интерфейсных устройств защиты на примере трансформатора АТ-2».



Название	Значение
БИ	не_опред
блинкер	не_опред
БлинкерНаПуск	не_опред
БлинкерНаСигнал	не_опред
+ БлинкерПовреждения[1]	не_опред
накладка	не_опред
НакладкаПоФазногоДействи:	не_опред
Сирена	не_опред
табло	не_опред
+ ТаблоПовреждения[1]	не_опред
Устройство РЗиА[1]	Пример_9\Защиты АТ-1\ГЗТ и ДЗТ

Рис. 5-96. Теперь данные для устройства РЗиА назначены

5.14.3 Как отменить назначение интерфейсных устройств защиты

Если надо отменить назначение интерфейсного устройства защиты для конкретного устройства защиты, щелкните правой кнопкой мыши строку **Управление** в комплектах защит и выберите в появившемся контекстном меню вариант **Очистить** (Рис. 5-97.)

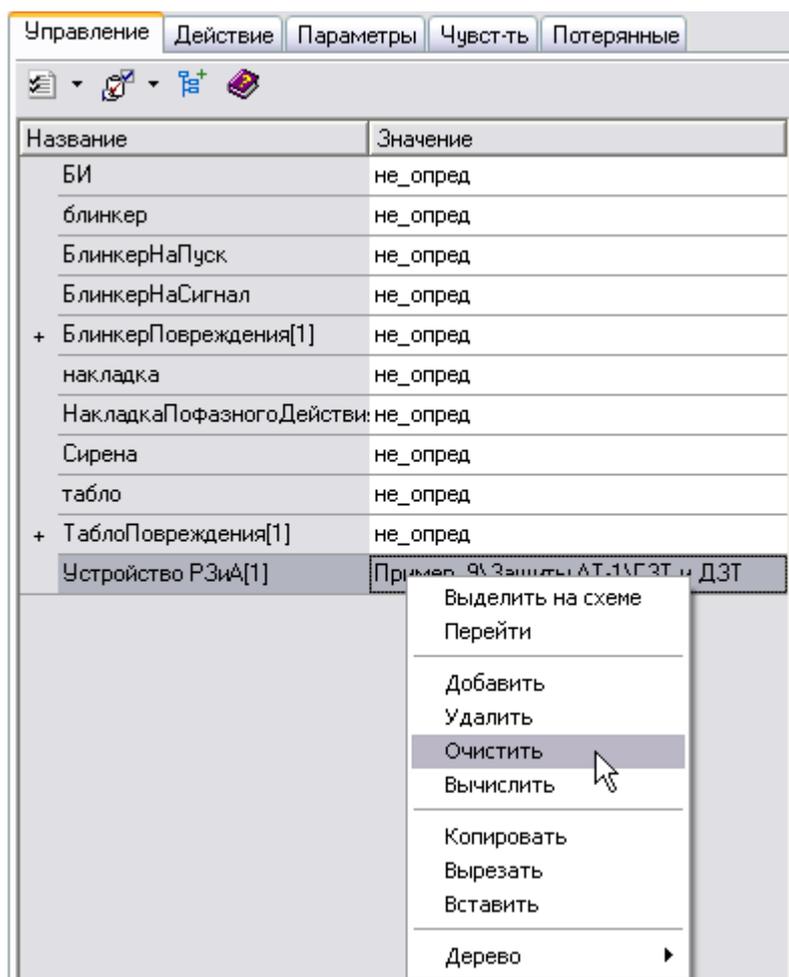


Рис. 5-97. Отмена назначения интерфейсных устройств защиты

Назначение интерфейсного устройства защиты РзиА будет отменено.

5.14.4 Изменение состояния устройства защиты

Устройство может находиться в одном из трех состояний: готов (когда устройство готово к работе), выведен (устройство отключено) и сработал.

Все эти состояния, или положения, отображаются на панели **Команды**, доступной из меню **Вид** (Рис. 5-98.)

Здесь показано устройство, которое находится в состоянии «готов». Вы можете изменить его состояние непосредственно в панели **Команды**.

Кроме того, можно воспользоваться средствами контекстного меню, открытого для данного устройства. В нем доступны любые две из трех возможностей: квитиловать (перевести в состояние «готов»), вывести (отключить) или опробовать (перевести в состояние «сработал»). Эти возможности комбинируются попарно в меню, исключая то, которое определяет состояние устройства в данный момент.

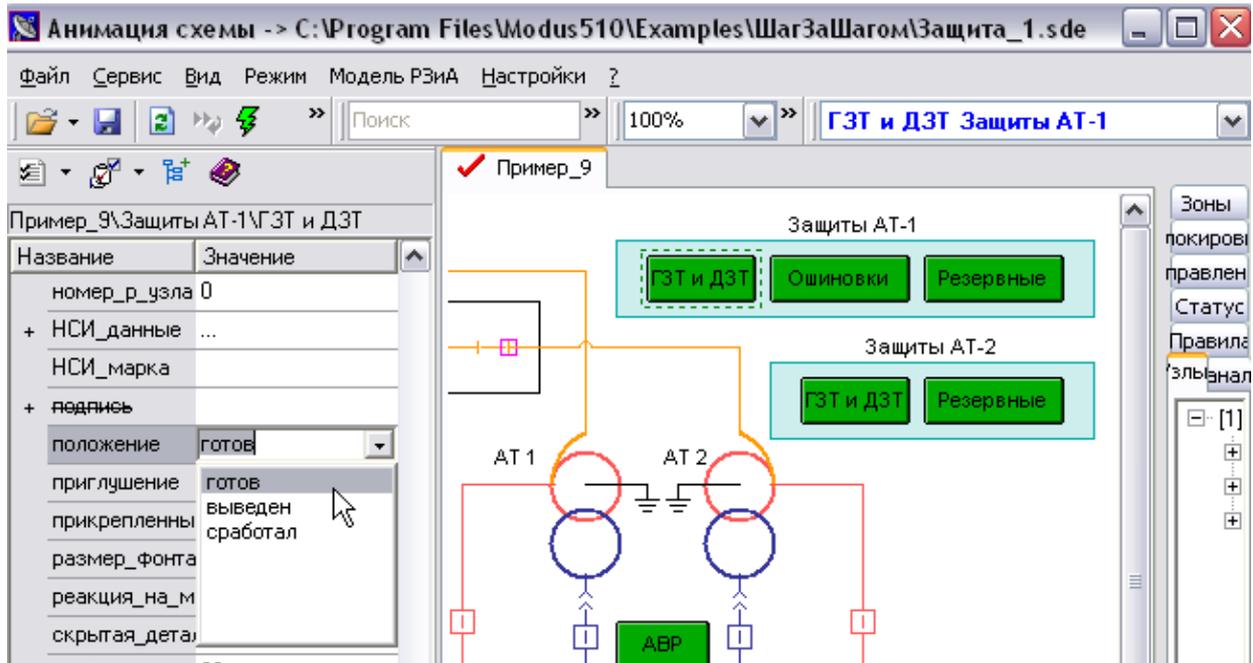


Рис. 5-98. Возможные положения устройства защиты

Например, для устройства «ГЗТ и ДЗТ», которое находится в состоянии готовности, доступны возможности **опробовать** и **вывести** (Рис. 5-99.)



Рис. 5-99. Изменение положения средствами контекстного меню

5.14.5 Работа устройств защиты на примере трансформатора АТ-1

Теперь, когда данные органам управления назначены, попробуем проверить, как визуально отображается работа системы защит. Для этого еще раз назначим такую же неполадку трансформатора АТ-1— КЗ АВ, как и в предыдущий раз (Рис. 5-100.)

На схеме видно (Рис. 5-100.), что выключатели отключились, но кроме этого изменился цвет устройства на схеме— прямоугольник с названием «ГЗТ и ДЗТ» и прямоугольник АВР стали красного цвета.

Кроме того, изменились и их состояния. В данном случае устройство находится в

состоянии «сработал».

Верните схему в исходное состояние и назначьте повреждение для ошиновки трансформатора АТ-1. В этом случае срабатывает устройство защиты ошиновки (Рис. 5-101.)

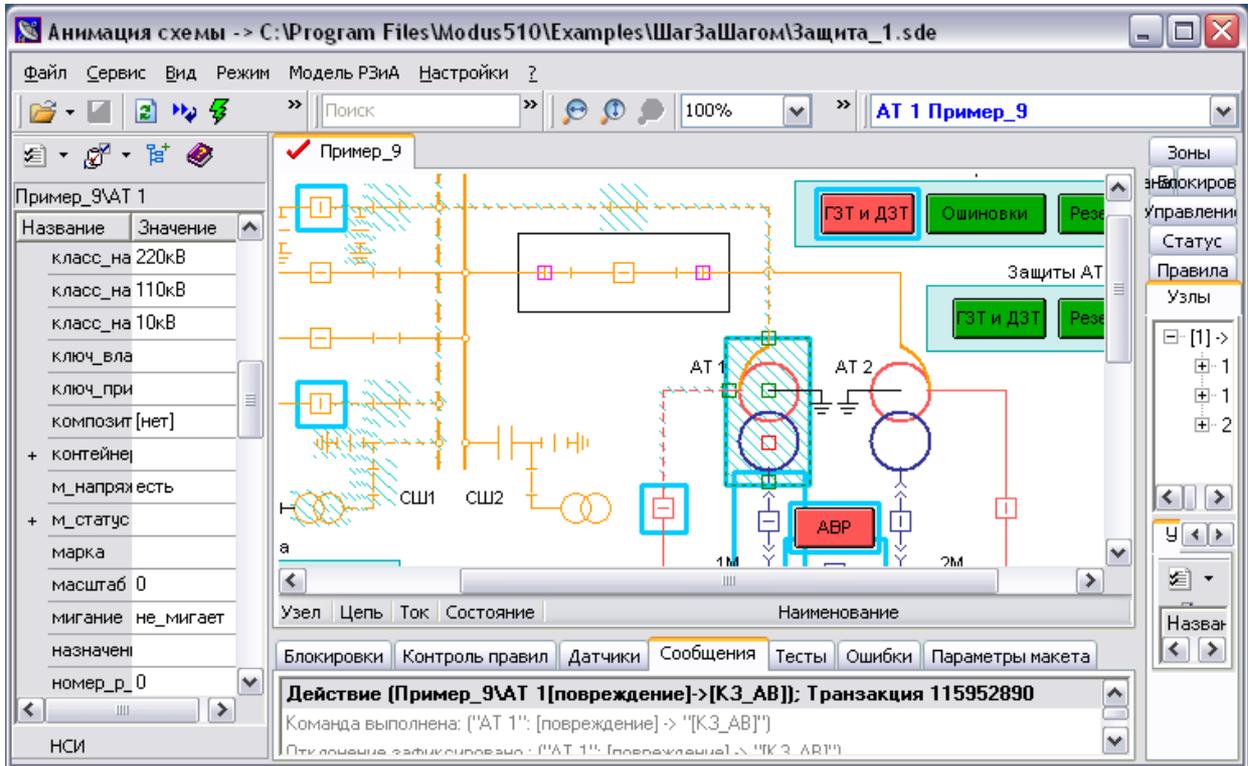


Рис. 5-100. Изменение внешнего вида устройства защиты трансформатора на схеме

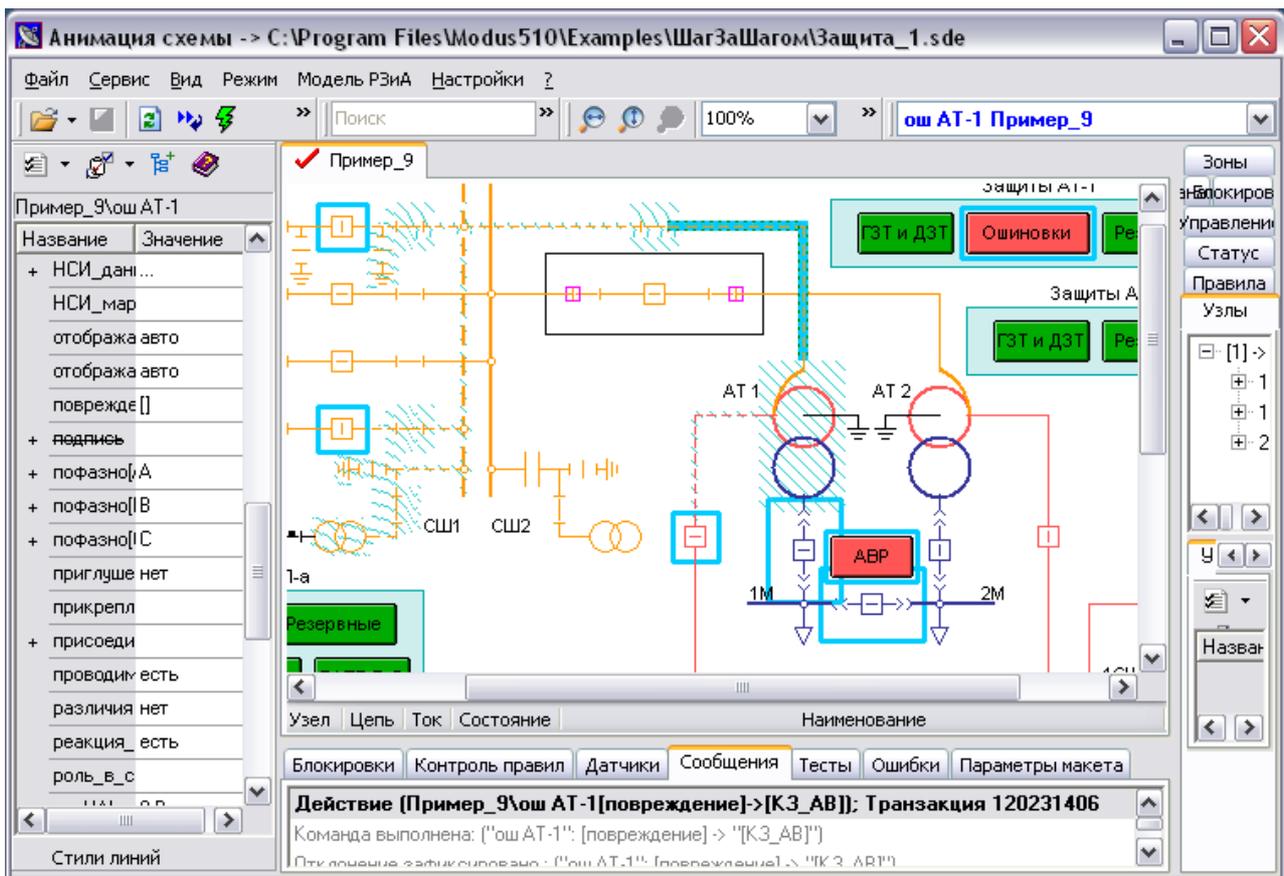


Рис. 5-101. Изменение внешнего вида устройства защиты ошиновки на схеме

Если вернуть схему в нормальное состояние, затем отключить устройство защиты ошиновки, щелкнув строку контекстного меню **вывести** (в этом случае цвет устройства защиты станет серым), и еще раз назначить повреждение ошиновке трансформатора, то о работе системы защиты будет свидетельствовать резервное устройство (Рис. 5-102.)

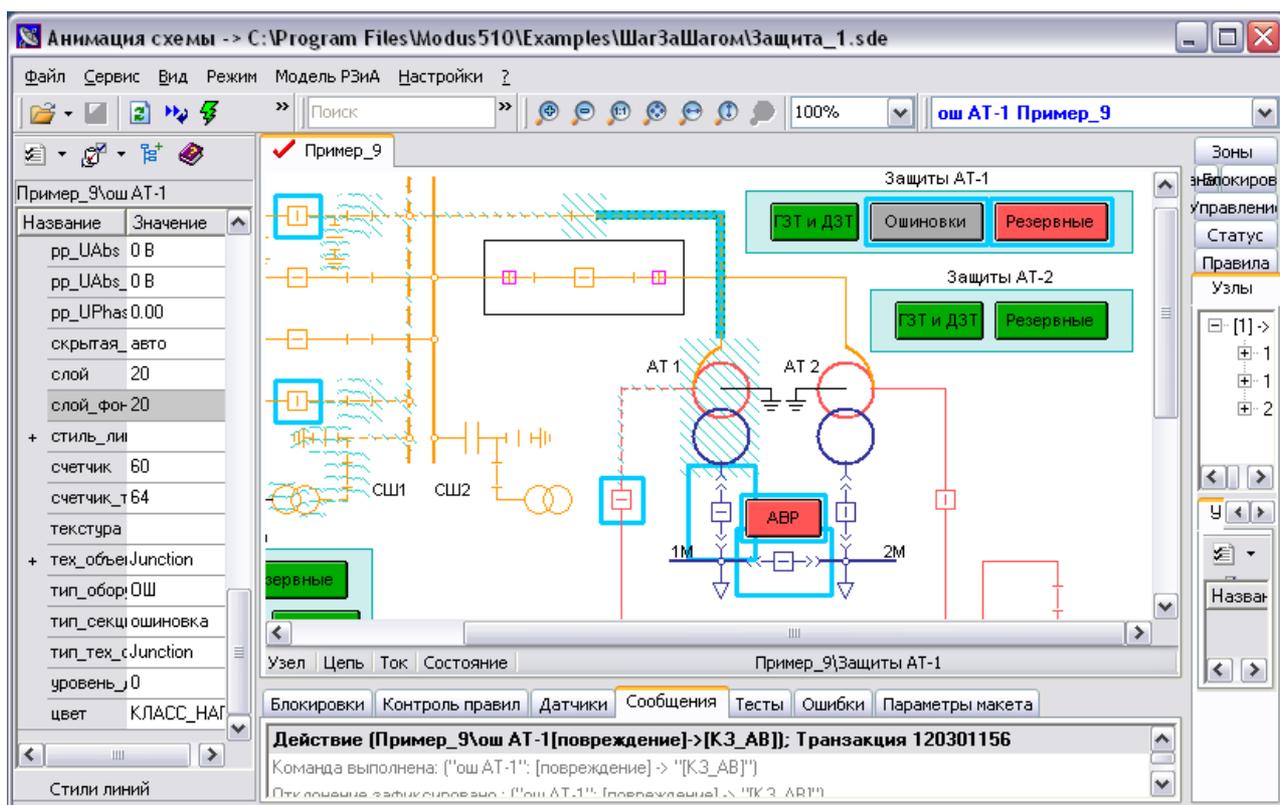


Рис. 5-102. Работа резервного устройства защиты

5.14.6 Работа устройств защиты на примере трансформатора AT-2

Теперь рассмотрим работу системы защит на примере трансформатора AT-2. Для него создан несколько иной комплект устройств защиты. Он состоит из двух комплектов: «ГЗТ и ДЗТ» и «Резервные». Смоделируем ситуацию, когда дифференциальная защита трансформаторов включает и защиту ошинок трансформаторов.

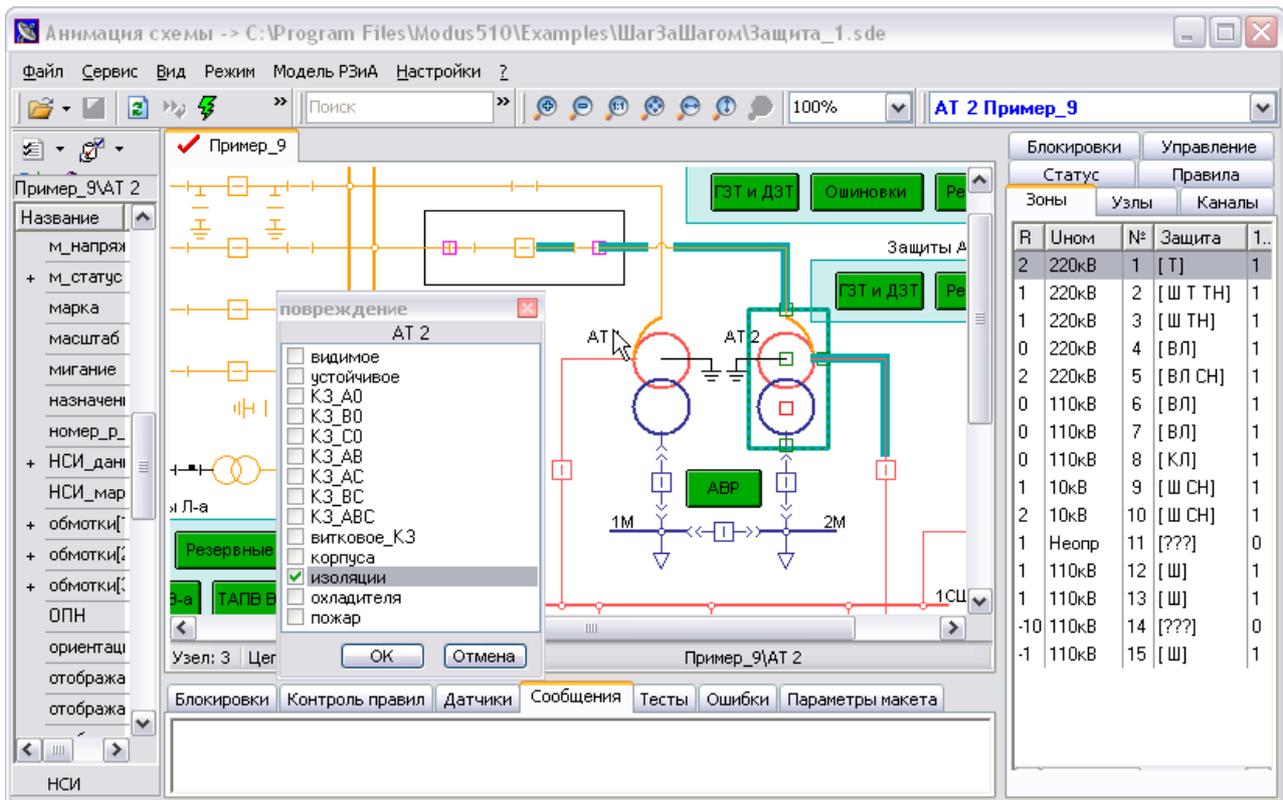


Рис. 5-103. Назначение повреждения изоляции трансформатора АТ-2

Назначьте устройство «ГЗТ и ДЗТ» следующим комплектам защиты в дереве защит: ГЗТ, ДЗОШ всех классов напряжения и ДЗТ. В этом случае индикатор «ГЗТ и ДЗТ» будет работать и при возникновении повреждений на ошиновке. Отличить повреждение ошиновки от повреждения трансформатора не удастся.

В качестве резервных назначьте комплекты защит АТ-2: ДЗ, МТЗНП и КИВ. Теперь проверьте работу устройств защиты. Назначьте повреждения изоляции трансформатора АТ-2

В результате сработает резервная система защиты, что отобразится на схеме (Рис. 5-104.)

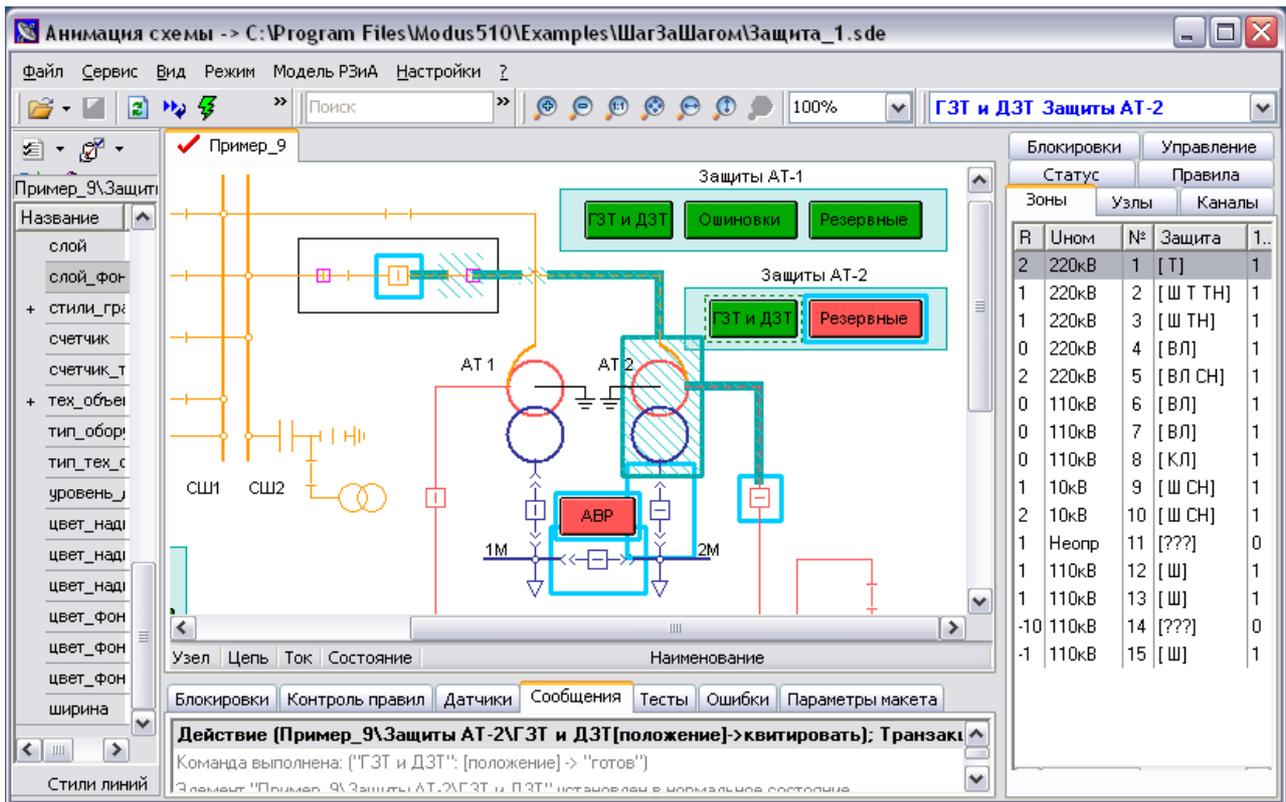


Рис. 5-104. Результат срабатывания резервной системы защит

5.14.7 Работа устройств системы защит для линий

Продemonстрируем работу устройств системы защит на примере линий.

Укомплектуем интерфейс защит для линии «а» (зона 4) (Рис. 5-105.)

Назначим основной комплект защиты устройству ДФЗ (ВЧ), а в качестве резервных определим все остальные защиты: ДЗ, МТЗНП и МФТО. Кроме того, в этом случае предусмотрена возможность работы с устройствами автоматического повторного включения. Назначим ОАПВ и АПВ каждого выключателя этой зоны.

Теперь попытаемся включить заземляющий нож линии «а». При этом программа генерирует предупреждения «объект заблокирован», «заземляющий нож включен под напряжением», «полнофазное короткое замыкание на землю».

Если мы пренебрежем всеми этими предупреждениями, то на данном участке произойдет КЗ на землю и оба выключателя будут отключены. Об этом свидетельствует индикатор основной защиты (Рис. 5-106.)

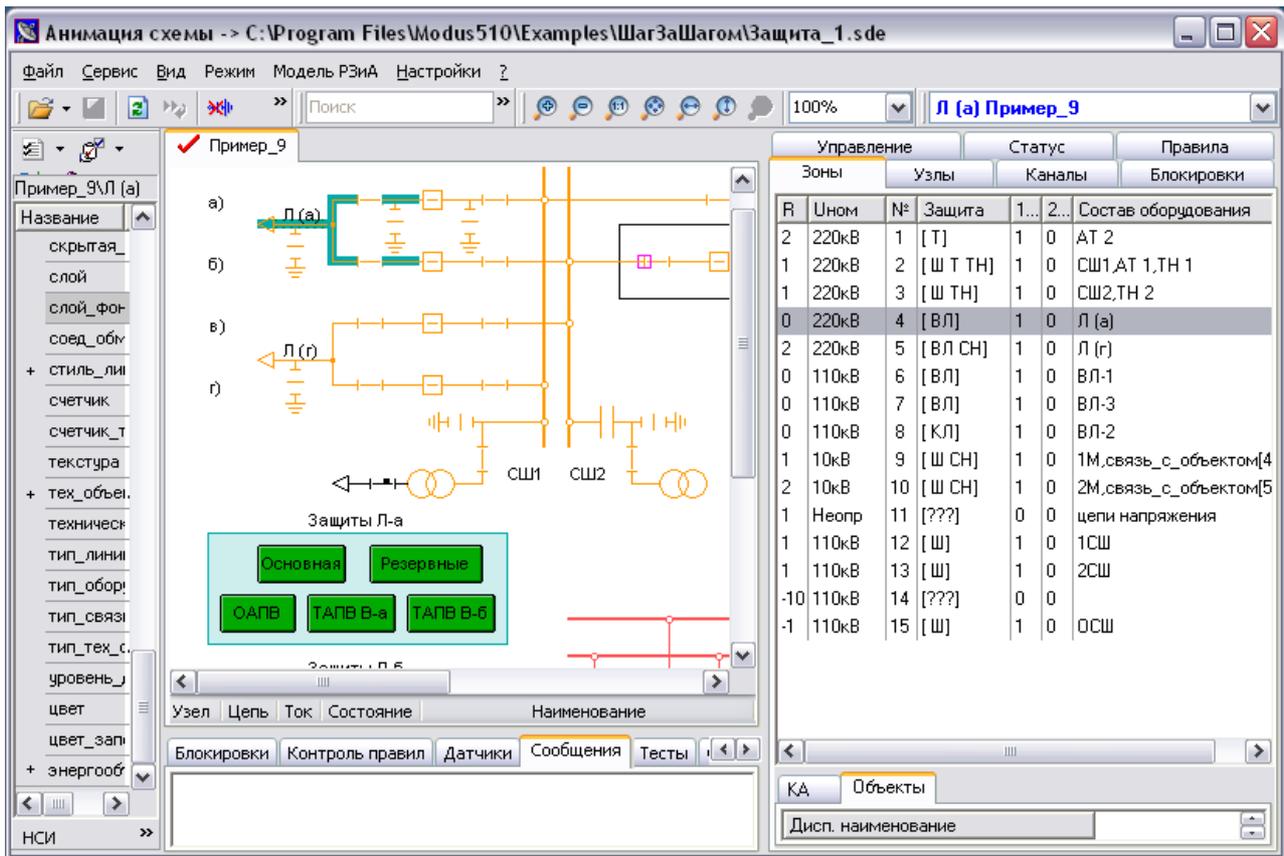


Рис. 5-105. Назначение устройств защиты для линии «а» (зона 4)

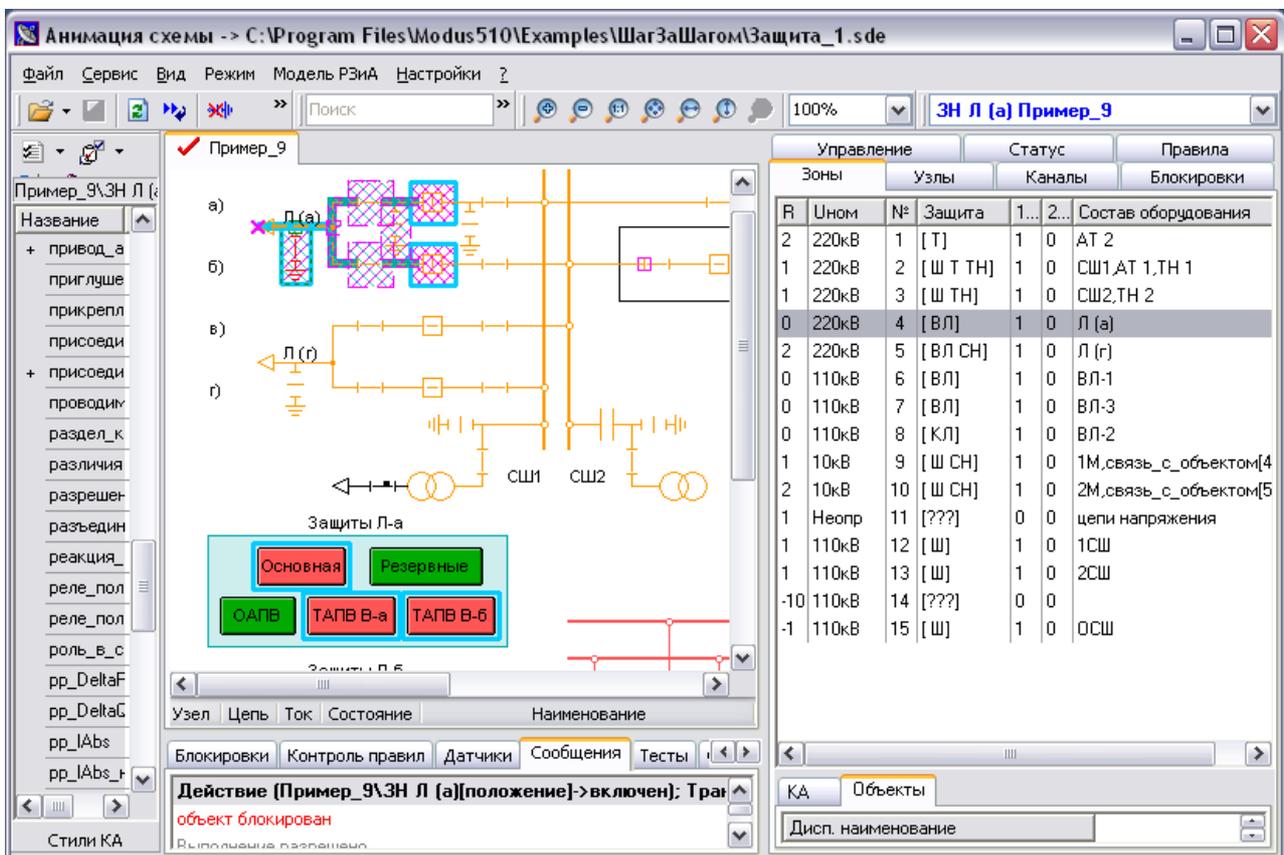


Рис. 5-106. Отображение работы основной системы защит линии

Все эти действия зафиксированы в протоколе событий (Рис. 5-107.)



Рис. 5-107. Протокол работы основной защиты линий

Обратите внимание, что в данном случае (Рис. 5-107.) указано, что с помощью какого устройства (например, основной защиты линий) отключен выключатель.

5.14.8 Работа устройств системы защит для шин

Рассмотрим работу интерфейсных устройств системы защит на примере второй системы шин 220 кВ (Рис. 5-108.) Назначим индикатор «Готовность» устройствам ДЗШ и ДЗШТ, а АПВШ — АПВ второй системы шин.

Теперь назначим повреждение на второй системе шин, например однофазное короткое замыкание. В результате сработали оба устройства (Рис. 5-109.)

Обратите внимание, что система шин осталась включенной, так как повреждение

определено как неустойчивое и в результате произошла его самоликвидация.

То есть устройство АПВШ сработало и подало напряжение на систему шин. Действие системы защиты отображено в протоколе журнала.

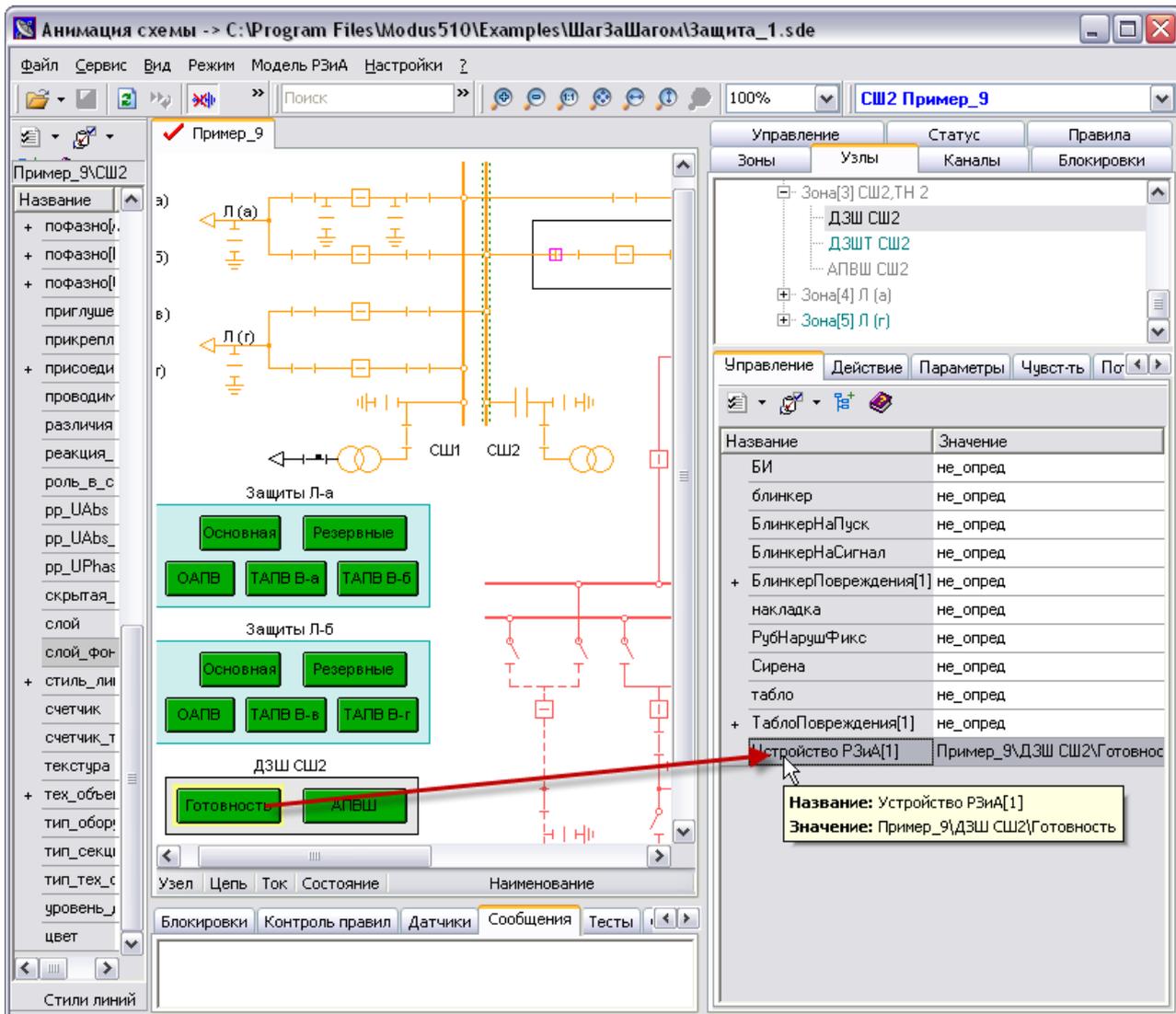


Рис. 5-108. Назначение устройств системы защит на примере системы шин 220кВ

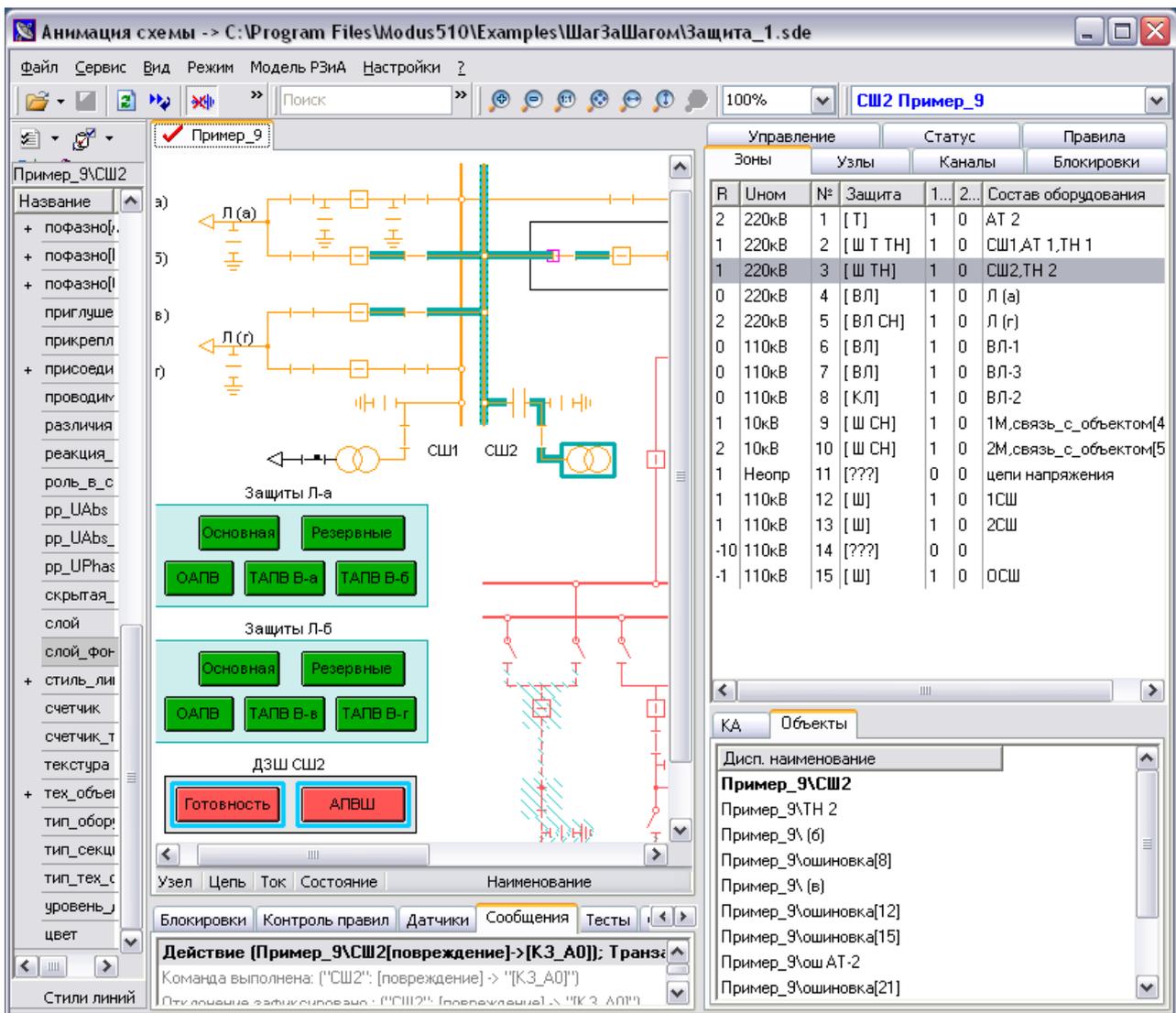


Рис. 5-109. Отображение работы интерфейсных устройств системы защит линий при однофазном КЗ

5.14.9 Работа устройств системы защит на примере схемы 10 кВ

Продemonстрируем работу интерфейсных устройств системы защит схемы 10 кВ. Для максимальной токовой защиты интерфейсные устройства назначать не будем. Назначим устройство для АВР первого моста (Рис. 5-110.)

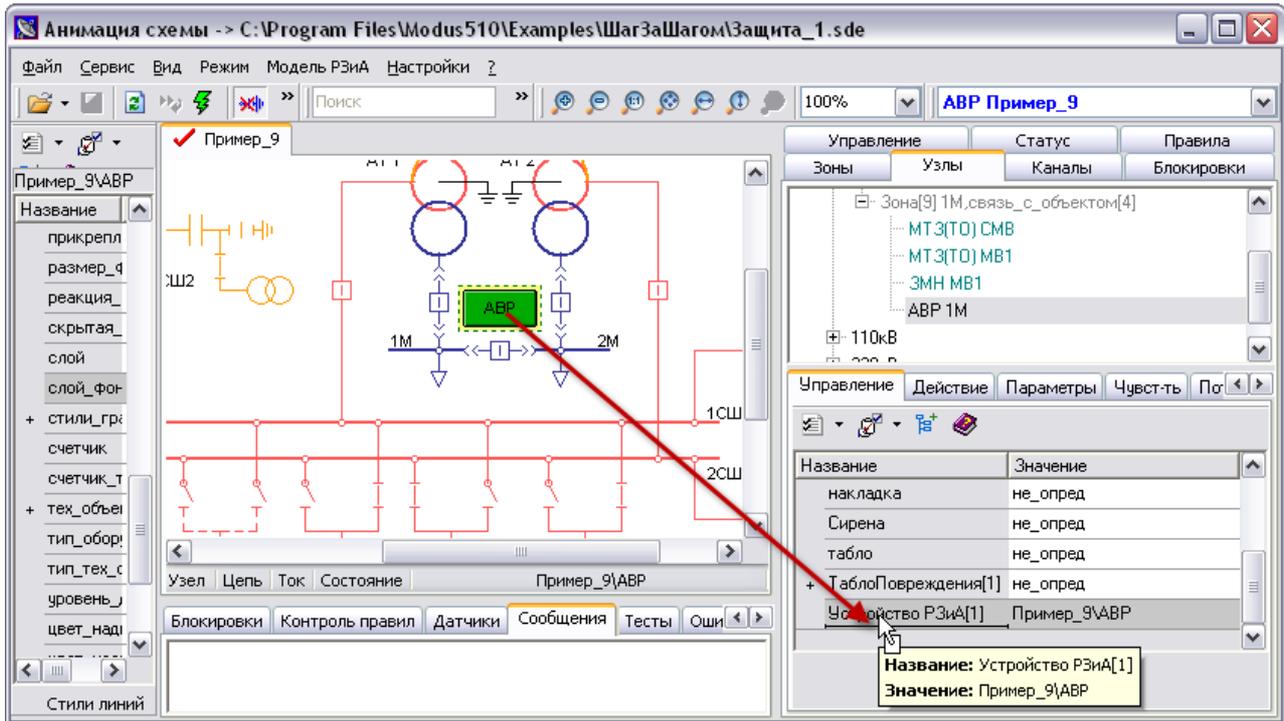


Рис. 5-110. Назначение устройств системы защит на примере схемы 10кВ

Прделаем ту же операцию для второго моста. Таким образом, мы назначили один и тот же орган управления назначен для нескольких групп устройств.

Теперь отключим выключатель первого моста. Однако отключение потребителей не произойдет, так как автоматически был включен смежный выключатель. Это произошло в результате действия АВР, о чем свидетельствует изменение цвета индикатора на схеме (Рис. 5-111.)

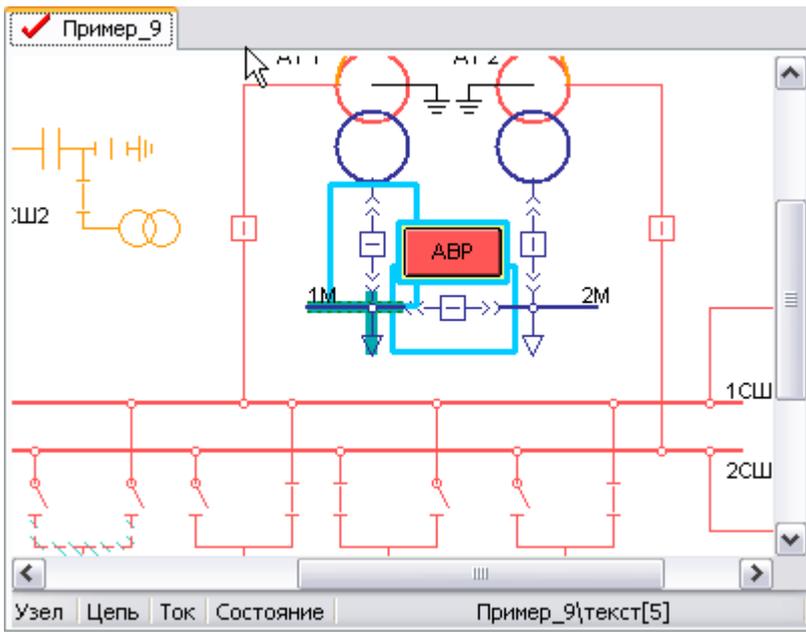


Рис. 5-111. Отображение работы интерфейсных устройств системы защит схемы 10 кВ
Эти события зафиксированы в протоколе событий (Рис. 5-112.)

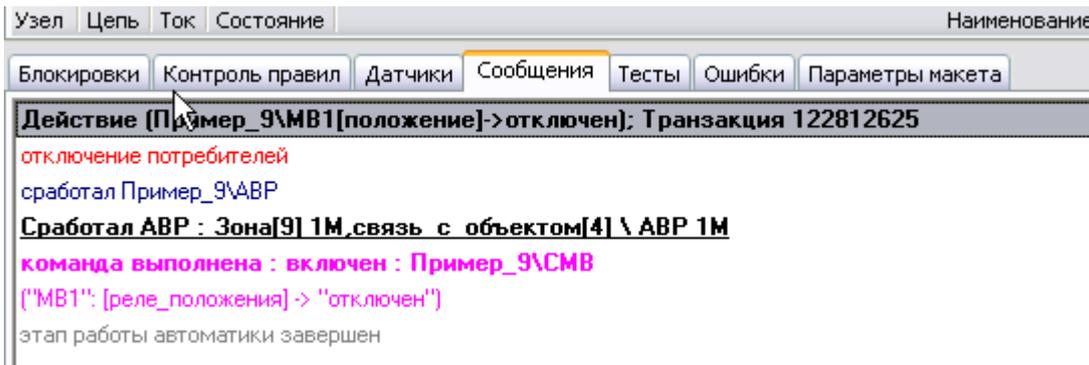


Рис. 5-112. Протокол работы устройства автоматического ввода резерва

5.14.10 Работа устройств системы защит на примере схемы подстанции

Для схемы станции или подстанции состав органов управления значительно шире, чем тот, что мы использовали для примера в схеме Защита_1.sde. В них, как правило, используются такие средства индикации, как блинкеры, наклейки и табло индикаторов. Проиллюстрируем работу системы защиты схемы подстанции на примере схемы Maisk.sde, которая входит в стандартный комплект поставки программных продуктов Modus и хранится в папке «ШагЗаШагом».

В этой схеме все комплекты защит уже назначены. Однако технология назначения интерфейсных элементов Вам известна (она описана в предыдущих разделах этого тома документации), поэтому сейчас речь пойдет об особенностях работы системы защит— в

данном случае о работе комплекта защиты двойной системы шин с обходной линией.

Откроем схему Maisk.sde и посмотрим, как сформированы комплекты защит для нее в дереве защит. На Рис. 5-113. показана зона защит первой системы шин (зона 7). Кроме того, в дереве защит отображается зона (зона 5) с индексом -1, которая соответствует обходной системе шин

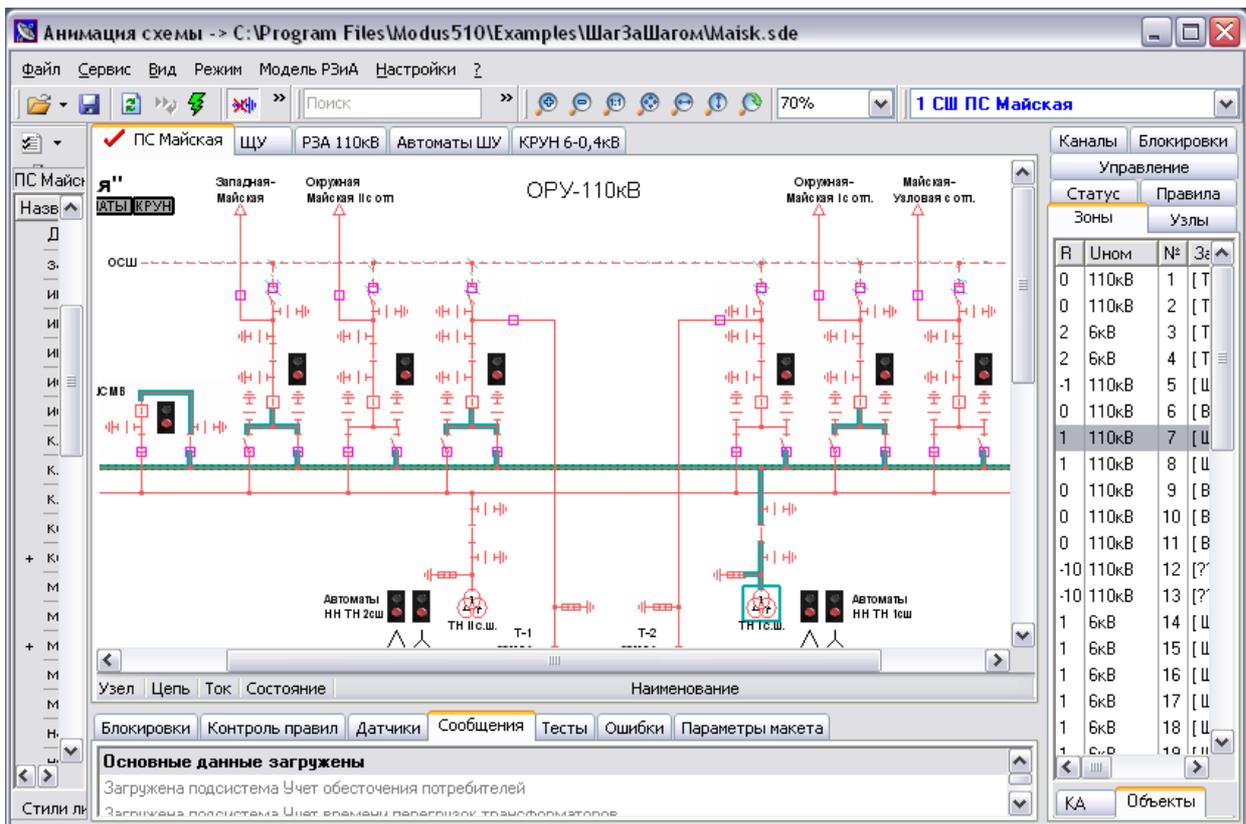


Рис. 5-113. Зона защит СШИ схемы Maisk.sde

Теперь посмотрим, какие комплекты защит назначены для этой зоны (Рис. 5-114.) Обратите внимание, что вместо устройств РЗаА назначены блинкер, накладка и индикатор.

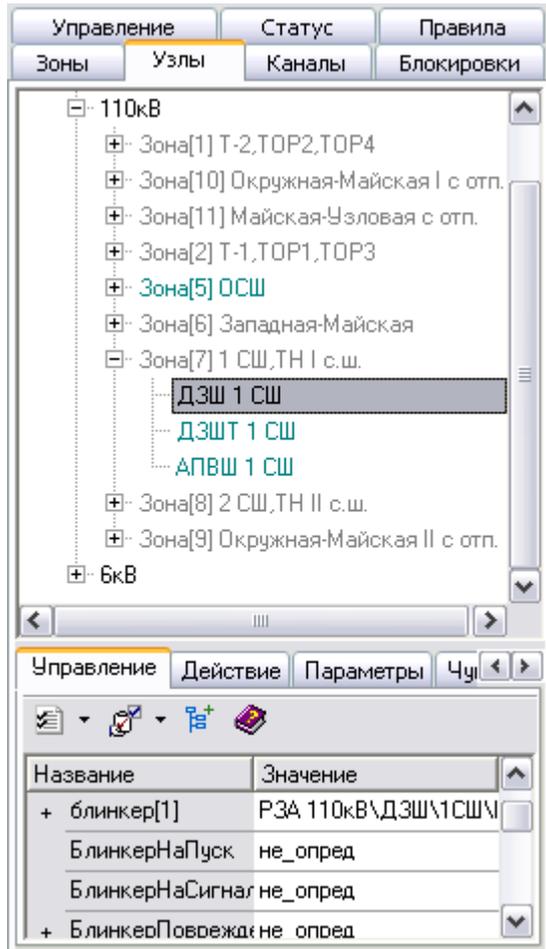


Рис. 5-114. Комплекты защит для зоны защит СШ1

Откроем вкладку **РЗА 110 кВ** и рассмотрим на ней комплект дифференциальной защиты шин. Здесь отображаются два комплекта защит, в которых назначены, как минимум, блинкеры автоматического повторного включения (БЛ АПВШ) и защиты шин.

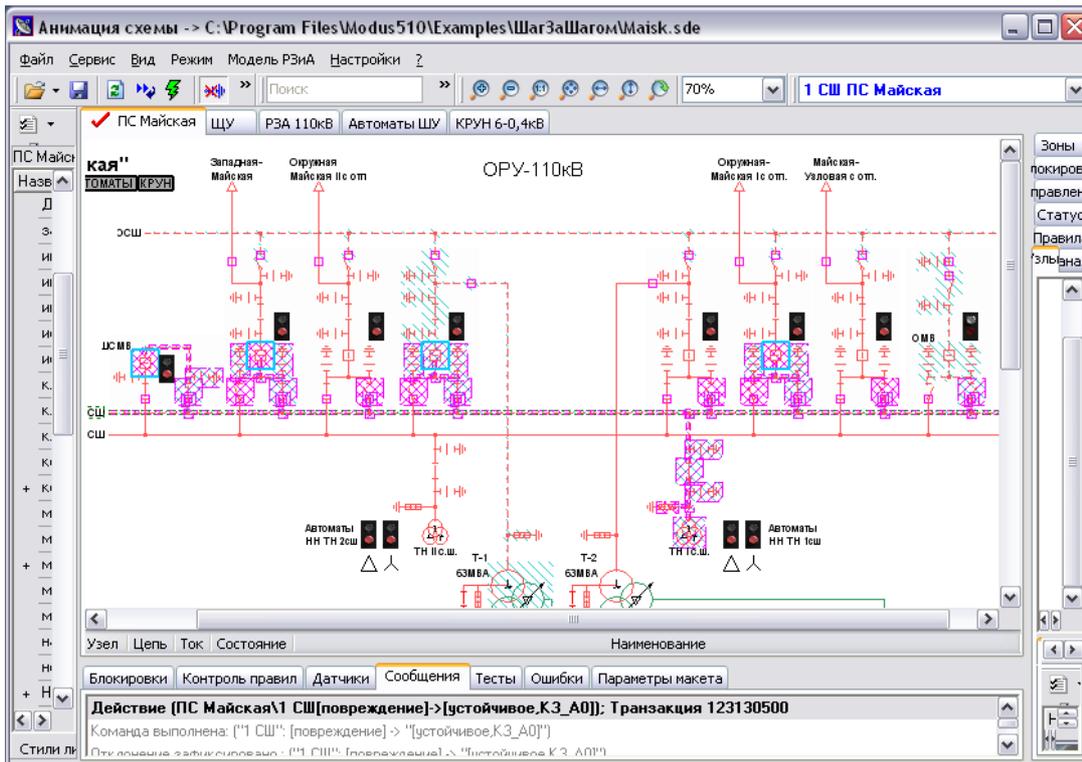


Рис. 5-115. Отключение 1 СШ в результате КЗ

Теперь назначим повреждение, например устойчивое КЗ СО, на первой системе шин и посмотрим, как отреагирует система защит. В результате короткого замыкания первая система шин отключилась посредством выключателей своего присоединения (Рис. 5-115.)

На щите управления загорелось табло ДЗШ (Рис. 5-116.)

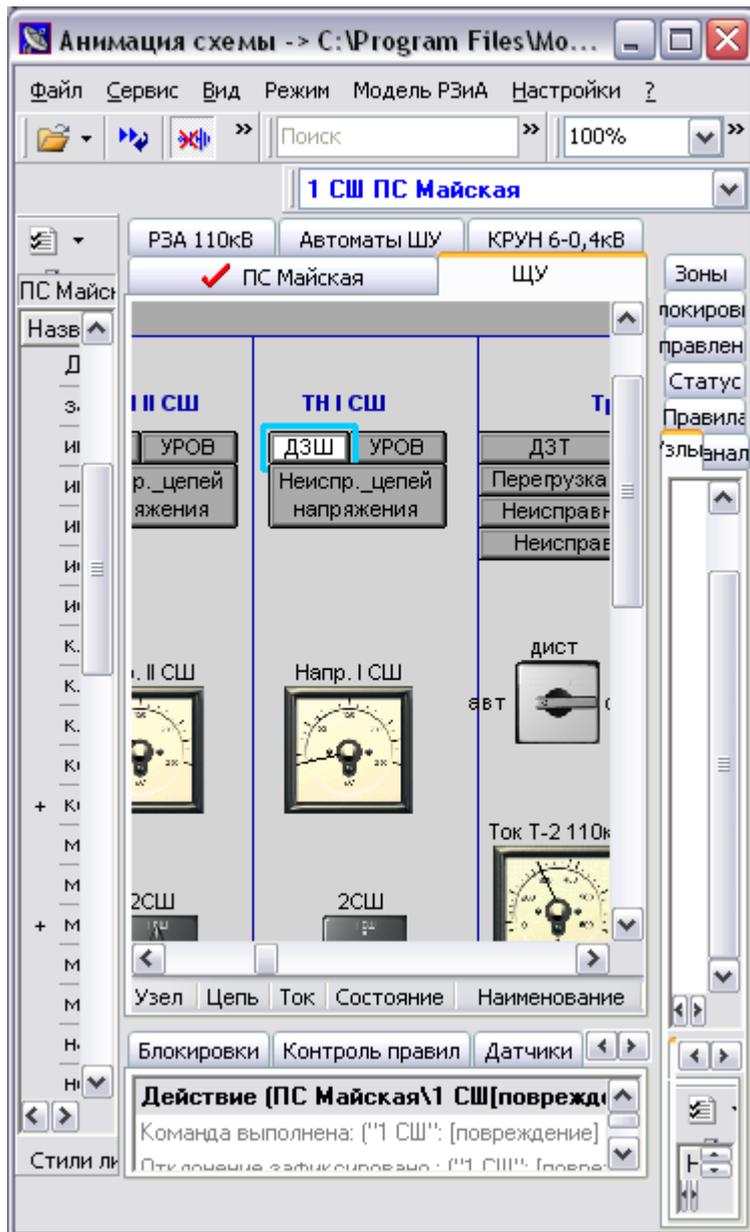


Рис. 5-116. Сработала ДЗШ

Кроме того, на щите управления загорелось табло **Работа АВР 6 кВ** в панели **Центральная** сигнализация (Рис. 5-117.)

А также работали блинкеры на вкладке **РЗА 110 кВ** — один защиты шин, другой АПВ шин (Рис. 5-118.)

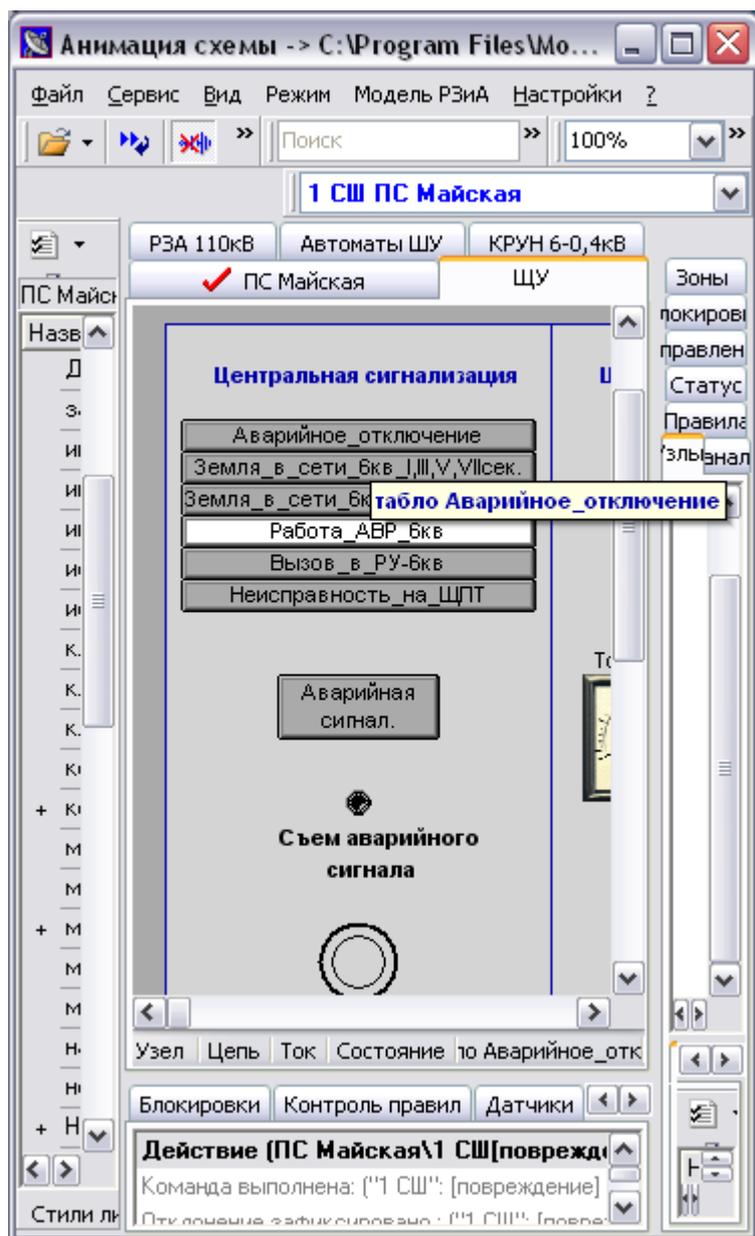


Рис. 5-117. Сработала система АВР

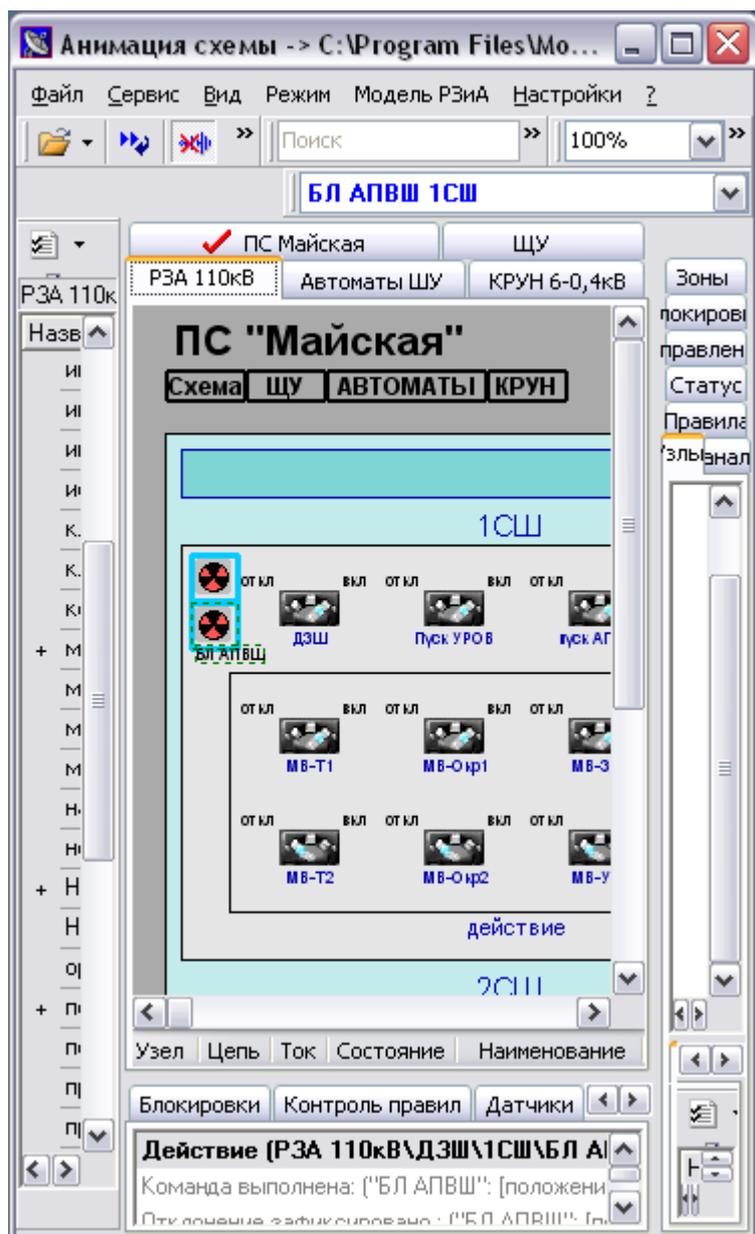


Рис. 5-118. Изменение состояния блинкеров

5.14.11 Гашение табло на щите управления

Сработавшие блинкеры и табло индикаторов необходимо вернуть в состояние готовности. Автоматически это сделать нельзя.

В аппарате зависимостей (см. главу 4) в данном случае установлено, что табло ДЗШ на вкладке РЗА 110 кВ погаснет, когда пользователь заведет блинкер. Проведем операцию взведения блинкера при помощи контекстного меню (Рис. 5-119.) В результате табло ДЗШ на вкладке РЗА 110 кВ погаснет.

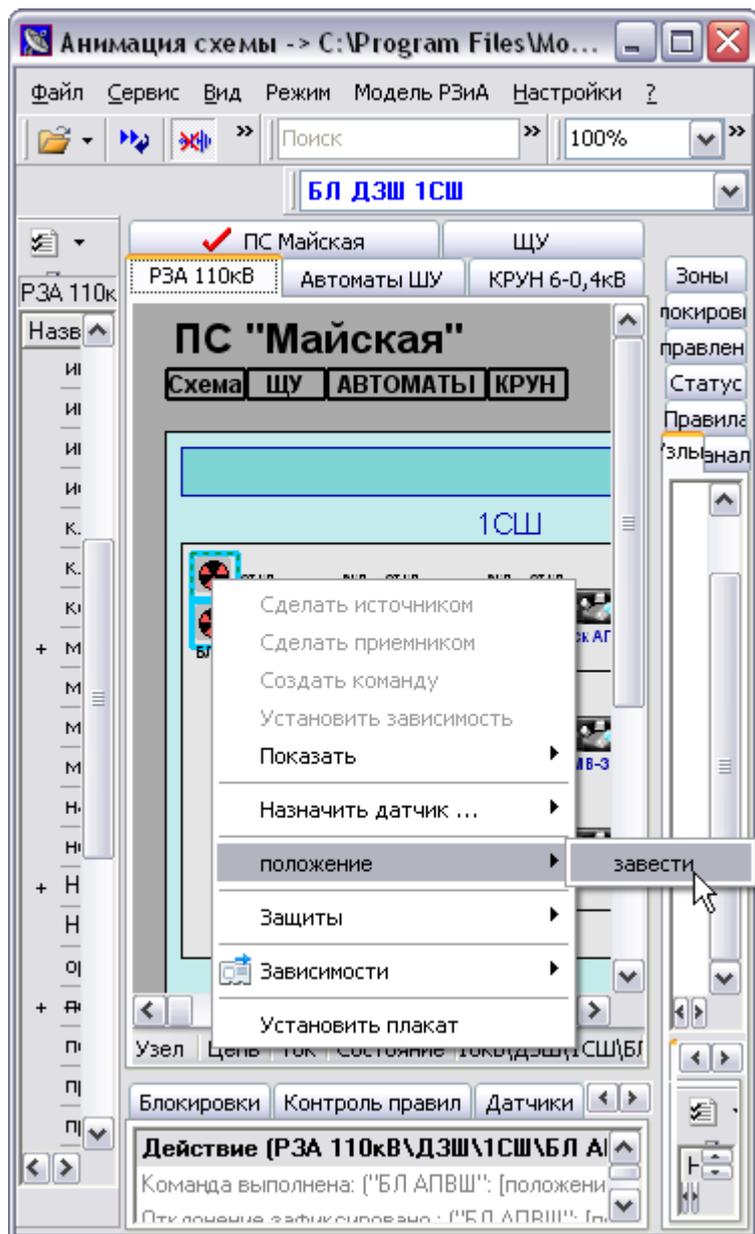


Рис. 5-119. Пользователь заводит блинкер средствами контекстного меню

5.14.12 Дополнительные рекомендации при назначении накладок

Накладка или элемент должны обладать названиями состояний, пригодными для использования в подсистеме защиты. Для этого хотя бы одно из них должно содержать фрагмент *откл*, *выв* или *сигн*.

Если это условие не выполняется, то программа предупредит Вас, выдав соответствующее предупреждение.

При наличии фрагмента *откл*, *выв* в названии состояния наклейки, установка в такое положение отключает действие устройства в целом или действие защиты на отключение КА.

При наличии фрагмента *сигн* в названии состояния накладки, установка в такое положение отключает действие устройства в целом или действие защиты на отключение КА, но сохраняет индикацию его работы с помощью указательного реле (блинкера).

Чаще всего используются двухпозиционные накладки для отключения работы устройств. Однако возможно применение и трехпозиционных накладок, например в защитах линий, для которых предусмотрена возможность перевода на обходной выключатель.

Разрешено назначать пользовательские элементы в качестве накладок и блинкеров, но у них должны быть знакомые системе названия состояний, совпадающие с аналогичными для элементов из стандартной библиотеки.

Чтобы отключить срабатывание «лишних» защит, необходимо добавить в схему один элемент накладки или устройства защиты автоматики. Для него задается уровень детализации 60 (это делается средствами *Графического редактора*), и что делает его невидимым в *Тренажере по оперативным переключениям*. Далее этот элемент отключается, то есть ставится в положение «выведен» или «отключено», и назначается в органы управления всех лишних устройств.

Часть 6. Тестирование моделей

6.1 Аппарат для составления тестов моделей макетов.

При реализации и развитии сложных моделей и алгоритмов их работы на первое место выходит методика тестирования работы моделей. Она становится особенно важной при изменении алгоритмов работы, так как при этом необходимо проследить, что при изменении работы алгоритма не нарушилась (не ухудшилась) бы корректность получаемых результатов.

Ввиду обилия тестовых случаев и сущностей, с которыми работают алгоритмы, применяется методика автоматизированного тестирования. Она обеспечивает возможность запуска тестов макета в любой момент времени одной кнопкой.

Группа тестовых схем называется «тестовым проектом». Тестовый проект состоит из набора тестовых схем (макетов). Для каждой тестовой схемы готовится серия тестов, состоящая из их произвольного количества. Для удобства использования тесты могут размещаться в папках произвольного уровня вложенности.

6.2 Принцип работы

Принцип работы тестов состоит в том, что на схему подаются воздействия, имитирующие ввод пользователя в тренажере, начальные состояния, ведущие к неисправности в аварийных задачах или другие источники воздействия. После подачи воздействия проверяется, что программа выполнила те операции на схеме, которые должны наступить на реальном объекте в результате воздействия (на участке схемы пропало напряжения, сработала определенная защита и т.п.).

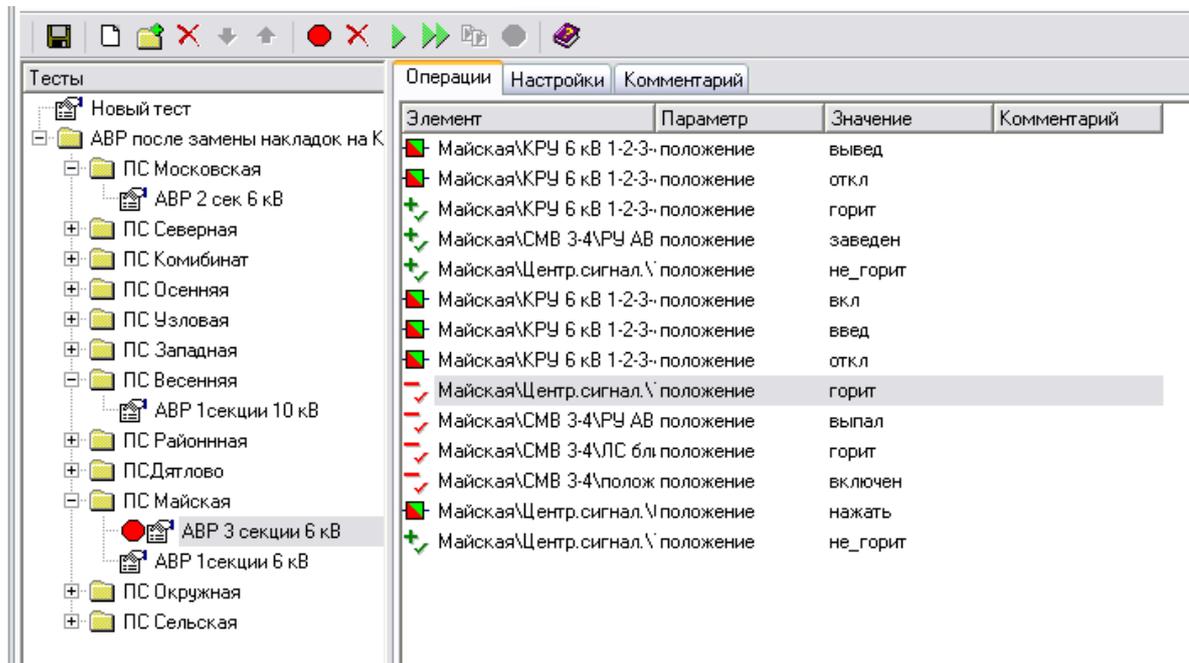


Рис. 6-1. Список тестов.

Входные воздействия здесь называются тестовыми действиями, а те условия, которые должны наступить после них – элементарными тестовыми проверками. И воздействия и проверки записываются и исполняются в нотации Элемент / параметр / значение.

Каждая элементарная проверка может возвращать результат: выполнена / не выполнен / некорректна.

	воздействие	
	проверка	Еще не выполнялась
	проверка	выполнена

	проверка	не выполнена
	проверка	некорректна

Таблица. Рис. 6-2. Результаты выполнения операций.

Результат теста является итогом выполнения составляющих его элементарных тестовых проверок. Тест может возвращать результат выполнен / не выполнен / некорректен.

	Выполнен	зеленый кружок
	не выполнен	красный кружок
	некорректен	желтый кружок

Таблица. Рис. 6-3. Результаты выполнения тестов.

Некорректным тест считается, если воздействие или проверка не может быть выполнена, это происходит в случаях

- Элемент записанный в тесте не найден на схеме.
- Обращение к несуществующему параметру элемента.
- Попытка перевести параметр в несуществующее положение.
- Попытка изменить параметр типа «только чтение».

Если хотя бы одна проверка в тесте не выполняется, либо не удалось произвести воздействие на элемент, тест считается невыполненным. При выполнении тестов ведется статистика – процент выполненных тестов. Невыполненные, некорректные и выполненные тесты отмечаются соответственно красным, желтым и зеленым цветом.

При выборе теста курсор в списке операций и проверок позиционируется на первую невыполненную или некорректную проверку. При двойном щелчке на строке с элементарной операцией аниматор переходит на элемент, с которым производится действие.

Составление и выполнение тестов производится в среде программы «аниматор».

6.3 Составление тестов.

Для начала составления теста нужно перейти на вкладку «тесты» аниматора, и нажать на кнопку «создать тест». После создания тесту нужно присвоить имя. Рекомендуется, чтобы все тесты, составленные для одной схемы, имели уникальные имена. Для удобства, тесты можно размещать в папках произвольного уровня вложенности. Для создания и удаления папок имеются специальные кнопки. Для изменения порядка следования и вложенности папок и тестов используется метод «перетащить и бросить».

Для начала составления теста нужно нажать на кнопку с красным кружком «начать / прекратить запись теста». После этого производимые над схемой операции в обычном режиме отладки макета будут заноситься в список операций. Записываемые операции изменения состояния могут осуществляться тремя способами –

- через контекстное меню элемента
- через инспектор свойств
- Одинарным или двойным нажатием мыши (в зависимости от настройки) на коммутационном аппарате или другом элементе.

В режиме записи тестов в контекстном меню элемента появляется дополнительное меню «проверить» со списком параметров элемента, с помощью можно добавлять тестовые проверки.

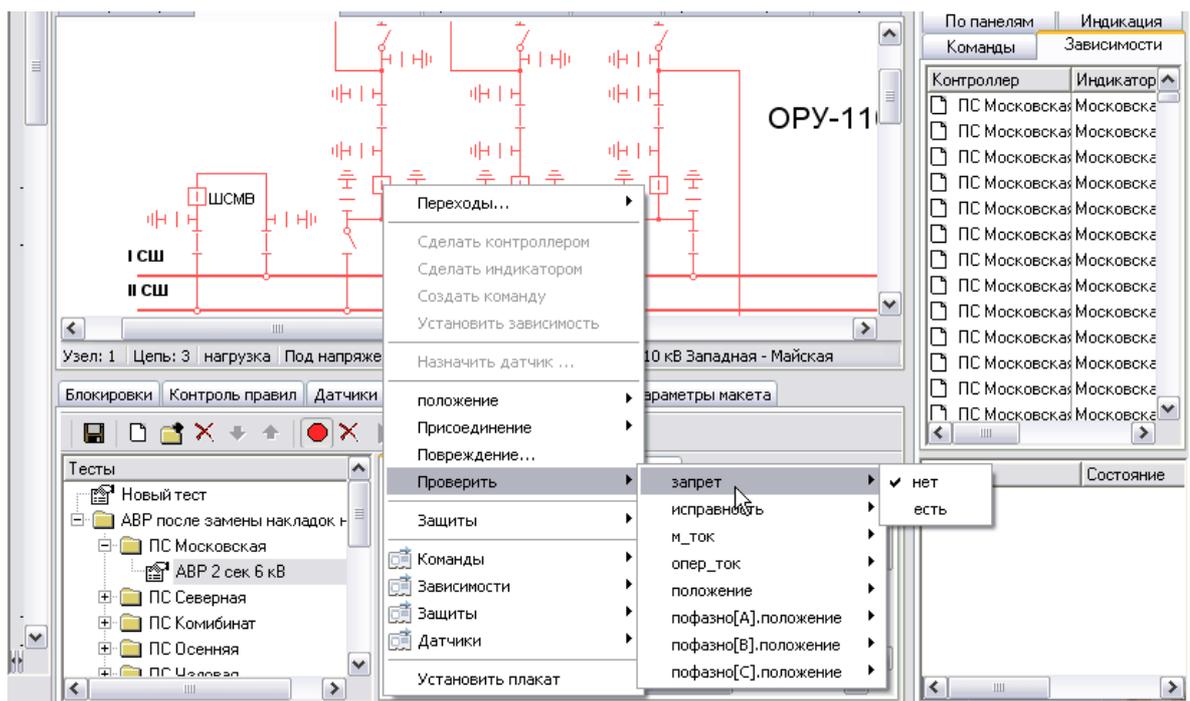


Рис. 6-4. Меню с выбором проверочных действий.

После окончания записи теста нужно отжать кнопку «начать / прекратить запись теста». Допускается редактирование составляющих описания действия непосредственно в списке операций.

6.4 Проигрывание теста

Для проигрывания теста нужно нажать кнопку «Запустить тест». В результате выполнения рядом с каждой элементарной проверочной операцией возникает обозначение результата ее выполнения (Таблица. Рис. 6-2.), а рядом с тестом возникнет значок, обозначающий результате его выполнения (Таблица. Рис. 6-3.) В случае ошибки, курсор в списке операций будет позиционирован на операцию, в которой произошла первая ошибка в тесте.

Также можно выполнить все тесты, подготовленные для загруженной схемы. Для этого нужно нажать на кнопку «Запустить все тесты». В случае ошибки, курсор в списке тестов будет позиционирован на первый тест, в котором произошла ошибка. Тесты проигрываются в порядке их расположения с списке.

-  Запустить тест
-  Запустить все тесты
-  Запустить все серии тестов

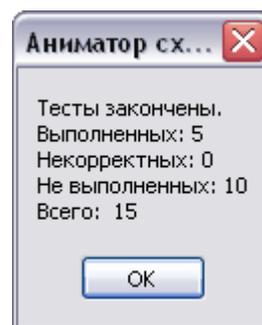


Рис. 6-5. Отчет о результате выполнения группы тестов.

6.5 Начальные состояния

По умолчанию, перед началом выполнения операций по записи или проигрыванию каждого теста схема приводится в начальное состояние (в котором она записана в файле на диске). В ряде случаев желательно составить несколько тестов, начинающихся от одного и того же состояния, отличного от начального. Для этого случая предусмотрена возможность начать тест от состояния, в которую приводит схему другой тест. Тест, задающий исходное

состояние, можно указать на вкладке «настройки».

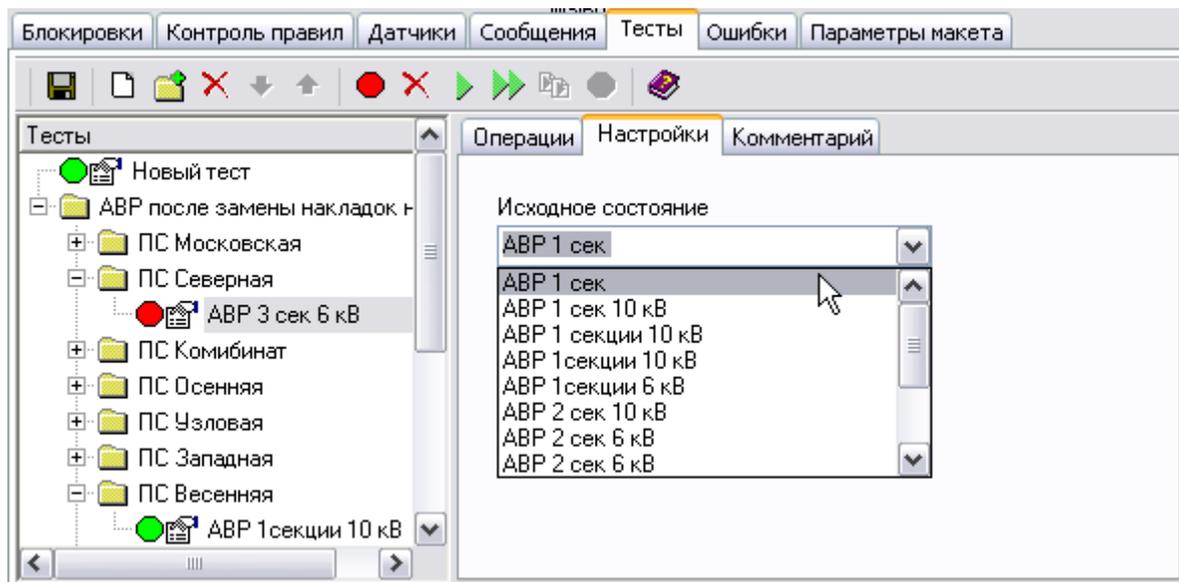


Рис. 6-6. Выбор конфигурации начального состояния для теста.

6.6 Хранение тестов

Тесты для схем хранятся в файлах с именем, совпадающим с именем схемы, с расширением ATST. О создании таких файлов специально заботиться не нужно, они создаются автоматически при начале записи теста.

Таким образом тесты могут служить не только для внутреннего тестирования моделей, но и для описания желаемого поведения макетов (схем). В этом случае, пользователь может в виде теста описать, какое поведение он ожидает от макета при выполнении определенной последовательности воздействий путем задания соответствующих операций и проверок и передать макет вместе с файлом тестов разработчикам тренажера или макета, которые при проигрывании теста увидят, в чем работа моделей подготовленного макета отличается от ожидаемой.

Аниматор позволяет прогонять тесты нажатием одной кнопки по нескольким схемам («Запустить все серии тестов»). Для этого нужно сначала зарегистрировать тестовые схемы в реестре тестов. Это делается на вкладке Настройка аниматора / Тесты. Реестр тестов хранится в файле с расширением LST, рекомендуется располагать его в той же директории, где и тестовые схемы.

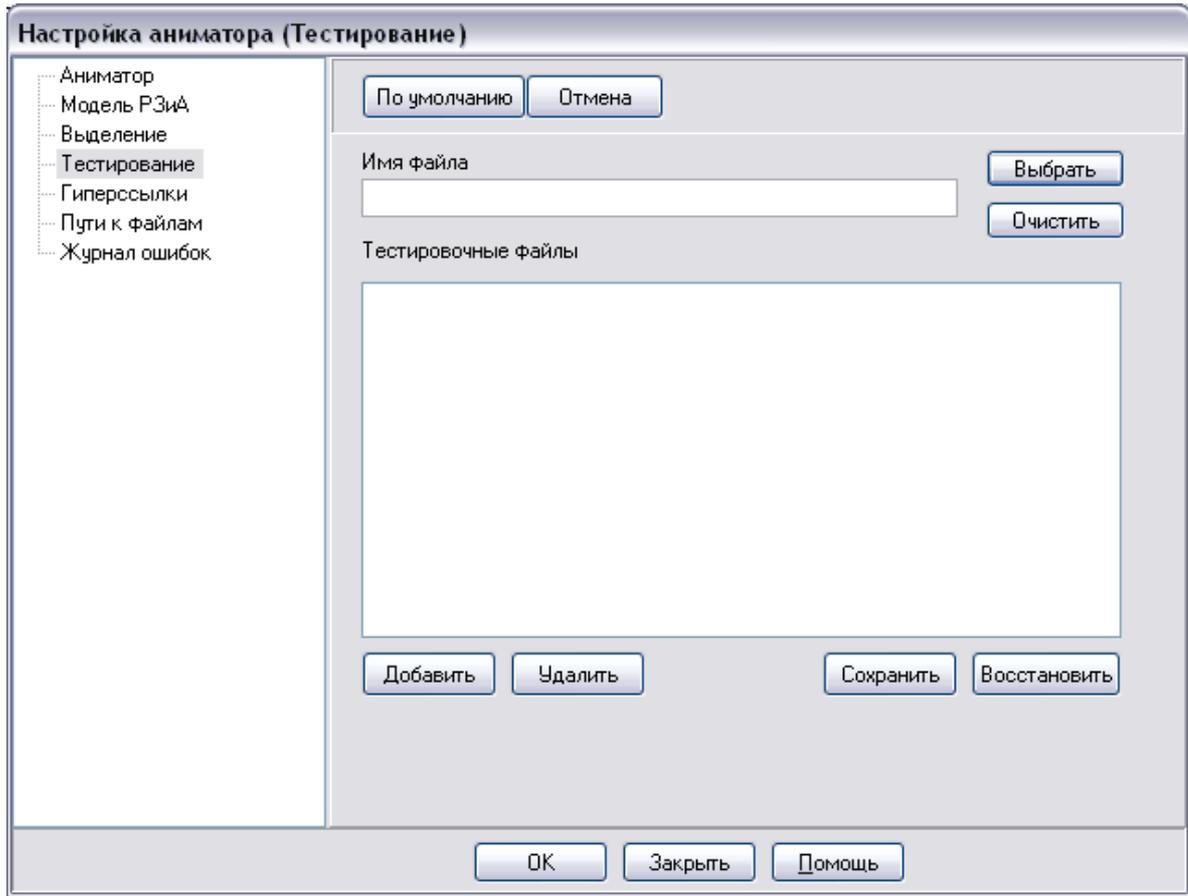


Рис. 6-7. конфигурирование списка серий тестов.

6.7 Рекомендации по составлению тестов для проверки моделей.

Тесты позволяют проводить тестирование коммутационной модели тренажера, модели блокировок, работы команд и зависимостей, правил переключений.

Для разработчиков имеет смысл составлять тестовые случаи на разных типах топологии схем, с разными классами напряжения. Для тестирования команд и зависимостей сделать возможно большее число вариантов команд и зависимостей с разными типами элементов из группы «элементы для тренажера». Для тестирования защит создавать разные аварийные ситуации и смотреть, какие сработают защиты.

6.8 Планы по развитию системы построения тестов.

В состав проверочных операций в тестах в дальнейшем планируется включить:

1. Состав защит, формируемых по схеме.
2. Проверку выдаваемых программой сообщений, какие именно правила и защиты сработали в операции.
3. Проверку последовательности срабатывания проверочных операций.

Ключевые слова

- Активный элемент 47
- АПВ 237, 251, 257
- АПВШ 256
- Блокировка 20, 26, 118, 126, 132, 162
 - Настройка 257
- Вид 42
- Вкладки схемы 35
- Включить 43
- Выделение элементов 37
- Генератор 155
- ГЗТ 255
- Датчик 202, 208
- Действие 248
- Демо-версия 29
- ДЗ 255
- ДЗЛ 251
- ДЗОШ 255, 257
- ДЗТ 255, 257
- ДЗШ 237, 251, 256, 257
- ДЗШТ 237, 256, 257
- ДФЗ 237
- ДФЗ (ВЧ) 251
- Зависимость 17, 170, 171, 193, 196, 201
- Защита 26, 224
- ЗН 141, 258
- Зона защит 231, 241, 242, 245
- Идентификация 173, 175
 - Защита 261
- Индикатор 190, 204, 207
- Источник 183, 190
- КА 237, 240
- КЗ 139, 145
- КИВ 255, 257
- Команда управления 17, 56, 170, 171, 177, 178, 179, 186, 191, 192
- Коммутационная модель 92
- Коммутационный аппарат(КА) 43
- коммутационные модели 88
- Контейнер 114
- Контекстное меню 46
- Контроллер 190
- Контроль состояния 193
- Лампочки 163, 165
- Линия
 - Воздушная 101, 116
 - Кабельная 101
 - Шина 116
- Масштаб 40
- Межфазное короткое замыкание 141
- Модель защит 224
- Модель сети 103
- МТЗНП 251, 255
- МФТО 251
- Навигатор 38
- ОАПВ 251
- Отключить 43
- Ошибки 105, 114
 - Топология 107
 - Трансформатор 121
 - Шунт 113
- Ошиновка 143
- Панель 42
- Параметр 56
- Параметры
 - Блокировка привода 59
 - Запрет 60
 - Нагрев 61
 - Оперативный ток привода 61
 - Повреждение 61
 - Положение 63
 - Присоединение 63
- Повреждение 53, 147
- Поиск 37
- Положение 43, 202
- Полоса прокрутки 37
- Правила переключений 20, 126, 138
- Приемник 183, 190
- Присоединение 49
- Работа с Аниматором 30
- Разъединитель 258
- Расшиновать 49
- Режим 43, 72
- Свойства 56
- Синхронизация 155
- Состояние схемы 64
- Сохранение 208
- Стандарт отображения 76
- Строка состояния 73, 80
- Схема 33
- Топология 11, 13, 72, 105
- Узлы 241, 242, 245, 248
- Уровень детализации 39
- Условия 199
- Феррорезонанс 154
- Функции Аниматора 28
- Шунт 88, 145