Программный комплекс “EnergyCS Режим”

(Расчеты установившихся режимов сложных электрических сетей)

Руководство пользователя

©CSoft Development

2015 г.

©Copyright 2005…2015 CSoft Development

Программный комплекс EnergyCS Режим предназначен для выполнения расчетов установившихся режимов сложнозамкнутых электрических сетей с при анализе существующих и при проектировании новых систем электроснабжения. Полностью совместима по модели и по интерфейсу с программами для расчета установившихся режимов EnergyCS ТКЗ. Приводится описание возможностей программного комплекса и подробная инструкция по его функциональности.

Содержание

1. Назначение и возможности программного комплекса 6
2. Системные требования 7
3. Представление расчетной схемы электрической сети 7
4. Организация работы пользователя с программным комплексом 10
4.1. Способы представления информации 10
4.2. Главное окно программного комплекса 11
4.3. Кнопки панели инструментов 12
4.4. Обзор главного меню программного комплекса 14
4.4.1. Позиция «Файл» 14
4.4.2. Позиция «Правка» 20
4.4.3. Позиция «Схема» 21
4.4.4. Позиция «Данные» 22
4.4.5. Позиция «Результаты» 30
4.4.6. Позиция «Фидеры» 31
4.4.7. Позиция «Замеры» 31
4.4.8. Позиция «Сервис» 31
4.4.9. Позиция «Справочник» 37
4.4.10. Позиция «Окна» 39
4.4.11. Позиция «?» 40
4.5. Использование клавиатуры и мыши 41
4.6. Работа с таблицами 43
4.6.1. Основные команды для работы с таблицами 45
4.6.2. Ввод информации в таблицы 49
4.6.3. Добавление новых строк в таблицы 50
4.6.4. Контекстное меню для работы с таблицами 50
4.7. Работа с графическим изображением схемы 50
4.7.1. Общие принципы ввода графического изображения схемы 51
4.7.2. Режимы просмотра и редактирования схемы 52
4.7.3. Начало создания схемы 52
4.7.4. Создание нового узла 53
4.7.5. Добавление на схему узла, описание которого есть в таблице 53
4.7.6. Изменение положения надписи узла 53
4.7.7. Изображение узла в виде вертикальных или горизонтальных шин или кружка 53
4.7.8. Перемещение одного узла 54
4.7.9. Перемещение группы узлов и участка схемы 54
4.7.10. Создание ветви 54
4.7.11. Нанесение ветви (объекта), описание которой имеется в БДМ 55
4.7.12. Оформление изображения ветви 55
4.7.13. Изменение конфигурации ветви 56
4.7.14. Включение и отключение ветви 56
4.7.15. Изображение схемы на нескольких подсхемах 57
4.7.16. Изменение масштаба изображения на экране 58
4.7.17. Настройка изображения схемы 58
4.7.18. Изменение состава отображаемых параметров 61
4.7.19. Изменение расцветки схемы 62
4.7.20. Вывод схемы на принтер 64
4.7.21. Копирование изображения схемы в другое приложение 66
4.7.22. Команды позиции «Правка» для работы со схемой 66
4.7.23. Использование функции «Калька» 68
5. Основные таблицы программного комплекса 70

5.1. Таблицы исходных данных....74
5.1.1. Таблицы исходных данных по объектам....74
5.1.2. Таблица исходных данных по узлам....74
5.1.3. Команды для работы с таблицей узлов....77
5.1.4. Исходных данные по балансирующим узлам....81
5.1.5. Исходные данные по ветвям....81
5.1.6. Команды для работы с таблицей ветвей....84
5.1.7. Таблица районов, структура районов....86
5.1.8. Исходные данные по районам....87
5.1.9. Периоды ввода....88
5.2. Таблицы результатов....89
5.2.1. Результаты расчета по узлам....89
5.2.2. Результаты расчета по ветвям....90
5.2.3. Результаты расчета по узлам-ветвям....91
5.2.4. Баланс мощности....92
5.2.5. Межрайонные перетоки мощности....93
5.2.6. Структура потерь мощности....93
5.2.7. Уровни напряжений....95
5.3. Таблицы объектов электрической сети....96
5.3.1. Линии....96
5.3.2. Участки линии....99
5.3.3. Трансформаторы двухобмоточные....101
5.3.4. Трансформаторы с расщеплением....105
5.3.5. Трансформаторы трехобмоточные....110
5.3.6. Автотрансформаторы....115
5.3.7. Трансформаторы регулировочные....115
5.3.8. Реакторы токоограничивающие....118
5.3.9. Реакторы сдвоенные....120
5.3.10. Реакторы шунтирующие....122
5.3.11. Батареи конденсаторов....124
5.3.12. Генераторы....126
5.3.13. Синхронные компенсаторы....129
5.3.14. Синхронные двигатели....129
5.3.15. Асинхронные двигатели....131
5.3.16. Системы....133
5.3.17. Подсистемы....136
5.3.18. Трансформаторные подстанции (ТП и КТП)....138
5.3.19. Нагрузки....146
5.3.20. Команды для работы с таблицами объектов....148
5.4. Таблицы фидеров....150
5.4.1. Настройка расчета фидера....151
5.4.2. Схемные параметры....151
5.4.3. Установившийся режим....152
5.4.4. Макс. и мин. напряжения....154
5.4.5. Все ветви модели (главные ветви)....154
5.4.6. Графики фидеров....154
5.4.7. Дерево фидера....155
5.4.8. Umax-Umin фидера....155
5.4.9. Определение Кт....156
6. Утяжеление режима....156
6.1. Исходные данные для расчета утяжеления....157
6.2. Команда «Утяжеление. Общие данные»....158

6.3. Команда «Утяжеление. Список воздействий» 159
6.4. Команда «Утяжеление. Контролируемые параметры» 160
6.5. Результаты расчета утяжеления 160
6.6. Команда «Траектория утяжеления в контролируемых узлах» 161
6.7. Команда «Траектория утяжеления в контролируемых ветвях» 161
7. Работа с базой данных справочной информации 162
7.1. Организация совместной работы нескольких расчетчиков с единым внешним справочником 164
7.1.1. Размещение внешнего справочника. 164
7.1.2. Организационные мероприятия по обеспечению совместной работы со справочником 165
7.1.3. Возможные проблемы после подключения общего справочника 165
7.2. Кабели 166
7.3. Провода 167
7.4. Шинопроводы 167
7.5. Трансформаторы двухобмоточные 168
7.6. Трансформаторы с расщеплением 169
7.7. Трансформаторы трехобмоточные 170
7.8. Автотрансформаторы 171
7.9. Трансформаторы регулировочные 172
7.10. Реакторы токоограничивающие 172
7.11. Реакторы сдвоенные 173
7.12. Реакторы шунтирующие 174
7.13. Батареи конденсаторов 174
7.14. Синхронные генераторы 175
7.15. Синхронные компенсаторы 175
7.16. Синхронные двигатели 176
7.17. Асинхронные двигатели 176
7.18. Опоры 177
8. НОВАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ПРОГРАММЫ 179
8.1. Сравнение моделей 179
8.2. Агрегатный ввод 181

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

Программный комплекс «EnergyCS» предназначен для выполнения электротехнических расчетов при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем любой сложности. Он состоит из трех независимых модулей, каждый из которых решает одну из следующих задач на единой информационной модели рассматриваемой электрической сети:

- расчет и анализ установившихся режимов, как разомкнутых распределительных сетей, так и сложнозамкнутых системообразующих сетей;
- расчет и анализ потерь электроэнергии в разомкнутых распределительных и в сложнозамкнутых системообразующих сетях;
- расчет токов короткого замыкания и токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.

Основные функциональные возможности программного комплекса:

– сочетание объектного представления расчетной модели электрической сети в виде множества трансформаторов, линий, генераторов и другого оборудования с традиционным ее представлением в виде узлов и ветвей;

– использование для ввода расчетной модели специального графического редактора и встроенной справочной базы данных электротехнического оборудования;

– расчет уровней напряжений, токов, потоков и потерь мощности при заданных нагрузках и генерации в узлах или мощности в головных участках фидеров разомкнутой сети;

– анализ режимных параметров по классам номинальных напряжений, по районам и подрайонам (предусмотрено до 4-х уровней иерархии подрайонов) - балансов мощностей, потерь мощности, потерь электроэнергии, отклонений напряжения от номинальных значений;

– определение начальных значений токов трехфазных коротких замыканий (КЗ) с учетом режима, предшествующего КЗ, а также значений ударных токов короткого замыкания по стандарту МЭК 909-1;

– приближенный расчет значений токов двухфазного замыкания;

– оценка токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью;

– отображение оперативного состояния схемы, а также ее схемных и режимных параметров с раскраской:

- по номинальным напряжениям;
- по принадлежности районам;
- по уровню расчетного напряжения;
- по коэффициентам загрузки оборудования;
- по связности с балансирующими узлами;
- по связанности с заданными узлами.

– наблюдение при использовании функции «авторасчет» изменения зависимых режимных параметров (токов, напряжений и т.п.) при изменениях состояний коммутационных аппаратов, а также при изменениях схемных или независимых режимных параметров объектов (например, марок и сечений кабелей, мощности генераторов, положений регулировочных отпаек трансформаторов и т.п.);

– просмотр любого участка графического изображения схемы с изменением масштаба изображения в широком диапазоне, при этом размер схемы увеличивается автоматически по мере ввода новых элементов. Для обеспечения комфортного просмотра используются все средства динамической прокрутки и масштабирования, свойственные современным графическим редакторам;

– сохранение графического изображения схемы с нанесенными результатами расчета в файле формата DXF (формат обмена чертежами для графической системы AutoCAD), или WMF (формат Windows Metafile). Кроме того, изображение или его часть может быть скопировано через буфер обмена в любое Windows приложение, поддерживающее формат WMF или EWMF. Изображение схемы может быть передано непосредственно в систему AutoCAD (или подобную) для ручной доработки или вывода на графопостроитель, минуя промежуточные форматы;

– передача табличных данных непосредственно в MS WORD и создание документов на основе шаблонов (template), специально заготовленных, предусматривающих оформление результатов по правилам, принятым в организации или без таких шаблонов. Кроме того, любая таблица может быть экспортирована в текстовый файл формата XML, CSV или TXT для последующего ее использования в различных приложениях;

– обмен данными с другими программами через файлы унифицированного формата данных для электротехнических расчетов, разработанного ВЦ ГТУ ЦДУ ЕЭС России (например, Мустанг, РАСТР и др.) и файлы известных текстовых форматов (CSV, XML).

Программный комплекс «EnergyCS» позволяет сложную схему разбить на подсхемы, связанные по иерархии, и рассматривать ее по частям с возможностью обобщения итоговых результатов. Максимальная размерность одной расчетной схемы без разбивки на подсхемы более **100000** узлов и **120000** ветвей. Общее число подсхем не ограничивается.

2. СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Программный комплекс способен работать на персональном компьютере под управлением ОС Windows 95, 98, ME или Windows NT, 2000, XP, Vista, Windows 7, Windows 8, 8.1. Для документирования табличных результатов может использоваться MS Word 2000-2013, для документирования схем AutoCAD 2002-2015 или другая программа, поддерживающая объектную модель AutoCAD (BricsCAD, NanoCAD, GStarCAD)

3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Все расчеты в программном комплексе выполняются на основе расчетной модели электрической сети (расчетной схемы), которая содержит информацию о конфигурации схемы, ее параметрах, и параметрах режима. Конфигурация схемы электрической сети описывается графом, который состоит из множества взаимосвязанных узлов и ветвей.

Каждая ветвь графа соответствует какому-либо объекту сети (линии электропередачи, трансформатору, реактору, двигателю и т.п.) и представляется в модели расчетными параметрами схемы замещения этого объекта: активным и реактивным сопротивлениями, поперечными проводимостями, коэффициентами трансформации (в виде модуля и, при необходимости, угла), величинами допустимых токов.

Узлы – это точки соединения двух или более ветвей (например, сборные шины, точки отпайки от воздушных или кабельных линий и т.д.). В расчетной модели они содержат информацию о режимных параметрах: модулях и углах напряжения, мощностях нагрузки и генерации. Один или несколько узлов должны быть определены как балансирующие, в которых задаются базисные напряжения, неизменные по величине и фазе, и на которые списываются небалансы мощности в сети. В ка-

честве балансирующих узлов обычно принимаются узлы примыкания к мощным энергосистемам, шины частоторегулирующих электростанций и т.п.

Расчетная схема электрической сети может быть подготовлена заранее на бумаге, на основе схемы электрических соединений сети и схем замещения отдельных объектов. При этом должны быть пронумерованы все узлы и определены все необходимые расчетные параметры ветвей. Для выполнения расчетов исходная информация по узлам и ветвям вводится в соответствующие таблицы программного комплекса, а конфигурация расчетной схемы, кроме того, может быть изображена (нарисована) с помощью встроенного графического редактора.

Кроме такого традиционного формирования расчетной схемы, в программном комплексе «EnergyCS» предусмотрено объектно-ориентированное моделирование электрической сети в виде множества трансформаторов, линий, генераторов и других сетевых объектов.

Схема любой электрической сети состоит из множества связанных между собой объектов (линий электропередачи, трансформаторов, генераторов и т.п.), но в целом число видов (классов) объектов в электрической сети ограничено. В программном комплексе «EnergyCS» предусмотрены следующие виды объектов:

- линии электропередачи, состоящие из одного или нескольких участков с одинаковыми конструктивными параметрами. Может быть задана ВЛ, КЛ или шинопровод;
- трансформаторы (двухобмоточные, с расщепленными вторичными обмотками, трехобмоточные, регулировочные и автотрансформаторы);
- трансформаторные подстанции (ТП и КТП);
- реакторы (токоограничивающие и шунтирующие);
- батареи статических конденсаторов;
- синхронные компенсаторы;
- генераторы;
- электродвигатели (синхронные и асинхронные);
- обобщенные нагрузки;
- выключатели;
- ветви, задающиеся продольным сопротивлением (R+jQ) и поперечной проводимостью (G+jB);
- системы;
- подсистемы.

Все объекты сети условно делятся на три группы:

1. Объекты, которые моделируются одной ветвью, связывающей два узла (воздушные и кабельные линии, шинопроводы, одиночные реакторы, двухобмоточные трансформаторы и т.п.).

2. Объекты, моделируемые одной ветвью на землю (шунтирующие реакторы, батареи конденсаторов, генераторы, двигатели, нагрузки и т.д.).

3. Объекты, моделируемые тремя или более ветвями (трансформаторы с расщеплением вторичных обмоток, трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы, сдвоенные реакторы).

В программном комплексе предполагается, что сложные объекты имеют схему замещения – звезда (чаще всего, трехлучевая). При этом одна ветвь является главной, остальные ветви дополнительные. Главная ветвь регламентируется принятой моделью. Так для всех трансформаторов главная ветвь соответствует обмотке высшего напряжения. Для сдвоенных реакторов – ветвь вывода средней точки реактора. При моделировании сложных объектов предполагается наличие внутреннего узла (узла центра звезды). Такой узел присутствует в модели, он нумеруется и ему присваивается имя (с индексом «фт»).

Объекты вида «система» и «подсистема» позволяют сложную электрическую сеть разбить на ряд подсхем (Рис. 1), связанных по иерархии, и рассматривать всю сеть по частям с возможностью обобщения итоговых результатов.

На Рис. 1 сети 1.1 и 1.2 входят в состав сети 1, но являются частями (подсхемами) более низкого иерархического уровня (например, сетями более низкого класса напряжения). Сеть 1.1.1 является подсхемой для сети 1.1. Подсхемы разных иерархических уровней связаны между собой через общие узлы K, L, M, N. Эти сети можно рассчитывать по отдельности, но с учетом значений режимных параметров в общих узлах.

При расчете режима сети нижнего иерархического уровня такие узлы будут являться балансирующими. Для задания свойств балансирующего узла (в частности, модуля и фазы напряжения) к нему подключается объект система. В результате расчета режима для балансирующего узла определяется поток мощности (входящий в узел или выходящий из него). Этот поток определяется по балансу мощности в рассматриваемой части схемы. При расчете режима подсхемы верхнего иерархического уровня этот поток мощности передается в ее расчетную модель с помощью объекта «подсистема», подключенного в общем узле. С одной подсхемой нижнего уровня может быть связано несколько общих узлов (например, узлы L, M на Рис. 1). В этом случае ко всем таким узлам должны быть подключены объекты подсхемы с одинаковым обозначением расчетной модели, представляющей подсхему нижнего уровня.

Кроме того, в программном комплексе используется такое понятие, как фидер - совокупность связанных между собой объектов (обычно линий и ТП), образующих разомкнутую сеть в виде дерева относительно какого-либо узла источника питания. Расчет режима или потерь электроэнергии для фидеров может выполняться упрощенными методами: по заданным нагрузкам в листьях дерева или по мощности (энергии) головного участка с распределением ее пропорционально нагрузкам листьев.

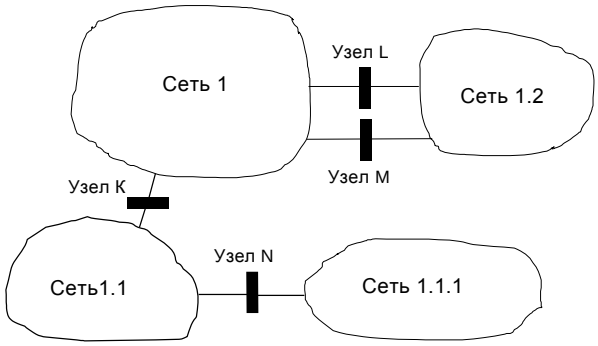


Рис. 1 Пример возможной разбивки электрической сети на подсхемы

Для каждого класса объектов в программном комплексе предусмотрена отдельная таблица описания характерных свойств (параметров) объекта, а также таблица каталожных данных в отдельной базе данных справочной информации (БДС). Например, для объекта «воздушная линия» основными свойствами являются: марка и сечение проводов; среднегеометрическое расстояние между фазами; число проводов в фазе и шаг расщепления; длина линии. В базе данных справочной информации в таблице проводов для различных марок приведены значения сечений и диаметров проводов, погонных активных сопротивлений и допустимых токов. Подробное описание вида всех таблиц и состава параметров для различных объектов электрической сети приведено в последующих разделах.

Ввод информации о схеме электрической сети производится в естественном для пользователя виде путем добавления новых объектов в интегрированном

графическом редакторе, а также задания им необходимых свойств в соответствующих таблицах. При этом автоматически создаются необходимые узлы и ветви схем замещения объектов. Параметры схемы замещения каждого объекта рассчитываются автоматически на основе заданных свойств и справочной информации, которая хранится в отдельных таблицах БДС. В процессе ввода постоянно обеспечивается связь между объектами и соответствующими узлами и ветвями расчетной схемы. Это позволяет значительно упростить процесс подготовки исходной информации для расчетов режимов сложной электрической сети и исключить возможные ошибки при определении параметров схем замещения, а нарисованная схема становится похожей на схему электрических соединений сети. Изображение схемы может быть разбито на визуально независимые подсхемы (страницы) с сохранением единства расчетной модели.

Для удобства анализа результатов расчетов сложных схем в программном комплексе предусмотрена возможность разделения объектов по принадлежности к различным районам и подрайонам (до четырех уровней иерархии).

Вся введенная информация хранится в единой базе данных модели электрической сети (БДМ), которая организована по принципу реляционной базы данных, и выдается на экран для просмотра и редактирования в различные окна, как в табличном, так и в графическом виде (Рис. 2). Таблицы с исходными данными и результатами расчетов могут постоянно присутствовать на экране дисплея и не перекрывать изображение схемы.

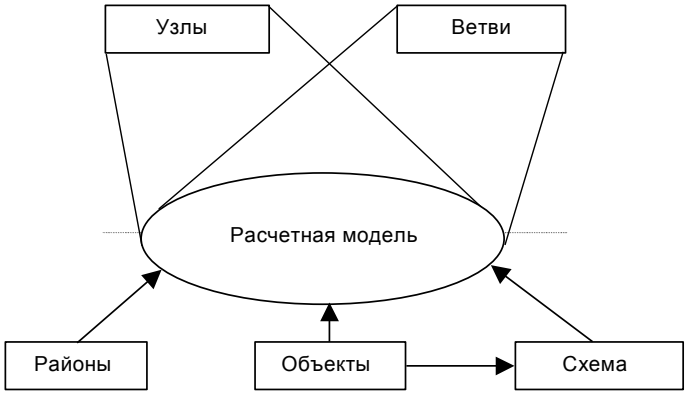


Рис. 2 Структура расчетной модели электрической сети

В процессе работы программного комплекса вся информация БДМ хранится на диске в одном файле и подгружается в память страницами по мере необходимости. Если сложная электрическая сеть разбита на подсхемы с использованием объектов вида подсистема, то для описания каждой подсистемы создается свой файл БДМ, который может быть использован и независимо от других. Для всех файлов с расчетными моделями может быть определен общий или отдельный файл с базой данных справочной (каталожной) информации.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ

4.1. Способы представления информации

Информация в программном комплексе представляется в двух видах - символьном и графическом. Работа пользователя с этой информацией осуществляется через различные окна. Причем информация в обоих видах и в различных окнах синхронизирована, если это возможно в принципе.

Таким образом, расчетная модель электрической сети может представляться одновременно во множестве окон. Условно в каждом окне можно рассмотреть модель с одной из сторон. В программном комплекса «EnergyCS» для работы с расчетной моделью электрической сети используются следующие основные окна:

- таблица узлов (данные или результаты);
- таблица ветвей (данные или результаты);
- таблица районов (данные или результаты);
- таблица фидеров (данные или результаты);
- таблица объектов (вид таблицы определяется видом объекта);
- графическое изображение схемы.

Перечисленные окна могут быть открыты или спрятаны (закрыты). Через них наблюдаются схемные и режимные параметры расчетной модели. В любом случае все таблицы и графическое изображение взаимосвязаны и синхронизированы. Имеется возможность мгновенно найти запись в таблице для объекта, указанного на схеме (нажатием клавиши мыши или даже без нажатия). И наоборот, легко найти на схеме объект, указанный в таблице. При вводе схемы имеется возможность одновременного использования и таблиц и графического редактора.

4.2. Главное окно программного комплекса

Взаимодействие пользователя с программным комплексом «EnergyCS» производится в соответствии со стандартами системы Windows с использованием многооконного интерфейса. В основном окне программного комплекса (Рис. 3), которое появляется при его загрузке, располагаются главное меню, панель инструментов и рабочие окна для ввода информации и просмотра результатов расчетов. Сверху окна располагаются значок системного меню, заголовок окна, кнопки закрытия окна. Видимые размеры окна можно изменять за рамки окна.

Предполагается, что пользователь знаком с основными приемами работы с многооконной системой Windows, такими как изменение размеров окна, его перемещение, работа с полосами прокрутки и т.п.

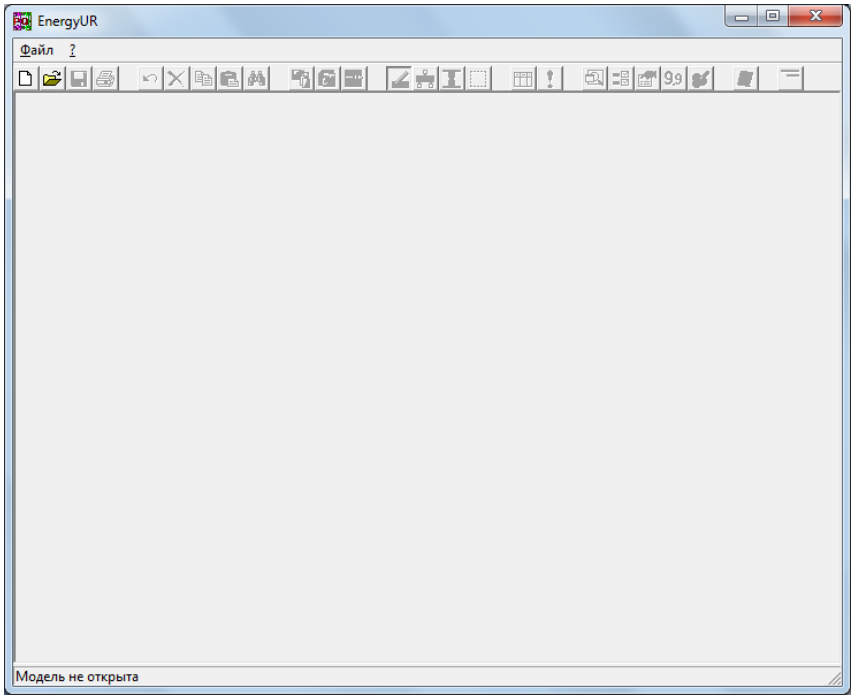


Рис. 3 Вид главного меню и панели инструментов при начальной загрузке программного комплекса

Управление работой программного комплекса может производиться с использованием:

- команд главного меню;
- кнопок панели инструментов;
- системы горячих клавиш (их назначение отражено в меню);
- команд контекстного меню рабочих окон.

Главное меню и панель инструментов при открытом файле БДМ имеют вид, показанный на Рис. 4 (при выполнении расчетов установившихся режимов).

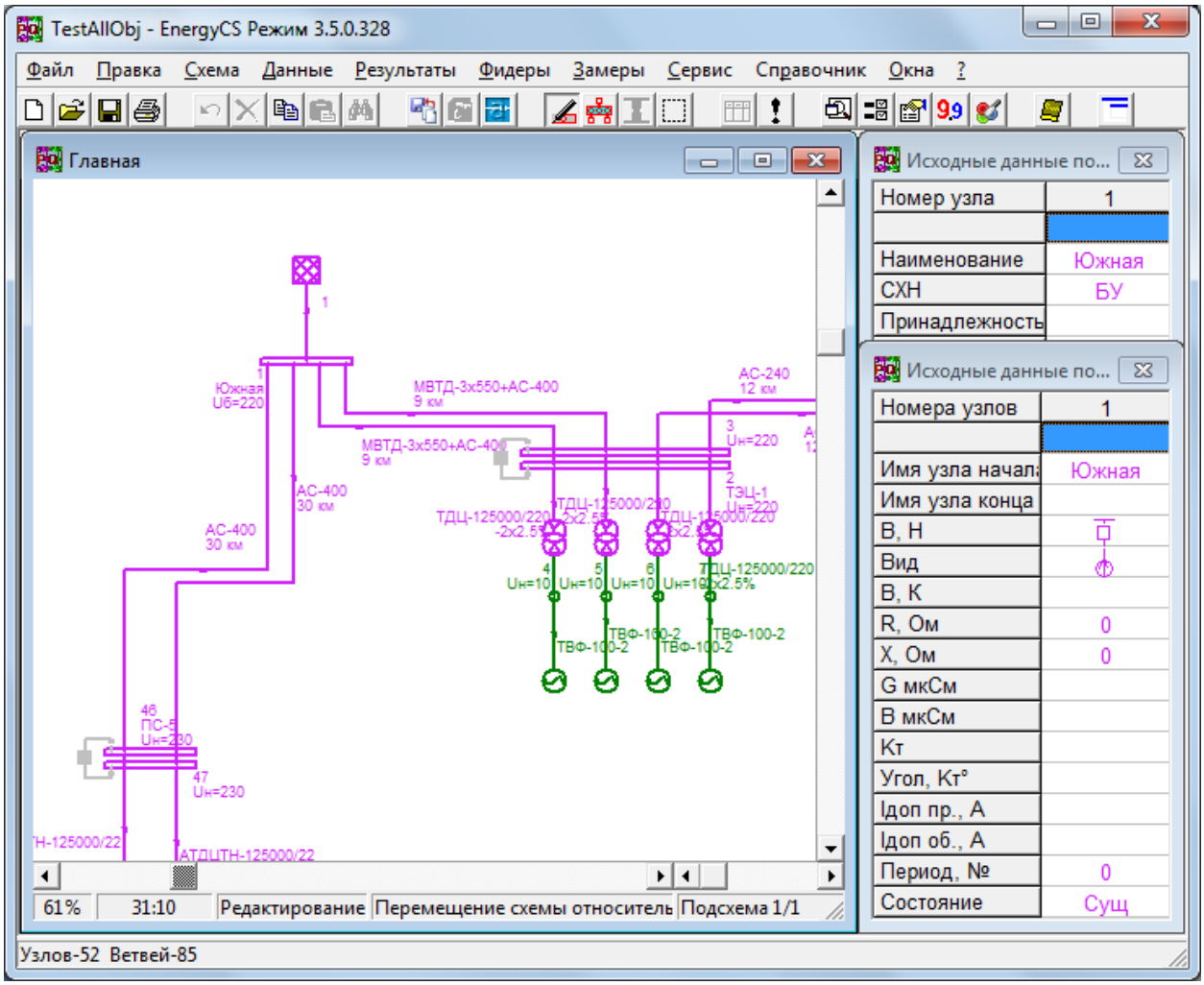


Рис. 4 Вид главного меню и панели инструментов при открытой БДМ

Если файл БДМ не открыт (Рис. 3), то главное меню имеет минимальный состав и содержит только пункты **Файл** и **?** (Справка), а большинство кнопок панели инструментов недоступны. Начинать работу следует с одной из команд пункта главного меню «Файл» или кнопок «Создать», «Открыть» панели инструментов.

4.3. Кнопки панели инструментов

В таблице 1 приведен список всех кнопок, расположенных на панели инструментов главного окна программного комплекса, и дано описание действия команд при их нажатии.

Таблица 1 Описание команд панели инструментов

	Создать новую расчетную модель (БДМ). Файл БДМ создается до начала работы и остается открытым до завершения работы с ним.
	Открыть существующий файл БДМ.
	Сохранить открытый файл БДМ на диске. Собственно данные сохраняются по мере их ввода. Данная команда гарантирует сохранение буфера на диске. Физически по этой команде файл БДМ закрывается и тотчас же вновь открывается.
	Вывод на принтер (печать) таблицы или схемы с информацией из теку-

	щего окна.
	Отмена последнего удаления информации. Отмена удаления возможна только в том случае, если после удаления не было добавления нового элемента, так как при добавлении могут оказаться занятыми значения ключей удаленных записей. Как правило, удаление объекта связано с изменениями во многих таблицах, поэтому и восстановление производится в полном объеме.
	Удалить информацию. Можно удалить выделенную строку таблицы, выделенный элемент схемы или группу элементов схемы, выделенных прямоугольной рамкой.
	Копировать данные в системный и/или локальный буфер обмена. В системный буфер обмена может копироваться текстовая информация из одного поля таблицы или целиком из выделенной таблицы, а также графическая информация. Текстовая информация из таблицы в буфере обмена представляется текстом с символами «табуляция» в качестве разделителей полей и символами «возврат каретки» в качестве разделителей строк. Графическая информация представляется в формате WMF. В локальный буфер обмена копируются выделенные строки таблиц и элементы графического изображения, выделенные рамкой.
	Вставка информации из локального или системного буфера обмена. Из системного буфера обмена может быть вставлена информация в поле таблицы. Из локального буфера обмена может быть вставлена строка таблицы со всеми полями или помещен на схему скопированный фрагмент.
	Поиск данных в таблице или на схеме. В таблице данные отыскиваются по вхождению указанной подстроки.
	Сохранение информации из таблицы или схемы в файле на диске. Табличные данные могут быть сохранены в текстовых файлах следующих форматов: *.TXT – файл с разделителями «табуляция» между полями и символами «возврат каретки» или «конец абзаца» между строками; *.CSV - файл с запятыми в качестве разделителей между полями и «возврат каретки» между строками; *.XML – файл с оформлением полей в виде тегов или в виде параметров. Графические данные могут быть сохранены в формате WMF или в формате DXF графической системы AutoCAD.
	Передача информации из таблицы в MS Word с использованием технологии ActiveX. При передаче информации этим путем может быть использован шаблон (template) с заготовкой таблицы, который позволяет автоматически оформить выходной документ требуемого вида.
	Передача изображения схемы в систему AutoCAD с использованием технологии ActiveX. Информация передается для оформления документа в соответствии с принятыми стандартами. При передаче все цвета транслируются в разные слои. Текст выводится в отдельный слой.
	Разрешение/запрещение внесения изменений в схему. Эта кнопка имеет два состояния – нажатое (кнопка утоплена в панель) и отжатое. Если кнопка в отжатом состоянии, то схема блокируется от случайного изменения. Для разрешения изменений изображения схемы эта кнопка должна быть утоплена.
	Добавление нового узла в модель путем рисования его на схеме. Эта команда доступна, если на схеме нет выделенных элементов.
	Добавление нового объекта-ветви в модель путем рисования его на схеме. Доступно, если на схеме выделен узел, к которому присоединяется новый объект.
	Выделение участка схемы (группы узлов и ветвей) для его перемещения в пределах изображения схемы или для копирования. При копировании выделенного участка он копируется одновременно в локальный и в системный буфер. Вставка участка схемы возможна только из локального буфера.
	Переключение таблицы из режима таблицы с множеством столбцов в режим формы - транспонированной таблицы с двумя столбцами и обратно. Переключение возможно, если таблица не пуста и имеет более двух столбцов.

	Выполнение расчета установившегося режима. Эта кнопка имеет два состояния – нажатое (кнопка утоплена в панель) и отжатое. В нажатом состоянии выполняется расчет установившегося режима и на схему выводятся результаты расчета, а в отжатом состоянии происходит сброс результатов расчета.
	Кнопка появляется при нажатии на объект «Подсистема», позволяет создать/открыть отдельный файл модели, описывающий «Подсистему».
	Изменение параметров настройки изображения схемы. Можно изменить толщину линий, соотношение размера шрифта и изображения элементов, высветить координатную сетку, изменить масштаб, изменить видимость стандартных элементов схемы.
	Определение состава параметров узлов и ветвей, выводимых на графическое изображение схемы.
	Общие данные. Настройка параметров расчетной модели.
	Настройка форматов отображения информации: размера и вида шрифта текстовой информации, числа значащих цифр в представлении числовых данных и др.
	Настройка способа расцветки схемы и текста в таблицах. Возможны следующие варианты расцветки: по номинальному напряжению, по связи с балансирующими узлами или узлами, определенными как источники питания, по районам, по фидерам, по коэффициентам загрузки оборудования, по отклонениям напряжения.
	Работа со справочником. Предоставляется возможность просмотра содержимого БДС по всем предусмотренным видам оборудования, а также изменения и дополнения параметров в ее таблицах.
	Выбор схемы расположения окон. Программный комплекс предусматривает работу со множеством окон. При вызове этой команды определяется вариант их стандартного размещения.

Некоторые кнопки панели инструментов в процессе работы программного комплекса могут быть недоступны, если действия, выполняемые при их нажатии, не могут быть реализованы.

4.4. Обзор главного меню программного комплекса

Для того чтобы начать расчет следует открыть одну из существующих моделей или создать новую. Эти операции могут быть выполнены соответствующими командами позиции **«Файл»** главного меню (Рис. 5). Наиболее часто используемые команды из этой группы вынесены на панель инструментов и описаны в таблице 1.

4.4.1. Позиция «Файл»

При выборе команд позиции «Файл» реализуются следующие действия.

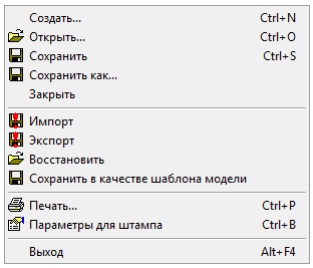
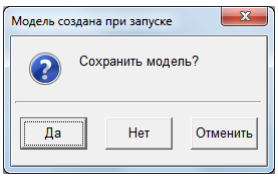


Рис. 5 Команды позиции «Файл» главного меню

4.4.1.1. Создание новой модели из прототипа

Создать – выполняются процедуры создания нового файла базы данных расчетной модели. Если эта команда выбрана в процессе работы с открытым файлом БДМ, то вначале предлагается сохранить открытый файл



Если ответить «Да», то с помощью стандартного окна системы Windows можно сохранить модель:

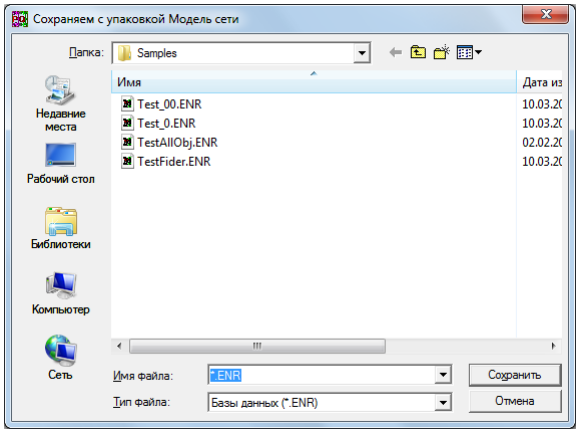


Рис. 6 Окно выбора файла

Необходимо задать новое или выбрать существующее имя сохраняемого файла.

4.4.1.2. Открытие и сохранение модели

Во время работы с моделью она открыта, то есть она располагается на диске, но связана с программой. Процесс сохранения данных на диске происходит в процессе работы постранично. Потому открыть модель совсем не значит загрузить модель.

Открыть – производится открытие ранее созданного файла БДМ, при этом, в стандартном окне предлагается выбрать имя загружаемого файла с диска. Если эта команда выбрана в процессе работы с открытым файлом БДМ, то вначале предлагается сохранить открытый файл (аналогично команде «Создать»).

Сохранить – сохранение открытого файла БДМ на диске с тем же именем. После сохранения можно продолжить работу с расчетной моделью.

Сохранить как – создание копии модели с новым именем. Перед сохранением предлагается стандартное окно Windows для выбора файла. В процессе сохранения выполняются внутренние сервисные функции, связанные с упаковкой индексов и упорядоченьем информации на страницах базы данных. Итоговый файл может быть меньше исходного по размерам и не является его точной копией с точки зрения операционной системы. Сравнение исходного и результирующего файла, скорее всего, покажет разницу, но с точки зрения расчетной модели файлы одинаковые.

Закрыть – сохранение текущей модели и отключение от нее. Переход в такое же состояние, которое имеет место при запуске программы без указания имени файла модели (Рис. 6), при этом вначале предлагается сохранить открытый файл.

При открывании модели ее файл копируется из Имя.ENR в Имя.!ENR, потом открывается Имя.!ENR;

При сохранении модели Имя.!ENR закрывается; Имя.~ENR, если есть на диске, то удаляется; Имя.ENR переименовывается в Имя.~ENR; Имя.!ENR переименовывается в Имя.ENR. Имя.~ENR – содержит то, что было до последней работы, а Имя.ENR – содержит последние изменения.

Таким образом, в любой момент на диске существует не менее двух копий файла модели.

При отказе от сохранения и выходе из программы: Имя.!ENR – закрывается и удаляется. Остальные файлы модели остаются на диске.

При аварийном завершении работы программы на диске остается 3 копии модели. Имя.~ENR – то, что было до предыдущего изменения, Имя.ENR – то, что было перед последним изменением, когда произошло аварийное завершение. Имя.!ENR – состояние, с которым работали в момент аварийного завершения. Если аварийное завершение (например, выключение питания или глобальный сбой системы с перезагрузкой) произошло во время ввода модели – часть модели может потеряться в системном буфере файла. Как правило, это около 1 страницы. Если аварийное завершение имело место во время расчета, то можно ожидать полного сохранения модели. В среднем должно сохраниться до 95% информации.

При открывании модели в новой версии программы происходит автоматическое изменение структуры базы данных. При этом старая модель сохраняется с именем Имя.~~ENR, если его переименовать в правильное имя, то он может быть открыт старой версией программы без каких-либо потерь.

4.4.1.3. Восстановление модели из резервной копии

Восстановить – восстановление резервной копии в рабочий файл. По этой команде предлагается список файлов резервных копий, из которых следует выбрать тот, который подлежит восстановлению. Файлы имеют расширение (*.~ENR, *~~ENR – это BAK-файлы). Они при обычном открытии модели и являются «скрытыми». А по этой команде их можно отрыть, как нормальную модель. Важно только позаботиться о том, чтобы не было конфликта имен файлов.

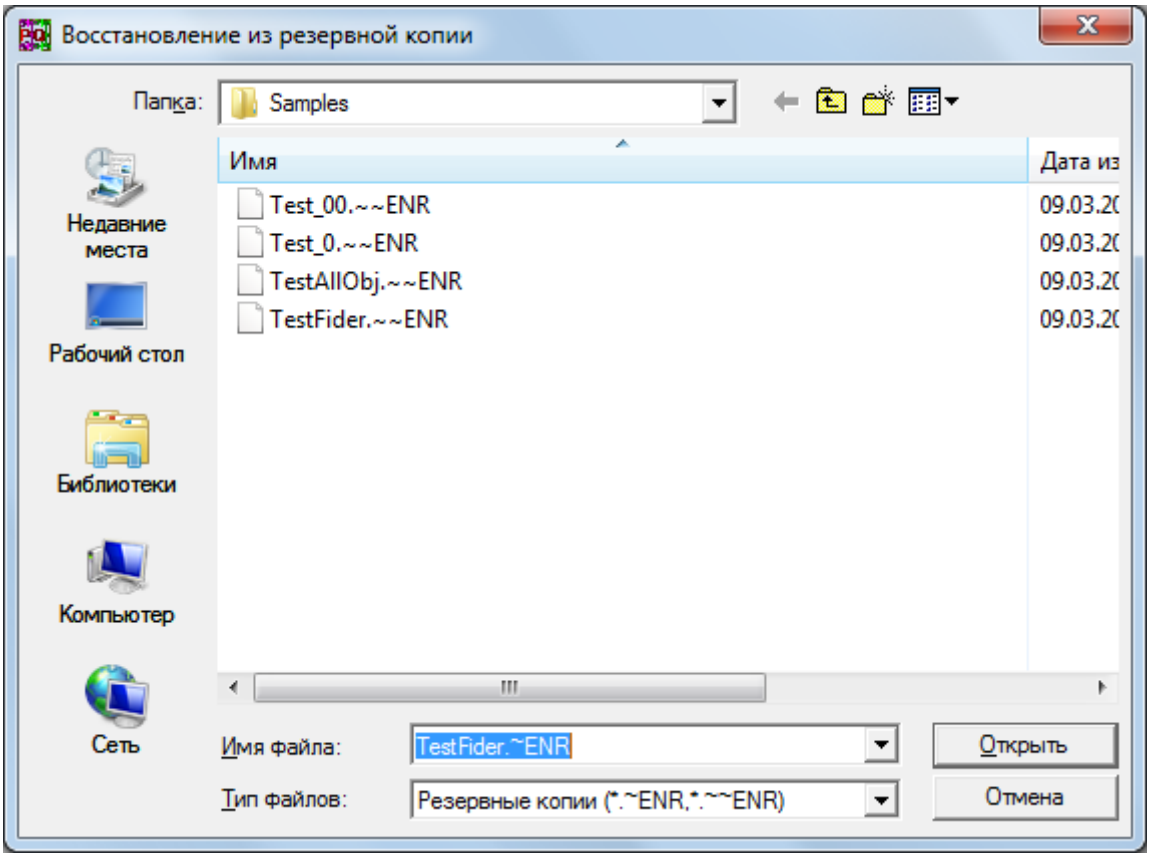


Рис. 7 Список файлов – резервных копий моделей

Закрыть – сохранение текущей модели и отключение от нее. Переход в такое же состояние, которое имеет место при запуске программы без указания имени файла модели, при этом вначале предлагается сохранить открытый файл.

4.4.1.4. Импорт и экспорт модели

Импорт – ввод всей модели или ее части из файлов во внешних форматах, а также слияние (объединение) моделей. Команда используется для получения информации для модели из внешних источников. Поддерживается формат *.CSV с представлением множества таблиц в одном файле и формат *.XML V 1.0 с кодировками Windows 1251 или UTF-8. Кроме того, по этой команде производится ввод расчетной модели из файлов, сохраненных в других программах расчета установившихся режимов в унифицированном формате для электротехнических расчетов, разработанном ВЦ ГТУ ЦДУ ЕЭС России (формат *.CDU).

Команда «Импорт», позволяет также объединить две расчетные модели программного комплекса «EnergyCS» в одну (используется формат *.ENR), что позволяет проводить раздельную подготовку одной большой расчетной схемы. При выборе этой команды предлагается в стандартном окне системы Windows (Рис. 8)

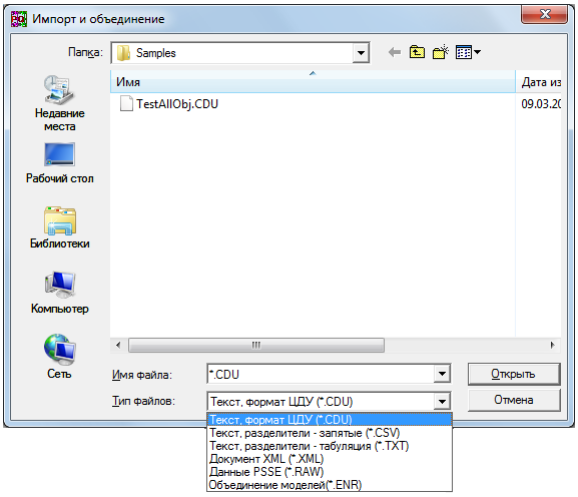


Рис. 8 Выбор типа импортируемого файла

Из списка доступных типов следует выбрать тип файла (расширение), определяемый дальнейшее действие программного комплекса, и имя файла с этим расширением.

При импорте расчетной модели из файла в формате ЦДУ после выбора имени файла на экран выводится дополнительное окно для определения объема вводимой информации

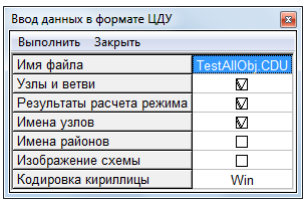


Рис. 9 Определение состава информации, читаемой
из файла модели в формате ЦДУ

При выполнении команды произойдет добавление вводимой из файла формата ЦДУ информации к расчетной модели, которая была открыта ранее. При совпадении номеров узлов произойдет замена соответствующих данных в открытой ранее модели. Ветви всегда добавляются к имеющимся в расчетной модели.

Если импортируется модель в формате программы (*.ENR), то осуществляется слияние открытой модели (которая может быть и пустой) с импортируемой моделью в одну. (в последней сборке программы предусмотрена возможность визуального или графического слияния моделей см. п. Правка\Загрузить из файла). При слиянии происходит добавление новых узлов и ветвей. Если номера добавляемых узлов уже использованы, то в этих узлах произойдет замена данных. Программа такую ситуацию отслеживает и выдает сообщение Рис. 10

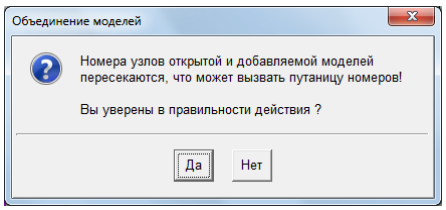


Рис. 10 Сообщение о пересечении номеров

На практике ситуация, когда две модели должны быть объединены, а их номера пересекаются, достаточно частая. Программа позволяет пересчитать номера добавляемых узлов и ключи других объектов. Для пересчета предлагается таблица Рис. 11



Параметр	Открытая модель	Добавляемая модель
Число узлов	54	27
Минимальный номер	1	1
Максимальный номер	54	33
Число районов	9	9
Минимальный номер	1	1
Максимальный номер	2	2
Число Абонентов	8	8
Минимальный номер	1	1
Максимальный номер	8	8
Число замеров	0	0
Минимальный номер	0	0
Максимальный номер	0	0
Число страниц схемы	2	2
Минимальный номер	1	1
Максимальный номер	2	2
На схеме Xmin	0	7
На схеме Ymin	-21	-21
На схеме Xmax	136	78
На схеме Ymax	53	38
Число текстов на схеме	0	0

Рис. 11 Таблица для изменения номеров узлов
и ключей добавляемых объектов

Экспорт – вывод расчетной модели или ее части в унифицированном формате для электротехнических расчетов, разработанном ВЦ ГТУ ЦДУ ЕЭС России (формат *.CDU). По этой команде на экран выводится дополнительное окно для определения объема выводимой в файл информации (Рис. 9).

Здесь по умолчанию имя файла, в который выводится информация, принимается таким же, как и текущий файл, но может быть изменено в соответствующей строке.

Экспорт возможен также в форматах PSSE, CIM XML, XML внутренней структуры, а также CSV.

4.4.1.5. Сохранение в качестве шаблона модели

Новая модель создается при запуске программы или по команде «Создать». При создании ПК использует файл-прототип: «EnergyCA_Project.ENN» - этот файл располагается в рабочей системной папке пользователя. Если такой файл отсутствует, то он создаётся автоматически и содержит параметры по умолчанию. Перед автоматическим созданием программа всегда показывает таблицу общих данных. Если такая таблица появилась при запуске программы, значит, шаблона по какой-то причине нет на нужном месте. Таблица с общими данными будет появляться при каждом запуске, пока не будет создан шаблон (файл-прототип).

Если программа при закрытии пустой модели будет предлагать ее сохранить, то это означает, что шаблон имеет старую версию, которая не соответствует программе. Это тоже лечится сохранением шаблона.

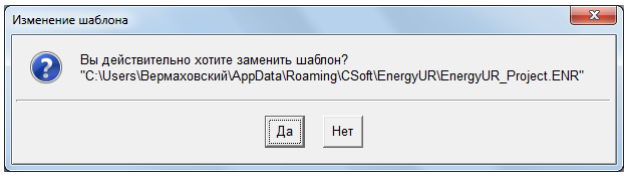
Файл-прототип (шаблон) –это обычный файл модели, но со специальным именем. Он содержит начальное состояние новой модели, в том числе и стандартные настройки программы, такие как:

- имя справочника;
- начальное наименование расчета;

- настройка полей штампа;
- возможные расчётные режимы;
- общие свойства модели по умолчанию;
- в том числе и если необходимо - начальное состояние схемы.

(Последнее не всегда удобно. Может быть непонятно, откуда взялась готовая часть схемы при создании новой, как казалось бы чистой модели.

Для того, чтобы изменить настройки для вновь создаваемых моделей, следует сохранить текущее состояние модели в файле прототипа («EnergyUR_Project.ENR»). Для этого следует воспользоваться пунктом главного меню «Файл/Сохранить в качестве шаблона модели». При сохранении появится диалог подтверждения:



После нажатия на кнопку «Да» будет произведена перезапись файла прототипа.

При каждом создании новой модели считается, что ее файл не определен. Файл определится только при сохранении. В случае сбоя системы все данные будут потеряны. Рекомендуется сразу же сохранить вновь созданную модель в необходимом месте (Ctrl+S), тогда программа сможет восстановить информацию.

4.4.1.6. Печать

Печать – вывод на печатающее устройство информации из активного окна. Перед началом вывода всегда предлагается диалоговое окно для настройки печати. В этом окне можно изменить принтер, изменить настройки принтера и уточнить параметры выводимого изображения. Набор настраиваемых параметров, определяется видом выводимой информации (из таблицы или схемы).

Ниже на рисунке приведен вид диалогового окна для настройки печати таблиц. Вид диалогового окна для настройки печати схемы приведен при описании работы с графическим изображением схемы.

a)

Печать. Схема

Выполнение Предпросмотр Отмена

Принтер: \\csoftserver\HP Universal Printing PCL 6 (v5.0)

Печать	Выполнить
Принтер	Настройка
Ориентация листа	Книжная
Ширина и высота листа, мм	210x297
Шрифт	Arial
Высота шрифта, пт	14 (4.9 мм)
Область печати	Видимая часть
Масштабирование	По формату
Листов по ширине	1
Листов по высоте	1
Верхний отступ, мм	4
Нижний отступ, мм	4
Левый отступ, мм	4
Правый отступ, мм	4
Формирование документа	Склейкой
Вычерчивание рамки	Нет
Отступ от рамки, мм	0
Штамп	Нет
Толщина линий	Минимальная

b)

Печать. Исходные данные по ветвям

Выполнить Закрыть

Принтер: \\csoftserver\HP Universal Printing PCL 6 (v5.0)

Печать	Выполнить
Принтер	Настройка
Ориентация листа	Книжная
Ширина и высота листа	297x210мм
Шрифт	Arial
Размер шрифта, пт	10 (3.5 мм
Количество страниц	3
Межстрочный интервал	Одиночный
Верхний отступ, мм	0
Нижний отступ, мм	0
Смещение вправо, мм	0
Левый отступ, мм	-1
Правый отступ, мм	-1
Колонтитул и нумерация	Нет
Номер первой страницы	0
Ширина колонок	Автоподбор
Вертикальные линии	Нет

Рис. 12 Таблицы настройки печати a) для схемы; b) для таблиц

4.4.1.7. Заполнение свойств модели для заполнения штампов и документооборота

Свойства – заполнение общей информации для штампов создаваемых документов. По этой команде предлагается таблица вида Рис. 13

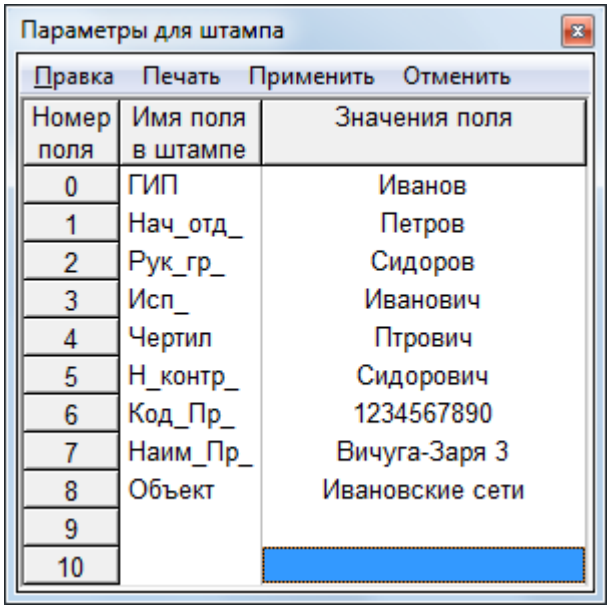


Рис. 13 Параметры для штампа

В эту таблицу вводятся имена, используемые с полем DOCPROPERTY документа и значения этих полей. Имена полей выбираются таким образом, чтобы эта информация могла быть использована в системе документооборота. Если такой в организации нет, то можно сделать так, как предложено на рисунках и в готовых шаблонах.

Выход – завершение работы с программным комплексом. По этой команде предлагается сохранить открытый файл с расчетной моделью, после чего происходит закрытие главного окна программного комплекса.

4.4.2. Позиция «Правка»

Позиция главного меню **«Правка»** содержит набор команд, которые традиционны для этого пункта в приложениях для Windows. Команды этой группы всегда применяются только к текущему окну. Кроме того, состав команд зависит от того, какое окно активно. Перечень команд, применимых к таблицам и схеме, приведен на Рис. 14.

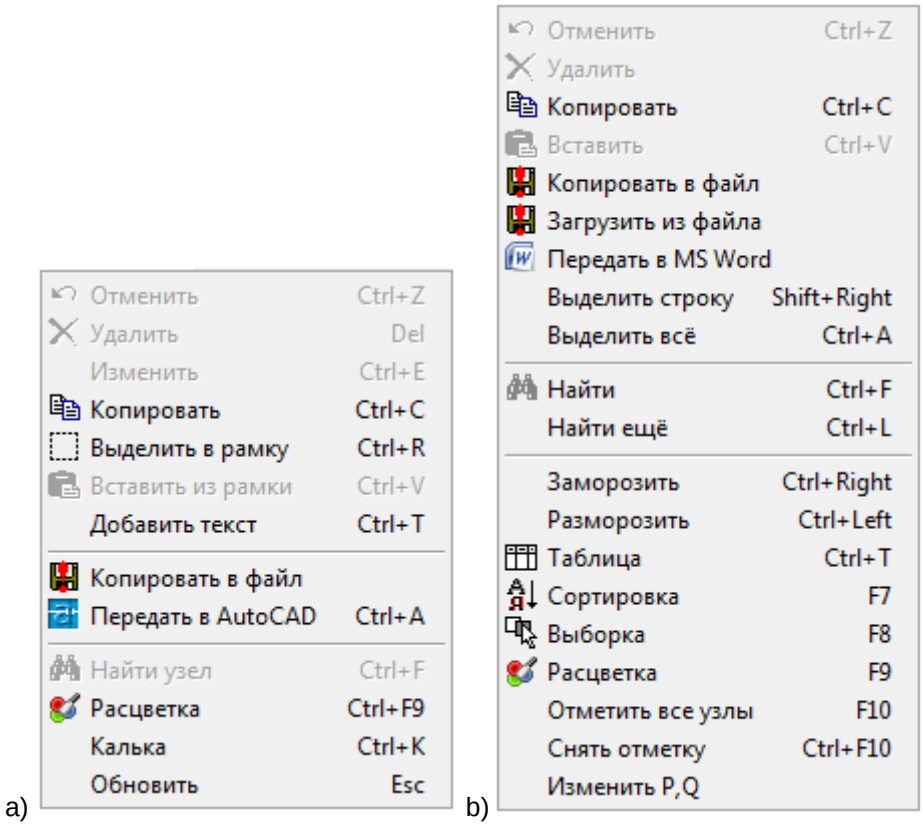


Рис. 14 Команды позиции «Правка» главного меню:
a) для схемы; b) для таблиц

Команды меню «Правка» подробно рассматриваются ниже при описании работы с таблицами и схемой.

4.4.3. Позиция «Схема»

Команды этой позиции используются при работе с графическим изображением расчетной схемы. Если окно со схемой не активно, то при выборе позиции «Схема» оно становится активным, и будут доступны соответствующие команды (Рис. 15).

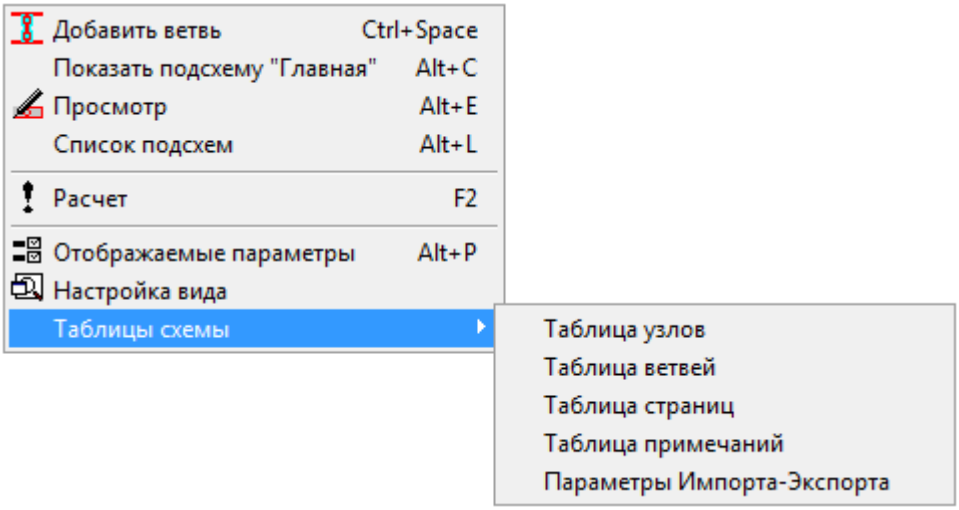


Рис. 15 Команды позиции «Схема» главного меню

Описание команд данной позиции главного меню приведено ниже при рассмотрении порядка работы со схемой.

4.4.4. Позиция «Данные»

Команды позиции главного меню «Данные» предназначены для ввода исходных данных. Эти таблицы могут заполняться параллельно с рисованием схемы или независимо от рисования. Все команды позиции «Данные» доступны всегда, в том числе при пустой модели.

При выборе этой позиции становятся доступными команды для ввода исходных данных.

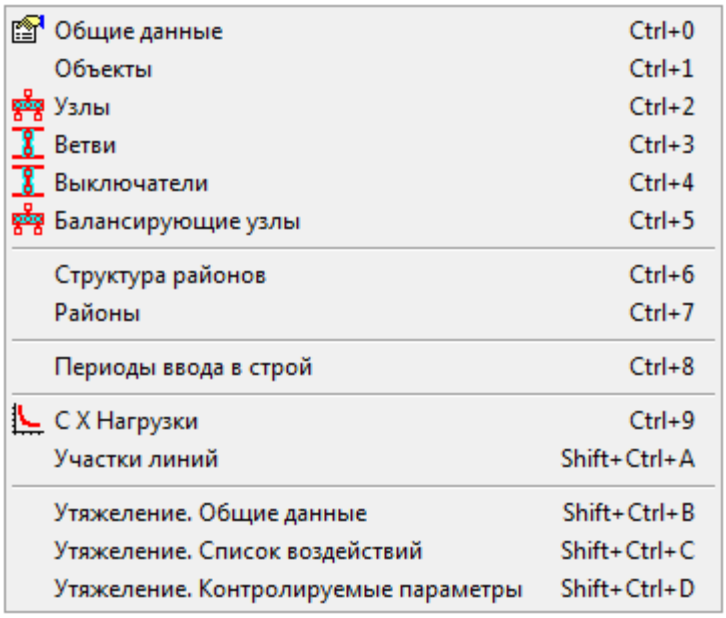


Рис. 16 Команды позиции «Данные» главного меню. Вид расчета – «Утяжеление»

4.4.4.1. Общие данные

«Общие данные» – позволяет производить ввод общих параметров, используемых в программном комплексе для расчета установившегося режима. При ее выборе на экран дисплея выводится таблица настройки параметров вида Рис. 17. Эта команда также может быть вызвана по нажатию кнопки на панели инструментов и командой Общие данные в позиции «Данные» главного меню.

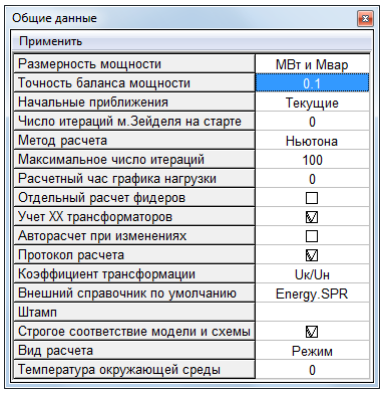


Рис. 17 Таблица для ввода общих данных и настройки расчета

В этой таблице могут быть изменены следующие параметры:

Размерность мощности. В программном комплексе предусмотрено проведение расчетов при задании мощности в МВт и Мвар или кВт и квар. Изменение значения размерности мощности производится при выборе поля с размерностью мощности.

Точность баланса мощности, определяющая максимальное значение небаланса мощности в узлах, при достижении которого заканчивается расчет УР. По умолчанию задается значение 1 МВт. Задание меньшего значения может быть

оправдано, если необходимо обеспечить большую точность результатов расчета, что бывает важно при задании очень малых нагрузок.

Начальные приближения определяют необходимость начала расчета с нулевых или ненулевых приближений. В качестве нулевых начальных приближений принимается состояние, в котором модули напряжений в узлах равны номинальным напряжениям, а их фазы равны нулю. Ненулевые начальные приближения - это напряжения, полученные в результате последнего расчета. Использование ненулевых начальных приближений позволяет значительно сократить время расчета (может потребоваться одна или две итерации даже для весьма тяжелого режима). Но при этом существует риск не получить решения вообще. Например, в случае, если последний расчет не был завершен. Изменение значения начальных приближений производится путем выбора одного из двух значений в дополнительном меню.

Число итераций м.Зейделя на старте – если при выборе «Метода расчета» выбрать «Ньютон+нормализация», то сначала производиться несколько итераций методом Зейделя, затем расчет производится методом Ньютона. Строка определяет сколько итераций будет выполнено методом Зейделя на старте.

Метод расчета позволяет выбрать метод решения нелинейных уравнений узловых напряжений. В программном комплексе предусмотрены следующие методы: классический метод Ньютона, модифицированный метод Ньютона (или метод по параметру), метод Зейделя и метод Ньютона, (производиться несколько итераций методом Зейделя, затем расчет производится методом Ньютона), метод Зейделя и метод по параметру, метод Ньютона и нормализация. Первый метод обеспечивает достаточно быструю сходимость итерационного процесса при близких к решению начальных приближениях узловых напряжений. Второй метод позволяет получить решения в случаях плохой сходимости первого метода (или решение при наименьшем небалансе мощности). Метод Зейделя приближает решение задачи на первых этапах расчета. Нормализация обеспечивает сходимость в том случае, если имеются отрицательные сопротивления.

Максимальное число итераций – наибольшее число итераций, при котором имеет смысл прервать расчет. Как правило, в нормальном случае процесс сходится за 5 - 10 итераций (для метода Ньютона). При задании слишком высокой точности может потребоваться большее число итераций. Решение может быть не получено, если режим слишком тяжелый или имеются очевидные ошибки в подготовке исходных данных. По умолчанию принято стандартное значение в 20 итераций. Увеличивать или уменьшать это значение имеет смысл только в исследовательских целях (например, при поиске ошибки).

Расчетный час графика нагрузки – задает номер часа из суточного графика нагрузки или генерации, для которого будет выполняться расчет установившегося режима. Если графики нагрузки для узлов или соответствующих объектов отсутствуют или в этой позиции задан ноль, то в расчете режима принимается заданная в узлах или объектах мощность.

Отдельный расчет фидеров – при установленном признаке √ в правом поле этого параметра параметры установившегося режима для узлов и ветвей, входящих в состав фидеров, будут определяться методом расчета разомкнутой сети, заданным командой «Метод расчета фидера» в позиции «Фидеры» (Рис. 24). Для остальной схемы расчет выполняется путем решения нелинейных уравнений узловых напряжений.

Учет ХХ трансформаторов – определяет необходимость учета при расчете УР поперечных ветвей схем замещения трансформаторов, отражающих потери холостого хода. В ряде случаев это может привести к плохой сходимости итерационного процесса при расчете УР. Для изменения необходимости учета потерь

мощности холостого хода в трансформаторах следует установить или снять признак √ в правом поле этого параметра.

Авторасчет при изменениях включает или отключает функцию **«авторасчет»** - автоматического выполнения расчетов после внесения любого изменения параметров расчетной модели (в таблицах или на схеме).

Протокол расчета. В процессе работы расчетных модулей возможно возникновение различных аварийных ситуаций (расхождение итерационного процесса, деление на ноль, переполнение порядка чисел и т.д.). Для анализа хода итерационного процесса можно направить результаты его выполнения в специальный файл текстового формата с именем ENERGY.TXT. Необходимость вывода информации в файл определяется признаком √ в правом поле этого параметра. При установке этого признака в меню Рис. 26 добавляется новая команда «Протокол», которая позволяет просматривать файл протокола с помощью любого текстового редактора.

Коэффициент трансформации – изменяет способ задания коэффициента трансформации в ветвях расчетной схемы. Предусмотрены два способа определения этого коэффициента: первый традиционный - по отношению напряжения узла конца ветви трансформатора к напряжению узла начала (Uк/Uн), второй - в виде произведения номера выбранного ответвления и ступени изменения коэффициента трансформации в процентах (n*dKт). Выбор данного параметра производится из дополнительного меню.

Внешний справочник по умолчанию – определяет имя файла базы данных справочной информации, из которого могут быть подгружены данные в справочник модели. При выборе этого параметра на экран выводится стандартное окно для определения загружаемого файла БДС, имеющего расширение *.SPR.

Штамп – предоставляет возможность для вывода на схеме надписи в рамке. Надпись может состоять из трех строк. Кроме этих строк в штампе будет выводиться имя файла, наименование вида расчета и текущая дата. Штамп можно располагать в любом месте схемы, перемещая его, как и любой другой объект. Для того чтобы штамп был видимым на схеме должен быть установлен его масштаб в таблице настройки параметров схемы.

Строгое соответствие модели и схемы – графическое изображение схемы может не соответствовать полной расчетной модели сети, представленной в таблицах, т.е. можно, например, удалять элементы со схемы, а в таблицах их описание останется и они будут участвовать в расчете режимов. При установленном признаке √ в этой позиции будет поддерживаться соответствие модели и схемы, т.е. при удалении элемента со схемы автоматически удаляется и его табличное описание.

Вид расчета – позволяет выбрать вид расчета. В комплексе рассматриваются следующие виды:

- режим;
- утяжеление;
- эквивалентирование.

Температура воздуха – влияет на допустимые токи объектов ВЛ и кабелей на воздухе, следовательно и на коэффициенты загрузки оборудования.

Температура земли – влияет на допустимые токи кабелей, проложенных в траншеях.

4.4.4.2. Объекты

При обращении к команде «Объекты», появляется таблица вида:

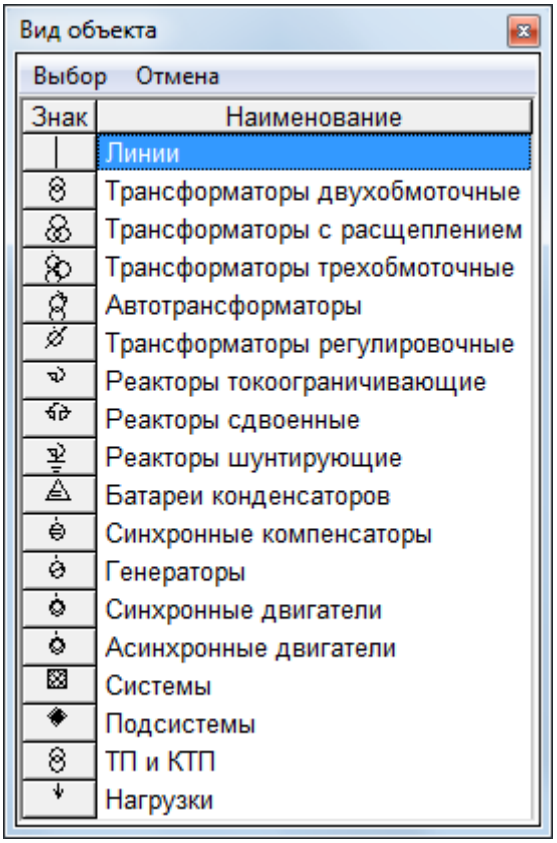


Таблица «Вид объекта»

Подробно эта команда описана в пункте 5.3 «Таблицы объектов электрической сети».

4.4.4.3. Узлы

При обращении к команде «Узлы», появляется таблица вида:

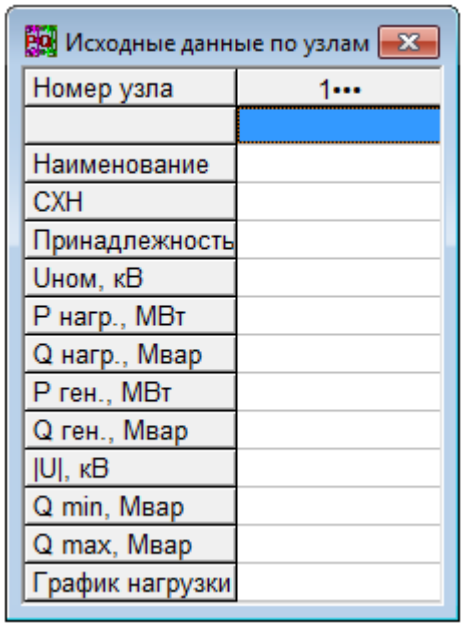


Таблица «Исходные данные по узлам»

Подробно эта команда описана в пункте 5.1.2 «Таблица исходных данных по узлам».

4.4.4.4. Ветви

При обращении к команде «Ветви», появляется таблица вида:

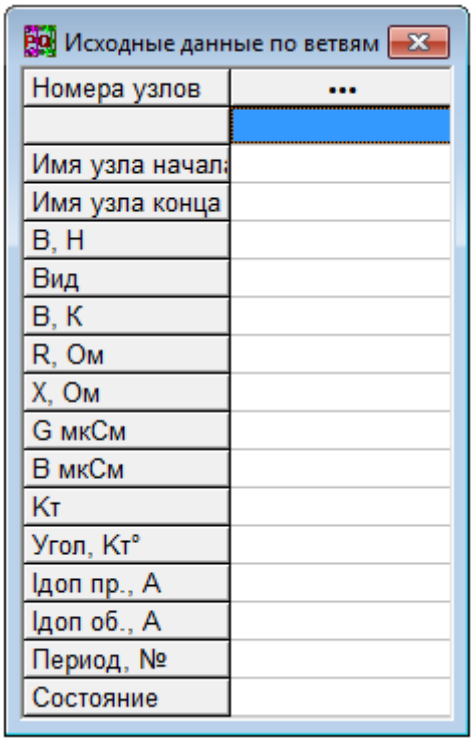


Таблица «Исходные данные по ветвям»

Подробно эта команда описана в пункте 5.1.5 «Исходные данные по ветвям».

4.4.4.5. Выключатели

По этой команде выводится таблица, в которой отображены все ветви модели и показано состояние маркеров-выключателей начала и конца каждой ветви:

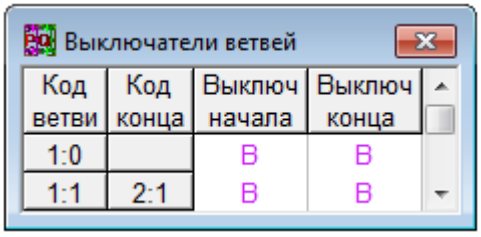


Таблица «Выключателей ветви»

Более подробно о маркерах-выключателях можно узнать в пункте 4.7.14 «Включение и отключение ветви». Эта таблица предназначена не столько для просмотра состояний выключателей, сколько для их импорта или экспорта. Таблицу можно сохранить в файл, как и любую таблицу программы. Эту таблицу можно также и загрузить из файла. (а загрузка из файла работает только для некоторых таблиц). Содержимое таблицы можно копировать в буфер обмена системы, а также загружать из буфера обмена.

4.4.4.6. Балансирующие узлы

При обращении к команде «Балансирующие узлы», появляется таблица вида:

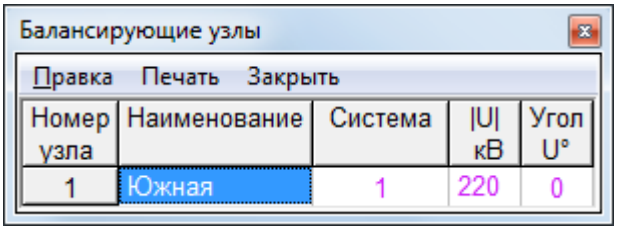


Таблица «Балансирующие узлы»

Подробно эта команда описана в пункте 5.1.4 «Исходных данные по балансирующим узлам».

4.4.4.7. *Структура районов, районы*

При обращении к команде «Структура районов», появляется таблица вида:

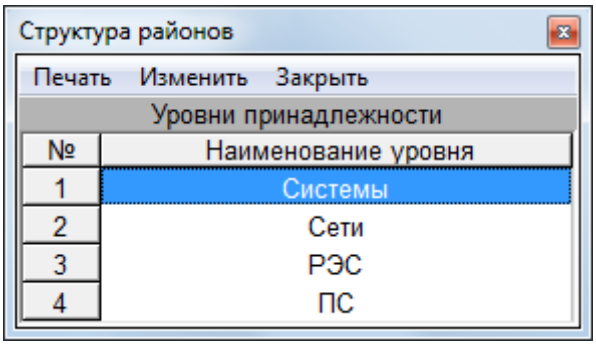


Таблица «Структура районов»

При обращении к команде «Районы», появляется таблица вида:

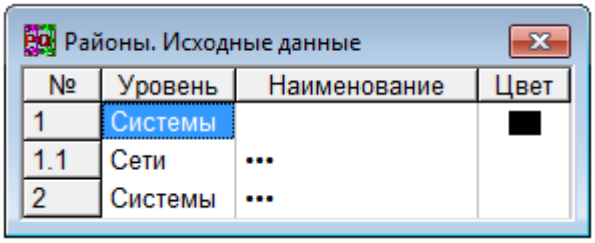


Таблица «Районы»

Подробно эти команды описаны в пункте 5.1.7 «Таблица районов, структура районов».

4.4.4.8. *Периоды ввода в строй*

При обращении к команде «Районы», появляется таблица вида:

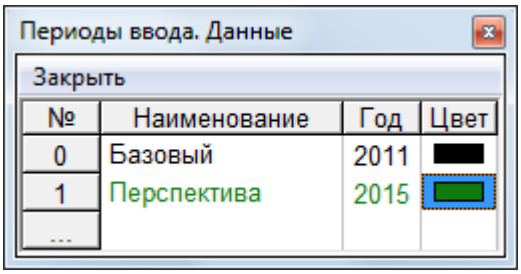
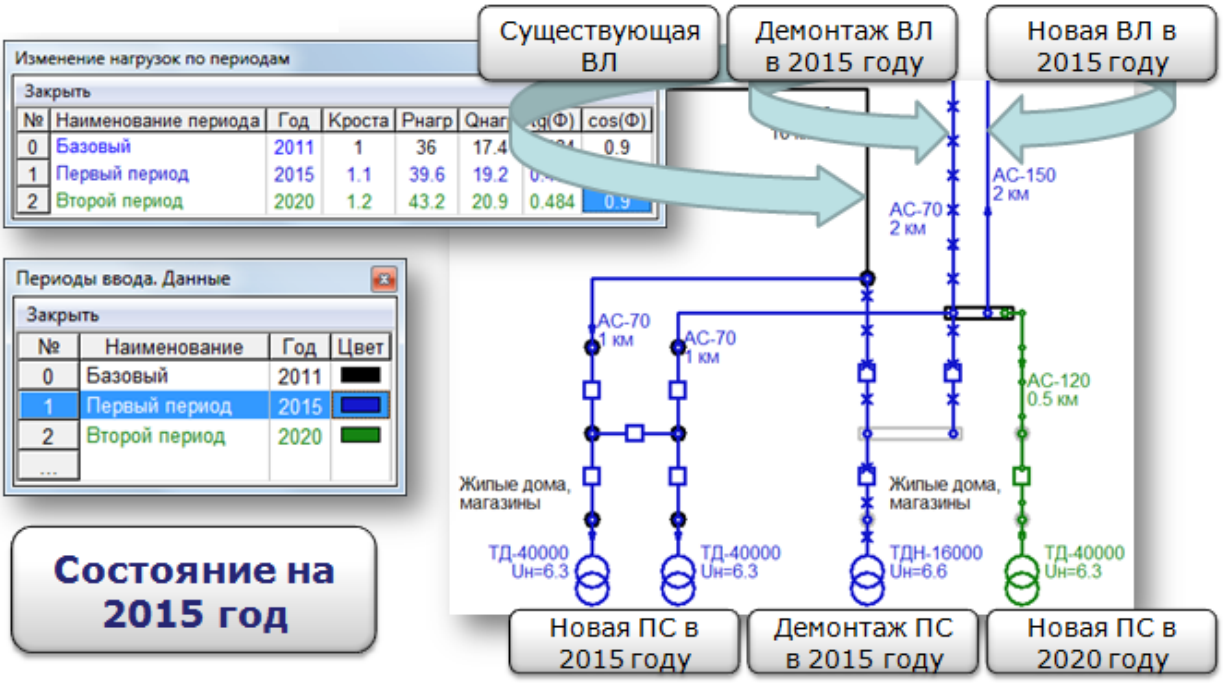


Таблица «Периоды ввода. Данные»

В программе возможно учесть большое число вариантов развития сети во времени и отобразить их на схеме. С помощью этой команды, можно определить период ввода в строй объектов сети. В таблице данных по ветвям всех объектов есть 2 дополнительные строки, в которых определяются «Состояние» - «Сущ/Нов/Дем» и «Период, №», в котором выбранное состояние будет активным и соответствующе отобразится на схеме («демонтированный» объект будет зачеркнут крестиками, «новый» объект будет иметь маленькие кружочки).



Применение функциональности «Проектирование во времени»

У таких объектов как «Нагрузка» и «ТП и КТП» имеется дополнительный параметр «Коэфф. роста», который можно задать в таблице:

Изменение нагрузок по периодам

Закрыть

№	Наименование периода	Год	Кроста	Рнагр	Qнагр	tg(Ф)	cos(Ф)
0	Базовый	2011	1	0.6	0.436	0.726	0.809
1	Перспектива	2015	1.1	0.66	0.479	0.726	0.809

Таблица «Изменение нагрузок по периодам»

4.4.4.9. СХ Нагрузки

«СХ Нагрузки» – позволяет задать коэффициенты статических характеристик нагрузки. Статическая характеристика используется в расчете установившегося режима и представляет собой зависимость потребляемой активной и реактивной мощности нагрузки, подключенной к узлу от напряжения. Такая зависимость задается в виде системы квадратичных полиномов. Квадратичный полином дает зависимость от напряжения в о.е. При этом базовыми параметрами являются напряжение узла, заданное в графе Uном и суммарная мощность нагрузки (с учетом Кз), подключенная к узлу. Ввод статической характеристики состоит в том, чтобы задать коэффициенты квадратичного полинома для активной и реактивной мощности, которые вводятся в таблицу (Рис. 18)



СХН	a0	a1	a2	b0	b1	b2	b0''	b1''
1	0.83	-0.3	0.47	3.7	-7	4.3	0.657	0.158
2	0.83	-0.3	0.47	4.9	-10.1	6.2	0.772	0.158
3	0	0	1	0	0	1	1	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 18 Таблица для ввода коэффициентов полиномов статических характеристик нагрузки

Каждой строке этой таблицы соответствует один тип СХН. Коэффициенты характеристик первых трех типов – стандартные - заданы по умолчанию, но могут быть изменены в этой таблице. СХН1 соответствует нагрузке на напряжении 35-110 кВ. СХН2 – на напряжении 6-10 кВ. СХН3 – шунт – заданный реактивной мощностью. СХН4-СХН7 – пользовательские. Можно ввести и использовать по усмотрению расчетчика.

Детально команды позиции «Данные» рассмотрены в разделе «Таблицы исходных данных».

4.4.4.10. Участки линий

«Участки линий» – необходима для того чтобы можно было просмотреть таблицы всех участков ВЛ, всех участков КЛ и всех участков шинопроводов. Возможность просмотра всех объектов одного класса предусмотрена в команде «Объекты». Но в числе объектов имеются линии, а участки рассматриваются как участки линий. Обобщенные таблицы ВЛ, КЛ и шинопроводов можно посмотреть только так. Предлагается меню

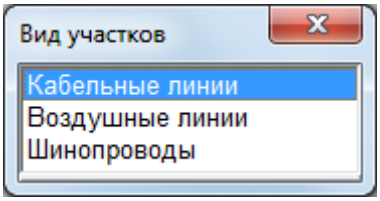
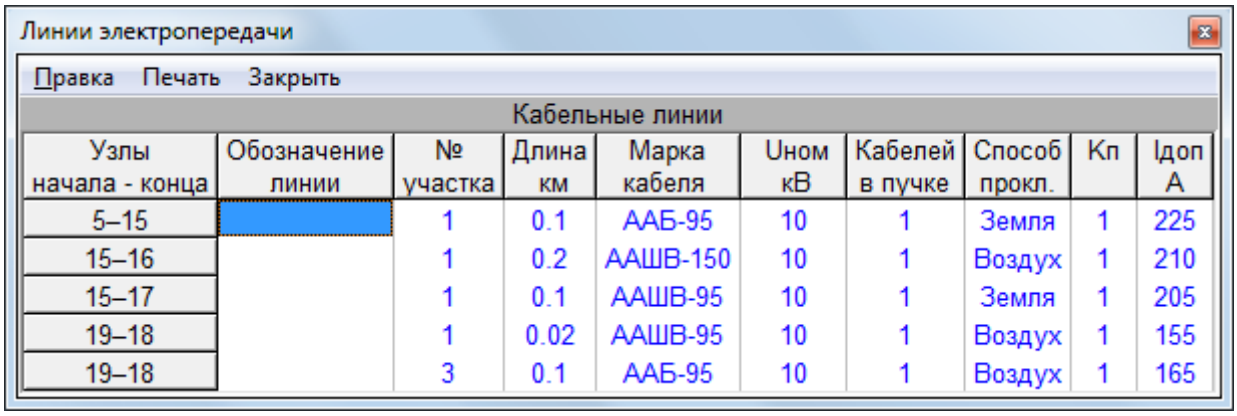


Рис. 19 Меню для выбора вида участков линий



Узлы начала - конца	Обозначение линии	№ участка	Длина км	Марка кабеля	Uном кВ	Кабелей в пучке	Способ прокл.	Кп	Iдоп А
5–15		1	0.1	ААБ-95	10	1	Земля	1	225
15–16		1	0.2	ААШВ-150	10	1	Воздух	1	210
15–17		1	0.1	ААШВ-95	10	1	Земля	1	205
19–18		1	0.02	ААШВ-95	10	1	Воздух	1	155
19–18		3	0.1	ААБ-95	10	1	Воздух	1	165

Рис. 20 Таблица всех участков всех КЛ

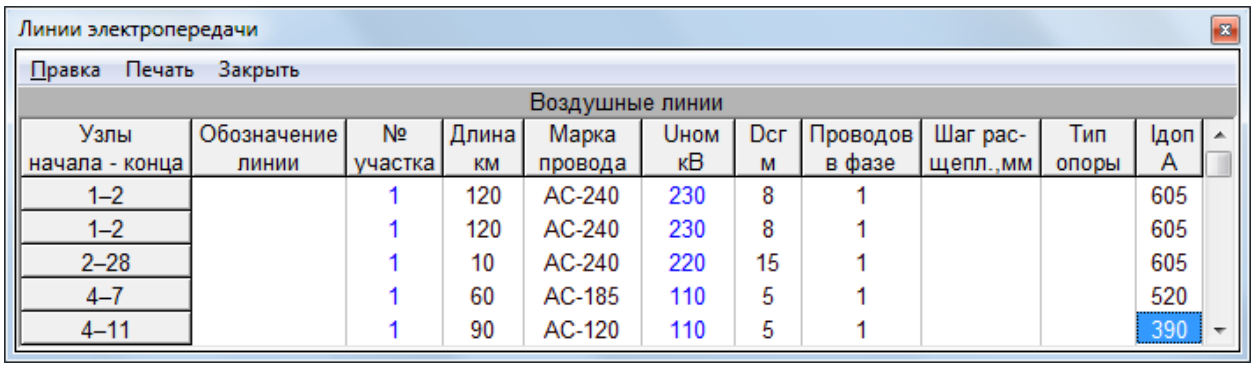


Рис. 21 Таблица всех участков всех ВЛ

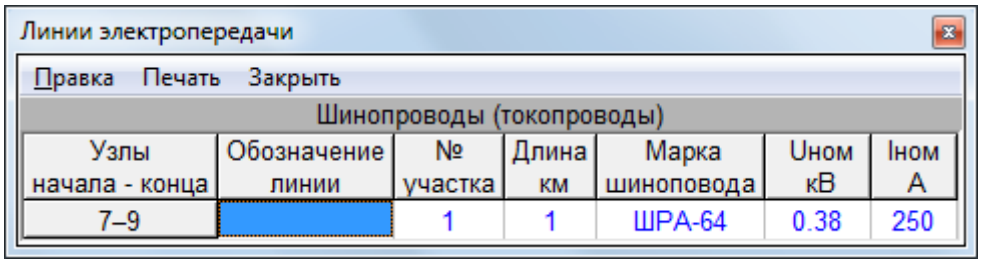


Рис. 22 Таблица всех участков всех шинопроводных и токопроводных линий

4.4.4.11. Команды описания исходных данных для утяжелений режима

Описание команд и их применение описаны в п. Утяжеление режима
Команда «Утяжеление. Общие данные»;
Команда «Утяжеление. Список воздействий»
Команда «Утяжеление. Контролируемые параметры»

4.4.5. Позиция «Результаты»

При выборе этой позиции становятся доступными команды для анализа результатов расчета. Точнее использование команд этой позиции инициирует сам расчет. Выбор любой команды приводит к выполнению расчета, если после предыдущего расчета не было никаких изменений.

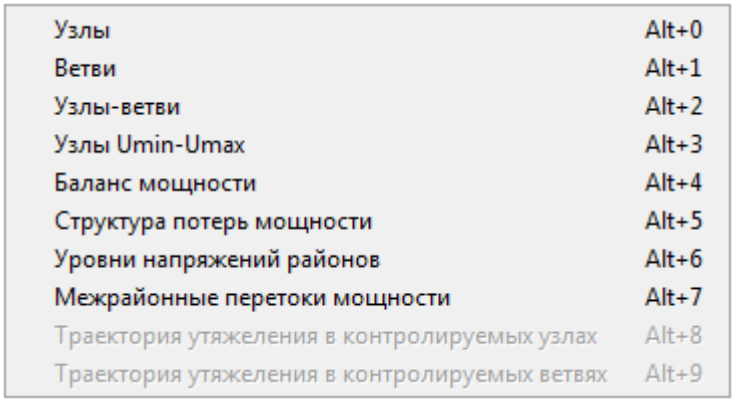


Рис. 23 Команды позиции «Результаты» главного меню. Вид расчета – «Утяжеление»

Описание команд данной позиции главного меню приведено ниже в разделе Таблицы . А расчет утяжелений описан в п.6 «Утяжеление режима».Утяжеление режима

4.4.6. Позиция «Фидеры»

При выборе этой позиции становятся доступными команды для определения в расчетной схеме фидеров и выполнения расчетов установившихся режимов по отдельным фидерам.

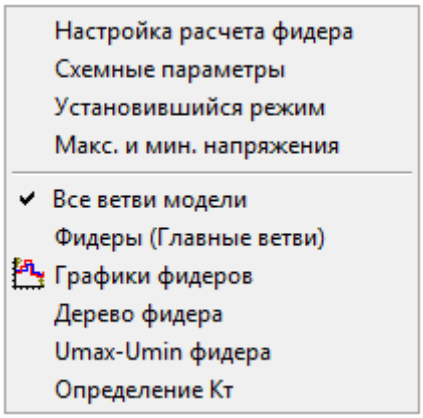


Рис. 24 Команды позиции «Фидеры» главного меню

Описание команд данной позиции главного меню приведено ниже при рассмотрении порядка работы с таблицами фидеров.

4.4.7. Позиция «Замеры»

При выборе этой позиции становятся доступными команды для ввода и редактирования информации о суточных графиках активной и реактивной мощности нагрузки или генерации, которые могут быть введены из файлов с данными телеметрии или АСКУЭ.

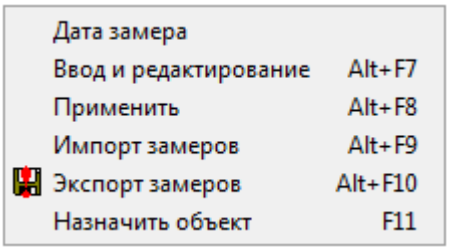


Рис. 25. Команды позиции «Замеры» главного меню

Здесь же становятся доступными команды для привязки конкретных замеров активной и реактивной мощности к объектам схемы.

4.4.8. Позиция «Сервис»

Позиция **«Сервис»** содержит команды для настройки и задания параметров расчета и параметров представления информации, а также команды для вспомогательных действий. При выборе этой позиции главного меню становятся доступными следующие команды (Рис. 26).

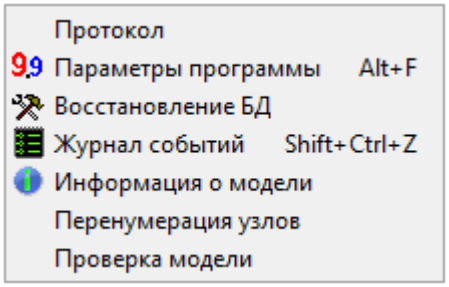


Рис. 26 Команды позиции «Сервис» главного меню

Протокол – просмотр промежуточных результатов, как правило, длинных многоэтапных команд – это расчет режима и операция восстановления базы данных.

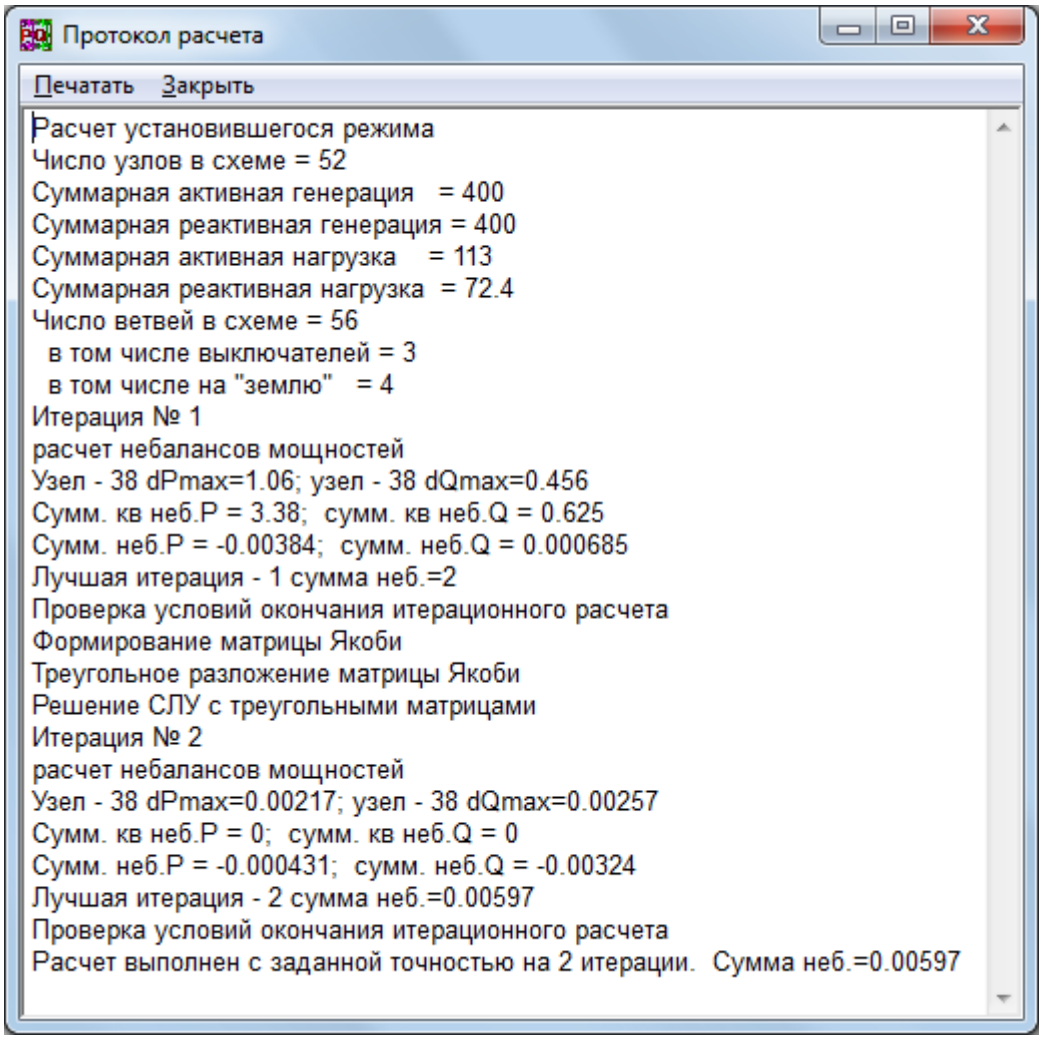


Рис. 27 Окно просмотра протокола

Команда **«Параметры программы»** позволяет производить настройку программного комплекса с помощью дополнительной таблицы. Команда может быть вызвана кнопкой на панели инструментов.

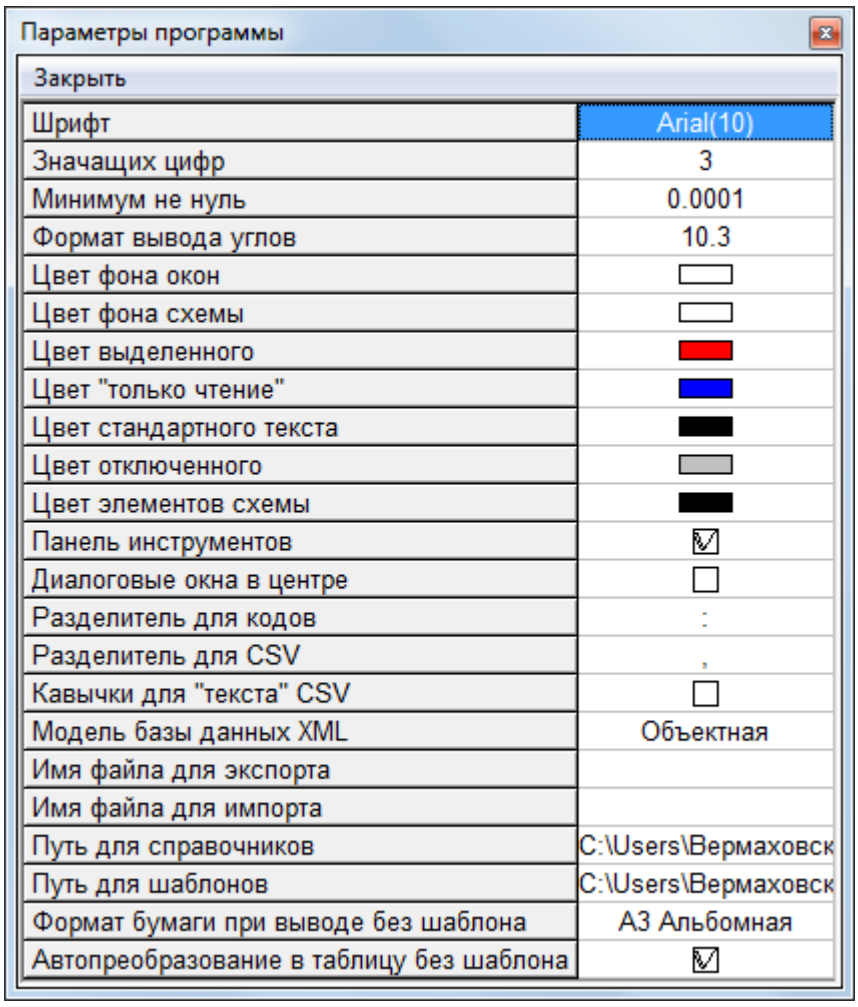


Рис. 28 Диалоговое окно «параметры программы»

В этой таблице задаются следующие параметры:

Шрифт – размер и вид шрифта текстовой информации;

Число значащих цифр – число значащих цифр в представлении числовых данных для чисел возможные значения которых имеют большой диапазон;

Минимум не нуль – число, меньше которого все числовые параметры в программном комплексе будут отображаться нулем;

Формат вывода углов – формат, в котором будут выводиться углы;

Цвет фона окон – стандартный цвет фона ячеек всех таблиц;

Цвет фона схемы;

Цвет выделенного – цвет, котором помечаются выделенные элементы схемы;

Цвет "только чтение" – цвет текста ячеек таблиц, предназначенных только для чтения;

Цвет стандартного текста – стандартный цвет текста ячеек таблиц;

Цвет отключенного – цвет для отключенных элементов схемы;

Цвет элементов схемы – стандартный цвет включенных элементов схемы;

Панель инструментов – признак необходимости вывода в главное окно программного комплекса панели инструментов;

Разделитель для кодов – разделитель разрядов кодов;

Разделитель для CSV – вид разделителя полей для файлов формата CSV;

Кавычки для "текста" CSV – необходимость кавычек для текстовых полей при выводе информации в файл (при вводе программе все равно);

Модель базы данных XML – модель базы данных для экспорта данных (в ПК EnergyCS Электрика пока доступна только реляционная);

Имя файла для экспорта, имя файла для импорта – имена фалов для экспорта/импорта всей модели по умолчанию (если задать эти поля, то операции будут выполняться без запроса имени файла);

Путь для справочников – путь к директории, которая будет включена в поиск файлов справочника;

Путь для шаблонов – путь к директории, которая будет включена в поиск файлов шаблонов;

Формат бумаги при выводе без шаблона – если при экспорте таблицы в MS Word не используется шаблон, то данные будут экспортированы в документ по умолчанию со штампом выбранного формата (файлы «BlankA3vert.dot», «BlankA3hor.dot», «BlankA4vert.dot», «BlankA4hor.dot» соответственно);

Автопреобразование в таблицу без шаблона – если при экспорте таблицы в MS Word не используется шаблон, то данные могут быть выведены в виде таблицы, либо в виде текста со знаками табуляции.

Команда **«Восстановить БД»** (восстановить базу данных) необходима для восстановления целостности БД модели в случае некорректного завершения работы. При этом проверяются логические связи между записями в разных таблицах в случаях нарушений связей или соответствий между таблицами неправильные данные удаляются. После выполнения команды выдается сообщение вида

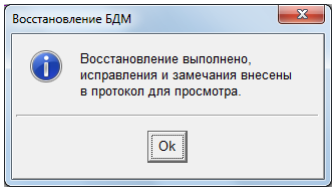


Рис. 29 Диалоговое окно завершения восстановления базы данных

Применять команду необходимо всякий раз после сбоя в программе, связанного с завершением работы или после внезапного отключения электроэнергии. После выполнения команды следует визуально оценить сохранность схемы и данных в таблицах объектов, которые по воле расчетчика не изображены на схеме.

Команда **«Журнал событий»** показывает окно журнала событий (см. Рис. 30). В журнал событий записываются действия, производимые программным комплексом, протокол расчёта, предупреждения, а также некоторая, запрошенная пользователем, информация.

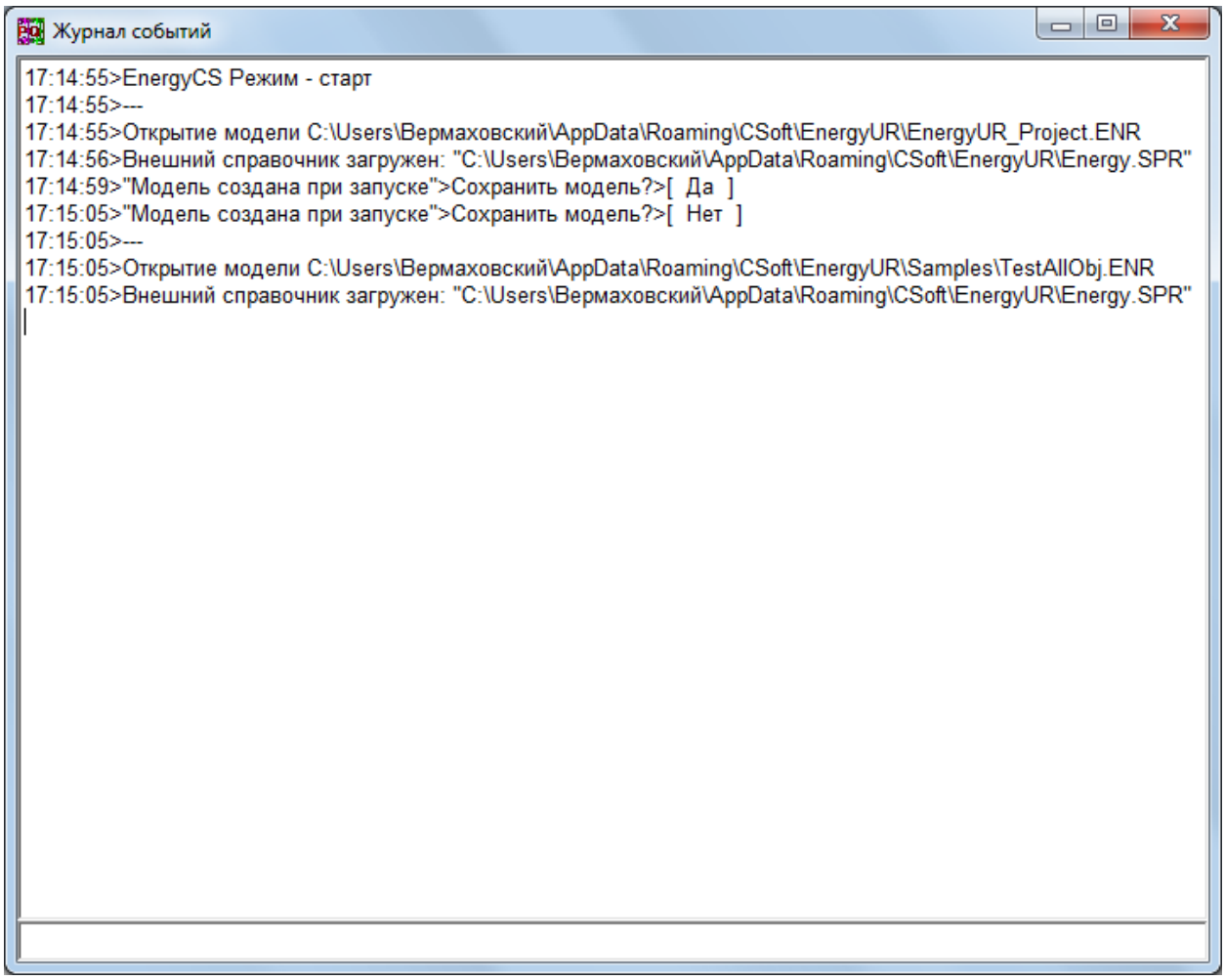


Рис. 30 Окно журнала событий

По умолчанию слева выводится время каждого события. Красным цветом помечены предупреждения и важная информация. Синим цветом и подчёркиванием выделены гиперссылки на ветви модели. При клике правой кнопки мыши по гиперссылке открывается схема и на ней выделяется ветвь, на которую указывает гиперссылка.

Журнал событий является свободно редактируемым, что позволяет заносить туда свою собственную информацию и делать пометки.

Журнал событий храниться только во время выполнения программы, поэтому в случае необходимости сохранить данные нужно воспользоваться соответствующим пунктом меню.

Контекстное меню журнала событий содержит следующие пункты:

Копировать, Вырезать, Вставить – стандартные операции с буфером обмена, применительно к выделенному тексту.

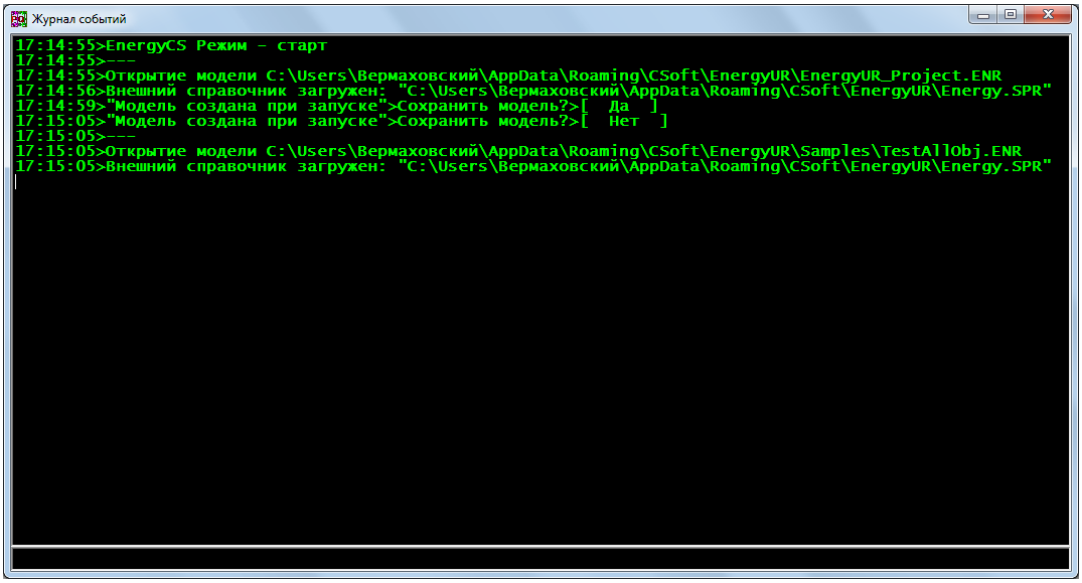
Очистить всё – очистить содержимое журнала событий.

Выделить всё – выделить всё содержимое журнала событий.

Копировать всё – копировать всё содержимое журнала событии в буфер обмена. Содержимое копируется вместе с атрибутами текста.

Протоколировать – подменю выбора степени детализированности протокола. Чем выше детализированность протокола, тем дольше выполняются операции, связанные с многократными повторяющимися действиями.

Стиль – выбор внешнего оформления окна журнала событий. Чёрно-зелёный стиль повышает контрастность и снижает нагрузку на глаза.



Журнал событий

Выводить время – управляет выводом времени операции в журнал событий.

Очищать перед расчётом – заставляет очищать журнал событий перед началом каждого расчёта. Таким образом в журнале находятся только события, связанные с конкретным последним расчётом. Минусом данного режима является потеря пользовательских меток и информации, не связанной с расчётом.

Сохранить как… – сохраняет всё содержимое журнала событий в выбранный файл.

Команда **«Информация о модели»** выдает информацию о модели на момент открытия в окне журнала событий.

Перенумерация узлов – команда, предназначенная для изменения номеров узлов, например, после объединения моделей или после ввода модели без отслеживания регламентированных (Например, диспетчерских) номеров узлов.

Перенумерация узлов

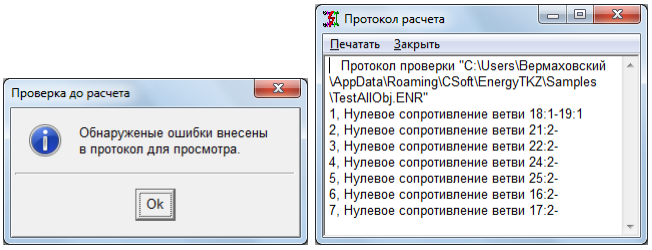
Печать Применить Закрыть

Номер (код)	Наименование	Uном кВ	Альтернативный номер или имя
1	ПС Железного	330	1001
2	2фт	330	1002
4	ПС Железногорская	115	1003
6	6фт	330	1004
9	2фт	330	1005
11	ПС Железногорская	115	1006
13	6фт	330	1007
16	2фт	330	1008
18	ПС Железногорская	115	1009
20	6фт	330	1010
23	оп.46	115	1011
26	ПС-28	115	1012
27	ПС-28	115	1013
28	оп.48	115	1014
29	оп.48	115	1015
30	ПС-29	115	1016
31	ПС-29	115	1017
38	ПС-39	115	1018
39	ПС-39	115	1019
40	40фт	115	1020
41	ПС-39	35	1021
42	42	6	1022

Рис. 1 Таблица для изменений номеров узлов

Выполнение команды изменения номеров. выполняется по команде «Применить». При этом вместо исходных номеров будут показываться альтернативные. Отключение альтернативных номеров и их включение возможно также через «общие данные» - параметр «Нумерация узлов». Программа допускает, чтобы альтернативные номера вводились не для всех узлов. Для тех узлов, у которых нет альтернативных будут показаны исходные номера. При вводе альтернативных номеров допустимы любые символы и проверка на дублирование не выполняется.

Проверка модели – осуществляется проверка расчетной модели на наличие в ней ошибок.



Сообщение о проведенной проверки модели в протокол расчета

4.4.9. Позиция «Справочник»

Доступ к справочнику осуществляется через команду главного меню «Справочник» см. На Рис. 31 показан список меню для обслуживания справочника.

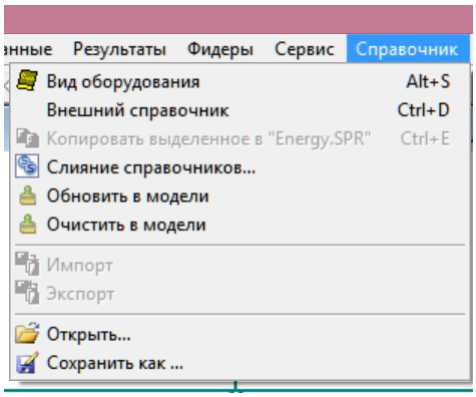


Рис. 31 Команды группы «Справочник»

По команде **«Вид оборудования»** предлагается полный список таблиц справочника Рис. 32. Детально содержимое каждой таблицы рассмотрено в разделе «Работа с базой данных справочной информации».

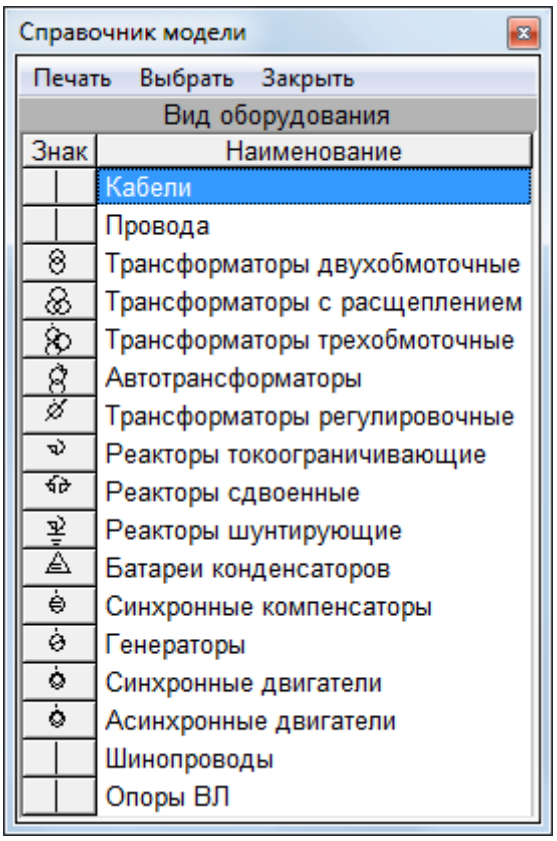


Рис. 32 Список таблиц справочника

Команда **«График нагрузки»** используется для расчета потерь электроэнергии и являются типовыми.

Команда **«Внешний справочник»** позволяет переключатся между справочником модели и внешним справочником, при его просмотре и редактировании. Если установлена «Птица» («Галка») около пункта меню, то активен внешний справочник. После выполнения расчетов всегда становится активным справочник модели, так как в расчете используются данные из справочника модели.

ВНИМАНИЕ: При активном внешнем справочнике, в случае, если внешний справочник не содержит некоторых записей справочника модели на изображении схемы могут пропасть обозначения этих типов элементов. Изображение восстановится после возврата к внутреннему справочнику модели. (При расчете такой возврат выполнится автоматически).

Может произойти следующая ситуация: при загрузке файла модели, созданного в предыдущих версиях программы, когда существовал только внешний справочник, типы оборудования могут не определиться, и в строке «Тип» будет что-то типа: «?489512». В этом случае, необходимо скопировать из внешнего справочника, во внутренний справочник необходимые данные, используя команду «Копировать выделенное в …». Возможно, что после этого, понадобится применить команду «Очистить справочник модели» для удаления неиспользуемых данных.

Команда **«Копировать выделенное в Energy.SPR»** позволяет из выделенного окна справочника модели скопировать информацию в файл внешнего справочника, в данном случае в Energy.SPR. Если в данный момент активен внешний справочник, то эта команда будет иметь название **«Копировать выделенное в модель».** Соответственно изменится и направление копирования. То есть команда всегда дает возможность скопировать из активного справочника в альтернативный.

Команда **«Слияние справочников»** дополнить содержимое одного из справочников, содержимым другого. При обращении к этой команде программа предлагает выбрать справочник назначения, тот в который необходимо добавить ин-

формацию. Отличие от предыдущей команды в основном то, что в процессе слияния выполняется проверка неидентичности записей

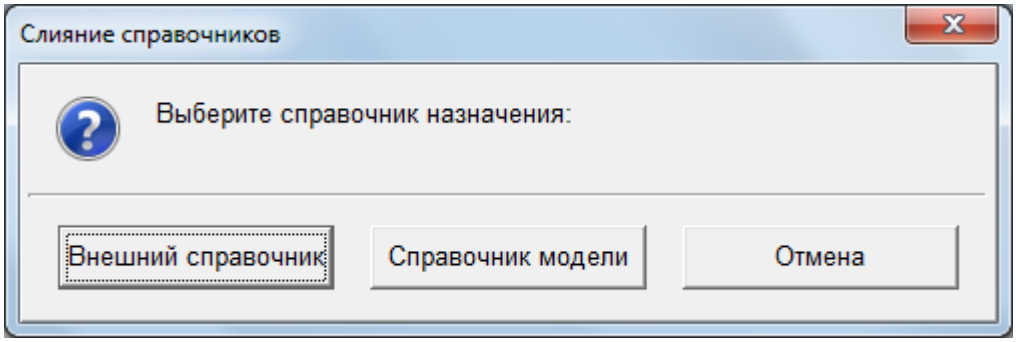


Рис. 33 Определение справочника назначения при слиянии

Команда «**Обновить в модели**» - позволяет повторить копирование данных из внешнего справочника в модель для всех объектов.

Команда «**Очистить справочник модели**» позволяет просканировать модель и удалить из таблиц внутреннего справочника модели все лишние ссылки, сохранив только те элементы, которые использованы в модели.

Команда **«Импорт»** предназначена для ввода данных из файлов с форматом CSV или XML в таблицы справочника.

Команда **«Экспорт»** позволяет копирования данные из справочника в файл с форматом TXT, CSV или XML.

Команда «**Открыть**» позволяет выбрать файл внешнего справочника.

Команда **«Сохранить как»** позволяет сохранить файл-копию текущего справочника с новым именем. При таком копировании в таблицах справочника наводится порядок, и файл-копия может иметь меньший размер, чем исходный файл.

4.4.10. Позиция «Окна»

Позиция **«Окна»** служит для выбора схемы расположений окон с помощью команд, приведенных на Рис. 34.

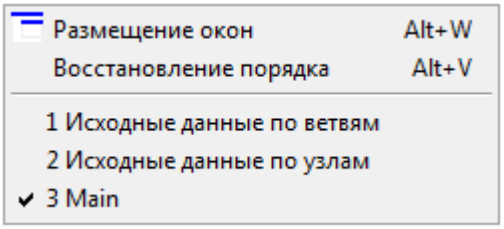


Рис. 34 Команды позиции «Окна» главного меню

Для отображения схемы, исходных данных и результатов используется несколько окон. Окна с параметрами обычно располагаются слева или ниже окна схемы. В процессе работы возможно изменение их расположения и ориентации с использованием обычных средств перетаскивания и изменения размеров. Для восстановления порядка размещения окон на экране предусмотрено множество возможных схем размещения окон, одно из которых выбирается из таблицы вида Рис. 35

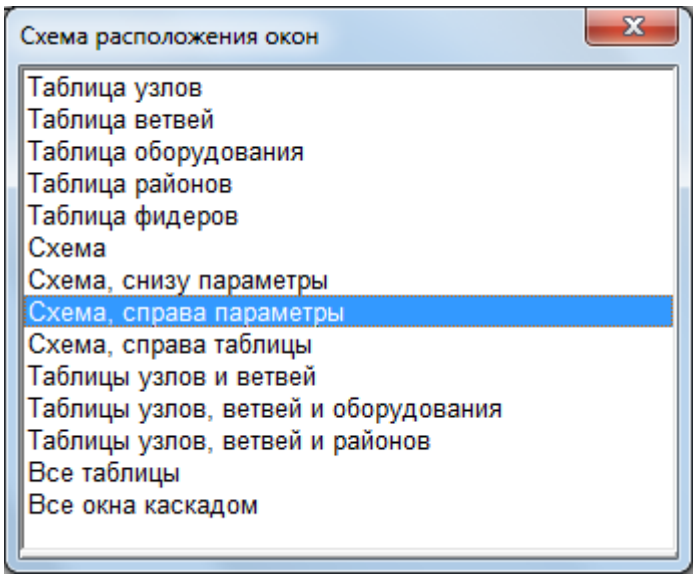


Рис. 35 Выбор варианта размещения окон на экране

При изменении размеров или формы окон по команде **«Восстановить порядок»** можно восстановить выбранное первоначальное расположение.

4.4.11. Позиция «?»

Данная позиция главного меню служит для вызова справочной информации по работе с программным комплексом «EnergyCS». Команды этой позиции стандартны для системы Windows

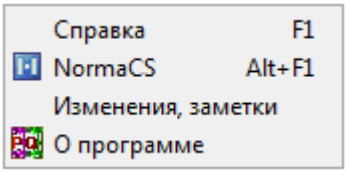


Рис. 36 Список команд позиции «?» главного меню

По команде **«Справка»** становится доступным настоящее описание работы с программным комплексом, помощь по работе с программным комплексом будет доступной из любого окна по горячей клавише F1.

По команде **«NormaCS»** происходит обращение к информационной системе со стандартами и нормативной документацией NormaCS. Для того, что бы эта команда работала, программа должна быть установлена в Вашей вычислительной системе;

По команде **«Изменения, заметки»** выводится окно, содержащее изменения, внесенные в программу EnergyCS Режим;

По команде **«О программе»** на экран выводится окно вида (при расчете Режима):



Рис. 37 Окно «О программе»

В этом окне приводится информация о названии, версии и других параметрах программы.

4.5. Использование клавиатуры и мыши

Несмотря на то, что табличных окон может быть множество принципы работы с ними одинаковы. Для работы пользователя как с табличной, так и с графической информацией используется клавиатура и системное устройство указания, условно **мышь.**

Для ввода графического изображения клавиатура почти не используется. Она используется, главным образом, для ввода символьной информации в таблицы. Однако при работе со схемой с помощью команд с клавиатуры может производиться горизонтальная и вертикальная прокрутка схемы, а также стандартные действия редактирования, например, удаление, вызов контекстного меню и др. Все клавишные команды описаны в главном меню. Список клавишных команд приведен в описании работы с графическим редактором.

Для ввода текста в таблицы клавиатура является основным устройством ввода. Основные действия с клавиатурой стандартны для приложений MS Windows. Список команд приведен в описании работы с таблицами. Для вызова контекстного меню с клавиатуры может быть использована специальная клавиша. Она расположена, как правило, на алфавитной клавиатуре около левой клавиши Ctrl.

Для рисования схемы использование мыши обязательно. Для просмотра результатов на схеме можно обходиться только клавиатурой. При работе с табли-

цами мышь может использоваться для указания клеток и для прокрутки с использованием полос прокрутки.

В основном использование мыши стандартно для MS Windows. Однако, имеются некоторые отклонения, похожие на те, что имеются в AutoCAD. Ниже приводится описание использования мыши и уточнение терминологии.

Предполагается, что мышь двухкнопочная. Она может иметь дополнительно колесо прокрутки или джойстик - скроллер. В описании предполагается, что мышь настроена под правую руку. Если настройка системы изменена, то соответствующим образом поменяется и действие мыши.

Правая кнопка мыши используется только для вызова контекстного меню.

Для действий используется только левая кнопка мыши, и далее в тексте речь будет идти только о ней.

Способ нажатия кнопки мыши имеет большое значение. Как правило, действие начинает производиться после отпускания кнопки. Процесс рисования или перемещения объектов происходит при отпущенной кнопке мыши. Следует отметить, что во многих приложениях это не так. В этом случае продолжительность нажатия значения не имеет. Однако для повышения точности действий время нажатого состояния следует делать минимальным. Следует помнить, что в программном комплексе будут использованы те координаты, на которых кнопка отпущена, это может казаться неожиданным. Для обозначения кратковременного нажатия в тексте использовано слово «**кликнуть**» или «**клик**». Двойное кратковременное нажатие обозначается термином «**двойной клик**». Двойной клик в системе Windows обрабатывается по-особому, и в программном комплексе он может иметь особый смысл.

Клик при указании курсора на графический объект схемы обеспечит его выделение. Выделить – это, значит, указать курсором на объект и кликнуть левой кнопкой мыши.

Клик на свободном месте схемы выполнит снятие выделения.

Перемещение мыши с нажатой левой кнопкой ведет к перемещению всей схемы в окне, как будто экран – это увеличительное стекло над большим листом с изображением схемы – это действие называется прокрутка. Перемещение схемы может иметь место, если кнопка нажата на свободном месте схемы.

Перемещение выделенных графических объектов или их выделенных элементов происходит после отпускания кнопки мыши (выделение осуществляется кликом на этом элементе).

На схеме **курсор мыши** изменяет свой вид в соответствии с возможными действиями. Список возможных изображений курсора приведен в таблице 2

Таблица 2 Виды указателя мыши при работе со схемой

Вид курсора мыши	**Возможное действие**
	Указатель не совмещен с выделенным объектом или никакое действие с объектом не возможно.
	Обозначает возможность перемещения текста, маркера текста, значка объекта. Появляется при размещении указателя на соответствующем маркере или на области текста при условии, что соответствующее перемещение возможно. Так, перемещать текст узла изменять положение значка можно только при возможности изменения схемы, а текст ветви можно перемещать в любом режиме схемы.
	Изменение длины изображения узла в виде вертикальной шинки. Появляется при размещении указателя у верхнего или нижнего края изображения узла в виде вертикальной шинки.
	Изменение длины изображения узла в виде горизонтальной шинки. Появляется при размещении указателя у левого или правого края изображения узла в виде горизонтальной шинки или в виде окружности.

	Вид указателя при совмещении его с квадратиком в верхнем левом углу рамки выделения участка схемы. Такой указатель имеет место при возможности перемещения выделенного участка схемы.
	Вид указателя, который возможен при изменении положения текста, если указатель оказался недопустимо далеко от точки возможного размещения надписи. Если дать команду «поместить надпись» в таком положении, то соответствующий текст будет убран со схемы.
	Вид указателя при совмещении его с маркером середины изображения шины и возможности перемещения изображения узла без изменения его ориентации.
	Вид указателя при совмещении его с маркером выключателя выделенной ветви и возможности изменения состояния коммутационного аппарата ее начала или конца.
	Вид указателя при совмещении его с горизонтальным или вертикальным участком сети и возможности изменения положения этого участка.
	Вид курсора во время выполнения вычислений или при перерисовке схемы (такой курсор может иметь место при работе с большой схемой на медленном компьютере). Если такой вид указателя остается слишком долго следует попробовать отменить последнюю команду, нажав ESC или команду «Отменить» контекстного меню. Если эти действия не изменяют вид курсора, то, возможно, что программный комплекс «завис» и завершать ее работу придется системными средствами.

Примечание: вид указателя мыши может быть изменен системными настройками, в этом случае будут видны аналоги этих значков, предусмотренные настройкой.

Скроллер мыши (колесо прокрутки) используется следующим образом. Если курсор на поле чертежа, то, вращая скроллер, можно изменять масштаб видимого изображения, при этом курсор мыши является центром масштабирования. Если курсор мыши находится на полосе прокрутки схемы или таблицы, то осуществляется соответственно горизонтальная или вертикальная прокрутка изображения или другое действие, связанное с полосой прокрутки. Если мышь без скроллера, то масштабирование схемы может быть включено одновременным кликом левой и правой кнопок мыши. Если нет драйвера эмуляции скроллера, то в центре масштабирования появляется изображение лупы. Масштаб изменяется в зависимости от расстояния курсора мыши по вертикали от центра масштабирования. Если драйвер эмуляции скроллера в системе загружен, то появится его значок. Масштабирование тоже будет происходить, но закон изменения масштаба будет другим.

Когда речь будет идти о кнопках панели инструментов, то слова «нажать какую-либо кнопку» означают, что необходимо указать курсором мыши на изображение соответствующей кнопки и сделать клик левой кнопкой мыши. В описании действий слово «нажать» часто упускается, потому что кнопку на панели инструментов можно только нажать. Правда ее еще можно отжать, если она осталась в нажатом положении, но это просто будет второе нажатие.

4.6. Работа с таблицами

Символьные данные (числовые, текстовые или логические) вводятся и отображаются в различных табличных формах, которые для сокращения записи будем называть просто таблицы. Каждая таблица располагается в отдельном окне программного комплекса.

Следует различать табличные формы и таблицы базы данных (таблицы БД). Таблица БД является внутренним объектом программы, недоступным расчетчику. В таких таблицах хранятся данные одного типа: узлы, ветви, трансформаторы, изображения узлов, изображения ветвей и т.п. Табличные формы – это способ представления данных на экране или в итоговом документе. Табличная форма (таблица) может содержать информацию из нескольких таблиц БД.

Таблица (табличная форма) представляет данные в виде множества строк и столбцов. Один из столбцов и одна из строк являются текущими. Там расположен выделенный цветом указатель (курсор). Клетка (поле) таблицы, расположенная на пересечении текущего столбца и текущей строки, является текущей клеткой (полем) таблицы.

Табличная форма может быть обычной (формы MDI в рамках программного комплекса «EnergyCS» относятся к обычным) или модальной. Обычные формы могут открываться и закрываться, становиться активными или неактивными, перекрываться другими формами по воле расчетчика или по воле программы в ответ на действия расчетчика. Для обычных форм в составе главного меню предусмотрено специальное множество команд. Модальные формы открываются по команде расчетчика и сохраняют активность до тех пор, пока они не будут закрыты специальной командой. Такие формы предназначены для принятия решения или выбора, и пока решение не будет принято, модальная форма не позволяет выполнять никакую другую работу, кроме работы с этой самой формой. Модальные табличные формы отличаются от обычных тем, что они имеют уменьшенную ширину заголовка, и они имеют собственное главное меню, в котором могут быть предусмотрены команды редактирования, выбора, печати и закрытия. В программном комплексе модальные формы используются для выбора элементов и для ввода некоторых параметров. Кроме перечисленных особенностей работа с ней не отличается от работы с обычной табличной формой.

Табличная форма – это окно с таблицей. Окно располагает всеми стандартными атрибутами окон ОС Windows: заголовок окна с названием таблицы, иконка со стандартным системным меню, кнопки свернуть – развернуть - закрыть. Все таблицы позволяют пользователю изменять их видимые размеры. Если обычная таблица содержит более двух столбцов (Рис. 38а), то она может быть представлена в транспонированном виде (Рис. 38б) Такой вид таблицы будем называть «Формой», в отличие от обычного вида, называемого «Таблица». При представлении таблицы в виде формы в окне будут отображаться параметры только одной текущей строки таблицы Рис. 38а. В программном комплексе предусмотрена возможность переключения режима отображения таблицы в окне – Таблица/Форма. Следует отметить, что модальные таблицы не могут изменять свой вид в окне.

а)

Трансформаторы двухобмоточные

Номера узлов	Узел ВН	Узел НН	Обозна-чение	Тип	Sном МВА	Uвн кВ	Uнн кВ	Pxx МВт	Pкз МВт	Uкз %	Ixx %	dKт %	№р	Группа	Заземл.	Период №	Состо-яние
2:2–4:1	ТЭЦ-1	4		ТДЦ-125000/220	125	242	10.5	0.135	0.38	11.5	0.7	2.5	-2	Y0/D-11	-	0	Сущ
2:3–6:1	ТЭЦ-1	6		ТДЦ-125000/220	125	242	10.5	0.135	0.38	11	0.5	2.5	-2	Y0/D-11	-	0	Сущ
3:2–5:1	3	5		ТДЦ-125000/220	125	242	10.5	0.135	0.38	11	0.5	2.5	-2	Y0/D-11	-	0	Сущ
3:3–7:1	3	7		ТДЦ-125000/220	125	242	10.5	0.135	0.38	11	0.5	2.5	-2	Y0/D-11	-	0	Сущ
36:2–39:1	ПС-4	39		ТД-40000/110	40	121	10.5	0.05	0.16	10.5	0.65	2.5	0	Y0/D-11	-	0	Сущ
37:2–38:1	37	38		ТД-40000/110	40	121	10.5	0.05	0.16	10.5	0.65	2.5	2	Y0/D-11	-	0	Сущ
...																	

б)

Трансформаторы...

Номера узлов	2:2–4:1
Узел, ВН	ТЭЦ-1
Узел, НН	4
Обозначение	
Тип	ТДЦ-125000/
Sном, МВА	125
Uвн, кВ	242
Uнн, кВ	10.5
Pxx, МВт	0.135
Pкз, МВт	0.38
Uкз, %	11.5
Ixx, %	0.7
dKт, %	2.5
№р	-2
Группа	Y0/D-11
Заземл.	-
Период, №	0
Состояние	Сущ

Рис. 38. Примеры отображения таблицы в окне: а) режим «Таблица»;
б) режим «Форма» - транспонированная таблица

Таблица состоит из множества строк и столбцов. Таблица может иметь название, которое дублирует или дополняет название окна, а также шапку сверху и/или слева от таблицы. Шапка состоит из клеток, оформленных особым образом (как правило, серый цвет фона, вид выступающих клавиш). При прокрутке таблицы заголовок всегда остается на экране. Столбцы в левой части таблицы могут быть «заморожены», то есть, отнесены к заголовку или «разморожены» - возвращены в число прокручиваемых столбцов. Верхний заголовок определен при разработке программного комплекса и изменен быть не может.

Число строк и столбцов может превышать видимое число строк и столбцов, если это имеет место, то в окне появляются полосы прокрутки (скроллеры), которые позволяют прокручивать таблицу с использованием мыши. В таблице всегда имеется текущая клетка, выделенная особым цветом (используется системный цвет выделенных объектов). Положение текущей клетки перемещается при нажатии клавиш управления текстовым курсором (клавиши со стрелками, Home, End, Tab, PageUp, PageDown) или при указании курсора мыши.

4.6.1. Основные команды для работы с таблицами

Для управления таблицей и редактирования ее содержимого предусмотрен набор команд, которые представлены позиции в главного меню «Правка». Состав команд может зависеть от контекста таблицы. На Рис. 39 приведены варианты оформления этого меню для большинства таблиц, для таблиц узлов и таблиц ветвей.

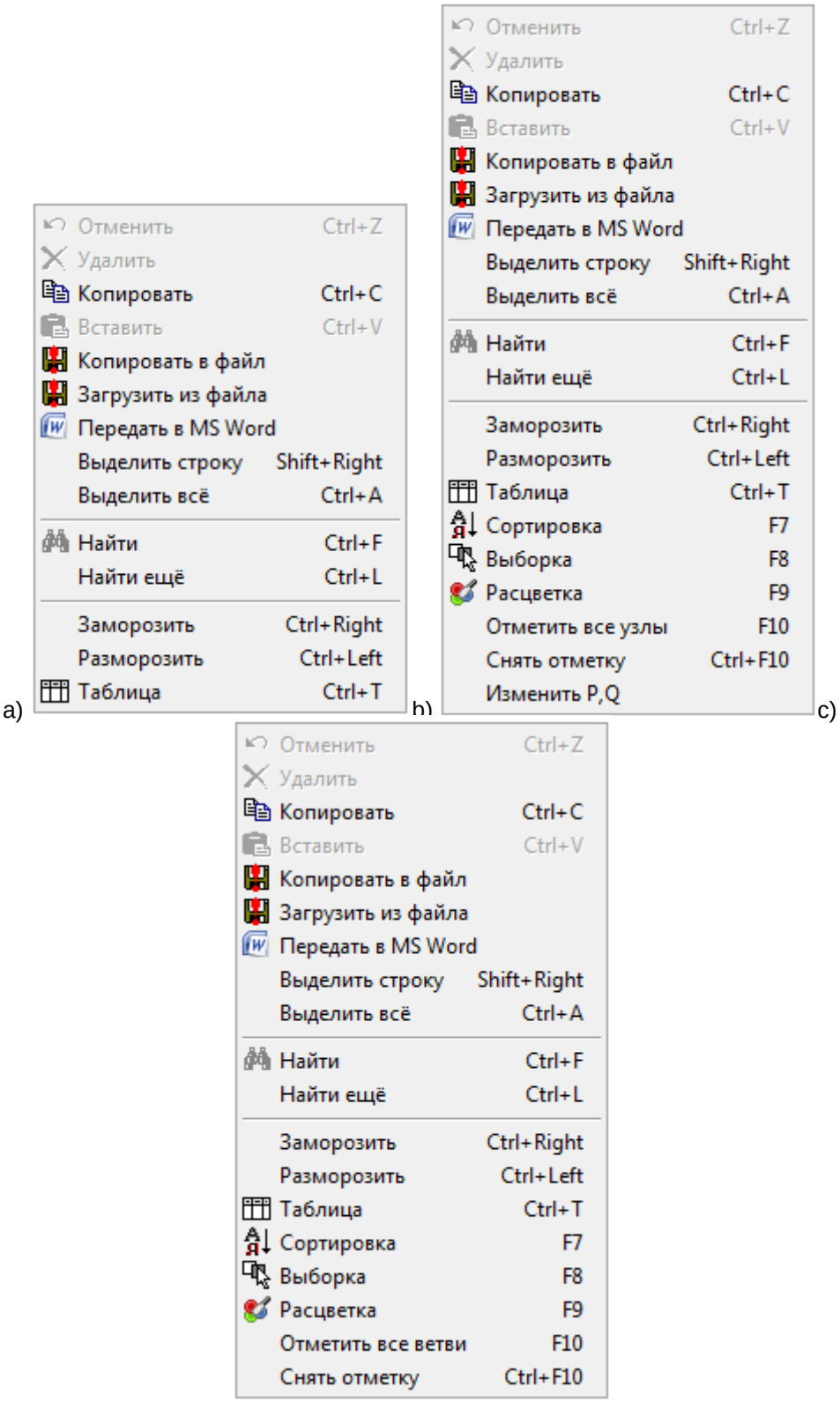


Рис. 39 Варианты меню правка для таблиц

Эти команды всегда касаются таблицы активного окна. При выборе команд позиции «Правка» главного меню в таблице активного окна выполняются следующие действия.

Отмена удаления – позволяет восстановить последние удаленные записи базы данных, если после удаления не выполнялось добавление новых записей.

Удалить – позволяет удалить выделенную строку таблицы. Строку можно выделить, если перемещать указатель мыши горизонтально при нажатой левой кнопке мыши или если нажать клавиши Shift со стрелкой вправо или влево.

При добавлении, удалении и восстановлении, как правило, речь идет не о простом удалении и восстановлении строк, а о соответствующих изменениях во многих таблицах базы данных.

Копировать – позволяет запомнить выделенную строку во внутреннем буфере обмена. Если строка не выделена, то в системном буфере обмена запоминается значение текущего поля. Если выделена вся таблица, то в системном буфере сохраняется текст, состоящий из строк таблицы, поля которой разделены символами табуляции. Такая информация может быть вставлена в любой текстовый редактор. В MS Word этот текст легко преобразовать в таблицу. В MS Excel каждое поле исходной таблицы занимает отдельную клетку. Excel сам распознает текстовые и числовые данные. Остается необходимость регулировки ширины колонок. Графическая информация из клеток пока не передается, она заменяется символом «@».

Вставить – позволяет вставить скопированную строку из внутреннего буфера. Внутренний буфер обмена действует только в пределах одной таблицы. Он не позволяет переносить строки между таблицами. Если строка не была скопирована, то может быть вставлена информация в текущее поле из системного буфера. Через системный буфер можно переносить информацию из поля одной таблицы в поле другой таблицы, и из программы в программу, например, из калькулятора в текущее поле. Вставка значения может быть выполнена только в том случае, если допускается изменение поля.

Копировать в файл – позволяет вывести информацию из таблицы активного окна в текстовый файл. По этой команды на экран выводится стандартное диалоговое окно выбора файла.

В этом диалоговом окне вначале нужно определить формат выходной информации (тип файла): с разделителями - запятыми (тип файлов *.CSV) с разделителями - знаками табуляции (тип файлов *.TXT) или в формате XML с разными видами кодировки (Windows 1251, UTF-8). А затем задать имя файла выбранного типа.

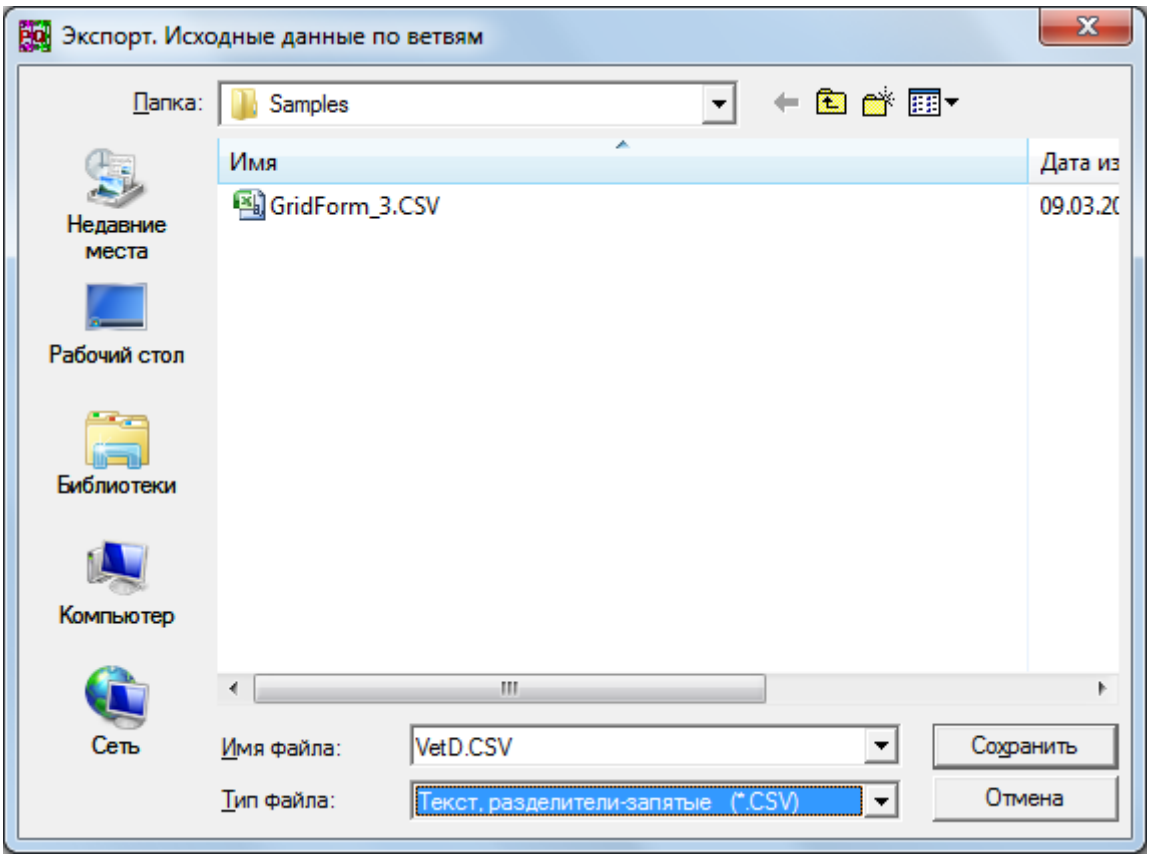
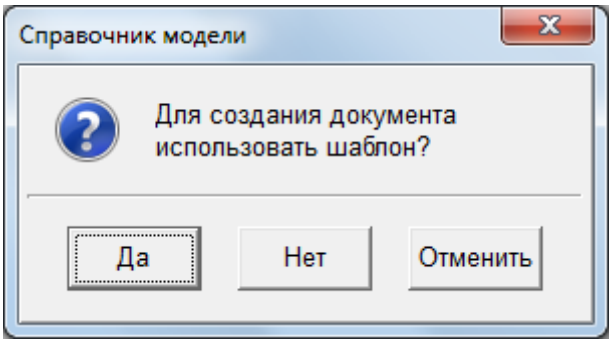


Рис. 40 Диалоговое окно копирования данных таблиц в файл (экспорта)

Информация из файлов может быть передана электронной почтой или использована в других программах, например, Word или Excel.

Передать в Word – содержимое таблицы передается непосредственно в текстовый процессор MS Word с использованием технологии ActiveX. Если шаблон, соответствующий имени окна не найден, то перед пересылкой информации в MS Word предлагается запрос вида



Для создания документа на основе данных таблицы может быть выбран шаблон–заготовка табличного документа. Шаблон – это файл шаблона (template) MS Word с расширением *.dot, который содержит заготовку таблицы, возможно, штампы в соответствии с требованием оформления документации в организации. Для выбора файла шаблона предлагается стандартное окно выбора файла. В шаблоне описывается шапка таблицы и одна строка данных. В строке данных вместо значений полей указываются поля типа Quote из категории «Связи и ссылки» (Рис. 41). Текст поля должен содержать ссылку на порядковый номер столбца в таблице программного комплекса «EnergyCS» в виде #12 (поле из столбца № 12).

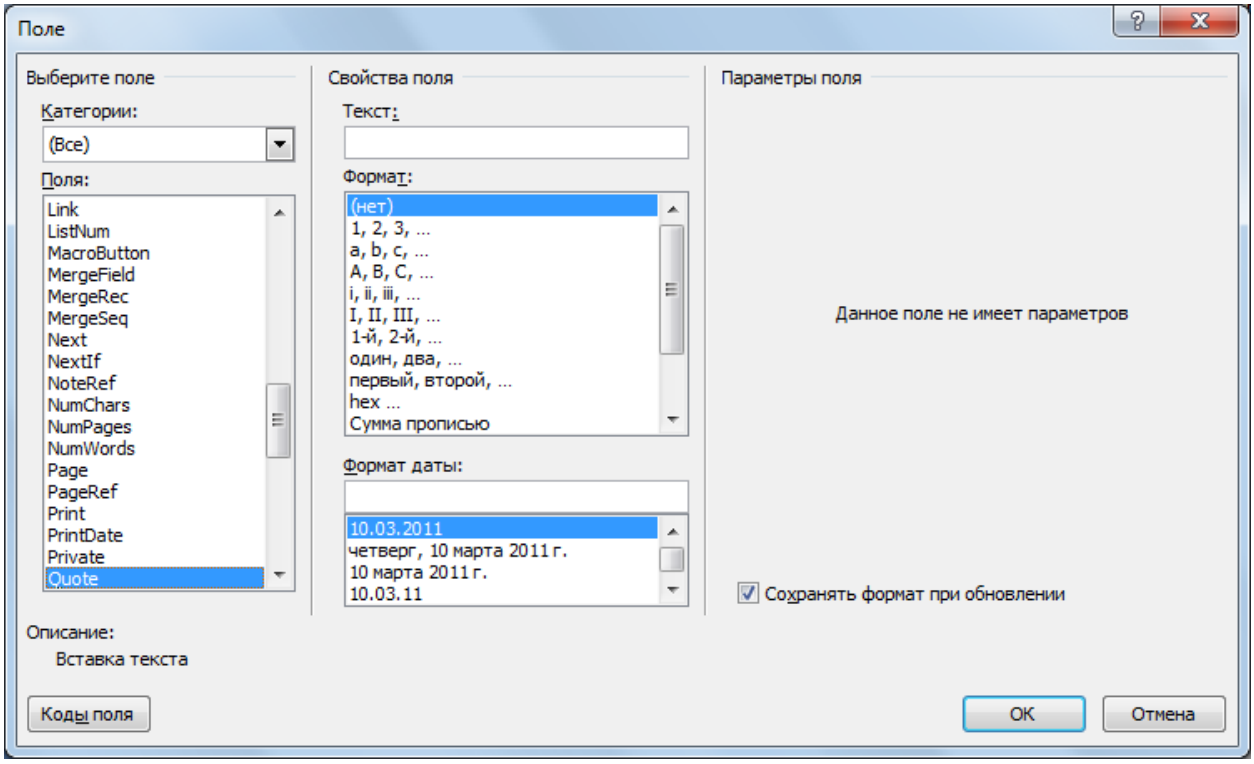


Рис. 41 Диалоговое окно вставки поля при создании шаблона в MS Word

При передаче данных автоматически загружается MS Word, и данные передаются в эту программу.

Найти – позволяет найти первое вхождение строки текста в текущей колонке активной таблицы. Искомая строка вводится в диалоговой (модальной, но не табличной) форме, например,

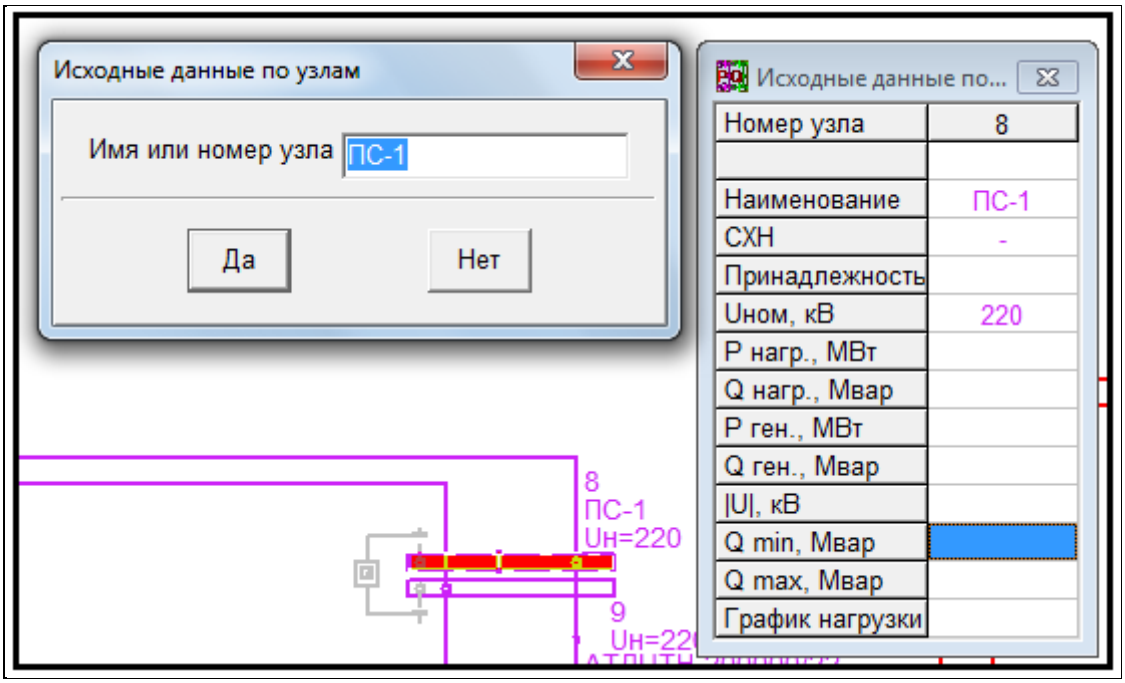


Рис. 42 Поиск данных в таблице

Если искомый текст не найден, то текущая позиция в таблице не изменится.

Найти еще позволяет находить все последующие вхождения заданной строки в текущей колонке активной таблицы.

Заморозить – увеличивает число фиксированных столбцов слева. Этот же эффект получается при нажатии клавиши со стрелкой вправо и Shift.

Разморозить – уменьшает число фиксированных столбцов слева. Этот же эффект получается при нажатии клавиши со стрелкой влево и Ctrl.

Таблица/Форма – переключает таблицу из обычного режима таблицы с многими строками - записями и с шапкой сверху в режим формы с таблицей на одну запись и с шапкой слева. Имеется соответствующая кнопка на панели инструментов (Таблица 1).

Сортировка – позволяет сортировать данные в таблице по алфавиту либо по убыванию (возрастанию). Курсор в это время должен находиться в столбце, данные которого подвергаются сортированию. Эквивалентна клику мыши по шапке выбранной колонки.

Специальные команды позиции «Правка» рассмотрены в описании соответствующих таблиц в п.5.1.3 «Команды для работы с таблицей узлов».

4.6.2. Ввод информации в таблицы

Таблицы служат, как для ввода исходных данных, так и для просмотра данных, например, представления результатов. При просмотре результатов расчетов таблицы соответствующим образом преобразуются, то есть одни и те же таблицы могут быть представлены в двух режимах – «Исходные данные» и «Результаты расчета». Таблицы, предназначенные для просмотра, не допускают изменения данных. В таблицах, предназначенных для ввода исходных данных можно изменять содержимое клеток. Режим ввода информации включается в следующих случаях:

- при нажатии клавиш с символами;
- при нажатии клавиши Enter;

- при выполнении двух кликов мышью с указанием на клетку ввода.

В клетки можно вводить только информацию допустимого вида. Информация недопустимого вида отвергается. Возможны следующие виды вводимой информации:

- текст;
- числовые данные (произвольный текст отвергается);
- логические данные (при попытке ввода выполняется переключение между двумя или более состояниями);
- выбор из меню (при попытке ввода появляется меню, из которого можно выбрать нужное с помощью клавиатуры или мыши);
- выбор из таблицы (появляется другая таблица в модальной форме, которая либо показывает расширенные сведения, касающиеся данного поля, либо предлагает произвести выбор значения из большого списка).

4.6.3. Добавление новых строк в таблицы

Если таблица предназначена для ввода данных и допускает добавление новых строк, то она имеет в конце пустую строку. Ввод данных в последнюю пустую строку, вызывает создание нового соответствующего объекта и увеличение числа строк на единицу.

4.6.4. Контекстное меню для работы с таблицами

Если окно с таблицей является активным, то для изменения информации в таблице можно использовать команды контекстного меню, которое вызывается при нажатии на правую кнопку мыши. Набор команд контекстного меню будет зависеть от вида таблицы и представленной там информации. Поэтому команды контекстного меню рассмотрены при описании соответствующих таблиц.

4.7. Работа с графическим изображением схемы

Расчетная схема может быть представлена в графическом виде в отдельном окне, которое называется «Схема». Каждому объекту электрической сети соответствует общепринятое графическое изображение, которое отображается на схеме при его добавлении. В схеме могут присутствовать и абстрактные ветви, не привязанные к конкретному объекту электрической сети. Отдельные объекты объединяются через общие узлы. При добавлении новых элементов на схему и при их соединении автоматически формируется граф электрической сети, то есть добавляются новые узлы и ветви расчетной модели.

Кроме изображения, должны быть введены параметры оборудования. Параметры оборудования могут вводиться в соответствующие таблицы одновременно с вводом изображения схемы или после окончания его формирования. Вообще (чисто теоретически), графическое изображение схемы не является обязательным элементом расчета. Программный комплекс допускает возможность ввода всей расчетной модели в табличном виде. Графическое изображение схемы может быть введено позднее, после ввода описания модели, но это, как правило, неудобно. Кроме того, можно ввести изображение только для части модели, отобразив наиболее важную ее часть. То есть элемент, присутствующий в модели и учитываемый в расчете, не обязательно должен (но может) быть изображен на схеме, в то же время на схеме не может быть элементов, не представленных в расчете. При просмотре схемы автоматически обеспечивается синхронизация табличного представления данных с указанным на схеме элементом.

4.7.1. Общие принципы ввода графического изображения схемы

Схема вычерчивается на рабочем поле окна “Схема”. В общем случае схема состоит из узлов и ветвей. Узлы связаны между собой ветвями. Ввод схемы состоит не в простом рисовании схемы, а именно в ее сборке из элементов. Простейшими элементами являются узлы и ветви. Узлы моделируют сборные шины или точки соединения двух и более ветвей. Ветви могут моделировать различные объекты. Также они могут рассматриваться, как абстрактные ветви электрической схемы. Все ветви имеют активное и индуктивное продольное сопротивление и активную и реактивную поперечную проводимости, приложенные к началу и к концу ветви для ветвей без трансформации или только к началу для ветвей с трансформацией. Абстрактная ветвь может иметь коэффициент трансформации, заданный комплексным числом в виде модуля и угла в градусах.

Объекты электрической сети моделируются одной, тремя или больше ветвями. Все объекты сети условно можно разделить на три группы:

- объекты, которые моделируются одной ветвью (участки линий, двухобмоточные трансформаторы, токоограничивающие реакторы и т.п.);
- объекты, моделируемые одной ветвью на землю или ветвью с ЭДС (шунтирующие реакторы, батареи конденсаторов, нагрузка, моделируемая шунтом, генераторы, электродвигатели);
- объекты, моделируемые тремя или более ветвями (трехобмоточные трансформаторы, автотрансформаторы, трансформаторы с расщеплением вторичной обмотки, сдвоенные токоограничивающие реакторы).

Эти объекты по-разному изображаются на расчетной схеме. Объекты первого вида на схеме изображаются, линией, связывающей два узла. На этой линии может размещаться значок, обозначающий вид объекта и надпись. Положение значка при нанесении ветви определяется вблизи середины линии. После нанесения ветви значок, можно подвинуть в наиболее удобное с точки зрения дизайна место в пределах ветви (как бусинку по нитке). Надпись также может быть размещена в любой точке ветви. При этом в содержании надписи будет учтено ее положение относительно значка. Так, значения тока и сопротивления, выводимые в точке до значка трансформатора, приведены к напряжению обмотки ВН. Соответственно, выводимые после значка трансформатора – к напряжению обмотки НН (направление ветви от узла начала к узлу конца).

Объекты второго вида на схеме изображаются линией, связывающей узел подключения со значком. На такой ветви значок всегда привязан к концу ветви. Ориентация значка определяется направлением последнего сегмента такой ветви. Изменить положение значка можно, но это связано с изменением положения точки конца ветви. Надпись такой ветви может располагаться на линии между узлом подключения и точкой привязки значка. Ветвь имеет только маркер коммутационного аппарата начала ветви.

Объекты третьего вида на схеме изображаются несколькими ветвями, связанными со одним значком. При изображении узел фиктивная точка не наносится на схему. Визуально его функции выполняет значок объекта. Однако носителем значка объекта является главная ветвь. Ориентация значка определяется ориентацией последнего сегмента главной ветви объекта. Изменение положения значка связано с изменением положения конца ветви. Надпись главной ветви может располагаться на линии между узлом подключения и точкой привязки значка. Главная ветвь имеет маркер коммутационного аппарата начала ветви. Дополнительные ветви изображаются ломаными линиями, начало которых расположено в точке привязки к значку, а конец связан с соответствующим нанесенным узлом. Надпись дополнительной ветви может располагаться между значком и узлом конца. До-

полнительные ветви имеют маркер коммутационного аппарата конца ветви. Изображение дополнительной ветви «не знает» своей точки привязки начала. В результате перемещения точки начала такой ветви могут оказаться не привязанными. Изображение главной ветви «знает», какие дополнительные ветви должны быть связаны со значком. После изменения положения главной ветви привязки дополнительных ветвей восстанавливаются.

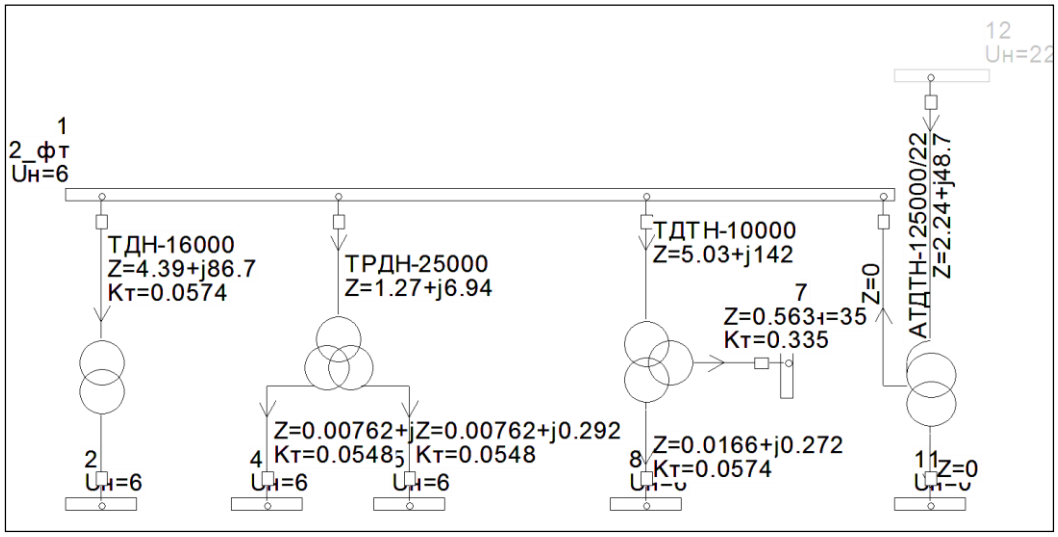


Рис. 43 Примеры изображения двухобмоточных трансформаторов, трансформаторов с расщеплением, трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов

В любом случае объекты или абстрактные ветви должны быть подключены к узлу. Объекты или ветви можно нанести на схему, подключив их к узлу, так как они всегда связаны хотя бы с одним узлом. До того как нарисовать ветвь или объект должен быть создан и нанесен на схему хотя бы один узел. Тот элемент схемы, который в данный момент рисуется, считается выделенным.

4.7.2. Режимы просмотра и редактирования схемы

Схема может представляться для работы в двух режимах: «Режим редактирования» и «Режим просмотра». Изменение изображения расчетной схемы возможно только в режиме редактирования. В режиме просмотра возможно только изменение состояния коммутируемых элементов (выключателей ветвей) и перемещение надписей ветвей. Переключение в режим просмотра необходимо, чтобы избежать случайного изменение изображения во время анализа результатов.

Текущий режим схемы обозначается на статусной строке окна схемы. Изменить режим работы со схемой можно командой «Редактирование /Просмотр» позиции «Схема» главного меню, или кнопкой на панели инструментов, или нажатием клавиш Alt+D.

4.7.3. Начало создания схемы

Рисование схемы заключается в нанесении узлов (шин) и ветвей (объектов расчетной схемы), а также размещения их надписей.

Узел можно создать и нанести, если на схеме не выделен ни один объект. Ветвь или объект можно создать только, если выделен узел, к которому они будут подключены.

Таким образом, начинать рисование схемы следует с добавления нового узла. Начинать рисовать можно с любого узла, но удобнее начинать с того узла, к которому подключается объект «система». Этот узел будет балансирующим.

Все команды, применяемые при создании графического изображения, доступны через контекстное меню, которое вызывается правой кнопкой мыши или

специальной клавишей на клавиатуре, и через позицию «Схема» главного меню. Наиболее часто используемые команды приведены на панели инструментов в виде кнопок со значками. Ниже, при описании работы со схемой, будет приводиться только название команды и изображение значка, без указания способа вызова.

При работе со схемой, следует обращать внимание на статусную строку. **Статусная строка схемы** - это полоса в нижней части окна. В статусной строке выводятся координаты указателя мыши в единицах чертежа или миллиметрах (одна единица чертежа соответствует высоте символов в таблицах); текущий масштаб в процентах (по сути, это отношение размера единицы чертежа к размеру шрифта таблиц в пикселях экрана). При двойном нажатии левой кнопки мыши на статусной строке схемы появляется таблица настройки изображения схемы.

4.7.4. Создание нового узла

Для создания нового узла следует убедиться, что ни один объект на схеме не выделен. Снять выделение можно, кликнув мышкой на свободном месте окна со схемой. Выбрать команду “Добавить узел” из контекстного меню или нажать кнопку  (добавить узел) панели инструментов, указать положение верхнего или левого края узла на схеме, а затем правого или нижнего. Если оба края в одной точке, то узел будет изображен точкой или кружком. Затем в таблице можно ввести его наименование, номинальное напряжение, вид, если необходимо - величину нагрузки и генерации. Номер узла определяется автоматически, позднее его можно изменить.

4.7.5. Добавление на схему узла, описание которого есть в таблице

Если нужно нарисовать (нанести на схему) узел, который уже имеется в расчетной модели, но в графическом виде не присутствует, следует указать в таблице узлов соответствующую строку, выбрать в контекстном меню пункт «Нанести», а дальше действовать также как и при создании нового узла.

4.7.6. Изменение положения надписи узла

После рисования узла его надпись располагается у левого верхнего угла изображения узла. Положение надписи можно изменить, если кликнуть по ней мышью, переместить появившуюся рамку в новое положение и кликнуть мышью повторно. Для узлов надпись всегда располагается горизонтально. Направление расширения надписи меняется в направлении от изображения узла в сторону курсора, то есть если курсор выше узла, то текст может расширяться вверх, если ниже, то вниз, если левее левого края, то влево, если правее правого края то вправо. Надпись всегда располагается вблизи узла не далее чем на 1 единицу чертежа. Надпись делается невидимой, если при изменении положения надписи курсор мыши отвести более чем на 4 единицы. Восстановить надпись можно, если кликнуть мышью по выделенному узлу.

4.7.7. Изображение узла в виде вертикальных или горизонтальных шин или кружка

Чтобы узел изображался кружком или шиной, необходимо его выделить, затем кликнуть по правому или левому краю узла, изображенного кружком или горизонтальной шиной или по верхнему или нижнему краю узла, изображенного вертикальной шиной. Изображение узла станет изменять размер и ориентацию вслед за указателем мыши. Нулевая длина соответствует изображению в виде кружка. Следует кликнуть повторно в момент, когда узел примет желаемое положение. После такой операции может понадобиться поправить изображения примыкающих ветвей.

4.7.8. Перемещение одного узла

Для перемещения узла, его следует выделить. В середине выделенного узла, изображенного шиной имеется маркер (маленький прямоугольник). Если по нему кликнуть мышкой, то пунктирное изображение узла начнет перемещаться с указателем. Следует кликнуть мышью повторно в тот момент, когда узел примет желаемое положение. Все это справедливо и для узлов, изображенных кружком. У них при выделении специальный маркер не появляется, для начала перемещения следует кликнуть в центре выделенного кружка.

4.7.9. Перемещение группы узлов и участка схемы

Для перемещения группы узлов и участка схемы, необходимо их выделить прямоугольной рамкой (командой «Рамка» или кнопкой ⬚ панели инструментов). Для задания рамки необходимо кликнуть в точке левого верхнего угла, а затем в точке правого нижнего (или наоборот). Если рамка видна, и включен режим изменения схемы, то все узлы внутри рамки отмечаются как выделенные. Для перемещения рамки следует кликнуть по маркеру в ее левом верхнем углу. Для фиксации нового положения рамки следует кликнуть еще раз. Все узлы, входящие в рамку примут новое положение. Взаимное расположение узлов внутри рамки сохранится. Ветви, которые связывают узлы внутри рамки, сохранят свою конфигурацию. Ветви, которые связывают узлы внутри рамки с узлами, находящимися за ее пределами деформируются так, что все связи сохранятся. Изменение конфигурации ветвей может привести к потере наглядности схемы. В этом случае понадобится корректировка изображения ветвей.

4.7.10. Создание ветви

Для создания ветви следует выделить узел, который должен стать узлом начала. Выбрать команду «Добавить ветвь» из контекстного меню или нажать кнопку (добавить ветвь) панели инструментов. После ввода команды предлагается выбрать вид ветви из графического меню вида

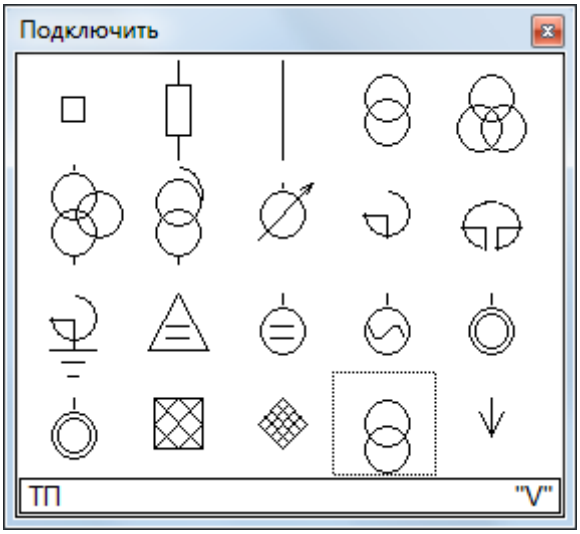


Рис. 44 Выбор вида объекта (ветви) подключения к узлу

После клика по нужному элементу в модели создается новая ветвь и начинается процесс рисования изображения. Закрытие окна без выбора вида ветви ведет к отмене команды. Если узел начала изображен в виде кружка, то сразу начинается рисование первого сегмента ветви, но если в виде шины, то программный комплекс предлагает указать точку подключения на шине: следует указать эту точку и кликнуть мышью. Затем следует прочертить ломаную линию к узлу конца, если он нанесен или к точке на схеме, в которой узел конца должен быть нанесен.

Каждый клик мышью соответствует изгибу линии на 90 градусов и созданию нового сегмента ветви. Клик на изображении узла конца приводит к завершению ввода изображения ветви. Узел конца может быть выбран прямо в процессе рисования, тот узел, на котором сделан клик и будет узлом конца. Если узел конца еще не нанесен или не должен быть нанесен, то рисование линии следует завершить двойным кликом мыши. В этом случае узел будет создан в этой точке автоматически и изображен в виде кружка. Его размеры, ориентацию и положение надписи можно отрегулировать позднее. Если узла конца нет вообще (ветвь-лист: нагрузка, источник питания, батарея конденсаторов, шунтирующий реактор и т.п.), то в точке двойного клика создается изображение значка элемента, моделируемого ветвью-листом. Значок ориентируется по направлению последнего сегмента. Для обычных ветвей положение надписи и значка определяется автоматически стандартно, но это оформление может быть изменено. Для каждой ветви около узла начала и около узла конца изображается маркер выключателя, клик по которому позволяет изменить статус ветви: включено или выключено. Видимостью маркеров можно управлять только для всей схемы сразу. Для этого следует вызвать окно настройки схемы командой . Даже, если видимость маркеров выключена, их действие сохраняется, и отключенное состояние ветви обозначается наглядно.

4.7.11. Нанесение ветви (объекта), описание которой имеется в БДМ

Если нужно нанести ранее созданную в модели ветвь, следует убедиться, что на схеме уже нанесен узел начала этой ветви. В таблице ветвей следует указать объект-ветвь, который следует изобразить. Затем в контекстном меню выбрать пункт “Нанести ветвь”. Далее следует действовать также как и при создании новой ветви за исключением того, что не будет запроса вида ветви.

4.7.12. Оформление изображения ветви

Оформление изображения ветви состоит в указании положения значка объекта, а также положения и ориентации надписи. Надпись ветви привязывается к стрелке направления ветви. Для того чтобы подвинуть надпись параллельно самой себе следует выделить ветвь и кликнуть по изображению стрелки. Стрелка начнет перемещаться по изображению ветви за курсором мыши, кроме того, появится пунктирная рамка с габаритом текста, которая будет перемещаться с курсором. Следует указать новое положение стрелки и текста и кликнуть повторно. Для того чтобы изменить ориентацию и направление текста следует выделить ветвь и кликнуть по изображению текста. Появится рамка с габаритом текста, которая будет изменять положение вслед за курсором мыши, поворачиваясь вокруг точки привязки текста, которая в этот момент будет обозначена кружком. Необходимо указать желаемое положение надписи. Хотя направление надписи изменяется за курсором, возможны лишь фиксированные положения:

- все строки выше и правее точки привязки, выравнивание по левому краю;
- одна строка выше, а остальные строки ниже и правее точки привязки, выравнивание по левому краю;
- все строки ниже и правее точки привязки, выравнивание по левому краю;
- все строки выше и левее точки привязки, выравнивание по правому краю;
- одна строка выше, а остальные строки ниже и левее точки привязки, выравнивание по правому краю;
- все строки ниже и левее точки привязки, выравнивание по правому краю;
- вертикальное направление, одна строка левее, а остальные строки правее и выше точки привязки, выравнивание по нижнему краю;
- вертикальное направление, одна строка левее, а остальные строки правее и ниже точки привязки, выравнивание по верхнему краю;

– отсутствие надписи.

Для сокрытия надписи ветви, следует выделить ветвь, кликнуть по изображению надписи, отвести курсор мыши подальше от точки привязки (более 4 единиц масштаба схемы) и кликнуть повторно. Для восстановления надписи следует выделить ветвь, кликнуть по стрелке, появится рамка текста, следует указать его новое положение. Примеры вариантов расположения текста приведены на Рис. 45.

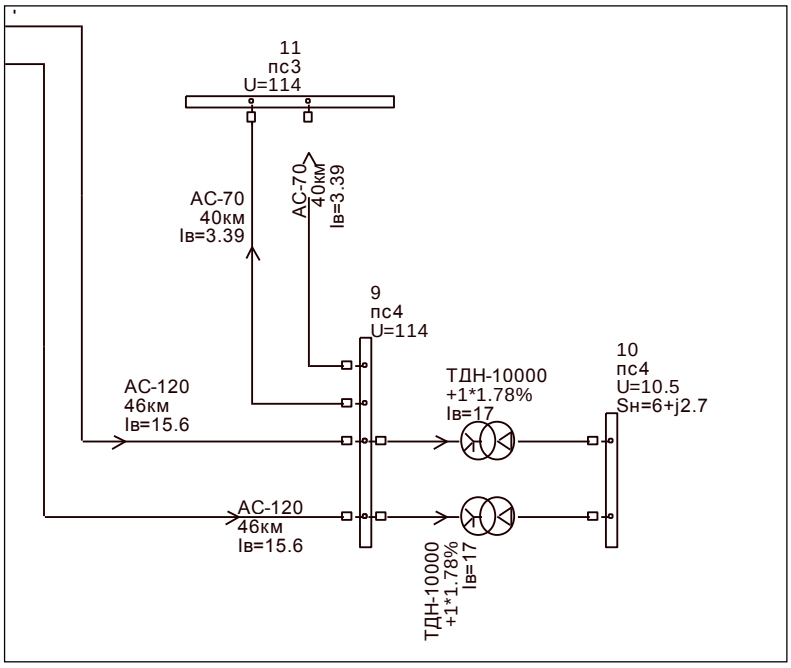


Рис. 45 Варианты размещения надписей

Положение значка также легко изменить. Для этого следует выделить ветвь и кликнуть по точке привязки значка. Значок начнет перемещаться по изображению ветви за курсором мыши, как бусинка на нитке. Повторный клик фиксирует положение значка. Ориентация значка всегда определяется ориентацией того сегмента, на котором он зафиксирован. Точка привязки значка (маленький кружок) видна, когда ветвь выделена. Точка привязки может быть перекрыта стрелкой. В этом случае следует сначала сдвинуть стрелку, а затем перемещать значок.

4.7.13. Изменение конфигурации ветви

Конфигурация ветви определяется числом и положениями сегментов, из которых она состоит. Для того чтобы подвинуть сегмент ветви необходимо выделить ветвь, указать на свободный от стрелки и значка участок сегмента кликнуть, указать новое положение кликнуть мышью повторно. В результате этой операции сегменты нулевой длины удаляются. Вернуть исчезнувший сегмент нельзя, но можно создать новый. **Новый сегмент** создается, при перемещении точки соединения ветви с узлом. Для этого следует кликнуть по точке соединения, затем указать ее новое положение и кликнуть повторно. Если для нового положения необходим новый сегмент, то он создается, иначе изменяется длина последнего сегмента. За шаг может быть создан один сегмент. Если в результате такого перемещения точка соединения попала на другой узел, то происходит переключение ветви на него с соответствующей перестройкой модели.

4.7.14. Включение и отключение ветви

Включение и отключение ветвей на схеме могут быть произведено в любом режиме схемы (изменения или просмотра). Для включения и отключения на всех ветвях предусмотрены маркеры в начале и в конце ветви (для ветвей-листьев

только в начале). Для изменения состояния следует выделить ветвь и кликнуть по маркеру. Закрашенное состояние маркера соответствует отключенному состоянию. Для кабелей эти маркеры выглядят как значки кабельных воронок. Маркеры могут быть нежелательны на документе с результатами. Их можно спрятать, воспользовавшись командой «Настройка схемы» . Когда маркер невидим, отключенное состояние ветви обозначается разрывом и перпендикулярной чертой. Действие маркера остается и когда он невидим.

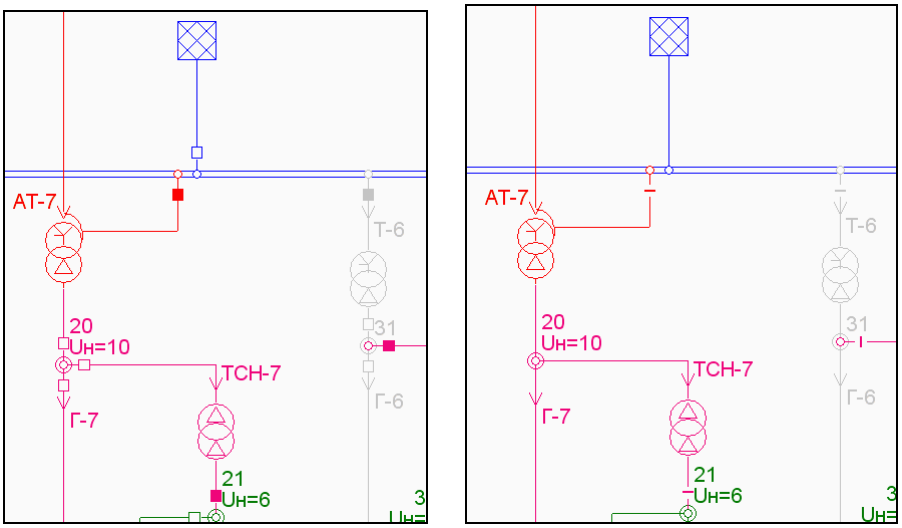


Рис. 46 Маркеры-выключатели: слева изображения включены, а справа – выключены

4.7.15. Изображение схемы на нескольких подсхемах

Графическое изображение одной расчетной схемы может быть размещено на нескольких подсхемах (или страницах), с которыми можно работать как с самостоятельными схемами. При использовании подсхем необходимо учитывать, что узел расчетной модели может быть размещен одновременно не более, чем на двух подсхемах, а ветвь – только на одной подсхеме.

Каждая подсхема имеет свое наименование, которое отображается в заголовке окна графического редактора. Для перехода от одной схемы к другой служит команда «Список подсхем» в позиции «Схема» главного меню и в контекстном меню, а также скроллер в нижнем правом углу графического окна (при помощи скроллера происходит последовательный переход между подсхемами).

По команде «Список подсхем» на экран выводится окно с таблицей вида

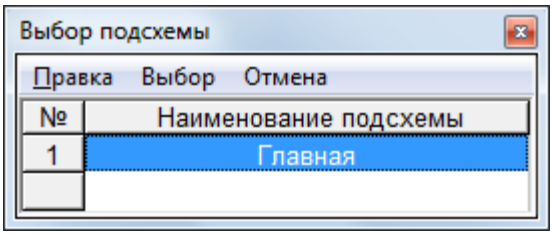


Рис. 47 Окно выбора подсхем

Для перехода к нужной подсхеме следует в данной таблице выбрать строку с наименованием этой подсхемы. Добавление новой подсхемы происходит при вводе ее наименования в последнюю строку таблицы со списком подсхем. Для удаления подсхемы необходимо вначале в графическом редакторе удалить изображения узлов и ветвей, а затем в таблице со списком подсхем удалить соответствующую строку. Если удаляется строка с наименованием подсхемы, на которой имеется изображение узлов и ветвей, то в этом случае удаляется только наименование подсхемы, и можно ввести другое наименование, т.е. так можно изменить наименование подсхемы.

Все изображение или его часть может быть перенесено с одной подсхемы на другую. Для этого на текущей подсхеме следует выделить рамкой переносимые объекты и с помощью команды «Список подсхем» выбрать другую подсхему. При этом выполняется переход на новую подсхему и на экран выводится диалоговое окно вида

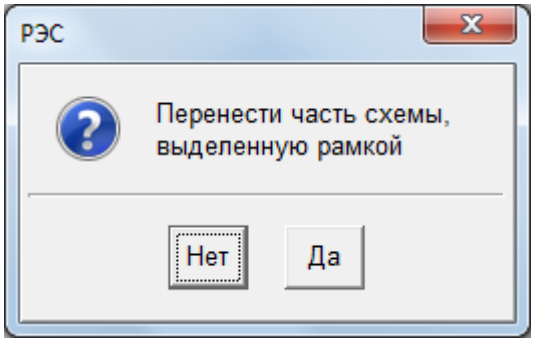


Рис. 48 Предупреждение-запрос о возможности перемещения части схемы на другую страницу

с выбором дальнейшего действия.

При выделении в графическом редакторе какого либо узла, нанесенного только на одной подсхеме, в контекстном меню появляется команда «Нанести на другую подсхему», при выборе которой можно указать новую подсхему и сразу перейти к рисованию выделенного узла на этой новой подсхеме. Если изображение узла имеется на двух подсхемах, то при его выделении на одной из подсхем в контекстном меню появляется команда с именем второй подсхемы, при выборе которой сразу же выполняется переход на вторую подсхему с выделением того же узла.

4.7.16. Изменение масштаба изображения на экране

Изменение масштаба изображения возможно тремя способами.

Командой «Настройка схемы» . В окне настройки имеется пункт масштаб. Центром масштабирования является центр окна.

Если на мыши имеется колесо прокрутки, то его вращение изменяет масштаб, при этом центром масштабирования является курсор мыши.

Одновременный клик на двух клавишах включает режим масштабирования. Центр масштабирования – положение курсора, в котором включен этот режим, он обозначается изображением лупы. Масштаб определяется положением указателя относительно центра масштабирования. Если в операционной системе установлен драйвер эмуляции колеса прокрутки, вместо лупы появится значок, определенный драйвером, но закон изменения масштаба будет немного другим.

4.7.17. Настройка изображения схемы

Для настройки изображения следует воспользоваться командой меню “Настройка схемы” . Таблица настройки приведена Рис. 49.

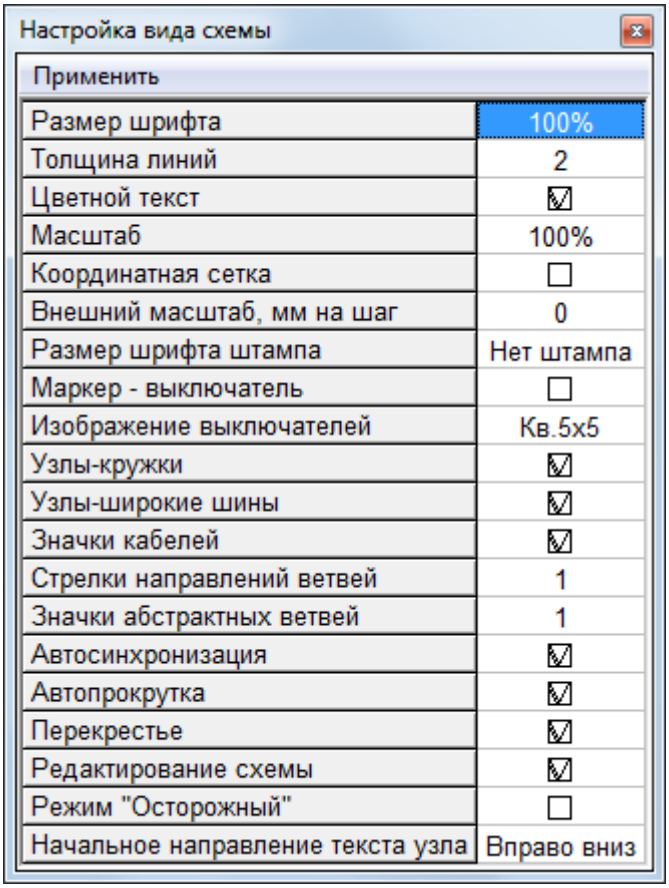


Рис. 49 Окно настройки изображения схемы

Размер шрифта может принимать значения от 50% до 200% нормального (равного одной единице чертежа, а единица чертежа – это высота шрифта в таблицах).

Толщина линий может быть минимальной или жирной, то есть масштабируемой. В строке «Толщина линий» задается максимальное число пикселей, которыми изображаются линии при максимальном масштабе.

Цвет текста может быть черный или окрашен так же, как и соответствующий объект.

Масштаб схемы может быть выбран из списка:

- 100%;
- 75%;
- 50%;
- 25%;
- 10%;
- По ширине;
- По высоте;
- Вся схема.

Масштаб «По ширине» – означает, что схема по ширине полностью разместится на экране, а по высоте, возможно, что понадобится прокрутка. Масштаб «По высоте» выбирается такой, что по высоте будет видна вся схема, но возможно понадобится горизонтальная прокрутка. Масштаб «Вся схема» выбирается так, чтобы на экране была видна вся схема или почти вся схема (реально из-за особенностей масштабирования вся схема на экран может не поместиться).

Координатная сетка помогает ровно размещать объекты при вычерчивании схемы.

Внешний масштаб позволяет переходить от координат во внутренних единицах к координатам в миллиметрах чертежа. Это может быть полезно при пере-

даче изображения схемы в AutoCAD, а также при предварительной проработке схемы на миллиметровой бумаге.

Размер шрифта в штампе позволяет задать увеличенный шрифт для штампа по отношению к остальным надписям на чертеже. Здесь под штампом понимается некоторая надпись в рамке, свидетельствующая наименование программы, наименование модели, дату и время выполнения распечатки данных и результатов из программы. В штамп может быть включена дополнительная информация, по усмотрению расчетчика.

Маркер-выключатель – признак необходимости показа маркеров-выключателей в начале и в конце каждой ветви. Если признак снят, то маркеры не видны, но их действие сохраняется.

Изображения выключателей – настройка изображения для выключателей. Выключатели могут изображаться значком выключателя для принципиальных схем или квадратиком большего или меньшего размера. Размер квадратика указан в предположении, что шаг сетки схемы 5 мм. Квадратик может быть 5х5 8х8 или 10х10. В любом случае показано состояние выключателя. Квадратик заштрихован, когда отключено.

Узлы кружки – признак необходимости обозначение кружком узлов нулевой длины. Если признак не установлен, то кружки показываются только при выделении узлов, а узлы-точки соединений показываются не закрашенными точками. Узлы нулевой длины – узлы изображенные окружностями. Если это свойство отключить, то такие узлы будут показаны в виде точек. Функция работает только в режиме «просмотра схемы»

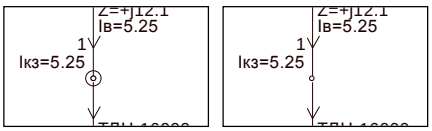


Рис. 50 Узлы-кружки и узлы-точки

Узлы – широкие шины – признак необходимости вывода узла- шины широкой полосой (при печати 1:1 примерно 4 мм). Если признак не установлен, то шины выводятся узкой полосой (примерно 2 мм).

Значки кабелей – признак необходимости показа для кабелей значков кабельных воронок. Дело в том, что треугольники кабельных воронок для кабелей на схеме показываются вместо маркеров-выключателей и выполняют их функции (отключенному кабелю соответствует закрашенное изображение воронки). При запрете маркеров-выключателей кабельные воронки все равно сохраняются. Запрещать их необходимо отдельно.

Стрелки направлений ветвей – признак необходимости показа стрелок направлений. В некоторых случаях они лишние и их лучше не показывать.

Значок абстрактной ветви – абстрактная ветвь может не иметь никакого значка. Однако иногда необходимо вывести значок в виде прямоугольника. Код значка 0 - соответствует отсутствию значка. 1 – маленький значок размером 3х5 мм; 2 – прямоугольник 5х10 мм. Другие коды вводить можно, но они будут обрабатываться как 0.

Автосинхронизация – это способность автоматического выделения объекта при наведении на него курсора мыши без клика. Это свойство может иметь место только в режиме просмотра. Если признак сброшен, то эта способность отключена и в режиме просмотра.

Автопрокрутка – перемещение схемы во время перемещения скроллера горизонтальной или вертикальной прокрутки или перемещения мыши при нажатой левой клавише. Отключать признак имеет смысл только при работе на медленных машинах.

Перекрестье – две взаимно-перпендикулярные линии, пересекающиеся в точке острия курсора мыши, которые появляются при вводе новых объектов и перемещении существующих. Они помогают ровнее наносить объекты и обходиться без координатной сетки. Для их отключения следует снять признак.

Изменение схемы – признак режима, при котором можно изменять схему. Состояние этого признака еще может быть изменено командами главного и контекстного меню или кнопкой панели инструментов .

Режим «Осторожный» – специальный режим для работы неопытного расчетчика с большой расчетной схемой. В этом режиме при клике мышью на маркере выключателя ветви перед изменением его состояния будет выдаваться запрос Рис. 51.

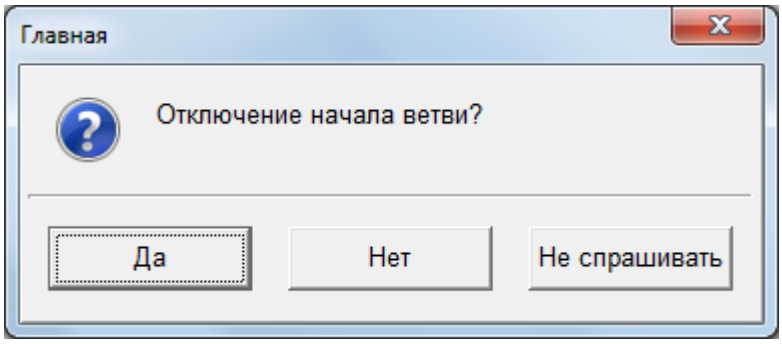
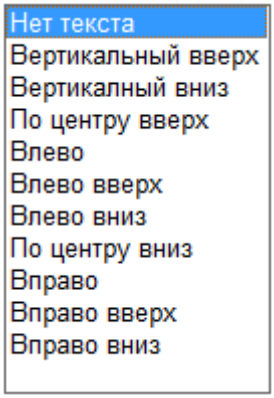


Рис. 51 Пример сообщения в режиме «Осторожный»

Если на запрос не ответить «Да», то операция выполняться не будет. Если ответить не спрашивать, то операция выполнится и больше таких запросов не будет. То есть режим «Осторожный» отключится.

Начальное направление текста – определяет направление текста, выводимых параметров на схему при нанесении объекта на схему, может иметь следующие значения:



4.7.18. Изменение состава отображаемых параметров

Изменение состава параметров, выводимых на схему определяется настройкой в таблице вида

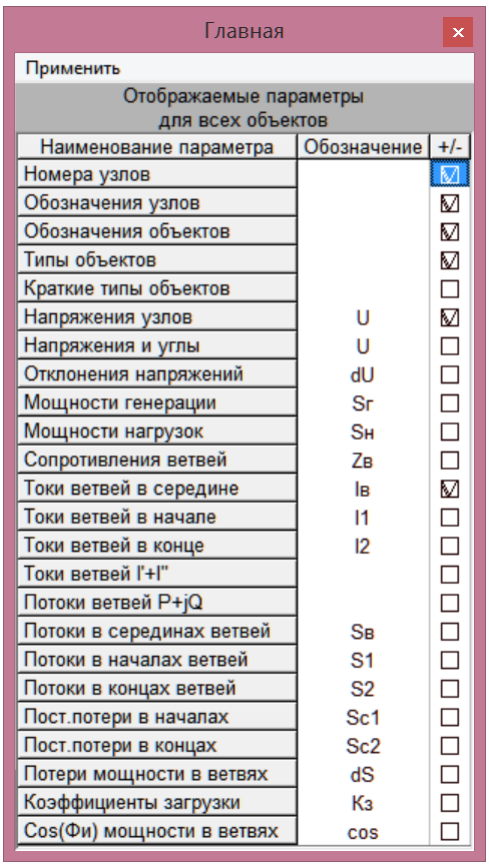


Рис. 52 Состав параметров, отображаемых на схеме

Общее число параметров, которые могут выводиться для узлов и ветвей велико. Однако, все параметры одновременно выводить, наверное, не следует. Если птица установлена, то параметр выводится, если нет, то не выводится. Некоторые параметры взаимозависимы таким образом, что их одновременно вывести нельзя. Например, нельзя выводить ток в продольной части ветви и токи в начале и в конце. То же касается мощностей. В этой же таблице можно определить форму вывода для комплексных значений напряжения, тока или мощности. Можно выводить или модуль, или действительную и мнимую части. Для напряжения можно выводить либо только модуль, либо модуль и угол.

4.7.19. Изменение расцветки схемы

Для изменения расцветки схемы следует выполнить команду «Расцветка» из главного меню схемы или из контекстного меню. После обращения к команде появится таблица способов раскраски:

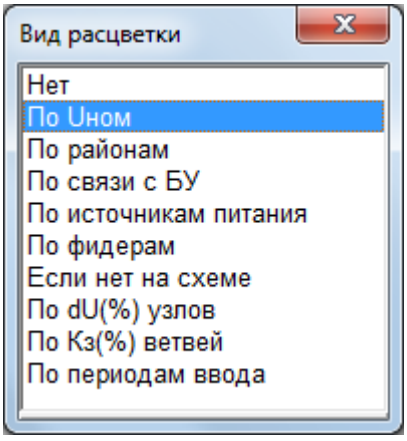


Рис. 53 Виды расцветки схемы

При этом цвет текста в зависимости от настройки может остаться черным или он может быть выполнен цветом соответствующих объектов. После определения способа расцветки на экране появляется окно с таблицей – шкалой расцветки, например

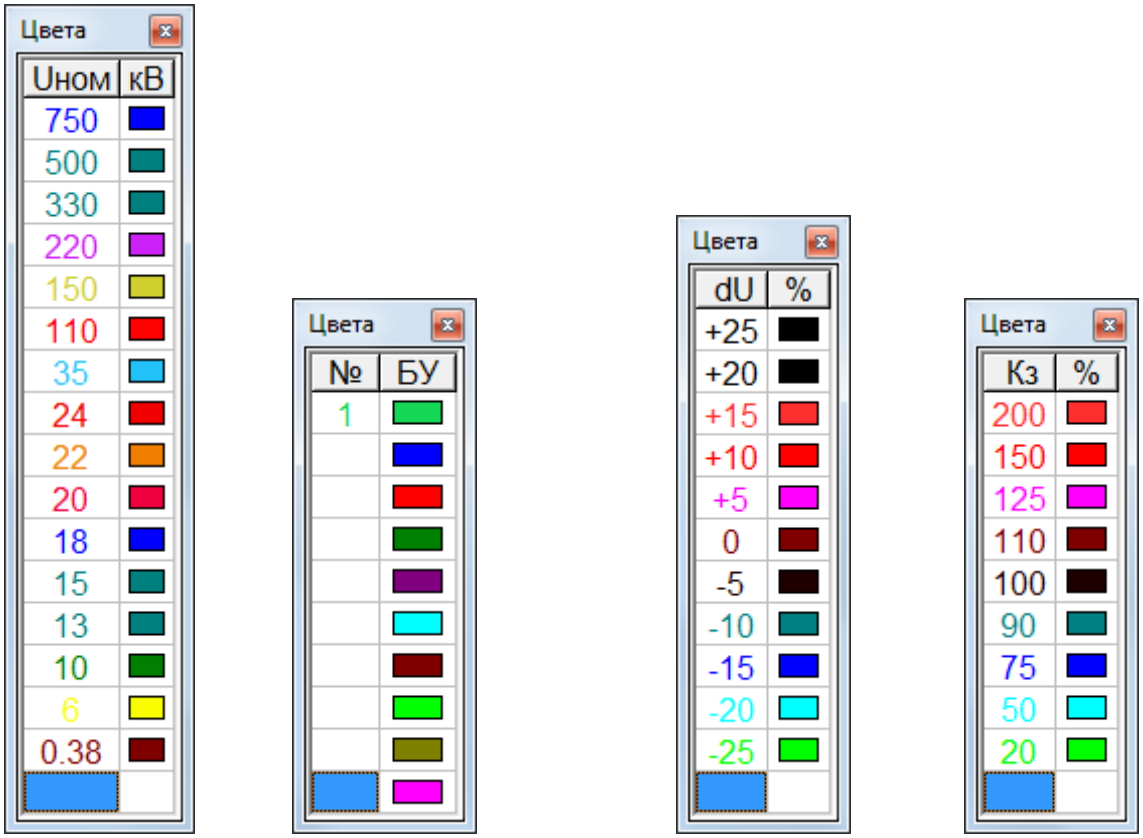


Рис. 54 Возможные расцветки схемы по номинальному напряжению, по связи с БУ, потери напряжения и коэффициентам загрузки

В этой таблице каждому цвету ставится в соответствие граничное значение параметра. Расцветка позволяет провести оценку режима большой схемы в мелком масштабе и найти области с предельными значениями анализируемых параметров.

Для изменения цвета вызывается стандартное диалоговое окно определения цвета (Рис. 55)

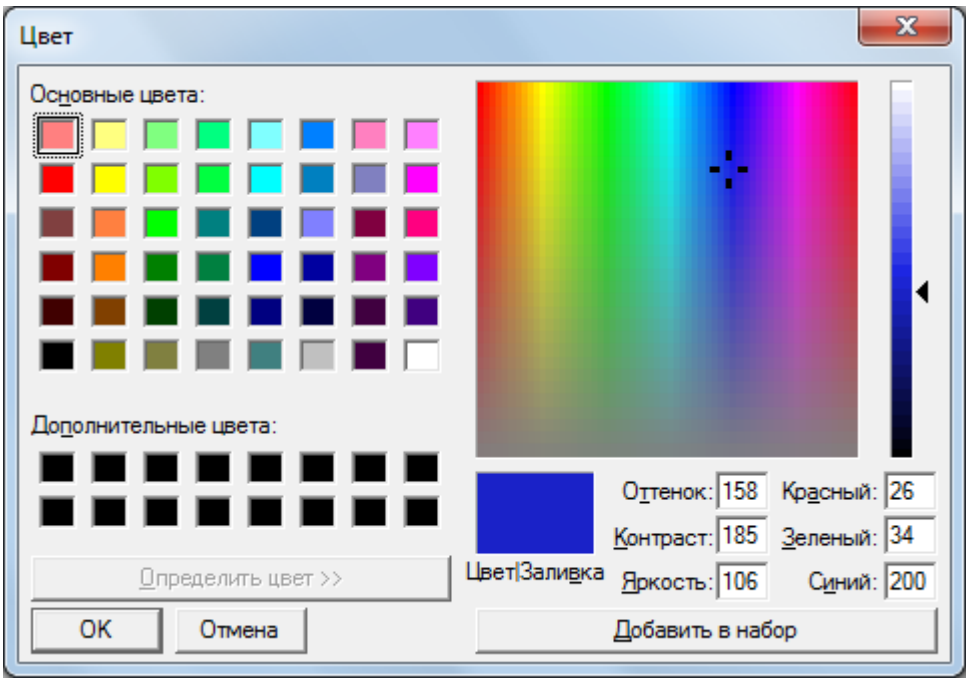


Рис. 55 Стандартное диалоговое окно для определения цвета

Эта команда не только определяет расцветку схемы, но и текста табличных данных. При выборе типа окраски «Если нет на схеме», то в таблицах элементы представленные на схеме изображаются черным цветом, а отсутствующие элементы – красным цветом.

Таблицы настройки цвета дают также возможность настройки шкал. Например, в таблице номинальных напряжений можно изменять значения. Ввод нуля вместо имеющегося значения удаляет это напряжение из списка. Ввод нового значения добавляет его в список.

Для шкалы отклонений напряжений. При нажатии Enter на численном значении (или вводе любого символа) – изменяет шаг цветовых границ – как 5% - 2.5% - 1 %.

4.7.20. Вывод схемы на принтер

Для того чтобы вывести часть схемы на принтер следует сделать эту часть видимой в окне. Если необходима вся схема, то масштабировать ее не обязательно. Печать схемы осуществляется командой «Печать» из главного меню «Файл» при активном окне схемы. Появится таблица настройки печати вида Рис. 56.

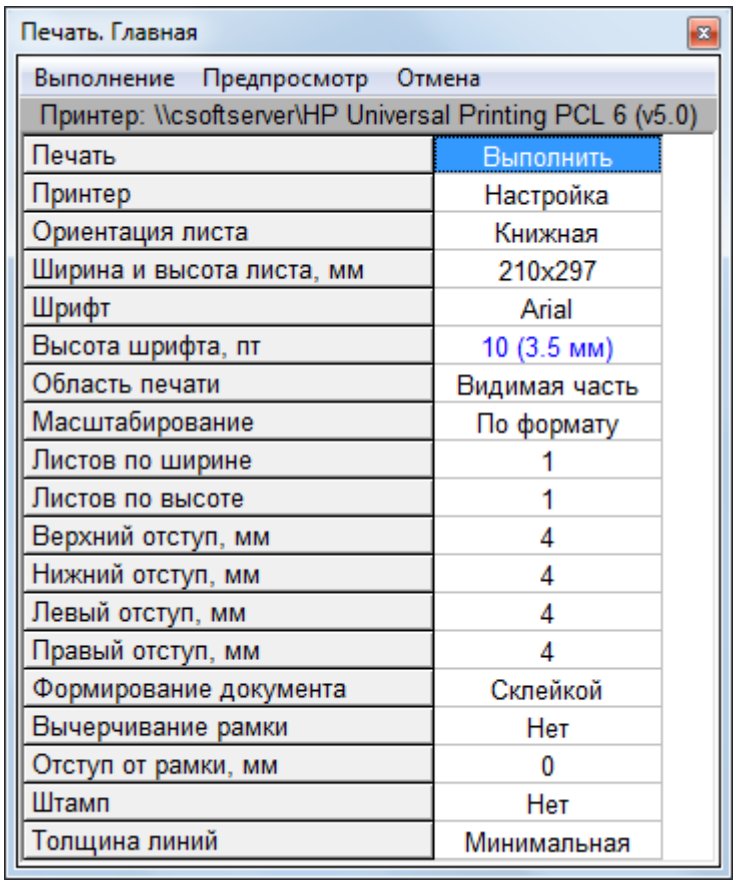


Рис. 56 Таблица для настройки печати

Первый пункт таблицы – действие исполнение печати. Печать начнется если выбрать это поле, ничего не изменив в настройках.

Пункты: «Принтер», «Ориентация листа», «Ширина листа» показывают соответствующие параметры. Для их изменения вызывается стандартное диалоговое окно настройки принтера, в котором можно изменить соответствующие настройки.

Шрифт при печати может быть изменен на другой, но размер шрифта определяется исключительно масштабом рисунка. Размер шрифта выводится в пунктах и миллиметрах только для контроля масштаба.

Область печати может принимать значения «**Видимая часть**» или «**Вся схема**». Для маленьких схем масштаб видимой части может оказаться более мелким, чем масштаб всей схемы.

Масштабирование может осуществляться тремя способами:

«По формату» – схема впишется в заданное число стандартных листов принтера по высоте и по ширине. Параметры «**Листов по ширине**» и «**Листов по высоте**» должны быть заданы (Когда схема выводится на один лист, то эти параметры вводятся соответственно 1 и 1);

«По высоте» – схема впишется в заданное число листов по высоте. Параметр «**Листов по высоте**» должен быть задан, а «**Листов по ширине**» вычисляется автоматически;

«По ширине» – схема впишется в заданное число листов по ширине. Параметр «**Листов по ширине**» должен быть задан, а «**Листов по высоте**» вычисляется автоматически;

Отступы левый, правый, верхний, нижний выводятся и соответствуют физическим возможностям печатающего устройства. Они в программном комплексе не изменяются.

Формирование документа склейкой или подшивкой (пока этот параметр не влияет на результат).

Для схемы можно вычертить рамку.

Параметры «Штамп» позволяет запретить вывод штампа на принтер, если штамп выводится на экран.

Параметр «Толщина линий» позволяет сделать при печати сделать толщину линий не такой как на экране (масштабируемой или тонкой).

4.7.21. Копирование изображения схемы в другое приложение

Для копирования изображения схемы с исходными данными или с результатами расчетов в другое приложение имеются несколько возможностей.

- Изображение (видимая часть или меньше) может быть выведено на диск в одном из известных форматов. Программный комплекс обеспечивает вывод изображения в формате WMF (Windows metafile format) или в формате DXF (формат AutoCAD). Сохраненный графический файл может быть загружен любой программой, которая поддерживает данные форматы. Для копирования в файл следует выделить рамкой фрагмент схемы, подлежащий копированию и выбрать команду «Копировать в файл» из позиции «Правка» главного меню.
- Изображение (видимая часть или меньше) может быть сохранена в буфере обмена Windows в формате EWMF (расширенный Metafile). Позднее это изображение можно вставить в документ в приложении, в котором поддерживается такой формат. Для копирования изображения в буфер обмена следует выделить фрагмент схемы в рамку и выполнить команду «Копировать» из контекстного меню или из позиции «Правка» главного меню. Для копирования в буфер обмена можно использовать клавишу Ctrl+C. Эта возможность проверена при работе с MS Word, MS Paint, AutoCAD. В последнем случае вставка в AutoCAD осуществляется через формат EWMF. При вставке в документ MS Word копируемый участок следует не просто выделить рамкой, но и размеры окна схемы изменить так, чтобы было видно только то, что необходимо. Размеры рисунка в MS Word будут определены не рамкой, а размером видимого окна.
- Изображение может быть передано непосредственно в графическую систему AutoCAD с использованием технологии ActiveX.

4.7.22. Команды позиции «Правка» для работы со схемой

Для работы со схемой, ввода новых элементов и изменения ранее нарисованных используются команды, которые приведены в пунктах «Правка» и «Схема» главного меню программного комплекса, а также команды контекстного меню, которое вызывается правой кнопкой мыши при расположении курсора в окне схемы.

Вид главного меню программного комплекса с открытым списком команд позиции «Правка» при активном окне со схемой приведен на Рис. 57, а команд позиции меню «Схема» - на Рис. 15.

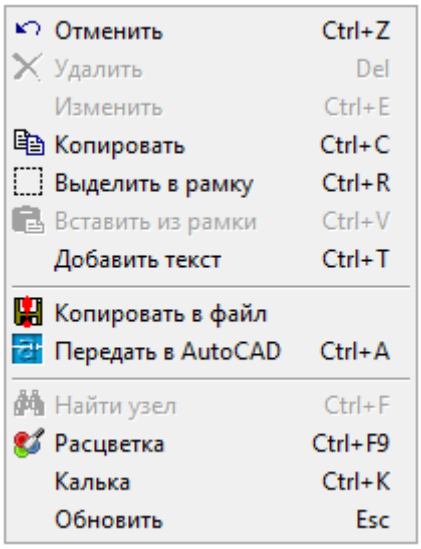
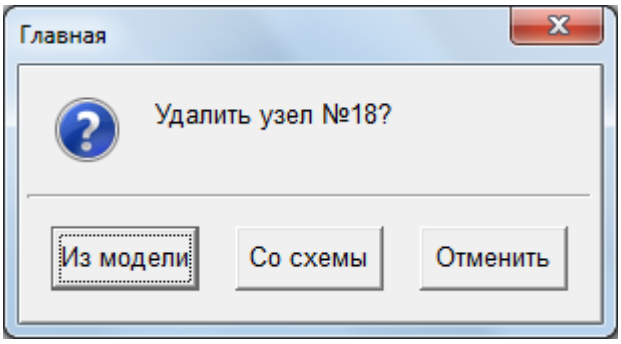


Рис. 57 Команды позиции «Правка» главного меню для работы со схемой

При выборе команд позиции «Правка» главного меню выполняются следующие действия с элементами графического изображения расчетной схемы.

Отменить удаление – позволяет восстановить изображение и описание в модели группы удаленных элементов.

Удалить – удаляет выделенный элемент или группу элементов. При использовании этой команды следует действовать внимательно. Команда работает поразному в зависимости от того, какое окно активно: окно со схемой или окно с таблицей. Если активно окно с таблицей, то происходит удаление одного текущего элемента без подтверждения. Если активно окно со схемой, то удаление происходит по правилам удаления со схемы. В этом случае учитывается состояние позиции «**Строгое соответствие модели и схемы»** пункта главного меню «Данные. Общие данные» (Рис. 17). При установленном признаке √ в этой позиции будет поддерживаться соответствие модели и схемы, т.е. при удалении элемента со схемы автоматически удаляется и его табличное описание. В противном случае при удалении элемента схемы появляется диалоговое окно с запросом вида



При выборе позиции «Из модели» - элемент будет удален из модели и схемы. При выборе позиции «Со схемы» - элемент будет удален только со схемы. В последнем случае он будет учитываться в расчете, но не будет изображен на схеме.

Выполнение этой команды можно отменить.

Копировать – позволяет часть изображения, выделенную в рамку, или все видимое в окне изображение скопировать в системный буфер обмена с тем, чтобы перенести в другую программу, например MS Word или MS Paint. Для копирования с целью повторения участков схемы этой командой пользоваться не следует, в этом случае команда бесполезна.

Выделить в рамку – по этой команде включается режим выделения рамки. Следует указать левый верхний угол выделяемой части схемы и правый нижний. Выделение рамкой позволяет:

- перенести участок схемы относительно остальной части;
- удалить все элементы выделенного участка схемы;
- копировать участок схемы в другое приложение;
- копировать участок схемы с целью повторения его в модели.

Вставить из рамки – эта команда вставляет (копирует) выделенную в рамку часть схемы в новое место графического окна, которое определяется при перемещении мыши.

Копировать в файл – по этой команде предлагается сохранить изображение в виде файла для использования в другом программном комплексе или для пересылки по электронной почте. По этой команде появляется стандартное диалоговое окно сохранения файла. В поле окна «Тип файла» следует выбрать нужный формат: DXF или WMF. (файл формата DXF может быть открыт с использованием AutoCAD любой версии или Microstation, а файл формата WMF – в программах MS Paint, MS Word и др.).

Передать в AutoCAD – эта команда позволяет выполнить перекачку изображения всей схемы в AutoCAD. Причем, если AutoCAD уже загружен и содержит схему, переданную таким способом ранее, то при повторной перекачке сначала удаляется изображение старой схемы, а затем вводится новое. При этом любые построения, сделанные на чертеже не путем перекачки, сохраняются.

Обновить – по этой команде происходит сброс выполнения любых других команд редактирования схемы.

Калька – работа с подложкой для оцифровки графического изображения схемы, фотокопии схемы, сканированного изображения схемы или изображения полученного из другого приложения.

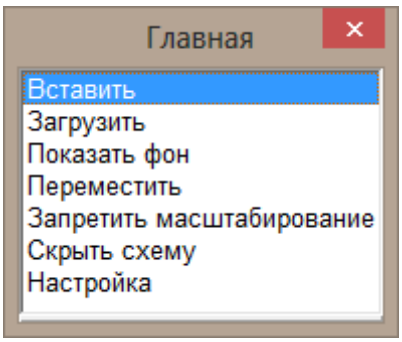
4.7.23. Использование функции «Калька»

Функция **«Калька»** предназначена для облегчения ввода схемы модели в программу EnergyCS из чертежей, построенных в графических редакторах или изображенных на бумаге. Она позволяет растровое изображение или изображение в формате Windows Metafile WMF положить в качестве подложки с тем, чтобы потом при вводе модели просто обвести изображение объектами модели.

Если изображение на бумаге, его следует сканировать, сохранив в формате JPG или BMP. Если изображение в AutoCAD, то для получения растра можно изображение сохранить в нужном формате средствами AutoCAD (в программе это предусмотрено) или просто воспользоваться кнопкой **PrintScreen** (или лучше **Alt+Print Screen** (**Prt Scr**) – получение изображения окна программы без панели задач Windows). После нажатия этой кнопки, изображение будет помещено в буфер обмена. Способ работает при использовании любого графического приложения для Windows.

Следует отметить, что средства AutoCAD в формате BMP или WMF обычно сохраняют изображение, видимое на экране, то есть эффект получается практически не лучше, чем при использовании PrintScreen. Можно рекомендовать (не обязательно) перед копированием экрана выполнить команду **Вид/Очистить экран** (**Ctrl+0**). Это позволит на момент копирования спрятать все панели инструментов AutoCAD и увеличить видимую часть схемы до максимума.

При вызове функции «Калька» в EnergyCS появляется меню, из которого необходимо выбрать дальнейшие действия.



Команды управления подложкой

Из меню выполняются следующие команды:

По команде «**Вставить»** подложка из буфера обмена (например, после Print Screen) появится на экране в виде не редактируемого изображения, привязанного к координатам схемы.

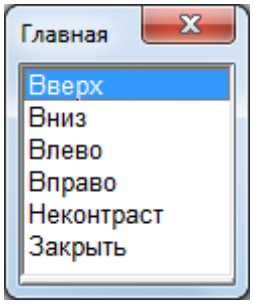
По команде «**Загрузить»** подложка загрузится из выбранного файла формата .BMP или .WMF в виде не редактируемого изображения, привязанного к координатам схемы.

Команды «**Показать фон**» и «**Скрыть фон**» позволяют управлять видимостью подложки.

Команда «**Запретить масштабирование**» - отключает масштабирование схемы с использованием колеса прокрутки. Дело в том, что при масштабировании схемы сбивается ее привязка к растру. Мосштабировнаие интересно в процессе согласования растрового изображения с вводимой схемой. А при случайном масштабировании колесом прогрутки, привязка сбивается, что усложняет работу.

Команда «**Переместить**» позволяет переместить редактируемую схему относительно подложки, отключив привязку. Чтобы вновь зафиксировать подложку относительно схемы, используется команда «**Привязать**».

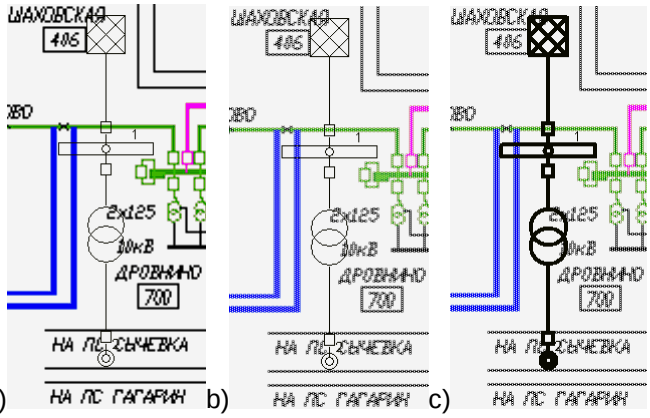
По команде «**Настройка**» на экране появляется новое меню.



Команды настройки подложки

Команды «**Вверх**» «**Вниз**» «**Влево**» «**Вправо**» позволяют аккуратно, пошагово переместить схему относительно подложки. Каждое обращение к одной из этих команд производит сдвиг на 1 пиксель.

Команда «**Неконтраст**» позволяет уменьшить контрастность подложки для того, чтобы новое изображение схемы лучше различалось на фоне подложки.



a) b) c)

Использование команды a) «Калька»; b) «Неконтраст»; c) Изменение толщины линий схемы

Кроме того, сделать редактируемую схему более различимой можно, изменив толщину линий схемы с помощью команд: «Настройка вида схемы»/«Толщина линии».

Согласование изображений растровой подложки и схемы возможно, если масштабировать схему, вращая ролик мыши, и перемещать ее путем перемещения курсора с нажатой левой кнопкой Ctrl на клавиатуре. При отпускании клавиши Ctrl, схема оказывается связанной с подложкой и далее перемещается и масштабируется с ней синхронно.

4.7.24. Подготовка и настройка шаблона AutoCAD

Программа в качестве шаблона рассматривает файл чертежа AutoCAD с именем, соответствующим имени основной программы, например, EnergyTKZ.DWG.

Новый чертеж, создаваемый при открытии AutoCAD, является копией этого файла. Этот файл используется для автоматического запуска AutoCAD. Если на компьютере установлено несколько версий AutoCAD или AutoCAD и BricsCAD, то автоматически будет запускаться та программа, с которой в системе ассоциировано расширение DWG. Шаблон чертежа может содержать следующие элементы настройки.

1. Цвета и толщины линий связанные со слоями, с которыми работает программа.

2. Настройка стандартного стиля текста. По умолчанию текст будет оформляться в соответствии со стилем стандарт.

3. Поля свойств документа, используемых в системе документооборота, а также при заполнении штампов или основных надписей чертежа.

4. Настройка листов чертежей с рамками и штампами.

Свойства документа с полями, используемыми в штампе, могут заполниться автоматически при выводе информации из программы. Состав информации полностью повторяет таблицу (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**). В новый чертеж и имена полей, и их значения введутся автоматически. Их можно посмотреть в AutoCAD командой Файл\Свойства чертежа

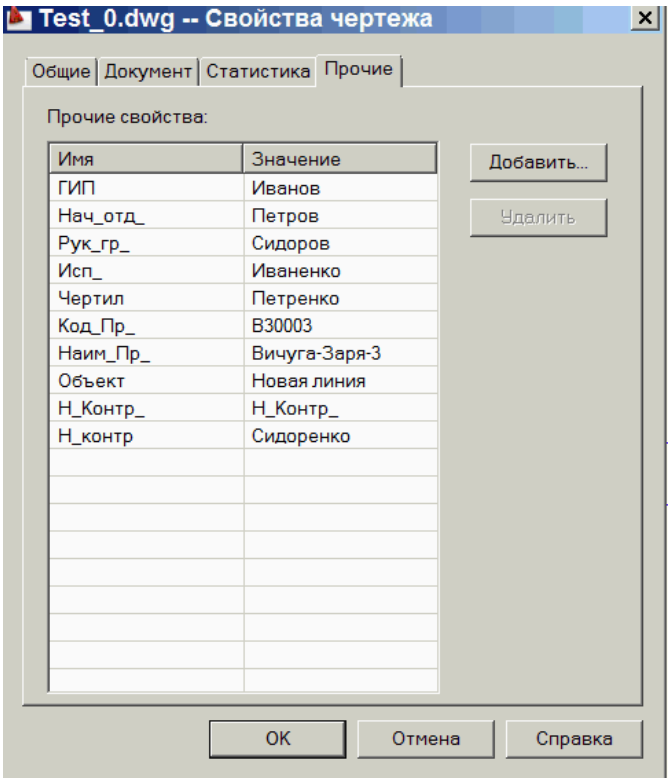


Рис. 2. Просмотр свойств чертежа AutoCAD

Для того, чтобы эти данные попали в штамп, штамп с рамкой должен быть заготовлен заранее и размещен на листах (в пространствах листов)

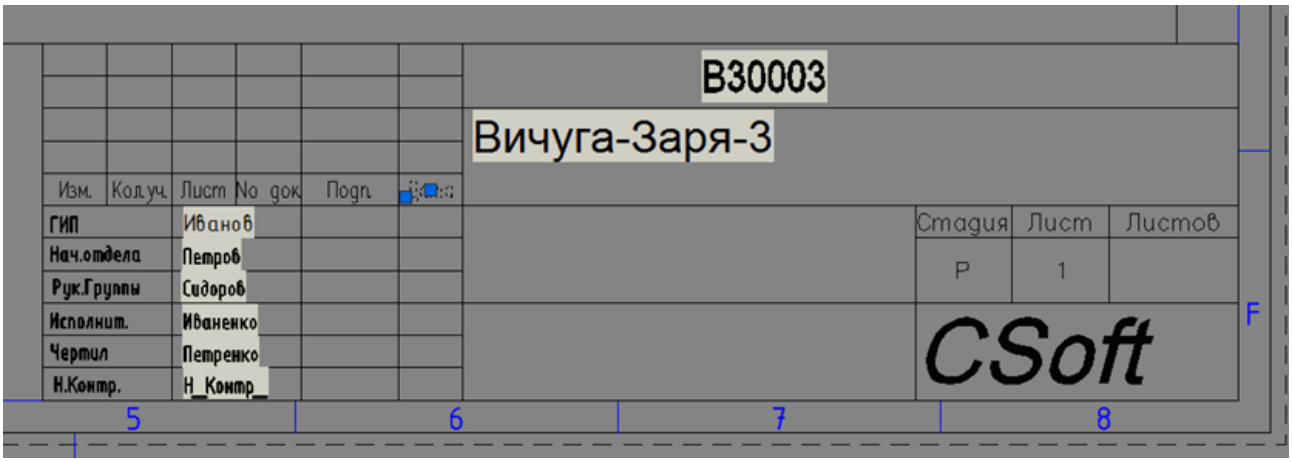


Рис. 3 Вид штампа с полями в пространстве листа

Поля вставляются как текст с использованием команд AutoCAD «Текст» или «МТекст» при этом в качестве текста вводятся описания полей вида

%<\AcVar CustomDP.ИмяПоля>%

Пример ввода полей для изображения, представленного на рисунке.

%<\AcVar CustomDP.ГИП>%
%<\AcVar CustomDP.Нач_отд_>%
%<\AcVar CustomDP.Рук_гр_>%
%<\AcVar CustomDP.Исп_>%
%<\AcVar CustomDP.Чертил>%
%<\AcVar CustomDP.Н_Контр>%
%<\AcVar CustomDP.Код_Пр_>%
%<\AcVar CustomDP.Наим_Пр_>%
и т.п.

Если система технического документооборота или электронного архива, используемая на предприятии, требует других имен полей, то понадобится перена-

стройка шаблонов. Имена полей следует изменить в программе и в шаблонах, везде, где они применяются. Эта работа выполняется силами специалистов, ответственных за документооборот или за поддержку программ на предприятии или в соответствии с правилами предприятия. Изменения в программу для этого не требуются.

4.7.25. Импорт изображения схемы из других программ (например, WinRastr).

Импорт изображения возможен в том случае, если в альтернативной программе, графическое изображение схемы хранится в векторном формате, а графическое описание изображения можно представить в виде таблицы с координатами на схеме. В программе WinRastr это условие выполняется. Структура данных изображений узлов на схеме WinRastr очень похожа на структуру, применную в EnergyCS. В программе WinRastr можно получить текстовое описание изображений узлов в виде файла формата CSV. Изначально этот файл формировался для передачи изображения схемы в программу Eurostag, но этот же файл может прочитать и программа EnergyCS.

В программе EnergyCS должна быть загружена модель сети в виде узлов и ветвей, например, загруженная из формата CDU. См. п. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

Последовательность действий при передаче изображения следующая.

1). Открываем WinRastr

2). Нажимаем Расчеты -> Макро… и копируем туда текст макроса, для вывода файла с описанием изображения. Этот файл можно было заранее скопировать в папку WinRastr C:\Program Files\RastrWin\macro\. Запускаем этот макрос из списка Расчеты -> Выполнить

3). После запуска макроса WinRastr предложит выбрать необходимый файл графики в формате *.grf

4). Выбираем файл *.grf, схема из которого подлежит передаче в EnergyCS.

5). Ждем завершения выполнения операции (в окне протокола должна исчезнуть кнопка «Остановить»)

6). Находим в папке, в которой находится файл *.grf, файл euro_gr.dat

7). Вручную переименовываем его, изменяя расширение *.dat в *.csv. Соглашаемся с заменой расширения.

8). Открываем (Переносим фокус в) EnergyCS. Выбираем команду Схема -> Таблицы схемы -> Параметры импорта схемы.

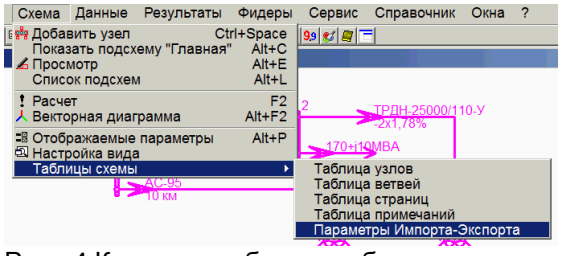


Рис. 4 Команды работы с таблицами схемы

Задаем необходимые параметры импорта.

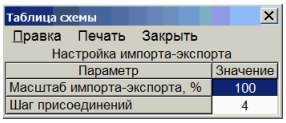


Рис. 5 Настройка импорта изображений

Здесь Масштаб – это коэффициент, на который умножаются значения координат, в случае необходимости изменения масштаба. (для WinRastr изменения

масштаба не нужно, поэтому следует оставить 100%). Параметр «Шаг присоединений» необходим при восстановлении ветвей. Он определяет расстояния на схеме между ветвями, отходящими от узла, если узел рассматривать, как шину. Шаг вводится в единицах координат EnergyCS. При значении, указанном на Рис. 5, узел при четырех подключенных ветвях на схеме будет выглядеть как на Рис. 6.

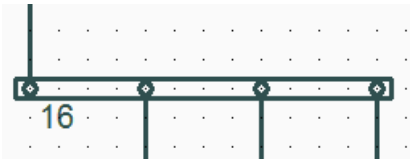
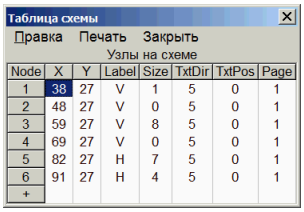


Рис. 6 Пример изображения узла с шагом присоединения 4.

9). Открываем в EnergyCS Схема/Таблицы схемы/Таблица узлов.



Node	X	Y	Label	Size	TxtDir	TxtPos	Page
1	38	27	V	1	5	0	1
2	48	27	V	0	5	0	1
3	59	27	V	8	5	0	1
4	69	27	V	0	5	0	1
5	82	27	H	7	5	0	1
6	91	27	H	4	5	0	1
+							

Рис. 7 Таблица узлов после импорта

В открывшемся окне нажимаем Правка/Загрузить из файла. Выбираем созданный ранее файл euro_gr.csv – произведется загузка графических описаний узлов. Нажимаем «Закрыть».

10. После завершения импорта изображений узлов будет сообщение Рис. 8.

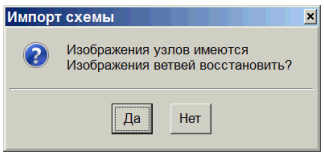


Рис. 8 Запрос о необходимости восстановления ветвей

Если ответить «Да» программа восстановит изображения ветвей по встроенному алгоритму. При этом изображения узлов будут представлены вертикальными или горизонтальными шинками, длина которых будет определяться числом подключенных ветвей. Если ответить «Нет», то на схеме останутся только изображения узлов в виде кружков. В этом случае ветви можно будет прорисовать вручную, многократно применяя для каждой ветви команду «Нанести на схему» или для каждого нарисованного узла применить команду «Нанести все ветви». Необходимо отметить, что даже, если выполнить автоматическое восстановление ветвей, все равно понадобится ручная правка схемы (в большей или меньшей степени), так как графические возможности программ разные. Пример схемы, импортированной в таблицу Рис. 7, приведена на Рис. 9

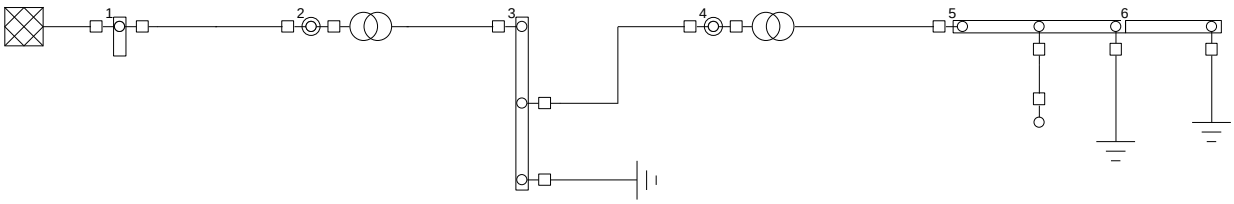


Рис. 9 Пример схемы, полученной после импорта изображения

Экспорт графического изображения состоит в сохранении информации из таблиц схемы Рис. 4 в виде файла CSV или XML. Аналогично информации об узлах может быть выведена информация о ветвях, страницах, текстовых примечаниях и т.п. См. Рис. 10

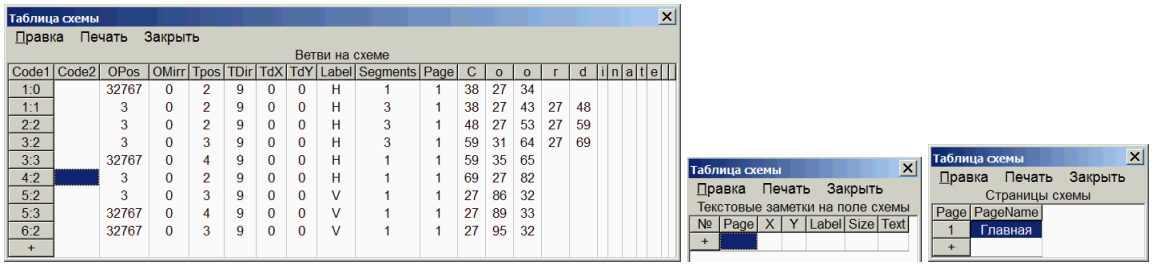


Рис. 10 Примеры таблиц описания схемы

5. ОСНОВНЫЕ ТАБЛИЦЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

Основными элементами расчетной модели электрической сети являются узлы и ветви. Расчеты установившихся режимов могут выполняться только при задании информации по узлам и ветвям в табличном виде. Таблицы объектов в основном используются для автоматизации создания расчетной схемы при использовании объектного моделирования электрической сети. Ниже приведено описание порядка работы с этими таблицами.

Таблицы узлов и ветвей, также как и таблицы всех объектов, могут быть представлены в двух режимах: в режиме «Исходные данные» и в режиме «Результаты расчета». При переходе от режима «Исходные данные» к режиму «Результаты расчета» выполняется расчет установившегося режима. Разные таблицы могут находиться в разном режиме, что позволяет при изменении исходных данных в одних таблицах наблюдать изменение режимных параметров в других.

5.1. Таблицы исходных данных

Список команд данные приведен в разделе «Позиция «Данные»». Исходные данные для расчета могут вводиться в виде объектов – в этом случае предпочтительнее графический ввод модели или в виде таблицы узлов и ветвей. Особенность заполнения таблицы ветвей состоит в том, что при вводе описания очередной ветви ее граничные узлы должны быть уже введены.

5.1.1. Таблицы исходных данных по объектам

Основной способ ввода данных в программе – графический. При этом предполагается, что модель сети состоит из множества объектов - элементов сети – линий, трансформаторов, генераторов, реакторов и т.п. Детально таблицы для работы с объектами описаны в разделе «Таблицы объектов электрической сети»

5.1.2. Таблица исходных данных по узлам

Таблица предназначена для ввода и редактирования данных по узлам. Она активируется либо по команде главного меню Данные/Узлы или при выборе или добавлении узла на схеме.

Таблица исходных данных узлов имеет вид:

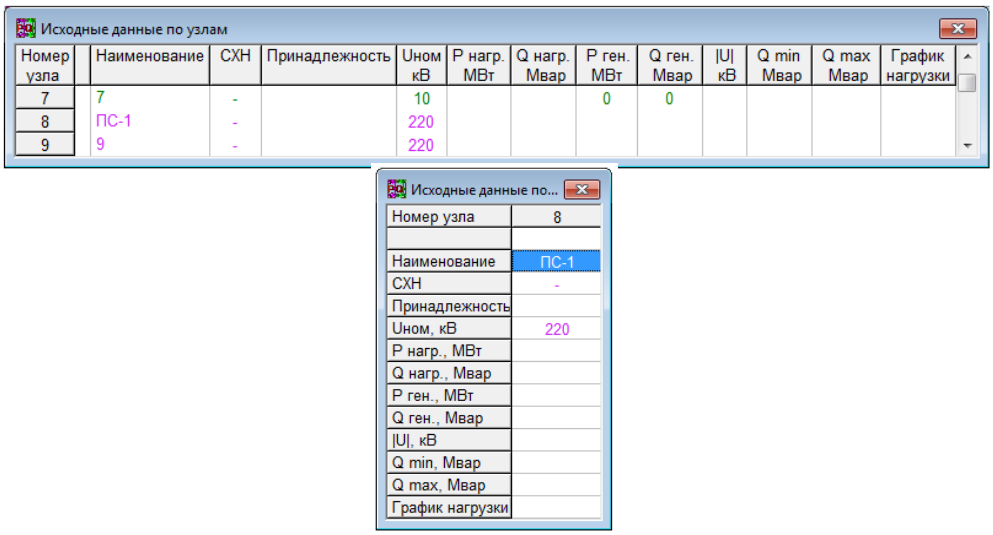


Рис. 58 Таблица узлов

Поля таблицы исходных данных по узлам содержит следующую информацию (размерность мощности в этих таблицах определяется соответствующим параметром таблицы настройки расчета).

Номер узла – уникальное число в диапазоне от 1 до 2^{20}=1048576, которое используется в качестве ключа, однозначно определяющего текущий узел в расчетной модели. При добавлении узла значение номера определяется автоматически путем увеличения на единицу наибольшего номера, имеющегося в расчетной модели. Значение номера узла можно изменить, если «разморозить» первый столбец таблицы (см. команды Позиция «Правка» главного меню). Однако если в схеме имеется узел с таким же номером, то выдается сообщение о существовании узла с таким номером и поле останется без изменения. При изменении номера узла следует учитывать, что будут изменяться и номера (ключи) ветвей и объектов расчетной схемы.

Узел нулевого потенциала («земля») всегда имеет номер 0 и в данной таблице не отображается.

После номера узла расположено поле без шапки, которое служит для того, чтобы отметить текущий узел. При выборе этого поля ставится знак отметки √, а при повторном выборе того же поля этот знак снимается. Отметка может быть использована при выборке (фильтрации) узлов по признаку отметки или для выполнения с отмеченными узлами каких-либо действий.

Наименование – символьное обозначение узла, состоящее не более чем из12 символов.

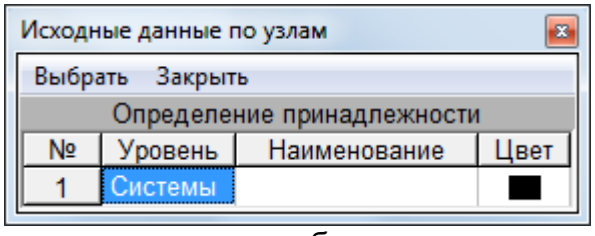
СХН – номер статической характеристики, по которой моделируется нагрузка узла. В программном комплексе предусмотрена возможность задания 7 типов статических характеристик нагрузки – зависимостей мощности нагрузки от напряжения в виде полинома (см. команду «СХ Нагрузки» позиции «Данные» главного меню). В этом поле производится задание нужного для текущего узла номера статической характеристики путем выбора из дополнительного меню.

Для балансирующих узлов вместо номера СХН здесь выводится признак «БУ». Этот признак добавляется автоматически при подключении к узлу объекта «Система», а для его снятия необходимо отключить от узла этот объект.

Для узлов, которые не имеют связи с балансирующими узлами, в этом поле выводится признак «Откл.» (такие узлы не участвуют в расчете установившегося режима, хотя и присутствуют в расчетной модели). Данный признак добавляется и снимается автоматически при коммутациях в расчетной схеме (отключениях и включениях ветвей или объектов). Отключенные узлы выделяются особым цве-

том, который определяется командой «Параметры программы» позиции «Сервис» главного меню программного комплекса.

Принадлежность – наименование района или подрайона, состоящее не более, чем из 20 символов. По значению этого поля выполняется разделение схемы по принадлежности к различным районам для облегчения анализа результатов расчета. Определение наименования района узла производится из дополнительной таблицы со списком всех районов



которая выводится на экран при выборе данного поля. Структура деления схемы на районы и подрайоны и их наименования задаются при выполнении команд позиции «Районы» главного меню. По умолчанию все узлы относятся к одному району самого высокого уровня (системы) без наименования.

Uном – номинальное напряжение узла (кВ). Значение номинального напряжения узла используется в качестве начального приближения при итерационном расчете напряжений в установившемся режиме. Поэтому для всех узлов, участвующих в расчете установившегося режима, должно быть задано отличное от нуля значение этого поля. Если для какого-либо узла данное поле имеет нулевое значение, то при попытке выполнить расчет УР выводится сообщение вида о том, что напряжение равно нулю и расчет не производится, а соответствующая строка таблицы узлов становится текущей.

Кроме того, по значению этого поля определяется стандартное номинальное напряжение, по которому проводится анализ результатов расчета УР.

Рнагр. – значение активной мощности нагрузки в узле (кВт или МВт). При моделировании нагрузки статическими характеристиками значение этого поля соответствует активной мощности при напряжении, равном значению поля Uном.

Qнагр. – значение реактивной мощности нагрузки в узле (квар или Мвар). При моделировании нагрузки статическими характеристиками значение этого поля соответствует реактивной мощности при напряжении, равном значению поля Uном.

Мощность нагрузки может изменяться автоматически при подключении к узлу или отключении от него объектов вида двигатели (синхронные или асинхронные), подсистемы и нагрузки.

Рген – значение активной мощности генерации в узле (кВт или МВт). При подключении к узлу или отключении от него объекта вида синхронный генератор значение мощности генерации может изменяться автоматически в соответствии с параметрами объекта синхронный генератор.

Qген – значение реактивной мощности генерации в узле (квар или Мвар). Если задано значение поля **|U|,** то реактивная мощность генерации в расчетах не учитывается и значение этого поля может быть любым числом. При подключении к узлу или отключении от него объекта вида синхронный генератор значение этой мощности может изменяться автоматически в соответствии с параметрами объекта синхронный генератор.

|U| – значение модуля напряжения (кВ), которое должно поддерживаться на шинах генератора при изменении режимных параметров за счет регулирования возбуждения. При этом определяется реактивная мощность генератора, обеспечивающая заданный модуль напряжения. Если полученное значение реактивной мощности выходит за диапазон, определенный полями **Qmin** и **Qmax** , то произ-

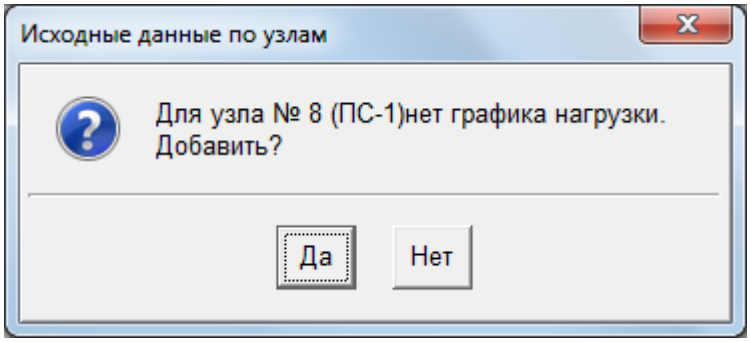
водится пересчет величины модуля напряжения при фиксированном значении реактивной мощности, равном Qmin или Qmax.

Qmin – минимальное значение реактивной мощности генерации в узле (квар или Мвар), которое может быть обеспечено при заданном модуле напряжения. При задании модуля напряжения в поле **|U|** это поле принимает значение -9999 Мвар, которое может быть отредактировано в соответствии с параметрами конкретного генератора.

Qmax – максимальное значение реактивной мощности генерации в узле (квар или Мвар), которое может быть обеспечено при заданном модуле напряжения. При задании модуля напряжения в поле **|U|** это поле принимает значение +9999 Мвар, которое может быть отредактировано в соответствии с параметрами конкретного генератора.

При подключении к узлу или отключении от него объекта вида синхронный генератор, у которого задана величина фиксированного напряжения, значения полей **|U|**, **Qmin** и **Qmax** изменяются автоматически.

График нагрузки – признак задания в узле суточного графика активной и реактивной мощности. Если в узле задан график нагрузки, то в этом поле отображается знак вида  и при его выборе становится доступным для просмотра и редактирования суточный график нагрузки (в графическом и табличном виде). Если для узла график нагрузки не задан, то при выборе этого поля выводится запрос вида:



При выборе позиции «Да» в этом запросе для текущего узла добавляется график нагрузки и предоставляется возможность для ввода почасовых значений этого графика.

5.1.3. Команды для работы с таблицей узлов

При работе с таблицей узлов в режиме «Исходные данные» доступно контекстное меню Рис. 59а, а в режиме «Результаты расчета УР» - контекстное меню Рис. 59б. Наиболее часто используемые команды приведены на панели инструментов в виде кнопок со значками.

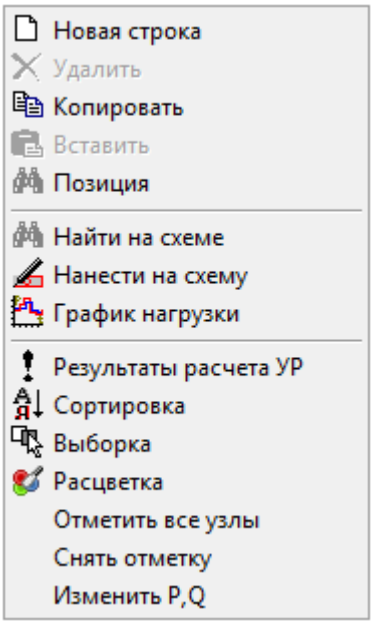
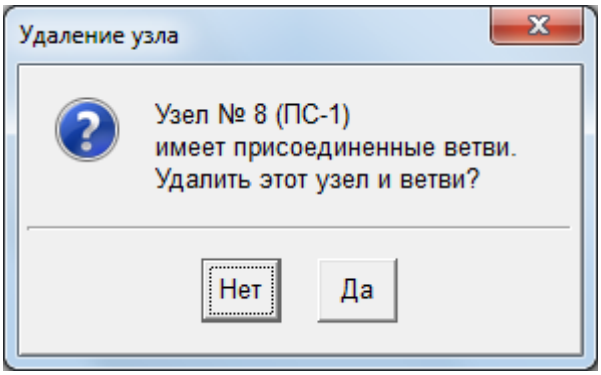


Рис. 59 Команды контекстного меню для таблицы узлов

При выборе команд контекстного меню в процессе работы с таблицей узлов выполняются следующие действия.

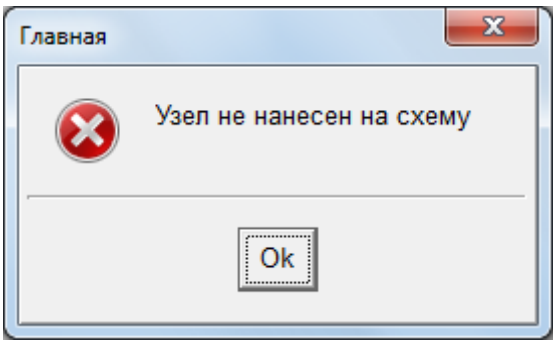
Новая строка (добавить узел) – в таблицу добавляется новый узел, несвязанный с балансирующим узлом и имеющий номер на единицу больший максимального номера из всех узлов. Текущей в таблице становится строка с этим узлом.

Удалить (узел) – из расчетной модели без дополнительного запроса удаляется текущий узел (необходимо выделмть всю стороку). Однако если узел имеет присоединенные ветви, то при его удалении на экран выводится диалоговое окно вида

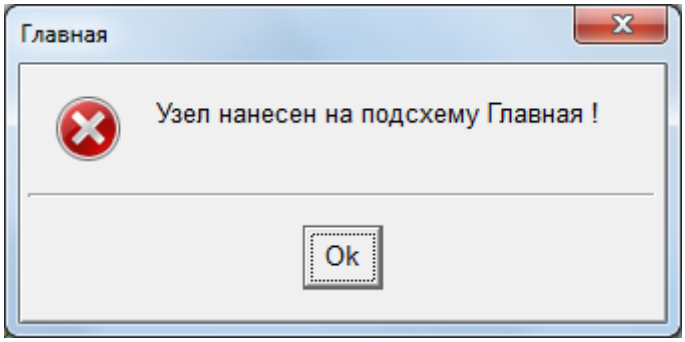


и если подтвердить удаление узла, то одновременно с узлом будут удалены и присоединенные ветви.

Найти на схеме – на схеме выделяется текущий узел таблицы. В этом случае при необходимости производится сдвиг изображения схемы, чтобы участок с выделенным узлом попал на экран. Если узел отсутствует на схеме, то выдается сообщение вида



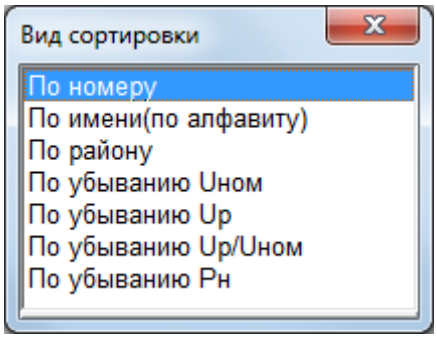
Нанести на схему – по этой команде, если текущий узел не изображен на схеме, то начинается его рисование в графическом редакторе, а если уже имеется, то на экран выводится сообщение вида



Исходные данные – таблица узлов принимает вид, показанный на Рис. 58а.

Результаты расчета УР – выполняется расчет установившегося режима, и таблица узлов принимает вид, показанный на Рис. 58б.

Сортировка – по этой команде предлагается вначале выбрать способ сортировки узлов в таблице из дополнительного меню вида



после чего информация в таблице узлов будет располагаться в указанном порядке.

Выборка – по этой команде можно включить фильтр для выводимой в таблице узлов информации. Способ фильтрации выбирается из дополнительной таблицы вида



Рис. 60 Таблица определения условий выборки

В этой таблице необходимо определить параметр и установить признак √ для выбранного условия фильтрации.

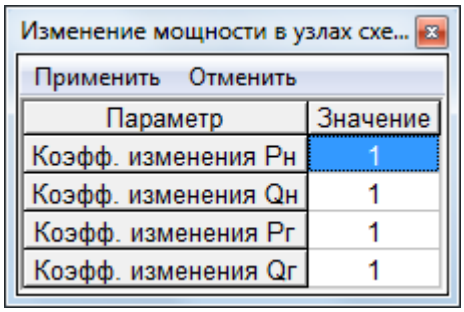
Выбранный способ фильтрации информации будет действовать также в других таблицах.

Расцветка – эта команда позволяет выбрать способ расцветки графического изображения схемы и данных. Действие этой команды описано в разделе «Изменение расцветки схемы».

Отметить все узлы – по этой команде все узлы будут отмечены признаком √ во втором столбце таблиц Рис. 58. Если в отчет нужны не все строки таблицы то для ненужных строк следует снять отметку мышью.

Снять отметку – у всех узлов снимается признак отметки. Это может понадобится, если оказалось отмеченными много узлов, а нужно только их небольшая часть.

Изменить P, Q. Эта команда используется для изменения мощности нагрузки и генерации в узлах, которые могут быть видимы в таблице, то есть отобранные с помощью команды «Выборка». При выборе этой команды на экран выводится дополнительная таблица для ввода коэффициентов, на которые должна быть умножена соответствующая мощность



Пересчет мощности в узлах происходит при выборе позиции «Применить» этой таблицы.

Последние команды включены также в меню Позиция «Правка» главного меню.

5.1.4. Исходных данные по балансирующим узлам

По команде Данные/Балансирующие узлы на экран выводится таблица для редактирования параметров балансирующих узлов, учитываемых при расчете УР. Эта таблица сама по себе не требует заполнения. Она содержит выборку узлов, к которым подключена система или которые отмечены как балансирующие (собственно для расчета УР это одно и то же, отличается только внешним изображением, см. Системы, значимо для ТКЗ)

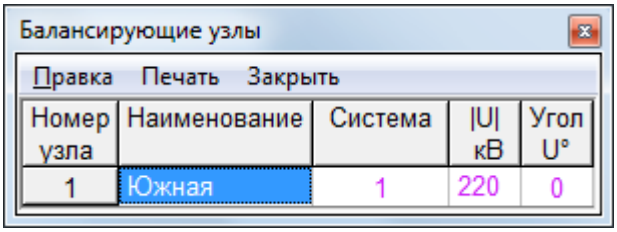


Рис. 61 Таблица «Балансирующие узлы»

В этой таблице можно редактировать только два поля: модуль напряжения (|U|) и угол напряжения. Номер и наименование узла редактируются в таблице узлов (Рис. 58), а поле «Система», отображающее обозначение системы, в таблице «Системы».

5.1.5. Исходные данные по ветвям

Исходные данные по ветвям вводятся в таблицу вида Рис. 62. Таблица может быть заполнена вручную. При вводе информации в виде объектов эта таблица заполняется автоматически. При этом она может использоваться для проверки правильности построения схемы замещения программой. Ввод модели в виде объектов допускает изменение данных ветвей непосредственно в этой таблице. Это может понадобиться, например, для упрощения расчетной модели (обнулить активную составляющую сопротивления, обнулить поперечную проводимость и т.п.)

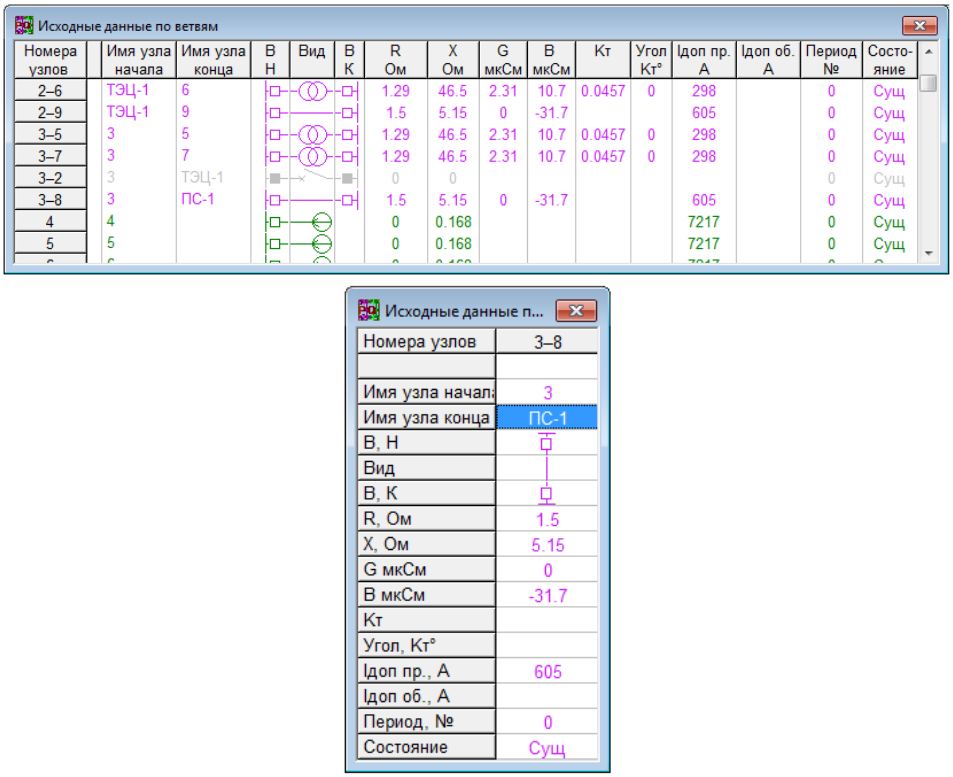


Рис. 62 Таблица «Исходные данные по ветвям»

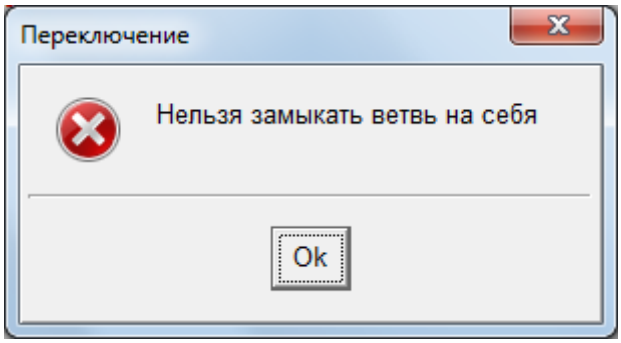
Поля таблицы исходных данных по ветвям содержат следующую информацию.

Номера узлов – номера узлов расчетной схемы, к которым подключена ветвь. Это поле в данной таблице не редактируется и соответствует номерам узлов начала и конца ветви.

После номеров узла расположено поле без шапки, которое служит для того, чтобы отметить текущую ветвь. При выборе этого поля ставится знак отметки √, а при повторном выборе того же поля этот знак снимается. Отметка может быть использована при выборке (фильтрации) ветвей по признаку отметки или для выполнения с отмеченными узлами каких-либо действий.

Узел начала – наименование узла начала ветви. Это поле позволяет задать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы узел, соответствующий началу ветви. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла начала ветви. Если наименование узла отсутствует, то это поле будет пустым.

Узел конца – наименование узла конца ветви. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы узел, соответствующий концу ветви. Если наименование узла отсутствует, то это поле будет пустым. При добавлении узла конца ветви, совпадающем с узлом начала, выдается сообщение вида

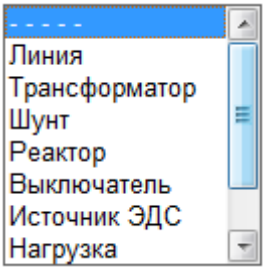


и ввод узла конца ветви игнорируется.

Поля «Узел начала» и «Узел конца» позволяют вводить в расчетную схему ветви в табличном виде без использования графического редактора, при этом в модель уже должны быть введены необходимые узлы. Если добавляется новая ветвь, то всегда при выборе любого поля последней строки предлагается выбрать узел начала ветви, при этом узел конца добавляется в модель автоматически и при необходимости может быть переопределен.

ВН – признак состояния коммутационного аппарата в начале ветви. Не закрашенный прямоугольник соответствует включенному состоянию, а закрашенный прямоугольник - отключенному. Переключение состояния (включено/отключено) коммутационного аппарата текущей ветви производится при выборе данного поля.

Вид – условное графическое обозначение вида ветви. Этот параметр используется в основном для проведения анализа результатов расчета и включения соответствующего фильтра выводимой в таблицах ветвей информации. При вводе расчетной модели с использованием объектов электрической сети вида ветвей определяются автоматически. При вводе ветви ее вид определяется из дополнительного меню



где первая позиция соответствует абстрактной ветви без наименования, а последняя – объектам подсистема и пассивная нагрузка, которые не участвуют в расчете режима как ветви с сопротивлением.

ВК – признак состояния коммутационного аппарата в конце ветви. Не закрашенный прямоугольник соответствует включенному состоянию, а закрашенный прямоугольник - отключенному. Переключение состояния (включено/отключено) коммутационного аппарата текущей ветви производится при выборе данного поля.

С помощью полей **ВН** и **ВК** можно проводить изменение конфигурации схемы. Особое значение имеют ветви выключатель "Выключатель". Предполагается, что такими ветвями моделируются секционные выключатели, и они могут иметь нулевое сопротивление. Состояние коммутационных аппаратов в начале и конце ветви, имеющей тип "Выключатель", изменяется синхронно.

R – активное сопротивление ветви (Ом).

X – реактивное сопротивление ветви (Ом). Реактивное сопротивление ветви индуктивного характера записывается со знаком плюс, а емкостного - со знаком минус.

G – активная поперечная проводимость ветви (мкСим). Задается для учета потерь активной мощности на корону воздушных линий высокого напряжения или потерь мощности холостого хода трансформаторов.

B – реактивная поперечная (мкСим). Задается для учета зарядной реактивной мощности линий высокого напряжения или потерь реактивной мощности холостого хода трансформаторов. При правильном задании вида ветви этот параметр можно задавать без учета знака.

Кт – модуль коэффициента трансформации ветви трансформатора. Этот параметр определяется как отношение напряжения узла конца ветви к напряжению узла начала ветви. Сопротивление такой ветви должно быть приведено к напряжению в узле начала.

Угол Кт – значение фазы комплексного коэффициента трансформации ветви в градусах. Задается для ветвей - трансформаторов, имеющих продольно - поперечное регулирование напряжения.

Iдоп – значение допустимого тока ветви (А). Этот параметр используется для выполнения анализа загрузки ветвей. Для ветви - линии электропередачи следует задавать допустимый ток, соответствующий минимальному сечению этой линии. Для других ветвей - это, как правило, номинальный ток соответствующего элемента электрической сети (обмотки трансформатора, реактора и т.д.). Для ветвей - трансформаторов значение допустимого тока должно быть приведено к напряжению узла начала ветви.

Период – код или номер периода, начиная с которого становится активным статус элемента, моделируемого соответствующей ветвью.

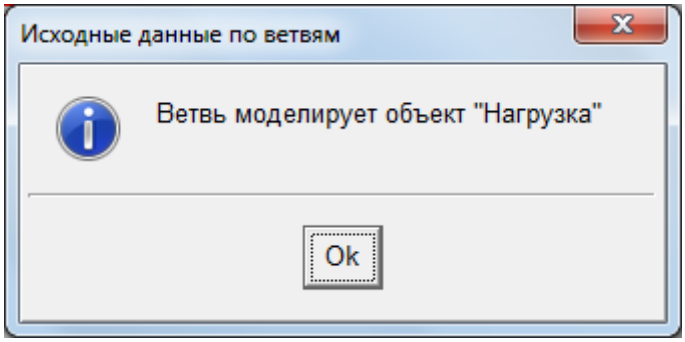
Статус – состояние элемента в зависимости от соотношения между текущим расчетным периодом. Статус может принимать следующие значения

1. «Существующий» – для элементов, введенных в период 0. Эти элементы будут оставаться в составе расчетной модели во всех последующих периодах.

2. «Новый» – для элементов, которые вводятся в любой период больше нулевого. Если расчет выполнять для периода меньше периода ввода этого элемента, этот элемент не будет участвовать в расчетной модели, а на схеме он будет показан со специальной маркировкой.

3. «Демонтируемый» – для элементов, которые существуют с периода 0 но в заданный период должны быть выведены из работы, то есть из расчетной модели. Такие элементы при расчетах для периода равного и большего моменту вывода из работы будут на схеме промаркированы крестиками.

При вводе расчетной схемы с использованием объектов электрической сети параметры ветвей определяются автоматически. При внесении изменений в параметры этих ветвей на экран дисплея выводится предупреждающее сообщение вида



после чего можно редактировать выбранный параметр.

5.1.6. Команды для работы с таблицей ветвей

При работе с таблицей ветвей в режиме «Исходные данные» доступно контекстное меню Рис. 63. Наиболее часто используемые команды приведены на панели инструментов в виде кнопок с соответствующими значками.

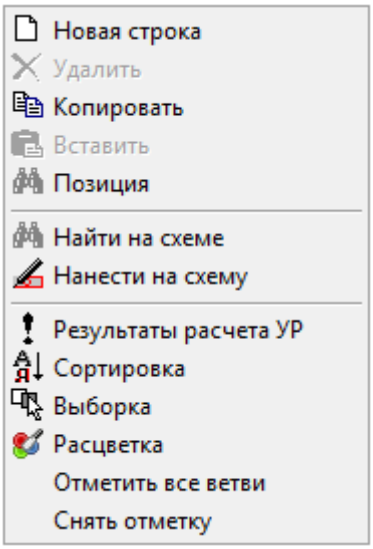
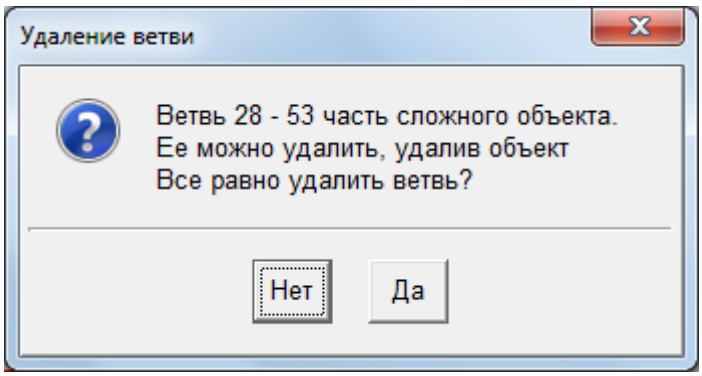


Рис. 63 Вид контекстного меню при работе с таблицами ветвей

При выборе позиций контекстного меню выполняются следующие действия.

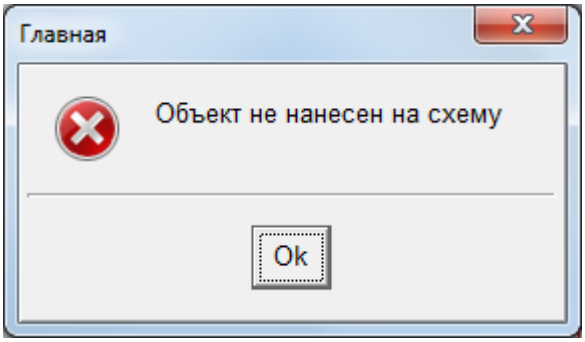
Новая строка (добавить ветвь) – текущей становится последняя строка таблицы и на экран выводится таблица со списком узлов для выбора узла начала ветви.

Удалить (ветвь) – из расчетной модели без дополнительного запроса удаляется текущая ветвь. Однако если ветвь является частью сложного объекта, состоящего из нескольких ветвей, то при ее удалении на экран выводится сообщение вида

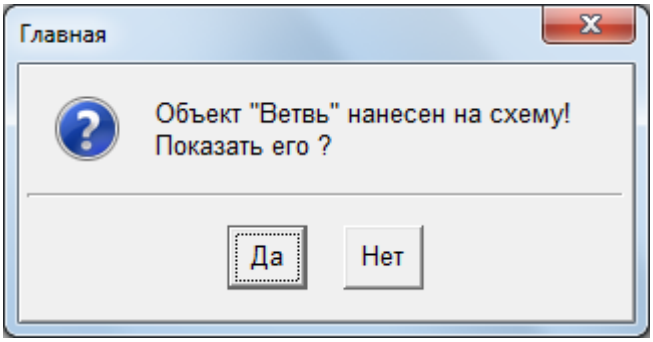


и действие не производится. Удалить такую ветвь можно, удалив весь объект целиком (или на схеме, или в таблице соответствующего объекта).

Найти на схеме – на схеме выделяется текущая ветвь таблицы. В этом случае при необходимости производится сдвиг изображения схемы, чтобы участок с выделенной ветвью попал на экран. Если ветвь по какой либо причине отсутствует на схеме, то выдается сообщение вида



Нанести на схему – по этой команде, если текущая ветвь не изображена на схеме, то начинается ее рисование в графическом редакторе. Если ветвь уже имеется в схеме, то на экран выводится диалоговое окно вида

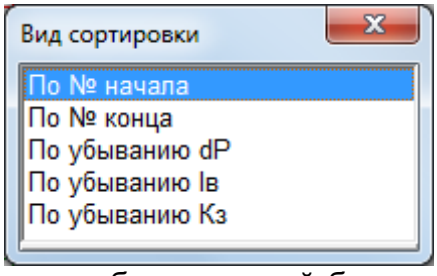


с помощью которого можно найти текущую ветвь на схеме.

Результаты расчета УР – выполняется расчет установившегося режима и таблица ветвей принимает вид, показанный на Рис. 62.

Исходные данные – таблица ветвей принимает вид, показанный на Рис. 62.

Сортировка – по этой команде предлагается вначале выбрать способ сортировки ветвей в таблице из дополнительного меню вида



после чего информация в таблице ветвей будет располагаться в указанном порядке: или по возрастанию номеров узлов начала ветвей, или по возрастанию

номеров узлов конца ветвей, или по убыванию значений потерь активной мощности, или по убыванию значений полного тока ветвей, или по убыванию значений коэффициента загрузки ветвей.

Выборка – по этой команде можно включить фильтр для выводимой в таблице ветвей информации. Способ фильтрации выбирается из дополнительной таблицы вида Рис. 60. В этой таблице необходимо определить параметр и установить флаг для выбранного условия фильтрации.

Выбранный способ фильтрации информации будет действовать также в таблицах узлов и объектов.

Расцветка – эта команда повторяет действие, описанное в разделе «Изменение расцветки схемы»

Отметить все ветви – по этой команде все ветви будут отмечены признаком √.

Снять отметку – у всех ветвей снимается признак отметки.

5.1.7. Таблица районов, структура районов

Для удобства анализа информации и, в частности, результатов расчетов установившихся режимов в программном комплексе предусмотрена возможность деления сети по принадлежности к различным районам. Принадлежность к тому или иному району задается в информации об узлах расчетной модели.

В качестве районов могут выступать структурные единицы сетевого предприятия, территориальные районы и т.п. Районы могут относиться к разным уровням иерархии, всего предусмотрено четыре таких уровня. По умолчанию в программном комплексе районы первого (верхнего) уровня названы системы, второго уровня – сети, третьего уровня – районы электрических сетей (РЭС), четвертого уровня – подстанции (ПС). Задание требуемого числа уровней районов (их может быть меньше четырех) и их названий выполняется с помощью таблиц позиции «Данные/Районы» главного меню программного комплекса (Рис. 64). Здесь же имеются команды для выполнения анализа результатов расчетов установившихся режимов по некоторым параметрам и отображения его в соответствующих таблицах.

Таблица служит для решения двух задач:

1) Определение глубины классификации для анализа по районам.

2) Определение наименований уровней классификации.

При выборе этой команды на экран выводится окно с таблицей вида Рис. 64. Задание уровня глубины классификации определяется положением курсора в этой таблице.

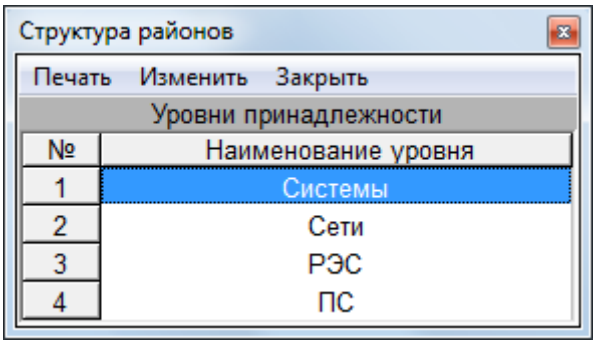
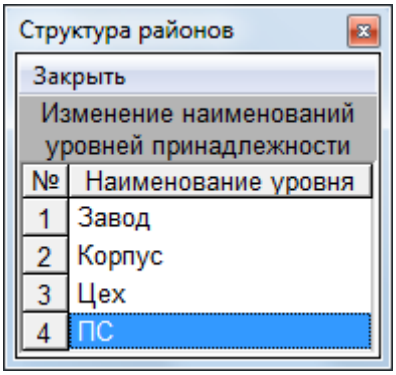


Рис. 64 Таблица для определения структуры районов

Число уровней иерархии, которое будет учитываться для деления сети по принадлежности к районам, устанавливается при выборе соответствующей строки этой таблицы. Например, при закрытии окна с таблицей, показанной на Рис. 64, в программном комплексе будут учитываться два уровня иерархии: верхний – системы и нижний – сети. Если бы текущей была первая строка таблицы Рис. 64, то

при закрытии окна учитывался бы только один уровень – системы. Наибольшая глубина классификации, определяемая районами и подрайонами – 4. Дополнительные уровни реализованы объектами: секции – узлы шин подстанций; фидеры – особые объекты, определяющие головные участки на множестве всех ветвей.

При выборе в строке меню окна позиции «Изменить» или при нажатии на клавишу «Enter» появляется возможность изменить название уровней принадлежности, например, по умолчанию предусмотрены уровни Системы – Сети – РЭС - Подстанции. Можно сделать: АО Энерго – ПЭС – РЭС - Центр питания. Или как на рисунке: Завод – Корпус – Цех - Участок и т.п.



При закрытии этого окна в программном комплексе будут учитываться три уровня иерархии районов: первый – завод, второй – корпус и третий – цех.

Следует заметить, что наименования уровней принадлежности являются чисто условными и используются только для удобства ввода названий самих районов.

5.1.8. Исходные данные по районам

Ввод названий районов производится в таблице вида Рис. 65. В этой таблице последовательность строк выводится в следующем порядке: первый район верхнего (первого) уровня и далее все его подрайоны в соответствии с заданным числом уровней (т.е. первый район второго уровня и все его подрайоны, второй район второго уровня и все его подрайоны и т.д.). Затем второй район верхнего (первого) уровня и все его подрайоны и т.д.

Каждый уровень заканчивается строкой с точками, которая служит для ввода наименования следующего по порядку района этого уровня. Всего может быть введено 255 районов одного уровня, т.е. для каждого района верхнего уровня можно ввести 255 районов нижнего уровня.

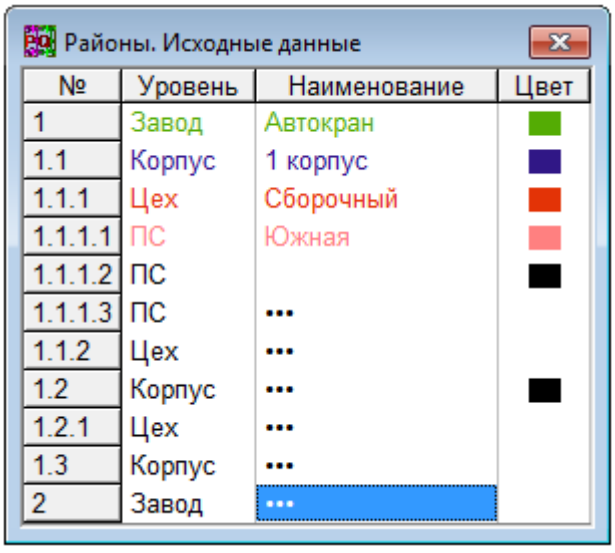


Рис. 65 Таблица наименований районов

Для примера в таблице Рис. 65 заданы два района первого уровня (система А и система В), для системы А нет районов второго уровня, а для системы В заданы два района второго уровня (сеть 1 и сеть 2).

Поля таблицы Рис. 65 содержат следующую информацию.

№ – порядковый номер района с отражением уровня иерархии. Формируется автоматически при добавлении новых районов и уровней.

Уровень – наименование уровня иерархии, заданное в таблице Рис. 64. В этой таблице данное поле не редактируется.

Наименование – символьное название текущего района, которое вводится и редактируется при выборе этого поля.

Цвет – цвет района, которым расцвечивается информация на схеме и в таблицах, при выборе способа расцветки по районам. В таблице вида Рис. 65 информация всегда выводится цветом, указанным в данном поле. При выборе поля «Цвет» на экран выводится стандартное диалоговое окно вида Рис. 55 с таблицей определения цвета.

По умолчанию в программном комплексе принят один уровень иерархии (первый), для которого считается заданным один район (без названия). Поэтому все вновь вводимые узлы принадлежат этому району. Пользователь может по своему усмотрению изменить наименование этого района.

5.1.9. Периоды ввода

Программный комплекс EnergyCS позволяет вводить модель с учетом очередности ввода в работу участков схемы, то есть выполнять расчеты, связанные с проектированием развития сети или расчеты, связанные с реконструкцией сети.

Таблица периодов ввода позволяет ввести данные для описания развития сети во времени, а также для определения текущего периода для расчета.

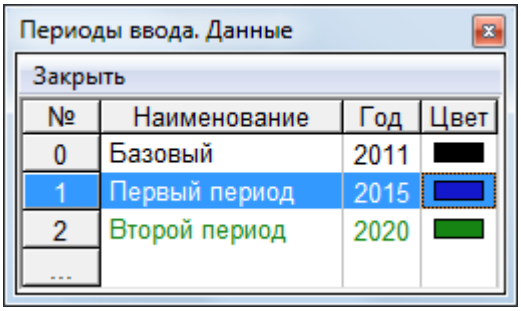


Рис. 66 Таблица периодов ввода

№ – номер или код периода. Всего может быть до 255 периодов. (Обычное значение 2-3 периода). Нулевой период – существующее состояние.

Наименование периода – наименование или обозначение периода, которое следует использовать в итоговых документах.

Год границы периода. С этого года начинает действовать новое состояние. Новый объект введен в действие. Подлежащий демонтажу – демонтирован лил выведен из работы. Значение используется для вывода в итоговый документ и для вычисления продолжительности периода.

Цвет – цвет элементов схемы, принадлежащих данному периоду. Используется при раскраске схемы по периодам ввода.

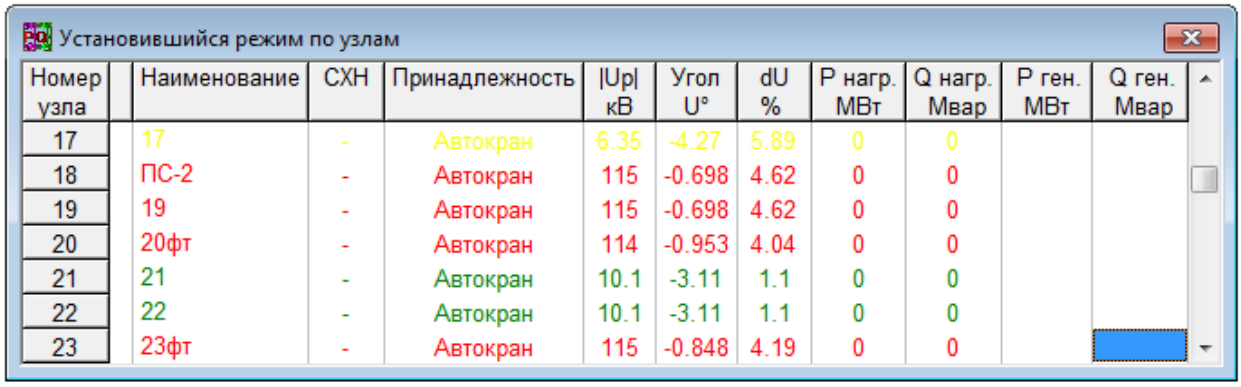
Для каждого элемента сети можно определить период изменения статуса. Каждый элемент, для которого период ввода не определен (имеет значение периода ноль), считается существующим. Кроме существующего элементы могут получать статус «Новый» - до наступления периода элемента не было в расчете, и «Демонтируемый» - элемент, существующий до момента наступления периода, но после наступления периода этого элемента в расчете не будет.

Если элемент новый, в модель введен, но его период еще не установлен (расчеты существующих режимов), то соответствующий элемент маркируется ноликами и в расчете не участвует. Для расчета его нет. Если элемент демонтируемый, но его период еще не наступил, то этот элемент как существующий участвует в расчете. Если установить период, в котором элемент должен быть демонтирован, или более поздний, то этот элемент в расчете участвовать не будет и на схеме он будет маркирован крестиками.

5.2. Таблицы результатов

5.2.1. Результаты расчета по узлам

Таблица результатов расчета становившегося режима по узлам имеет вид Рис. 67



Номер узла	Наименование	СХН	Принадлежность	|Up| кВ	Угол U°	dU %	P нагр. МВт	Q нагр. Мвар	P ген. МВт	Q ген. Мвар
17	17	-	Автокран	6.35	-4.27	5.89	0	0		
18	ПС-2	-	Автокран	115	-0.698	4.62	0	0		
19	19	-	Автокран	115	-0.698	4.62	0	0		
20	20фт	-	Автокран	114	-0.953	4.04	0	0		
21	21	-	Автокран	10.1	-3.11	1.1	0	0		
22	22	-	Автокран	10.1	-3.11	1.1	0	0		
23	23фт	-	Автокран	115	-0.848	4.19	0	0		

Рис. 67 Результаты УР по узлам

В таблице узлов Рис. 67, можно лишь изменять состояние отметки узла (второе поле), т.е. отметить узел или снять отметку. Все остальные поля служат лишь для просмотра результатов расчета. В этой таблице поля содержат следующую информацию.

|U| – значение рассчитанного модуля напряжения (кВ).

Угол U° – значение фазы рассчитанного напряжения в узле относительно напряжения в балансирующем узле (град.).

dU – отклонение напряжения (%) по отношению к стандартному номинальному напряжению текущего узла.

Рнагр – расчетное значение активной мощности нагрузки в узле с учетом статических характеристик по напряжению (при их задании). Если статические характеристики не заданы, то значение этого поля будет совпадать с соответствующим полем таблицы Рис. 67.

Qнагр – расчетное значение реактивной мощности нагрузки в узле с учетом статических характеристик по напряжению (при их задании). Если статические характеристики не заданы, то значение этого поля будет совпадать с соответствующим полем таблицы Рис. 67.

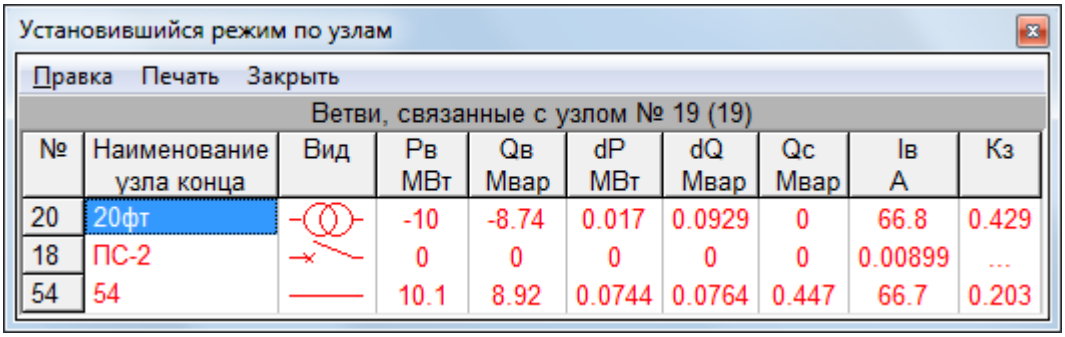
Рген – активная составляющая мощности генерации в узле. Значение этого поля должно совпадать с соответствующим полем таблицы Рис. 67.

Qген – реактивная составляющая мощности генерации в узле. Значение этого поля будет совпадать с соответствующим полем таблицы Рис. 67., если не задан модуль напряжения в узле.

ПРИМЕЧАНИЕ в программе EnergyCS могут задаваться мощности генерации и нагрузки в узлах (как и в других аналогичных программах), но можно также и задавать мощности для соответствующих объектов (генераторов, нагрузок, трансформаторных подстанций), подключенных к этим узлам (в других аналогичных

программах этого нет). В последнем случае собственные генерации и нагрузки узлов должны равняться нулю.

Если в процессе работы с таблицей Рис. 67 для какого либо узла выбрать любое поле, то на экран дисплея будет выведена дополнительная таблица с режимными параметрами в ветвях, связывающих этот узел с соседними

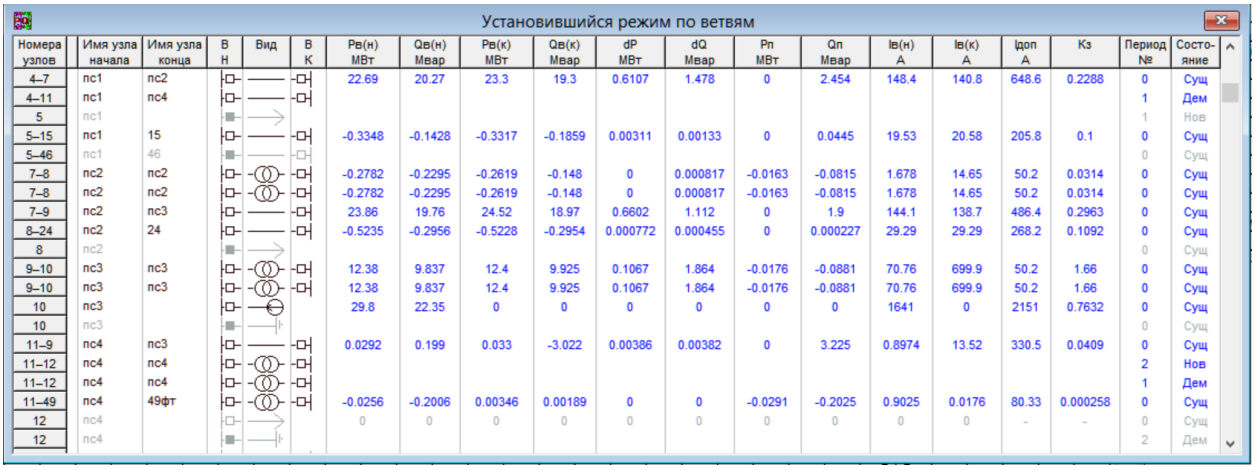


№	Наименование узла конца	Вид	Рв МВт	Qв Мвар	dP МВт	dQ Мвар	Qс Мвар	Iв А	Кз
20	20фт		-10	-8.74	0.017	0.0929	0	66.8	0.429
18	ПС-2		0	0	0	0	0	0.00899	...
54	54		10.1	8.92	0.0744	0.0764	0.447	66.7	0.203

В этой таблице поток мощности будет положительным, если текущий узел принимает мощность от соседнего узла, и отрицательная, если отдает туда мощность.

5.2.2. Результаты расчета по ветвям

В таблице Рис. 68 с результатами расчета УР поля, отличные от полей таблицы Рис. 68 содержат следующую информацию, которую можно только просматривать без ее изменения (размерность мощности в этой таблице определяется соответствующим параметром таблицы настройки расчета).



Номера узлов	Имя узла начала	Имя узла конца	В Н	Вид	В К	Рв(н) МВт	Qв(н) Мвар	Рв(к) МВт	Qв(к) Мвар	dP МВт	dQ Мвар	Рп МВт	Qп Мвар	Iв(н) А	Iв(к) А	Iдоп А	Кз	Период №	Состояние
4–7	nc1	nc2				22.69	20.27	23.3	19.3	0.6107	1.478	0	2.454	148.4	140.8	648.6	0.2288	0	Сущ
4–11	nc1	nc4																1	Дем
5	nc1																	1	Нов
5–15	nc1	15				-0.3348	-0.1428	-0.3317	-0.1859	0.00311	0.00133	0	0.0445	19.53	20.58	205.8	0.1	0	Сущ
5–46	nc1	46																0	Сущ
7–8	nc2	nc2				-0.2782	-0.2295	-0.2619	-0.148	0	0.000817	-0.0163	-0.0815	1.678	14.65	50.2	0.0314	0	Сущ
7–8	nc2	nc2				-0.2782	-0.2295	-0.2619	-0.148	0	0.000817	-0.0163	-0.0815	1.678	14.65	50.2	0.0314	0	Сущ
7–9	nc2	nc3				23.86	19.76	24.52	18.97	0.6602	1.112	0	1.9	144.1	138.7	486.4	0.2963	0	Сущ
8–24	nc2	24				-0.5235	-0.2956	-0.5228	-0.2954	0.000772	0.000455	0	0.000227	29.29	29.29	268.2	0.1092	0	Сущ
8	nc2																	0	Сущ
9–10	nc3	nc3				12.38	9.837	12.4	9.925	0.1067	1.864	-0.0176	-0.0881	70.76	699.9	50.2	1.66	0	Сущ
9–10	nc3	nc3				12.38	9.837	12.4	9.925	0.1067	1.864	-0.0176	-0.0881	70.76	699.9	50.2	1.66	0	Сущ
10	nc3					29.8	22.35	0	0	0	0	0	0	1641	0	2151	0.7632	0	Сущ
10	nc3																	0	Сущ
11–9	nc4	nc3				0.0292	0.199	0.033	-3.022	0.00386	0.00382	0	3.225	0.8974	13.52	330.5	0.0409	0	Сущ
11–12	nc4	nc4																2	Нов
11–12	nc4	nc4																1	Дем
11–49	nc4	49фт				-0.0256	-0.2006	0.00346	0.00189	0	0	-0.0291	-0.2025	0.9025	0.0176	80.33	0.000258	0	Сущ
12	nc4					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	Сущ
12	nc4																	2	Дем

Рис. 68 Результаты расчета УР по ветвям

Рв – значение потока активной мощности (кВт или МВт), соответствующее узлу начала ветви. Если это значение положительное, то активная мощность втекает в узел начала ветви от узла конца ветви, в противном случае - вытекает из него.

Qв – значение потока реактивной мощности (квар или Мвар), соответствующее узлу начала ветви. Если это значение положительное, то реактивная мощность втекает в узел начала ветви, в противном случае - вытекает из него.

dP – потери активной мощности в продольном сопротивлении ветви (кВт или МВт).

dQ – потери реактивной мощности в продольном сопротивлении ветви (квар или Мвар).

Рп – Постоянные потери – потери холостого хода или потери на корону в ветви. Для линий это сумма потерь мощности в начале и конце.

Qп – Постоянные «потери» реактивной мощности – потери холостого хода трансформаторов, в зависимости от напряжения или зарядная мощность линии. Для линий это сумма зарядной мощности в начале и зарядной мощности в конце

Iв(н) – рассчитанный ток в начале ветви (А). Для трансформатора это ток в первичной обмотке трансформатора.

Iв(к) – рассчитанный ток в конце ветви (А). Для трансформаторных ветвей ток в конце ветви приведен к напряжению узла конца ветви, то есть это ток во вторичной обмотке трансформатора.

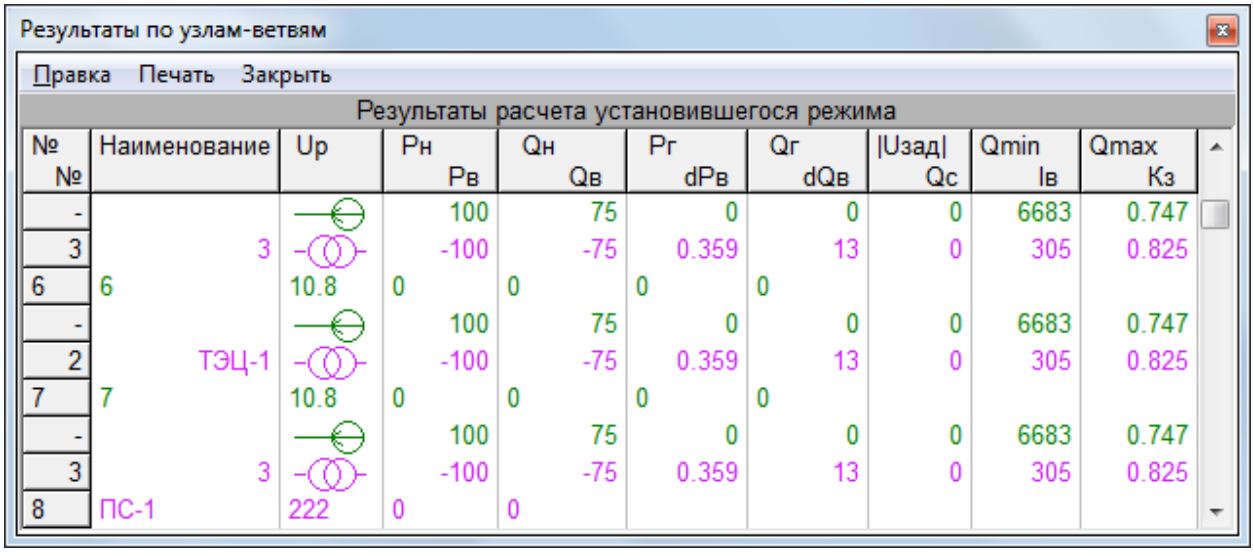
Iдоп – допустимый ток ветви (так же зависит от температуры окружающей среды, задаваемая в Общих данных).

Кз – коэффициент загрузки ветви в о.е., определяемый как отношение рассчитанного тока к допустимому току ветви. Для трансформаторов коэффициент загрузки определяется как отношение рассчитанной мощности нагрузки трансформатора к его номинальной мощности. Принимается, что номинальная мощность трансформатора представлена допустимым током. Она восстанавливается как $S_{ном} = \sqrt{3} U_{ном} I_{доп}$. Если для текущей ветви не задано значение допустимого тока, то поле будет пустое.

Период и состояние – колонки, соответствующие подобным колонкам в таблице исходных данных по ветвям.

5.2.3. Результаты расчета по узлам-ветвям

При вызове команды выполняется расчет режима и формируется таблица вида Рис. 69. В таблице объединены расчетные параметры из таблицы узлов и ветвей.



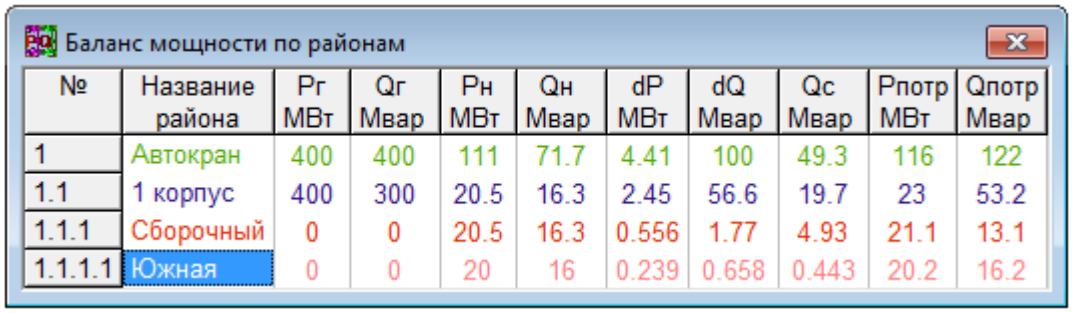
№ / №	Наименование	Up	Pн / Pв	Qн / Qв	Pг / dPв	Qг / dQв	|Uзад| / Qс	Qmin / Iв	Qmax / Кз
-			100	75	0	0	0	6683	0.747
3	3		-100	-75	0.359	13	0	305	0.825
6	6	10.8	0	0	0	0			
-			100	75	0	0	0	6683	0.747
2	ТЭЦ-1		-100	-75	0.359	13	0	305	0.825
7	7	10.8	0	0	0	0			
-			100	75	0	0	0	6683	0.747
3	3		-100	-75	0.359	13	0	305	0.825
8	ПС-1	222	0	0					

Рис. 69 Таблица результатов по узлам и ветвям

Параметры, прижатые к левому краю полей таблицы, соответствуют расчетным параметрам узла, а к правому – расчетным параметрам ветви. Причем за информацией об узле следует информация по всем ветвям, связанным с этим узлом. Размерность мощности в этой таблице определяется соответствующим параметром таблицы настройки расчета и в заголовке не отражается. Суммарное число строк равно числу изображенных узлов плюс двойное число связанных с ней ветвей. Эта таблица может быть отфильтрована по параметрам фильтрации узлов.

5.2.4. Баланс мощности

По этой команде выполняется расчет установившегося режима и при успешном его завершении на экран выводится окно с таблицей вида Рис. 70 с анализом баланса мощности по каждому заданному району с учетом принятого в модели числа уровней иерархии районов. Т.е. если в схеме определены районы для нескольких уровней иерархии, а в таблице Рис. 65 задан только первый из них, то в таблице Рис. 70 будут отображаться районы только первого уровня.



№	Название района	Pг МВт	Qг Мвар	Pн МВт	Qн Мвар	dP МВт	dQ Мвар	Qc Мвар	Pпотр МВт	Qпотр Мвар
1	Автокран	400	400	111	71.7	4.41	100	49.3	116	122
1.1	1 корпус	400	300	20.5	16.3	2.45	56.6	19.7	23	53.2
1.1.1	Сборочный	0	0	20.5	16.3	0.556	1.77	4.93	21.1	13.1
1.1.1.1	Южная	0	0	20	16	0.239	0.658	0.443	20.2	16.2

Рис. 70 Таблица баланса мощности в электрической сети

Эта таблица служит только для просмотра результатов, а ее поля содержат следующую информацию (размерность мощности в этой таблице определяется соответствующим параметром таблицы настройки расчета).

№ – порядковый номер района с отражением уровня иерархии.

Название района – символьное название текущего района.

Pг – суммарная активная мощность генерации в узлах текущего района (кВт или МВт).

Qг – суммарная реактивная мощность генерации в узлах текущего района (квар или Мвар).

Pн – суммарная активная мощность нагрузки в узлах текущего района (кВт или МВт).

Qн – суммарная реактивная мощность нагрузки в узлах текущего района (квар или Мвар).

dP – суммарные потери активной мощности во всех ветвях района (кВт или МВт). Если ветвь связывает два узла, принадлежащие разным районам, то эти потери относятся к району, который принимает активную мощность по этой ветви.

dQ – суммарные потери реактивной мощности во всех ветвях района (квар или Мвар). Если ветвь связывает два узла, принадлежащие разным районам, то эти потери относятся к району, который принимает реактивную мощность по этой ветви.

dQc – суммарная зарядная (генерирующая) мощность во всех линиях электропередачи района (квар или Мвар). Если линия связывает два узла, принадлежащие разным районам, то зарядная мощность этой линии учитывается в каждом районе половиной емкостной проводимости.

Pпотр, Qпотр –

Если для какого либо района баланс не выполняется, то это означает, что он является избыточным или дефицитным по мощности и передает или получает ее от соседних районов. В целом для всех районов баланс активной и реактивной мощности должен выполняться с точностью, определенной при задании общих данных расчета (см. таблицу «Общие данные» в командах позиции «Данные» главного меню). Величина небаланса соответствует мощности балансирующих узлов, на которые списан этот небаланс мощности.

5.2.5. *Межрайонные перетоки мощности*

При выполнении этой команды на экран выводится окно с таблицей вида Рис. 71, отражающей перетоки мощности между районом, которой был текущим в таблице Рис. 71, и смежными с ним районами. Кроме потока мощности по линиям связи между районами в таблице Рис. 71 выводятся значения активных и реактивных потерь мощности в этих линиях.

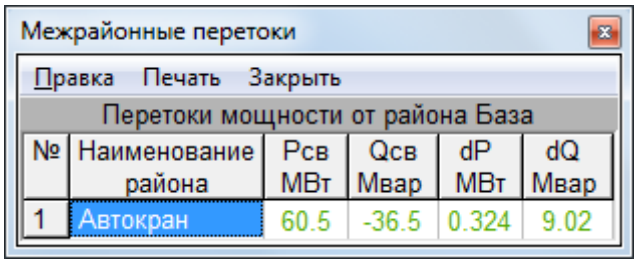


Рис. 71 Таблица перетоков мощности между районами

Таблица Рис. 71 служит только для просмотра результатов, а ее поля содержат следующую информацию (название района, по связям с которым выполняется анализ перетоков, выводится в названии этой таблицы.).

№ – порядковый номер смежного района с отражением его уровня иерархии.

Наименование района – символьное название смежного района.

Pсв – суммарная активная мощность (кВт или МВт), протекающая по всем связям текущего района со смежным. Положительное значение мощности соответствует направлению потока к текущему району от смежного, а отрицательные значения – обратному направлению.

Qсв – суммарная реактивная мощность (квар или Мвар), протекающая по всем связям текущего района со смежным. Положительное значение мощности соответствует направлению потока к текущему району от смежного, а отрицательные значения – обратному направлению.

dP – суммарные потери активной мощности во всех связях текущего района со смежным (кВт или МВт).

dQ – суммарные потери реактивной мощности во всех связях текущего района со смежным (квар или Мвар).

На Рис. 71 для примера приведены перетоки мощности между районом «Автокран» и смежными с ним районами («Система 2»).

5.2.6. *Структура потерь мощности*

По этой команде выполняется анализ потерь мощности для каждого района электрической сети и на экран выводится окно вида Рис. 72 с таблицей результатов этого анализа. В таблице анализа потерь мощности для каждого района выводятся значения потерь активной и реактивной мощностей для различных типов ветвей расчетной схемы.

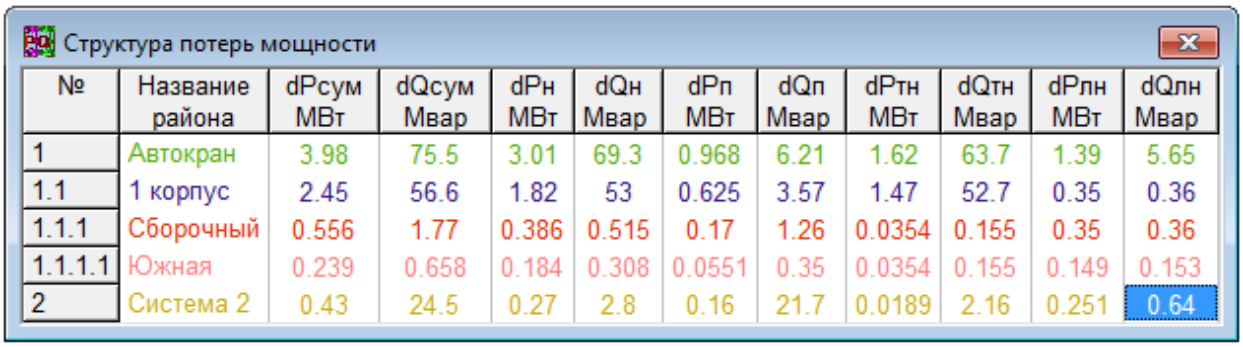


Рис. 72 Таблица анализа потерь мощности в районах

Таблица Рис. 72 служит только для просмотра результатов, а ее поля содержат следующую информацию (размерность мощности в этой таблице определяется соответствующим параметром таблицы настройки расчета).

№ – порядковый номер района с отражением уровня иерархии.

Название района – символьное название текущего района.

dPсум – суммарные потери активной мощности (кВт или МВт) во всех ветвях текущего района.

dQсум – суммарные потери реактивной мощности (квар или Мвар) во всех ветвях текущего района.

dPн – общие переменные (нагрузочные) потери активной мощности (кВт или МВт) района, т.е. потери, зависящие от протекающего тока. Эти потери имеют место в активных сопротивлениях продольных ветвей расчетной схемы.

dQн – общие переменные (нагрузочные) потери реактивной мощности (квар или Мвар) - потери в реактивных сопротивлениях всех продольных ветвей района.

dPп – постоянные потери активной мощности (кВт или МВт), т.е. потери, определяемые только уровнем напряжения и независящие от протекающего тока. Эти потери имеют место в активных сопротивлениях поперечных ветвей расчетной схемы (шунтах).

dQп – постоянные потери реактивной мощности (квар или Мвар) - потери в реактивных сопротивлениях поперечных ветвей.

dPтн – переменные (нагрузочные) потери активной мощности (кВт или МВт) в трансформаторах района.

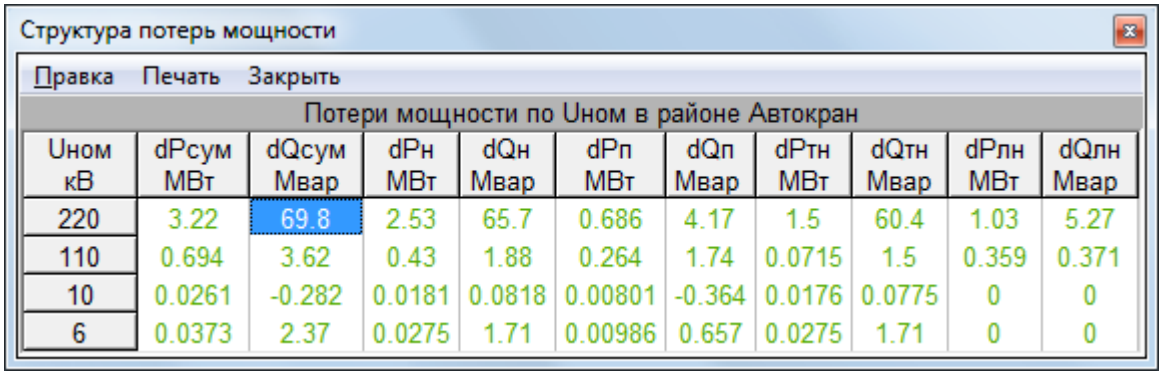
dQтн – переменные (нагрузочные) потери реактивной мощности (квар или Мвар) в трансформаторах района.

dPлн – переменные (нагрузочные) потери активной мощности (кВт или МВт) в линиях электропередачи района.

dQлн – переменные (нагрузочные) потери реактивной мощности (квар или Мвар) в линиях электропередачи района.

Потери мощности в ветвях связывающих два разных района относятся к ветвям района, который принимает мощность.

При работе с таблицей Рис. 72 можно перейти к таблице анализа потерь мощности по классам номинального напряжения для каждого района в отдельности (Рис. 73). Переход выполняется при нажатии на клавишу Enter , при этом анализ потерь мощности по классам напряжения выполняется для того района, на котором находился указатель.



Потери мощности по Uном в районе Автокран

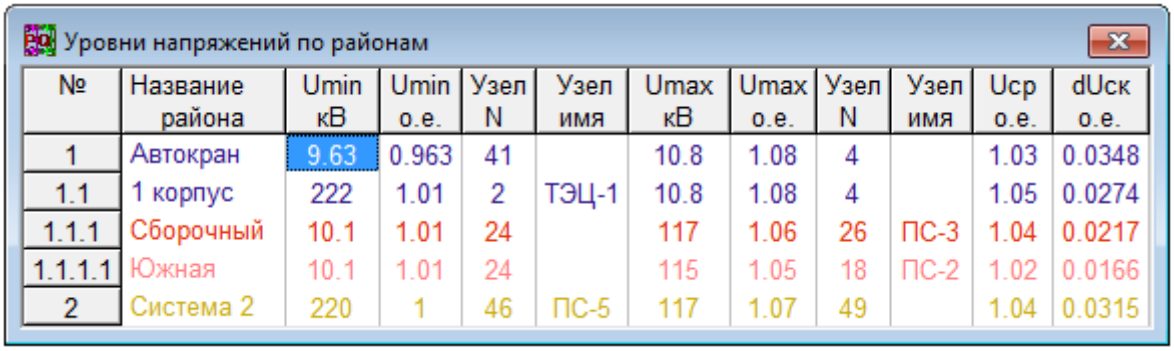
Uном кВ	dPсум МВт	dQсум Мвар	dPн МВт	dQн Мвар	dPп МВт	dQп Мвар	dPтн МВт	dQтн Мвар	dPлн МВт	dQлн Мвар
220	3.22	69.8	2.53	65.7	0.686	4.17	1.5	60.4	1.03	5.27
110	0.694	3.62	0.43	1.88	0.264	1.74	0.0715	1.5	0.359	0.371
10	0.0261	-0.282	0.0181	0.0818	0.00801	-0.364	0.0176	0.0775	0	0
6	0.0373	2.37	0.0275	1.71	0.00986	0.657	0.0275	1.71	0	0

Рис. 73 Таблица анализа потерь мощности в районе по классам номинальных напряжений

Эта таблица служит только для просмотра результатов, а ее поля содержат информацию, аналогичную таблице Рис. 72. Название района, для которого выполняется анализ потерь мощности по классам номинальных напряжений, выводится в названии этой таблицы. Если в текущем районе потери мощности отсутствуют, то выдается соответствующее сообщение и таблица вида Рис. 73 на экран не выводится.

5.2.7. Уровни напряжений

По этой команде выполняется анализ уровней напряжения в узлах для каждого района электрической сети и на экран выводится окно с таблицей вида Рис. 74, в которой отображаются значения минимального (Umin) и максимального (Umax) напряжений, средний уровень напряжения в районах (Ucp) и среднеквадратичное отклонение напряжения (dUск).


Уровни напряжений по районам

№	Название района	Umin кВ	Umin о.е.	Узел N	Узел имя	Umax кВ	Umax о.е.	Узел N	Узел имя	Ucp о.е.	dUск о.е.
1	Автокран	9.63	0.963	41		10.8	1.08	4		1.03	0.0348
1.1	1 корпус	222	1.01	2	ТЭЦ-1	10.8	1.08	4		1.05	0.0274
1.1.1	Сборочный	10.1	1.01	24		117	1.06	26	ПС-3	1.04	0.0217
1.1.1.1	Южная	10.1	1.01	24		115	1.05	18	ПС-2	1.02	0.0166
2	Система 2	220	1	46	ПС-5	117	1.07	49		1.04	0.0315

Рис. 74 Таблица анализа уровней напряжения в районах

Таблица Рис. 74 служит только для просмотра результатов, а ее поля содержат следующую информацию.

№ – порядковый номер района с отражением уровня иерархии.

Название района – символьное название текущего района.

Umin – значение напряжения (кВ), соответствующее минимальному относительному (по отношению к соответствующему номинальному напряжению) уровню для всех узлов района.

Umin – то же в относительных единицах (о.е.).

Узел, N – номер узла с минимальным уровнем напряжения.

Узел, имя – имя узла с минимальным уровнем напряжения.

Umax – значение напряжения (кВ), соответствующее максимальному относительному уровню для всех узлов района.

Umax – то же в относительных единицах (о.е.).

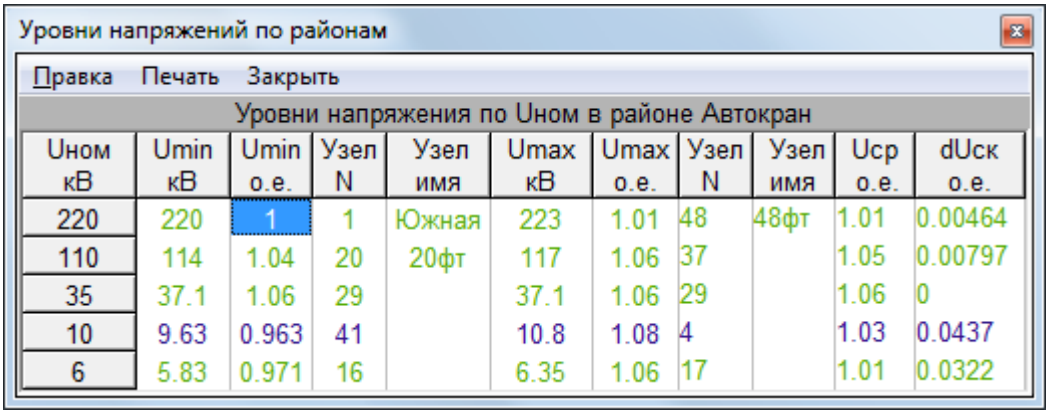
Узел, N – номер узла с максимальным уровнем напряжения.

Узел, имя – имя узла с максимальным уровнем напряжения.

Ucp – средний уровень напряжения (о.е.) в районе.

dUск – среднеквадратичное отклонение напряжения (о.е.) во всех узлах района.

При работе с таблицей Рис. 74 можно перейти к таблице анализа уровней напряжения для каждого класса номинальных напряжений (Рис. 1). Переход выполняется при нажатии на клавишу <Enter>, при этом анализ напряжений в узлах по классам номинальных напряжений выполняется для того района, на котором находился указатель.


Уровни напряжений по районам

Правка Печать Закрыть

Уровни напряжения по Uном в районе Автокран

Uном кВ	Umin кВ	Umin о.е.	Узел N	Узел имя	Umax кВ	Umax о.е.	Узел N	Узел имя	Ucp о.е.	dUск о.е.
220	220	1	1	Южная	223	1.01	48	48фт	1.01	0.00464
110	114	1.04	20	20фт	117	1.06	37		1.05	0.00797
35	37.1	1.06	29		37.1	1.06	29		1.06	0
10	9.63	0.963	41		10.8	1.08	4		1.03	0.0437
6	5.83	0.971	16		6.35	1.06	17		1.01	0.0322

Рис. 75 Таблица анализа уровней напряжения в районах

Эта таблица служит только для просмотра результатов, а ее поля содержат информацию, аналогичную таблице Рис. 74. Название района, для которого выполняется анализ напряжений по классам номинальных напряжений, выводится в названии этой таблицы.

5.3. Таблицы объектов электрической сети

Объекты электрической сети применяются в программном комплексе для автоматизации создания ее расчетной схемы и облегчения анализа результатов расчетов установившихся режимов. Для работы с таблицами объектов используются команды позиции «Данные/Объекты» главного меню программного комплекса.

Выбор объекта для ввода и просмотра его параметров производится из таблицы вида Рис. 76, которая выводится на экран при выполнении команды «Вид объекта» позиции «Данные/Объекты» главного меню.

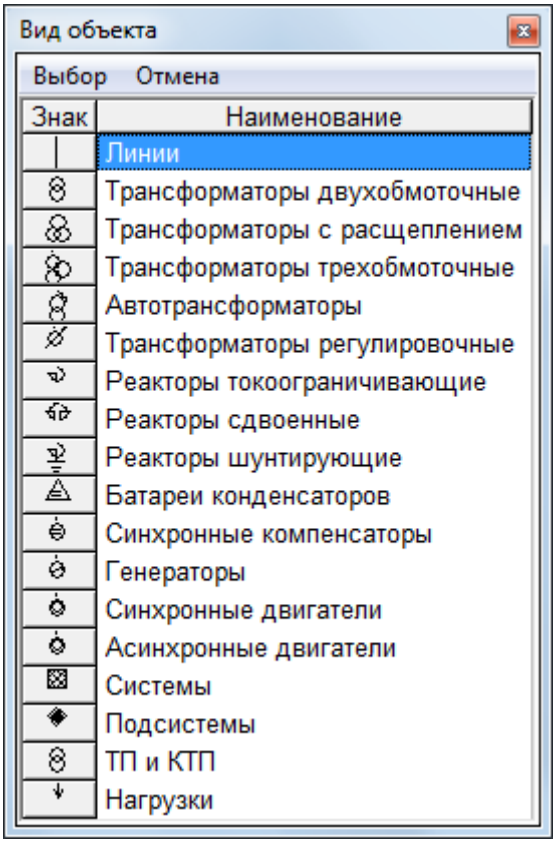


Рис. 76 Таблица для выбора вида объекта

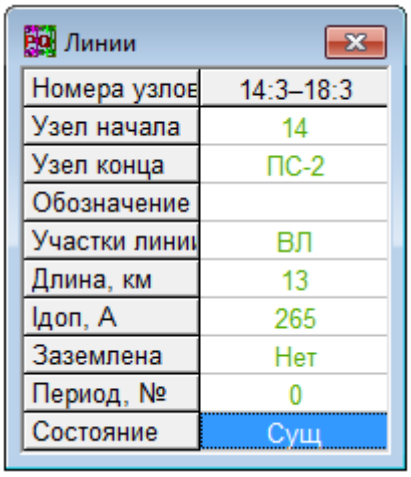
Эта таблица всегда имеет один и тот же вид и не транспонируется. Здесь приведен полный список объектов электрической сети, которые могут присутствовать в расчетной модели. Каждому виду объекта соответствует своя таблица с исходными данными и результатами расчетов. Для работы с таблицей того или иного вида объекта, ее следует выбрать в списке Рис. 76. Ниже приводится описание полей таблиц каждого вида объекта, при этом необходимо учитывать, что размерность мощности в этих таблицах определяется соответствующим параметром таблицы настройки расчета.

5.3.1. Линии

Этот вид объекта используется для ввода в расчетную схему ветвей, которые моделируют линий электропередачи по П-образной схеме замещения. Каждой линии соответствует одна ветвь. Так как линия может состоять из отдельных

участков с различными конструктивными параметрами, то для каждой линии предусматривается ввод множества (не более 15) участков. Продольные и поперечные параметры ветви рассчитываются автоматически по данным всех участков, входящих в линию.

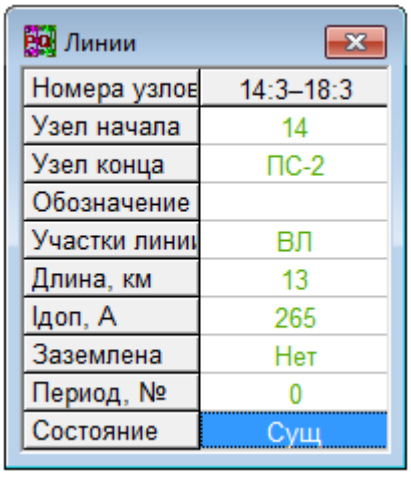
Информация о параметрах линии вводится в таблицу вида а)



б)



Рис. 77а (режим «Исходные данные») или в таблицу вида а)



б)



Рис. 77 б (режим «Результаты расчета УР»).

а)

Линии

Номера узлов	14:3–18:3
Узел начала	14
Узел конца	ПС-2
Обозначение	
Участки линии	ВЛ
Длина, км	13
Iдоп, А	265
Заземлена	Нет
Период, №	0
Состояние	Сущ

б)

Линии

Номера узлов	14:3–18:3
Узел начала	14
Узел конца	ПС-2
Обозначение	
Участки линии	ВЛ
Длина, км	13
Iдоп, А	265
Заземлена	Нет
Период, №	0
Состояние	Сущ
Uнач, кВ	116
Uкон, кВ	115
P, МВт	-10.1
Q, Мвар	-8.55
dP, МВт	0.0744
dQ, Мвар	0.0764
Iрас, А	66.7
kз	0.203

Рис. 77 Таблицы объекта «Линии» а) Исходные данные, б) Результаты

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

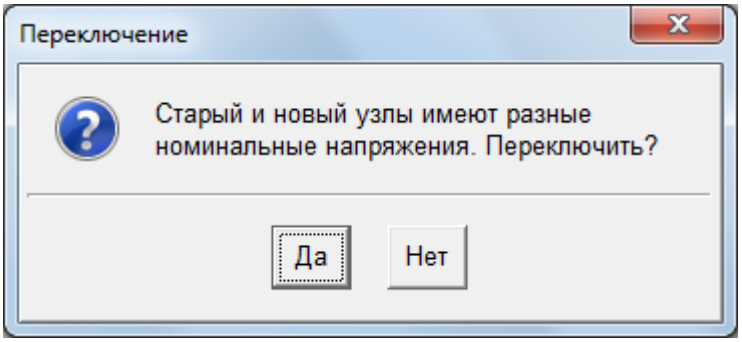
Номера узлов – номера узлов расчетной схемы, к которым подключен объект «линия». Это поле в данной таблице не редактируется и соответствует номерам узлов начала и конца ветви, моделирующей линию.

Узел начала – наименование узла начала линии. Это поле позволяет задать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы узел, соответствующий началу линии. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла начала линии.

Узел конца – наименование узла конца линии. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы узел, соответствующий концу линии.

Поля «Узел начала» и «Узел конца» позволяют вводить в расчетную схему объекты линии в табличном виде без использования графического редактора, при этом в модель уже должны быть введены необходимые узлы. При добавлении новой линии или изменении узлов ее подключения автоматически создается или изменяется ветвь расчетной схемы, а при создании новой линии, кроме того, добавляется новый узел конца ветви.

Номинальные напряжения узлов начала и конца линии должны совпадать. Если это условие не выполняется, то при выборе узла конца линии или при переопределении узла ее начала или конца выводится сообщение вида



Если в этом случае разрешить переопределить узел, то в параметрах ветви, соответствующей редактируемой линии, добавится поле с коэффициентом трансформации, а в изображении ветви на схеме (если оно имеется) появится символ трансформатора.

Обозначение – символьное обозначение или наименование линии (не обязательный параметр, но облегчающий анализ схемы и результатов расчетов).

Участки – сокращенное обозначение вида участков, из которых состоит линия. В программном комплексе предусмотрены три вида участков – воздушная линия (ВЛ), кабельная линия (КЛ) и шинопровод или токопровод (ШП). Линия может состоять из одного или нескольких участков одного вида или участков разного вида. Ввод и редактирование параметров участков линии производится с помощью дополнительной модальной таблицы Рис. 78, которая выводится на экран при выборе этого поля. Описание полей таблицы Рис. 78 приведено ниже.

После ввода участков линии автоматически рассчитываются параметры ветви расчетной схемы, моделирующей данную линию.

Длина – длина линии в километрах. Определяется как сумма длин всех ее участков и в данной таблице не редактируется.

Iдоп – допустимый ток линии (А), который принимается равным наименьшему из допустимых токов ее участков и в данной таблице не редактируется.

Uнач – расчетное напряжение в узле начала линии (кВ). Выводится в режиме «Результаты расчета УР» и здесь не редактируется.

Uкон – расчетное напряжение в узле конца линии (кВ). Выводится в режиме «Результаты расчета УР» и здесь не редактируется.

P – расчетная активная мощность в начале линии (кВт или МВт). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел начала линии. В противном случае вытекает из него. Выводится в режиме «Результаты расчета УР» и здесь не редактируется.

Q – расчетная реактивная мощность в начале линии (квар или Мвар). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел начала линии. В противном случае вытекает из него. Выводится в режиме «Результаты расчета УР» и здесь не редактируется.

dP – значение расчетных потерь активной мощности в линии (кВт или МВт). Выводится в режиме «Результаты расчета УР» и здесь не редактируется.

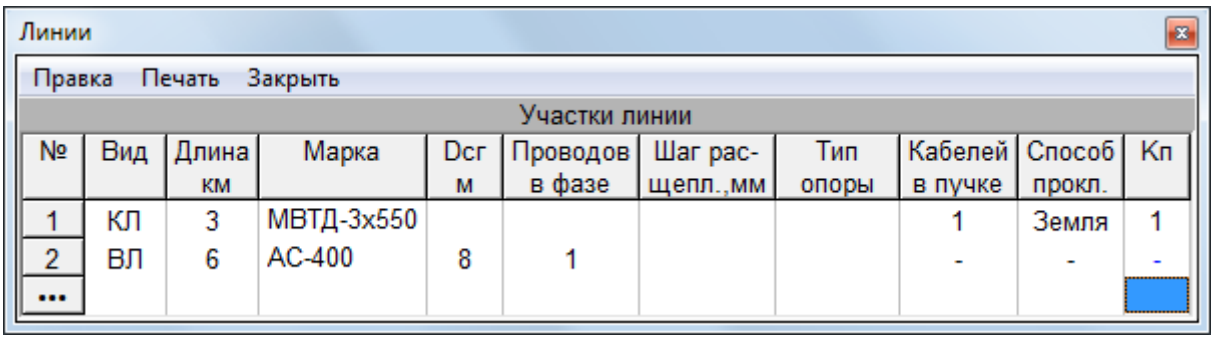
dQ – значение расчетных потерь реактивной мощности в линии (квар или Мвар). Выводится в режиме «Результаты расчета УР» и здесь не редактируется.

Iрас – модуль расчетного тока в линии (А). Выводится в режиме «Результаты расчета УР» и здесь не редактируется.

kз – значение коэффициента загрузки линии, определяемое как отношение расчетного тока к допустимому току линии. Выводится в режиме «Результаты расчета УР» и здесь не редактируется.

5.3.2. Участки линии

Участки линии разного вида вводятся в одну и ту же таблицу (Рис. 78).


Линии

Правка Печать Закрыть

Участки линии

№	Вид	Длина км	Марка	Dcr м	Проводов в фазе	Шаг расщепл.,мм	Тип опоры	Кабелей в пучке	Способ прокл.	Кп
1	КЛ	3	МВТД-3х550					1	Земля	1
2	ВЛ	6	АС-400	8	1			-	-	-
...										

Рис. 78 Таблица участков объекта «Линии»

Одна строка этой таблицы соответствует одному участку линии, а ее поля содержат следующую информацию.

№ – порядковый номер текущего участка линии. Добавляется автоматически при вводе нового участка, но при необходимости может быть изменен, если «разморозить» данное поле таблицы.

Вид – обозначение вида участка (КЛ, ВЛ, ШП). Задается из дополнительного меню, которое выводится на экран при выборе этого поля таблицы участков. Переопределить вид участка нельзя. Поэтому если вид участка определен не верно, то необходимо вначале удалить соответствующую строку таблицы, а затем вновь выбрать нужный вид участка.

Длина – длина участка (км).

Марка – марка кабеля, провода или шинопровода (токопровода) в зависимости от вида участка. Задается из таблицы соответственно кабелей, проводов или шинопроводов справочной базы данных, которая выводится на экран при выборе данного поля (вид участка должен быть уже определен).

Dcг – среднегеометрическое расстояние между проводами воздушной линии электропередачи (м). Задается только для участков вида ВЛ, при этом по умолчанию вводится усредненное значение этого параметра в соответствии с номинальным напряжением воздушной линии.

Проводов в фазе – число проводов в фазе для воздушных линий с расщепленными проводами. Задается только для участков вида ВЛ, по умолчанию принимается равным 1.

Шаг расщепления – радиус расщепления для воздушных линий с расщепленными проводами (мм). Задается только для участков вида ВЛ, если ее фазы выполнены расщепленными.

Тип опоры – тип промежуточной опоры на участке. Выбирается из справочника. Тип опоры – это необязательный параметр для расчета УР. По опоре более точно вычисляется индуктивное сопротивление ВЛ. Опора необходима для учета взаимного влияния параллельных ВЛ при расчете токов короткого замыкания в схеме нулевой последовательности.

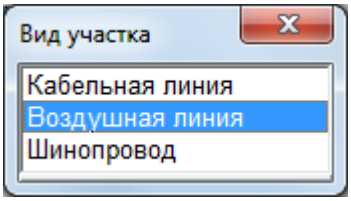
Кабелей в пучке – число одинаковых параллельных кабелей. Задается только для участков вида КЛ.

Способ прокладки – условия прокладки кабеля текущего участка, определяющие величину допустимого тока. Можно задать одно из двух значений **(Земля** или **Воздух**) из дополнительного меню, которое выводится на экран при выборе этого поля таблицы участков вида КЛ.

Кп – коэффициент, учитывающий другие условия прокладки текущего кабеля (температуру окружающей среды, число рядом расположенных кабелей и др.), также влияющие на величину допустимого тока. Задается только для участков вида КЛ.

При работе с таблицей участков после выбора вида участка будут доступны только те поля, которые соответствуют выбранному виду. При завершении работы с этой таблицей по справочным данным выбранных проводов, кабелей или шинопроводов определяются расчетные параметры всей линии путем суммирования параметров отдельных участков.

В пункте «Объекты» позиции «Данные» главного меню (Рис. 16) имеется команда «Участки», которая позволяет вывести в отдельное окно таблицу с участками одного вида всех линий электрической сети. При выборе этой команды из дополнительного меню предлагается задать вид участка



после чего на экран выводится таблица с параметрами участков соответствующего вида всех линий схемы. Ниже приведен пример такой таблицы с участками воздушных линий.

Линии электропередачи

Правка Печать Закрыть

Воздушные линии

Узлы начала - конца	Обозначение линии	№ участка	Длина км	Марка провода	Uном кВ	Dсг м	Проводов в фазе	Шаг расщепл.,мм	Тип опоры	Iдоп А
1–2		2	6	АС-400	220	8	1			830
1–3		2	6	АС-400	220	8	1			830
1–46		1	30	АС-400	220	8	1			830
1–47		1	30	АС-400	220	8	1			830
2–9		1	12	АС-240	220	8	1			605
3–8		1	12	АС-240	220	8	1			605
14–18		1	13	АС-70	121	5	1			265
49–36		1	30	АС-70	121	5	1			265
49–37		1	30	АС-70	121	5	1			265
54–26		1	15	АС-70	121	5	1			265
54–19		1	13	АС-70	121	5	1			265

Рис. 79 Таблица воздушных линий

Таблицы участков по всем линиям служат только для просмотра или включения их в текстовый документ.

5.3.3. Трансформаторы двухобмоточные

Двухобмоточный трансформатор в расчетной схеме представляется ветвью с комплексным коэффициентом трансформации, продольным сопротивлением и поперечной проводимостью, отражающей потери холостого хода. Это соответствует Г-образной схеме замещения двухобмоточного трансформатора. Расчетные параметры такой ветви определяются на основе каталожных данных двухобмоточного трансформатора, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 80а (в режиме «Исходные данные»). Таблица для просмотра результатов расчета УР в двухобмоточных трансформаторах имеет вид, показанный на Рис. 80б.

а)

Трансформаторы дв...

Номера узлов	3:3–7:1
Узел, ВН	3
Узел, НН	7
Обозначение	
Тип	ТДЦ-125000/22(
Sном, МВА	125
Uвн, кВ	242
Uнн, кВ	10.5
Pxx, МВт	0.135
Pкз, МВт	0.38
Uкз, %	11
Ixx, %	0.5
dKт, %	2.5
№р	-2
Группа	Y0/D-11
Заземл.	-
Период, №	0
Состояние	Сущ

б)

Трансформаторы дв...

Номера узлов	3:3–7:1
Узел, ВН	3
Узел, НН	7
Обозначение	
Тип	ТДЦ-125000/22(
Uрв, кВ	222
Uрн, кВ	10.8
P, МВт	99.6
Q, Мвар	62
dP, МВт	0.359
dQ, Мвар	13
Pxx, МВт	0.114
Qxx, Мвар	0.526
№р	-2
Группа	Y0/D-11
Заземл.	-
Период, №	0
Состояние	Сущ

Рис. 80 Таблицы объекта «Двухобмоточные трансформаторы»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

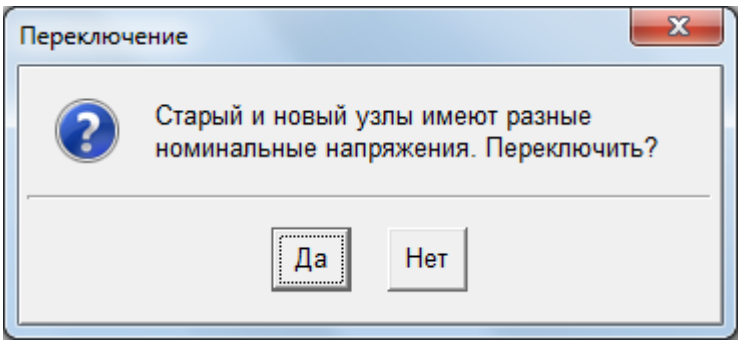
Номера узлов – номера узлов расчетной схемы, к которым подключен двухобмоточный трансформатор. Это поле в данной таблице не редактируется и соответствует номерам узлов начала и конца ветви, моделирующей данный объект.

Узел ВН – наименование узла начала ветви двухобмоточного трансформатора, т.е. узла, к которому подключается обмотка высшего напряжения. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения обмотки высшего напряжения.

Узел НН – наименование узла конца ветви двухобмоточного трансформатора, т.е. узла подключения обмотки низшего напряжения. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы узел подключения обмотки низшего напряжения.

Поля «Узел ВН» и «Узел НН» позволяют вводить в расчетную схему объекты двухобмоточные трансформаторы в табличном виде без использования графического редактора, при этом в модель уже должен быть введен хотя бы один узел для подключения обмотки высшего напряжения. При добавлении нового трансформатора или изменении узлов его подключения автоматически создается или изменяется ветвь расчетной схемы, а при добавлении нового трансформатора, кроме того, добавляется новый узел конца ветви (обмотки низшего напряжения).

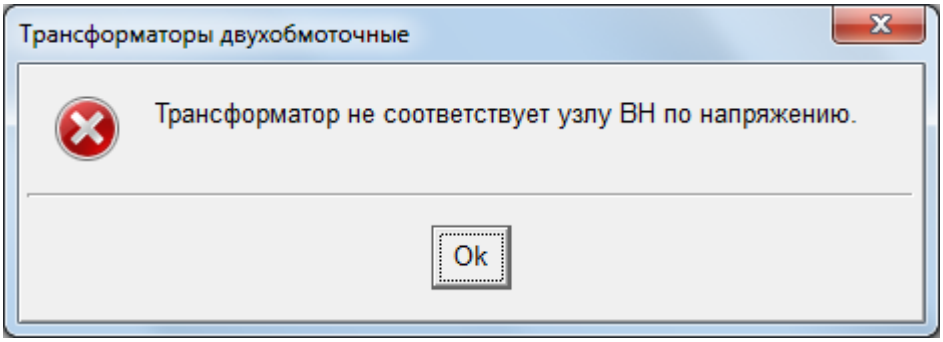
Если при переопределении узла начала или конца ветви объекта напряжение этого узла отличается от напряжения ранее определенного, то выводится сообщение вида



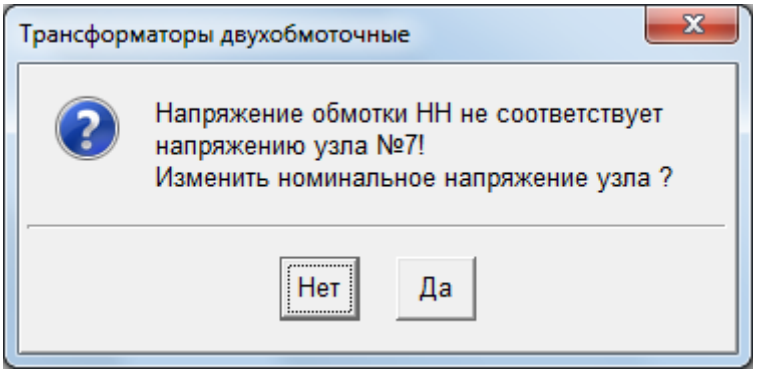
В этом случае следует отменить переопределение узла подключения или, при необходимости, изменить номинальное напряжение в узле.

Обозначение – символьное обозначение трансформатора (не обязательный параметр).

Тип – тип двухобмоточного трансформатора, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы двухобмоточных трансформаторов БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение узла начала ветви двухобмоточного трансформатора не соответствует номинальному напряжению высшей обмотки, то выдается сообщение вида



и операция ввода паспортных данных игнорируется. Если напряжение узла конца ветви двухобмоточного трансформатора не соответствует номинальному напряжению низшей обмотки, то выдается сообщение вида



с помощью которого можно или изменить напряжение узла в соответствии с номинальным напряжением низшей обмотки, или оставить его без изменения. Во втором случае должно быть изменено номинальное напряжение низшей обмотки в соответствующем поле таблицы Рис. 80а.

Sном – номинальная мощность трансформатора (кВА или МВА). Определяется по паспортным данным при выборе трансформатора из таблицы БДС. При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица двухобмоточных трансформаторов БДС для определения всех паспортных данных объекта трансформатора.

Uвн – номинальное напряжение высшей обмотки (кВ). Это поле в данной таблице не редактируется, а определяется паспортными данными выбранного трансформатора.

Uнн – номинальное напряжение низшей обмотки (кВ). Значение этого параметра может быть изменено по сравнению с паспортными данными таблицы БДС. Обычно в справочниках или каталогах на трансформаторы для одного и того же типа приводятся несколько значений номинального напряжения низшей обмотки. Такой трансформатор может быть введен в справочную таблицу только один раз с одним значением Uнн. При выборе такого трансформатора в качестве объекта в сети с другим напряжением низшей обмотки необходимо изменить значение этого напряжения.

Pxx – потери активной мощности холостого хода трансформатора (кВт, МВт) при номинальном напряжении высшей обмотки. Значение этого поля можно изменить, если известно, что потери холостого хода трансформатора отличаются от данных, приведенных в таблице БДС.

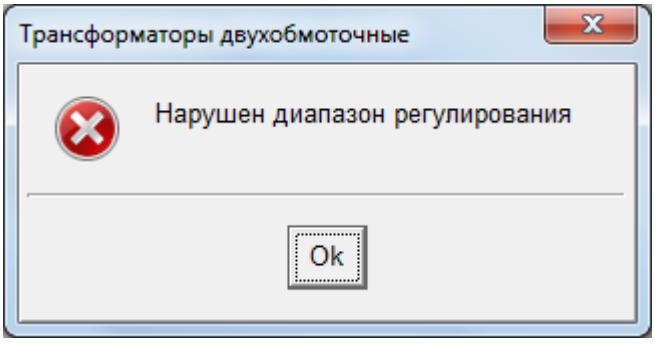
Pкз – потери активной мощности при коротком замыкании обмоток низшего напряжения трансформатора (кВт, МВт). Значение этого поля может быть уточнено по сравнению с данными таблицы БДС.

Uкз – напряжение короткого замыкания трансформатора (%). Это поле может быть изменено по сравнению с данными таблицы БДС выбранного трансформатора.

Ixx – ток холостого хода трансформатора (%). Это поле также может быть изменено по сравнению с данными справочной таблицы.

DKт – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования (%). Это поле не редактируется, а определяется паспортными данными выбранного трансформатора.

№р – выбранный номер ступени регулирования коэффициента трансформации трансформатора, который может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Номер ступени «0» соответствует номинальному коэффициенту трансформации. Если введенный номер превышает по модулю число ступеней регулирования коэффициента трансформации, заданное в паспортных данных БДС, то выводится сообщение вида



и это поле принимает максимально возможное значение в соответствии с паспортными данными.

Таблица Рис. 80б служит в основном для просмотра результатов расчета УР в двухобмоточных трансформаторах и позволяет изменять лишь поле **№р** с номером ступени регулирования коэффициента трансформации. Поля, отличающиеся от полей таблицы Рис. 80а, содержат следующие параметры.

Uрв – расчетное напряжение в узле подключения высшей обмотки (кВ).

Uрн – расчетное напряжение в узле подключения низшей обмотки (кВ).

P – расчетная активная мощность в начале высшей обмотки (кВт или МВт). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел подключения высшей обмотки из обмотки низшего напряжения, а если отрицатель-

ное, то вытекает из узла подключения высшей обмотки в обмотку низшего напряжения.

Q – расчетная реактивная мощность в начале высшей обмотки (квар или Мвар). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел подключения высшей обмотки из обмотки низшего напряжения, а если отрицательное, то протекает от узла подключения высшей обмотки к узлу подключения обмотки низшего напряжения.

dP – значение расчетных потерь активной мощности в обмотках трансформатора (кВт или МВт) – переменные потери активной мощности трансформатора.

dQ – значение расчетных потерь реактивной мощности в обмотках трансформатора (квар или Мвар) – переменные потери реактивной мощности трансформатора.

Pxx – потери активной мощности холостого хода трансформатора (кВт, МВт) при расчетном напряжении высшей обмотки – постоянные потери активной мощности.

Qxx – потери реактивной мощности холостого хода трансформатора (квар, Мвар) при расчетном напряжении высшей обмотки – постоянные потери реактивной мощности.

Активная и реактивная мощности в начале обмотки высшего напряжения определяются без учета соответствующих потерь холостого хода трансформатора в соответствии с Г-образной схемой замещения.

При изменении паспортных данных двухобмоточного трансформатора в таблице вида Рис. 80а соответствующие им параметры в справочной таблице остаются без изменения.

5.3.4. Трансформаторы с расщеплением

Двухобмоточный трансформатор с расщепленными обмотками низшего напряжения в расчетной схеме представляется тремя ветвями в виде трехлучевой звезды. Номинальное напряжение узла центра звезды принимается равным номинальному напряжению высшей обмотки. Обмотка высшего напряжения моделируется ветвью с продольным сопротивлением и поперечной проводимостью, отражающей потери холостого хода, а обмотки низшего напряжения – ветвями с комплексными коэффициентами трансформации и продольными сопротивлениями. Расчетные параметры ветвей определяются на основе каталожных данных трансформатора с расщеплением, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 81 (в режиме «Исходные данные»). Таблица для просмотра результатов расчета УР в таких трансформаторах имеет вид, показанный на Рис. 81.

a)

Трансформаторы с р...

Номера узлов	18–24;25
Узел, ВН	ПС-2
Узел НН 1	24
Узел НН 2	25
Обозначение	
Тип	ТРДН-25000
Sном, МВА	25
Uвн, кВ	115
Uнн1, кВ	10.5
Uнн2, кВ	10.5
Pxx, МВт	0.028
Pкз, МВт	0.13
Uкв-н, %	10.5
Uкн12, %	38.5
Uкв-н1, %	21.5
Kp	3.5
Ixx, %	0.7
dKт, %	1.78
№р	0
Группа, соед.	Yn/D-D-0
Заземл. нейтрали	-
Период, №	0
Состояние	Сущ

b)

Трансформаторы с р...

Номера узлов	18–24;25
Узел, ВН	ПС-2
Узел, НН1	24
Узел, НН2	25
Обозначение	
Тип	ТРДН-25000/11(
Uрв, кВ	116
Uрн1, кВ	10.2
Uрн2, кВ	10.2
Pв, МВт	-10
Qв, Мвар	-8.74
Pн1, МВт	-5.01
Qн1, Мвар	-4.34
Pн2, МВт	-5.01
Qн2, Мвар	-4.34
dP, МВт	0.0365
dQ, Мвар	0.737
Pxx, МВт	0.0283
Qxx, Мвар	0.177
№р	0
Период, №	0
Состояние	Сущ

Рис. 81 Таблицы объекта «Трансформаторы с расщеплением»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

Номера узлов – номера узлов расчетной схемы, к которым подключен трансформатор с расщепленными обмотками. Это поле в данной таблице не редактируется и соответствует номерам узлов начала ветви обмотки высшего напряжения и конца ветвей расщепленной обмотки низшего напряжения. Номер узла центра звезды схемы замещения трансформатора здесь не отображается.

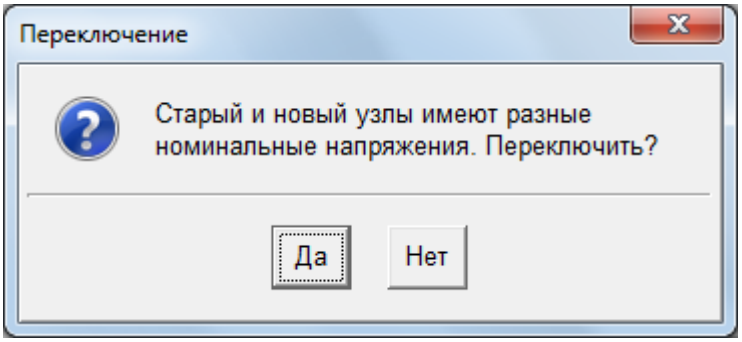
Узел ВН – наименование узла, к которому подключается обмотка высшего напряжения. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения обмотки высшего напряжения.

Узел НН1 – наименование узла подключения первой расщепленной обмотки низшего напряжения. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы соответствующий узел.

Узел НН2 – наименование узла подключения второй расщепленной обмотки низшего напряжения. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы узел подключения второй расщепленной обмотки. Узел подключения обеих обмоток низшего напряжения может быть один и тот же.

Поля «Узел ВН», «Узел НН1» и «Узел НН2» позволяют вводить в расчетную схему трансформаторы с расщепленными обмотками в табличном виде без использования графического редактора, при этом в модель уже должны быть введены необходимые узлы. При добавлении нового трансформатора или изменении узлов его подключения автоматически создаются или изменяются ветви расчетной схемы, а также создается узел, соответствующий центру звезды схемы замещения трансформатора с расщепленными обмотками.

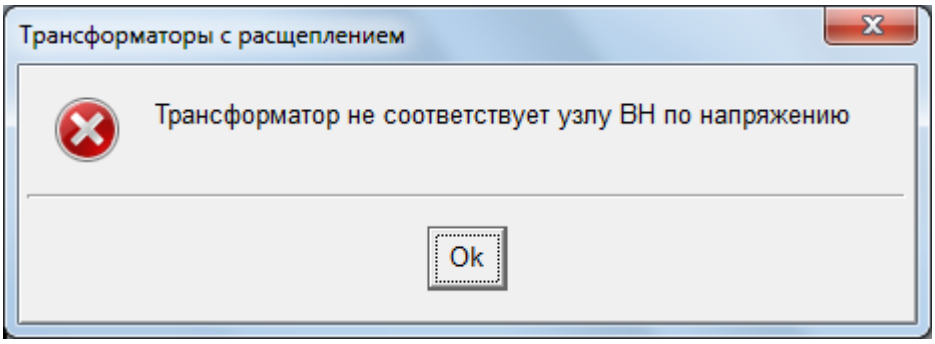
Если при переопределении какого либо узла объекта напряжение этого узла отличается от напряжения ранее определенного, то выводится сообщение вида



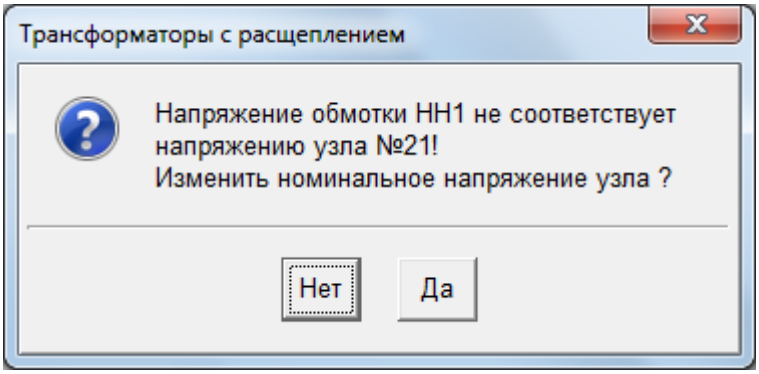
В этом случае следует отменить переопределение узла подключения или, при необходимости, изменить номинальное напряжение в новом узле.

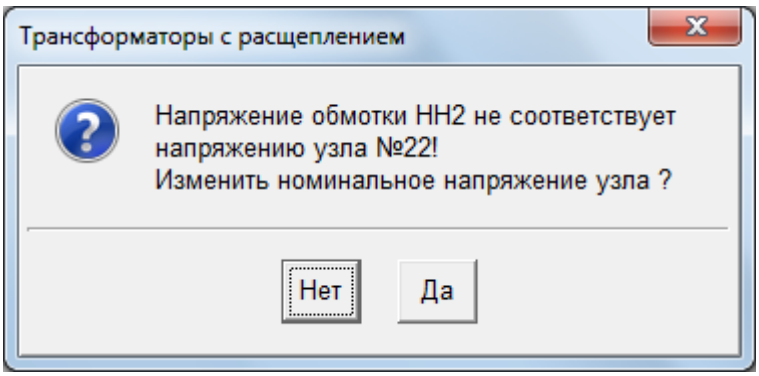
Обозначение – символьное обозначение трансформатора (не обязательный параметр).

Тип – тип трансформатора с расщепленными обмотками, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из таблицы трансформаторов с расщеплением БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение узла начала ветви высшей обмотки трансформатора не соответствует ее номинальному напряжению, то выдается сообщение вида



и операция ввода паспортных данных игнорируется. Если напряжения узлов подключения расщепленных обмоток не соответствуют их номинальным напряжениям, то выдаются сообщения вида





С помощью этих сообщений можно или изменить напряжение того или иного узла в соответствии с номинальным напряжением расщепленных обмоток, или оставить без изменения. Во втором случае должно быть изменено номинальное напряжение низшей обмотки в соответствующем поле таблицы Рис. 81а.

Sном – номинальная мощность трансформатора (кВА или МВА). Определяется по паспортным данным при выборе трансформатора из таблицы БДС. При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица трансформаторов с расщеплением БДС для определения всех паспортных данных объекта.

Uвн – номинальное напряжение высшей обмотки (кВ). Это поле в данной таблице не редактируется, а определяется паспортными данными выбранного трансформатора.

Uнн1 – номинальное напряжение первой низшей обмотки (кВ). Это поле может быть изменено по сравнению с паспортными данными выбранного трансформатора.

Uнн2 – номинальное напряжение второй низшей обмотки (кВ). Это поле может быть изменено по сравнению с паспортными данными выбранного трансформатора.

Pxx – потери активной мощности холостого хода трансформатора (кВт, МВт) при номинальном напряжении высшей обмотки. Значение этого поля определяется при выборе типа трансформатора из таблицы БДС, но может быть изменено, если известны более точные значения потерь холостого хода по сравнению со справочными данными выбранного трансформатора.

Pкз – потери активной мощности при коротком замыкании обеих обмоток низшего напряжения расщепленного трансформатора (кВт, МВт). Это поле может быть изменено по сравнению со справочными данными выбранного трансформатора.

Uкв-н – напряжение короткого замыкания трансформатора (%) при закороченных обеих обмотках низшего напряжения, отнесенное к номинальной мощности трансформатора Sном. Это поле может быть изменено при необходимости уточнения справочных данных выбранного трансформатора.

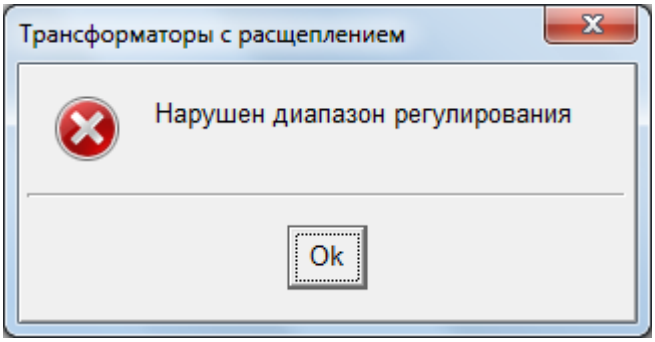
Uкн12 – напряжение короткого замыкания (%) между расщепленными обмотками при разомкнутой обмотке высшего напряжения, отнесенное к номинальной мощности трансформатора. Значение этого поля может быть изменено по сравнению со справочными данными, при этом переопределится и значение поля Uквн1.

Uквн1 – напряжение короткого замыкания трансформатора (%) при замыкании одной обмотки низкого напряжения и разомкнутой второй обмотки, отнесенное к Sном. Значение этого поля может быть изменено по сравнению со справочными данными при этом переопределится значение поля Uкн12.

Ixx – ток холостого хода трансформатора (%). Это поле можно изменить по сравнению со справочными данными выбранного трансформатора.

DKт – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования (%). Это поле не редактируется, а определяется паспортными данными выбранного трансформатора.

№р – выбранный номер ступени регулирования коэффициента трансформации трансформатора, который может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Номер ступени «0» соответствует номинальному коэффициенту трансформации. Если введенный номер превышает по модулю число ступеней регулирования коэффициента трансформации, заданное в паспортных данных БДС, то выводится сообщение вида



и это поле принимает максимально возможное значение в соответствии с паспортными данными выбранного трансформатора.

Таблица Рис. 81б служит в основном для просмотра результатов расчета УР в трансформаторах с расщепленными обмотками и позволяет изменять лишь поле **№р** с номером ступени регулирования коэффициента трансформации. Поля, отличающиеся от полей таблицы Рис. 81а, содержат следующие параметры.

Uрв – расчетное напряжение в узле подключения высшей обмотки (кВ).

Uрн1 – расчетное напряжение в узле подключения первой расщепленной обмотки (кВ).

Uрн2 – расчетное напряжение в узле подключения второй расщепленной обмотки (кВ).

Рв – расчетная активная мощность в начале высшей обмотки (кВт или МВт). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел подключения высшей обмотки из обмоток низшего напряжения, а если отрицательное, то протекает от узла подключения высшей обмотки в обмотки низшего напряжения.

Qв – расчетная реактивная мощность в начале высшей обмотки (квар или Мвар). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел подключения высшей обмотки из обмоток низшего напряжения, а если отрицательное, то протекает от узла подключения высшей обмотки в обмотки низшего напряжения.

Рн1 – расчетная активная мощность в начале первой расщепленной обмотки (кВт или МВт). Если значение мощности положительное, то она протекает по этой обмотке к узлу центру звезды, а если отрицательное, то направление мощности противоположное - от узла центра звезды к узлу низшего напряжения этой обмотки.

Qн1 – расчетная реактивная мощность в начале первой расщепленной обмотки (квар или Мвар). Если значение мощности положительное, то она протекает по этой обмотке к узлу центру звезды, а если отрицательное, то направление мощности противоположное - от узла центра звезды к узлу низшего напряжения этой обмотки.

Рн2 – расчетная активная мощность в начале второй расщепленной обмотки (кВт или МВт). Если значение мощности положительное, то она протекает по этой обмотке к узлу центру звезды, а если отрицательное, то направление мощности

противоположное - от узла центра звезды к узлу низшего напряжения этой обмотки.

Qн2 – расчетная реактивная мощность в начале второй расщепленной обмотки (квар или Мвар). Если значение мощности положительное, то она протекает по этой обмотке к узлу центру звезды, а если отрицательное, то направление мощности противоположное - от узла центра звезды к узлу низшего напряжения этой обмотки.

dP – значение расчетных потерь активной мощности в обмотках трансформатора (кВт или МВт) – суммарные переменные потери.

dQ – значение расчетных потерь реактивной мощности в обмотках трансформатора (квар или Мвар) – суммарные переменные потери.

Pxx – потери активной мощности холостого хода трансформатора (кВт, МВт) при расчетном напряжении высшей обмотки.

Qxx – потери реактивной мощности холостого хода трансформатора (квар, Мвар) при расчетном напряжении высшей обмотки.

Активная и реактивная мощности в начале обмотки высшего напряжения определяются без учета соответствующих потерь холостого хода трансформатора.

При изменении паспортных данных трансформатора с расщеплением в таблице вида Рис. 81а соответствующие им параметры в справочной таблице остаются без изменения.

5.3.5. Трансформаторы трехобмоточные

Трехобмоточный трансформатор в расчетной схеме представляется тремя ветвями в виде трехлучевой звезды. Обмотка высшего напряжения моделируется ветвью с продольным сопротивлением и поперечной проводимостью, отражающей потери холостого хода, а обмотки среднего и низшего напряжения – ветвями с комплексными коэффициентами трансформации и продольными сопротивлениями. Расчетные параметры ветвей определяются на основе каталожных данных трехобмоточного трансформатора, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 82а (в режиме «Исходные данные»). Таблица для просмотра результатов расчета УР в таких трансформаторах имеет вид, показанный на Рис. 82б.

а)

Трансформаторы тр...

Номера узлов	26–53;30
Узел, ВН	ПС-3
Узел, СН	53
Узел, НН	30
Обозначение	
Тип	ТДТН-63000/
Sном, МВА	63
Uвн, кВ	115
Uсн, кВ	38.5
Uнн, кВ	11
Pxx, МВт	0.056
Ркв-с, МВт	0.29
Ркв-н, МВт	0
Ркс-н, МВт	0
Uкв-с, %	10.5
Uкв-н, %	17
Uкс-н, %	6.5
Ixx, %	0.7
dKтв, %	1.78
№рв	3
dKтс, %	2.5
№рс	0
Группа, соед.	Yn/Y/D-11
Заземл. нейтрали	-
Период, №	0
Состояние	Сущ

б)

Трансформаторы тр...

Номера узлов	26–53;30
Узел, ВН	ПС-3
Узел, СН	53
Узел, НН	30
Обозначение	
Тип	ТДТН-63000/110
Uрв, кВ	116
Uрс, кВ	36.9
Uрн, кВ	10.5
Pв, МВт	-0.261
Qв, Мвар	-0.127
Pс, МВт	0.00165
Qс, Мвар	0
Pн, МВт	-0.261
Qн, Мвар	-0.127
dP, МВт	0
dQ, Мвар	0.000247
Pxx, МВт	0.0571
Qxx, Мвар	0.449
№рВ	3
№рС	0
Период, №	0
Состояние	Сущ

Рис. 82 Таблицы объекта «Трансформаторы трехобмоточные»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

Номера узлов – номера узлов расчетной схемы, к которым подключен трехобмоточный трансформатор. Это поле в данной таблице не редактируется и соответствует номерам узлов начала ветви обмотки высшего напряжения и конца ветвей обмоток среднего и низшего напряжения. Номер узла центра звезды схемы замещения трехобмоточного трансформатора здесь не отображается.

Узел ВН – наименование узла, к которому подключается обмотка высшего напряжения. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения обмотки высшего напряжения.

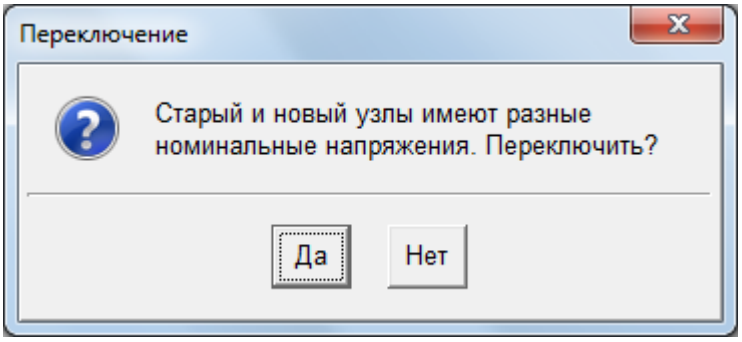
Узел СН – наименование узла подключения обмотки среднего напряжения. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы соответствующий узел.

Узел НН – наименование узла подключения обмотки низшего напряжения. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы соответствующий узел.

Поля «Узел ВН», «Узел СН» и «Узел НН» позволяют вводить в расчетную схему трехобмоточные трансформаторы в табличном виде без использования графического редактора, при этом в модель уже должны быть введены необходимые узлы. При добавлении нового трансформатора или изменении узлов его подключения автоматически создаются или изменяются ветви расчетной схемы, а

также создается узел, соответствующий центру звезды схемы замещения трехобмоточного трансформатора.

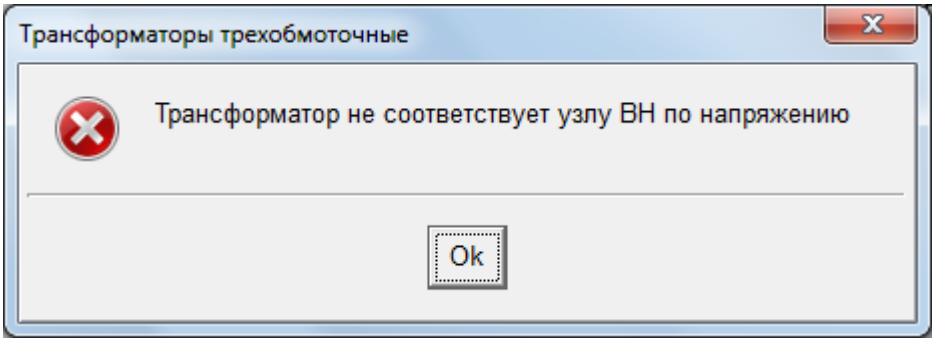
Если при переопределении какого либо узла объекта напряжение этого узла отличается от напряжения ранее определенного, то выводится сообщение вида



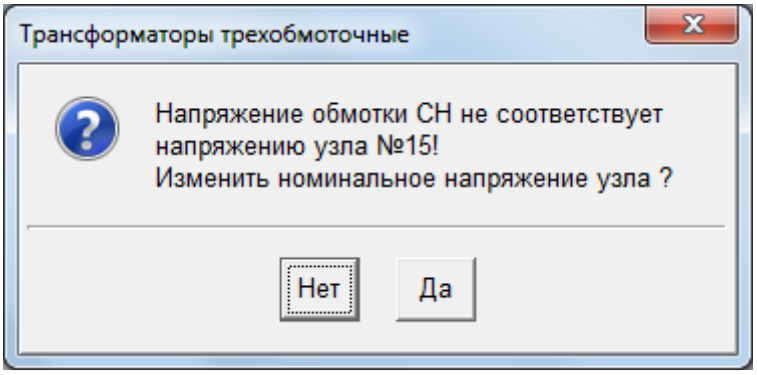
В этом случае следует отменить переопределение узла подключения или, при необходимости, изменить номинальное напряжение в узле.

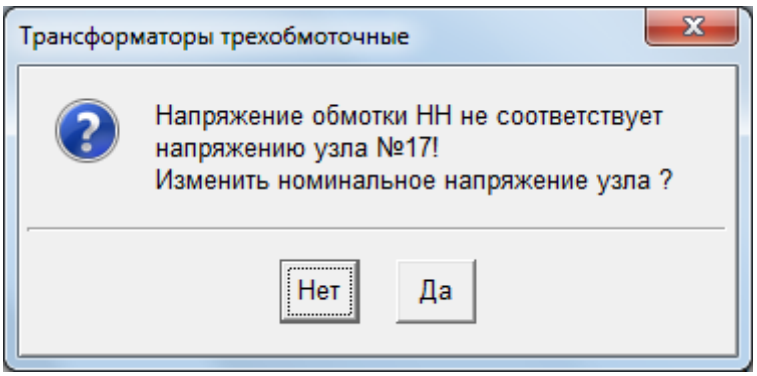
Обозначение – символьное обозначение трехобмоточного трансформатора (не обязательный параметр).

Тип – тип трансформатора, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы трехобмоточных трансформаторов БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение узла начала ветви высшего напряжения не соответствует номинальному напряжению этой обмотки, то выдается сообщение вида



и операция ввода паспортных данных игнорируется. Если напряжение узла подключения средней или низшей обмоток не соответствует их номинальному напряжению, то выдается соответствующее сообщение вида





с помощью которого можно или изменить напряжение узла в соответствии с номинальным напряжением средней или низшей обмотки, или оставить его без изменения. Во втором случае должно быть изменено номинальное напряжение средней или низшей обмотки в соответствующем поле таблицы Рис. 82а.

Sном – номинальная мощность трансформатора (кВА или МВА). Определяется по паспортным данным при выборе трансформатора из таблицы БДС. При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица трехобмоточных трансформаторов БДС для определения всех паспортных данных объекта.

Uвн – номинальное напряжение высшей обмотки (кВ). Это поле в данной таблице не редактируется, а используется для определения паспортных данных из справочной таблицы трехобмоточных трансформаторов БДС аналогично полям «Тип» и «Sном».

Uсн – номинальное напряжение средней обмотки (кВ). При необходимости это поле может быть отредактировано.

Uнн – номинальное напряжение низшей обмотки (кВ). При необходимости это поле может быть отредактировано.

Pхх – потери активной мощности холостого хода трансформатора (кВт, МВт) при номинальном напряжении высшей обмотки. Значение этого поля можно изменить, если известно, что потери холостого хода трансформатора отличаются от данных, приведенных в таблице БДС.

Pкв-с – потери короткого замыкания между обмотками высшего и среднего напряжения (кВт, МВт), отнесенные к мощности меньшей обмотки. Это поле может быть изменено по сравнению со справочными данными выбранного трансформатора.

Pкв-н – потери короткого замыкания между обмотками высшего и низшего напряжения (кВт, МВт), отнесенные к мощности меньшей обмотки. Это поле может быть изменено по сравнению со справочными данными выбранного трансформатора.

Pкс-н – потери короткого замыкания между обмотками среднего и низшего напряжения (кВт, МВт), отнесенные к мощности меньшей обмотки. Это поле может быть изменено по сравнению со справочными данными выбранного трансформатора.

Uкв-с – напряжение короткого замыкания (%) между обмотками высшего и среднего напряжения, отнесенные к номинальной мощности трансформатора. Это поле может быть изменено по сравнению со справочными данными выбранного трансформатора.

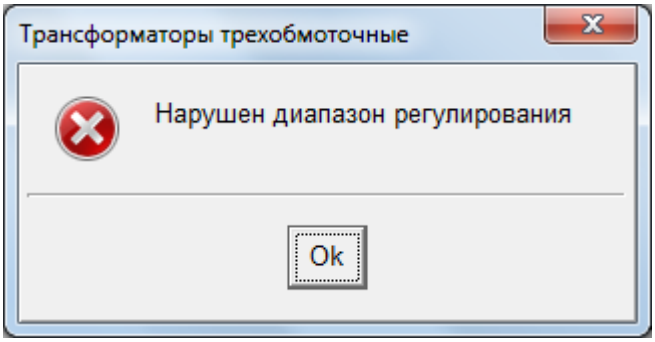
Uкв-н – напряжение короткого замыкания (%) между обмотками высшего и низшего напряжения, отнесенные к номинальной мощности трансформатора. Это поле может быть изменено по сравнению со справочными данными выбранного трансформатора.

Uкс-н – напряжение короткого замыкания (%) между обмотками среднего и низшего напряжения, отнесенные к номинальной мощности трансформатора. Это поле может быть изменено по сравнению со справочными данными выбранного трансформатора.

Ixx – ток холостого хода трансформатора (%). Это поле может быть отредактировано.

dKтв – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования (%) в обмотке или нейтрали высшего напряжения. Это поле не редактируется, а определяется паспортными данными выбранного трансформатора.

№рв – выбранный номер ступени регулирования коэффициента трансформации трансформатора в обмотке или нейтрали высшего напряжения. Номер ступени «0» соответствует номинальному коэффициенту трансформации. Если введен номер, превышающий число ступеней регулирования коэффициента трансформации, заданный в паспортных данных, то выводится сообщение вида



и это поле принимает максимально возможное значение в соответствии с паспортными данными.

dKтс – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования (%) в обмотке среднего напряжения. Это поле не редактируется, а определяется паспортными данными выбранного трансформатора.

№рс – выбранный номер ступени регулирования коэффициента трансформации трансформатора в обмотке среднего напряжения. Номер ступени «0» соответствует номинальному коэффициенту трансформации.

Таблица Рис. 82б служит в основном для просмотра результатов расчета УР в двухобмоточных трансформаторах и позволяет изменять лишь поля **№рв** и **№рс** с номером ступени регулирования коэффициента трансформации. Поля, отличающиеся от полей таблицы Рис. 82а, содержат следующие параметры.

Uрв – расчетное напряжение в узле подключения высшей обмотки (кВ).

Uрс – расчетное напряжение в узле подключения средней обмотки (кВ).

Uрн – расчетное напряжение в узле подключения низшей обмотки (кВ).

Pв – расчетная активная мощность в начале высшей обмотки (кВт или МВт). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел подключения высшей обмотки из узла – центра звезды, а если отрицательное, то протекает от узла подключения высшей обмотки к узлу – центру звезды.

Qв – расчетная реактивная мощность в начале высшей обмотки (квар или Мвар). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел подключения высшей обмотки из узла – центра звезды, а если отрицательное, то протекает от узла подключения высшей обмотки к узлу – центру звезды.

Pс – расчетная активная мощность в начале средней обмотки (кВт или МВт). Если значение мощности положительное, то она протекает по этой обмотке к узлу центру звезды, а если отрицательное, то направление мощности противоположное - от узла центра звезды к узлу среднего напряжения этой обмотки.

Qс – расчетная реактивная мощность в начале средней обмотки (квар или Мвар). Если значение мощности положительное, то она протекает по этой обмот-

ке к узлу центру звезды, а если отрицательное, то направление мощности противоположное - от узла центра звезды к узлу подключения обмотки среднего.

Рн – расчетная активная мощность в начале низшей обмотки (кВт или МВт). Если значение мощности положительное, то она протекает по этой обмотке к узлу центру звезды, а если отрицательное, то направление мощности противоположное - от узла центра звезды к узлу подключения обмотки низшего напряжения.

Qн – расчетная реактивная мощность в начале низшей обмотки (квар или Мвар). Если значение мощности положительное, то она протекает по этой обмотке к узлу центру звезды, а если отрицательное, то направление мощности противоположное - от узла центра звезды к узлу подключения обмотки низшего напряжения.

dP – значение расчетных потерь активной мощности во всех обмотках трансформатора (кВт или МВт) – суммарные переменные потери

dQ – значение расчетных потерь реактивной мощности во всех обмотках трансформатора (квар или Мвар).

Pxx – потери активной мощности холостого хода трансформатора (кВт, МВт) при расчетном напряжении высшей обмотки.

Qxx – потери реактивной мощности холостого хода трансформатора (квар, Мвар) при расчетном напряжении высшей обмотки.

Активная и реактивная мощности в начале обмотки высшего напряжения определяются без учета соответствующих потерь холостого хода трансформатора.

5.3.6. Автотрансформаторы

Таблицы с параметрами автотрансформаторов полностью аналогичны таблицам трехобмоточных трансформаторов, которые приведены на Рис. 82а и Рис. 82б. Описание полей также полностью совпадают.

5.3.7. Трансформаторы регулировочные

Регулировочный трансформатор в расчетной схеме представляется ветвью с комплексным коэффициентом трансформации близким к единице, продольным сопротивлением и поперечной проводимостью, отражающей потери холостого хода. Номинальные напряжения в узлах подключения таких трансформаторов должны быть одного класса.

Расчетные параметры ветви, моделирующей регулировочный трансформатор, определяются на основе каталожных данных этого трансформатора, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 83 только в режиме «Исходные данные». Таблица с результатами расчета УР для регулировочных трансформаторов не предусмотрена.

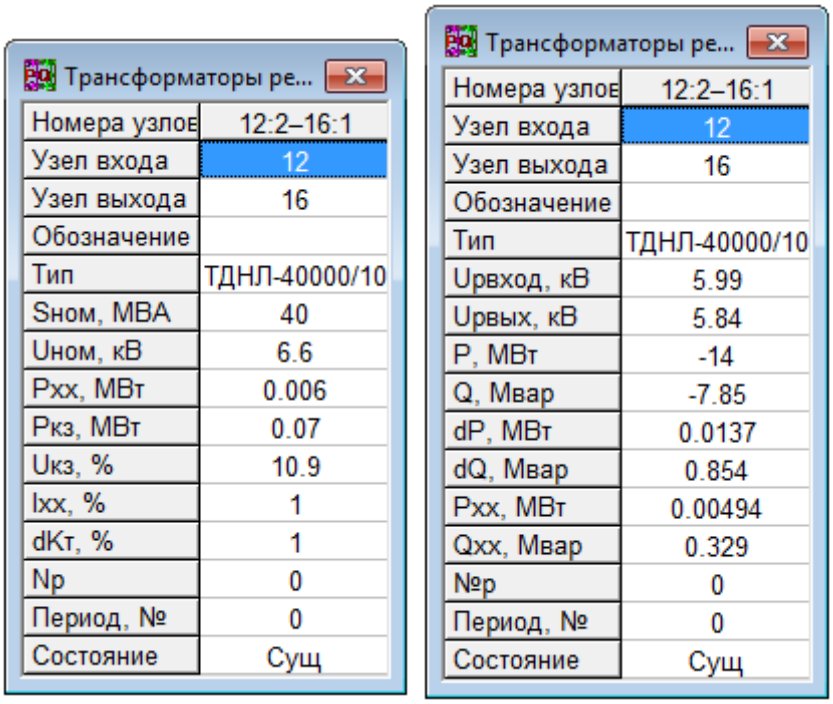


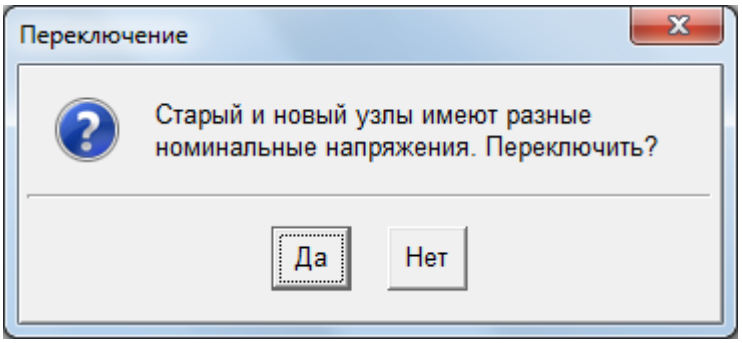
Рис. 83 Таблица объекта «Трансформаторы регулировочные»

Поля этой таблицы содержат следующую информацию.

Номера узлов – номера узлов расчетной схемы, к которым подключен регулировочный трансформатор. Это поле в данной таблице не редактируется и соответствует номерам узлов начала и конца ветви, моделирующей трансформатор.

Узел входа – наименование узла начала ветви регулировочного трансформатора. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения этого трансформатора. При добавлении нового регулировочного трансформатора после выбора из списка узла начала автоматически создается новый узел конца, напряжение которого равно напряжению узла начала.

Узел выхода – наименование узла конца ветви регулировочного трансформатора. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы соответствующий узел. Если напряжение этого узла отличается от напряжения узла входа, то выводится сообщение вида

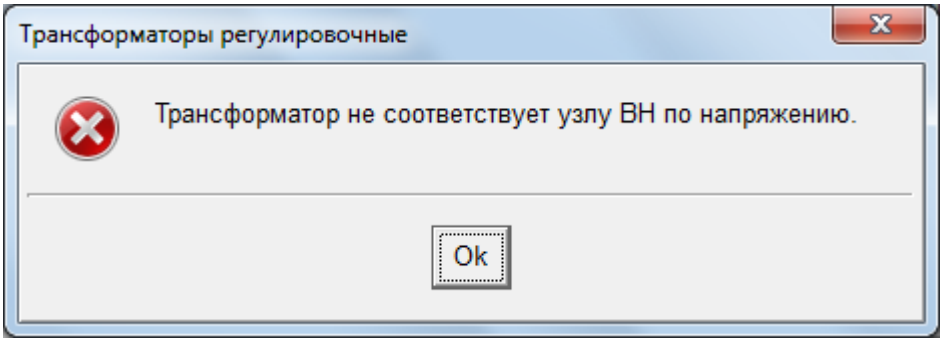


В этом случае следует отменить переопределение узла подключения трансформатора.

При добавлении нового трансформатора или изменении узлов его подключения автоматически создается или изменяется ветвь расчетной схемы, а при добавлении, кроме того, создается новый узел конца ветви.

Обозначение – символьное обозначение трансформатора (не обязательный параметр).

Тип – тип регулировочного трансформатора, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы регулировочных трансформаторов БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение узла начала ветви выбранного трансформатора не соответствует его номинальному напряжению, то выдается сообщение вида



и операция ввода паспортных данных игнорируется.

Sном – номинальная мощность трансформатора (кВА или МВА). Определяется по паспортным данным при выборе трансформатора из таблицы БДС. При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица регулировочных трансформаторов БДС для определения всех паспортных данных объекта.

Uном – номинальное напряжение регулировочного трансформатора (кВ). При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица регулировочных трансформаторов БДС для определения всех его паспортных данных.

Pxx – потери активной мощности холостого хода трансформатора (кВт, МВт) при номинальном напряжении высшей обмотки. Значение этого поля можно изменить, если известно, что потери холостого хода трансформатора отличаются от данных, приведенных в таблице БДС.

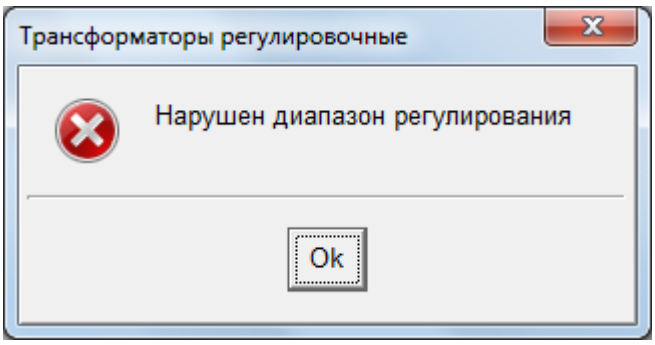
Pкз – потери активной мощности при коротком замыкании обмоток низшего напряжения трансформатора (кВт, МВт). Значение этого поля может быть уточнено по сравнению с данными таблицы БДС.

Uкз – напряжение короткого замыкания трансформатора (%). Это поле может быть изменено по сравнению с данными таблицы БДС выбранного трансформатора.

Ixx – ток холостого хода трансформатора (%). Это поле также может быть изменено по сравнению с данными справочной таблицы.

dKт – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования (%). Это поле не редактируется, а определяется паспортными данными выбранного трансформатора.

№р – выбранный номер ступени регулирования коэффициента трансформации трансформатора, который может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Номер ступени «0» соответствует номинальному коэффициенту трансформации, равному единице. Если введенный номер превышает по модулю число ступеней регулирования коэффициента трансформации, заданное в паспортных данных БДС, то выводится сообщение вида



и это поле принимает максимально возможное значение в соответствии с паспортными данными.

При изменении паспортных данных регулировочного трансформатора в таблице вида Рис. 83 соответствующие им параметры в справочной таблице остаются без изменения.

5.3.8. Реакторы токоограничивающие

Токоограничивающий реактор в расчетной схеме представляется одной ветвью с продольным сопротивлением. Номинальные напряжения в узлах подключения реактора должны быть одного класса. Расчетные параметры такой ветви определяются на основе каталожных данных реакторов, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 84а (в режиме «Исходные данные»), а результаты расчета УР отображаются в таблице вида Рис. 84б в режиме «Результаты расчета УР».

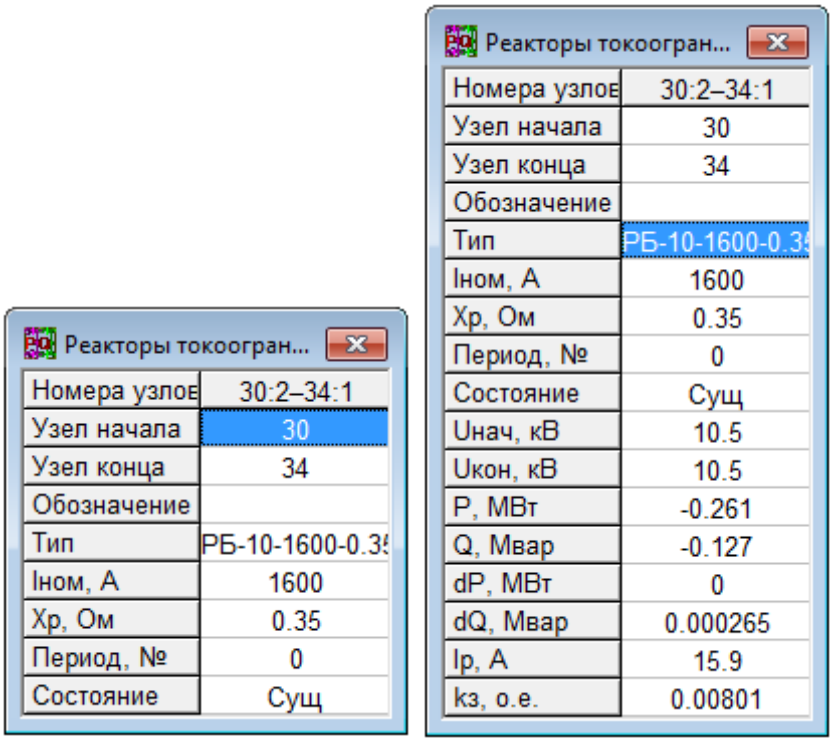


Рис. 84 Таблицы объекта «Реакторы токоограничивающие»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

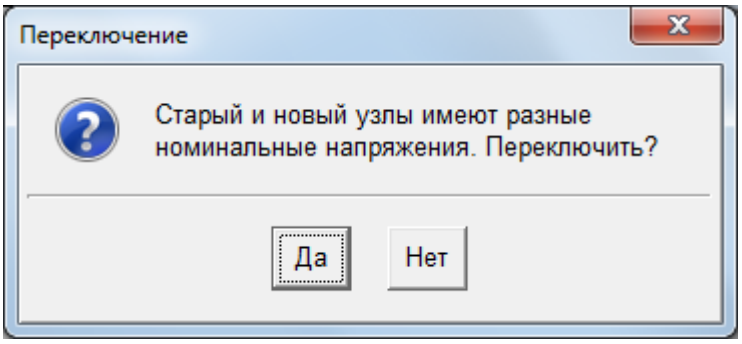
Номера узлов – номера узлов расчетной схемы, к которым подключен реактор. Это поле в данной таблице не редактируется и соответствует номерам узлов начала и конца ветви, моделирующей данный объект.

Узел начала – наименование узла начала ветви реактора. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения этого реактора. При добав-

лении нового реактора после выбора из списка узла начала автоматически создается новый узел конца, напряжение которого равно напряжению узла начала.

Узел конца – наименование узла конца ветви реактора. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы соответствующий узел.

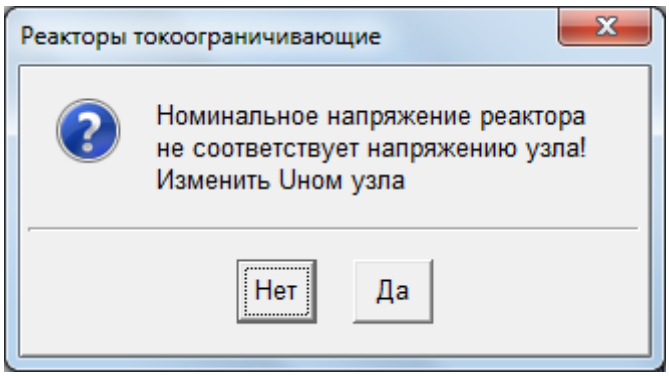
Если при переопределении узла начала или конца объекта напряжение этого узла отличается от напряжения ранее определенного, то выводится сообщение вида



В этом случае следует отменить переопределение узла подключения реактора или, при необходимости, изменить номинальное напряжение в узле.

Обозначение – символьное обозначение токоограничивающего реактора (не обязательный параметр).

Тип – тип токоограничивающего реактора, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы токоограничивающих реакторов БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение узла подключения выбранного реактора не соответствует его номинальному напряжению, то выдается сообщение вида



с помощью которого можно или изменить напряжение узла в соответствии с номинальным напряжением реактора, или оставить его без изменения.

Iном – номинальный ток токоограничивающего реактора (А). Определяется по паспортным данным при выборе реактора из таблицы БДС. При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица реакторов БДС для определения всех паспортных данных объекта.

Xр – паспортное значение индуктивного сопротивления реактора (Ом). При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица реакторов БДС для определения всех паспортных данных объекта.

Таблица Рис. 84б служит как для просмотра результатов расчета УР в реакторах, так и для выбора паспортных данных из соответствующей справочной таблицы БДС. Поля, отличающиеся от полей таблицы Рис. 84а, содержат следующие параметры.

Uнач – расчетное напряжение в узле начала реактора (кВ).

Uкон – расчетное напряжение в узле конца реактора (кВ).

P – расчетная активная мощность в начале ветви реактора (кВт или МВт). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел начала из узла конца, а если отрицательное, то вытекает из узла начала к узлу конца ветви реактора.

Q – расчетная реактивная мощность в начале ветви реактора (квар или Мвар). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел начала из узла конца, а если отрицательное, то вытекает из узла начала к узлу конца ветви реактора.

dP – значение расчетных потерь активной мощности в токоограничивающем реакторе (кВт или МВт).

dQ – значение расчетных потерь реактивной мощности в реакторе (квар или Мвар).

Ipac – модуль расчетного тока в реакторе (А).

kз – значение коэффициента загрузки реактора, определяемое как отношение расчетного тока к номинальному току.

5.3.9. Реакторы сдвоенные

Сдвоенный токоограничивающий реактор в расчетной схеме представляется тремя ветвями в виде трехлучевой звезды с продольными сопротивлениями. Номинальное напряжение в узлах подключения реактора должны быть одного класса. Расчетные параметры такой ветви определяются на основе каталожных данных сдвоенных реакторов, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 85а (в режиме «Исходные данные»), а результаты расчета УР отображаются в таблице вида Рис. 85б в режиме «Результаты расчета УР».

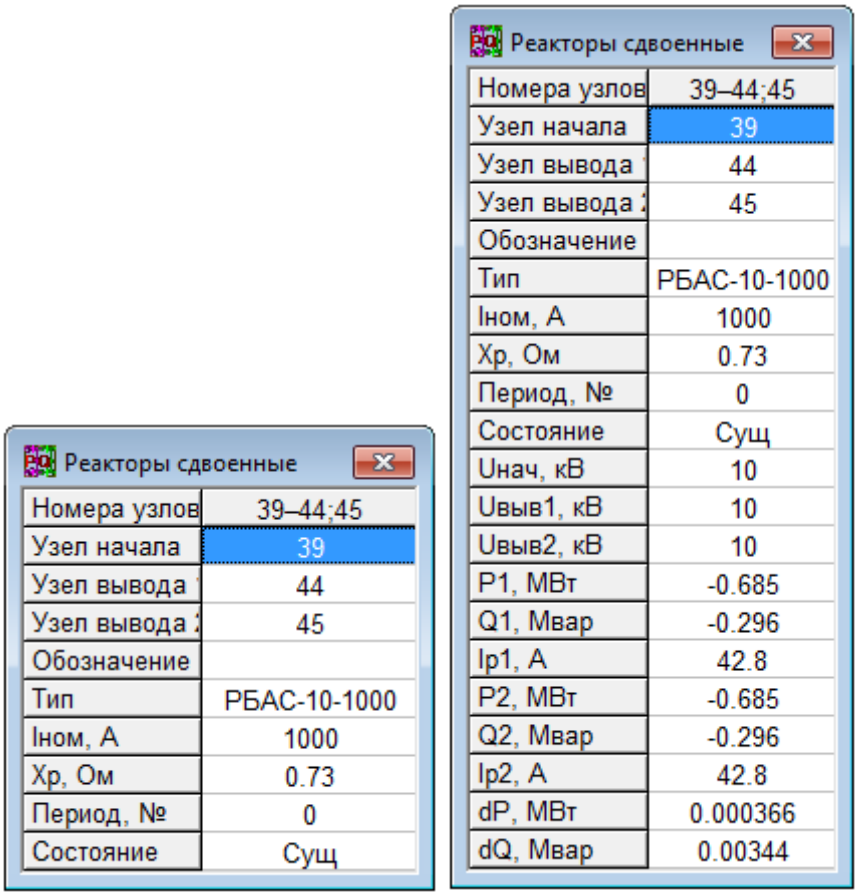


Рис. 85 Таблицы объекта «Реакторы сдвоенные»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

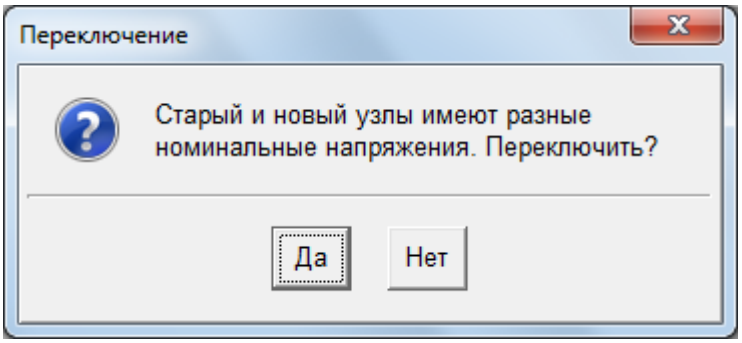
Номера узлов – номера узлов расчетной схемы, к которым подключен реактор. Номер узла – центра звезды здесь не выводится. Это поле в данной таблице не редактируется.

Узел начала – наименование узла начала общей ветви (входа) сдвоенного реактора. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения этого реактора. При добавлении нового реактора после выбора из списка узла начала автоматически создаются новые ветви и узлы, напряжение в которых равно напряжению узла начала.

Узел вывода1 – наименование узла подключения первого вывода реактора. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы соответствующий узел.

Узел вывода2 – наименование узла подключения второго вывода реактора. Аналогично предыдущему, данное поле позволяет выбрать из списка введенных ранее узлов расчетной схемы соответствующий узел.

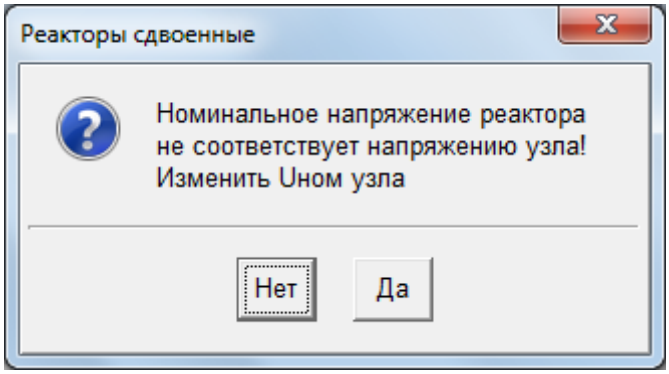
Если при переопределении узлов подключения выводов сдвоенного реактора напряжение новых узлов отличается от напряжения узла начала ветви реактора, то выводится сообщение вида



В этом случае следует отменить переопределение соответствующего узла подключения реактора или, при необходимости, изменить там номинальное напряжение с последующим выбором соответствующего типа реактора.

Обозначение – символьное обозначение сдвоенного реактора (не обязательный параметр).

Тип – тип сдвоенного реактора, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы сдвоенных реакторов БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение в узлах подключения выбранного реактора не соответствует его номинальному напряжению, то выдается сообщение вида



с помощью которого можно или изменить напряжение узлов подключения в соответствии с номинальным напряжением реактора, или оставить их без изменения с последующим выбором соответствующего типа реактора.

Iном – номинальный ток реактора (А). Определяется по паспортным данным при выборе реактора из таблицы БДС. При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица сдвоенных реакторов БДС для определения всех паспортных данных объекта.

Xр – паспортное значение индуктивного сопротивления реактора (Ом). При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица сдвоенных реакторов БДС для определения всех паспортных данных сдвоенного реактора.

Таблица Рис. 85б служит как для просмотра результатов расчета УР в реакторах, так и для выбора паспортных данных из соответствующей справочной таблицы БДС. Поля, отличающиеся от полей таблицы Рис. 85а, содержат следующие параметры.

Uнач – расчетное напряжение в узле начала сдвоенного реактора (кВ).

Uвыв1 – расчетное напряжение в узле подключения первого вывода сдвоенного реактора (кВ).

Uвыв2 – расчетное напряжение в узле подключения второго вывода сдвоенного реактора (кВ).

P1 – расчетная активная мощность в начале первой ветви реактора (кВт или МВт) (за начало принят узел центра звезды схемы замещения сдвоенного реактора). Если значение этой мощности положительное, то мощность протекает от узла подключения вывода первой обмотки реактора к узлу – центру звезды схемы замещения, а если отрицательное, то вытекает из узла – центра звезды к узлу подключения вывода первой обмотки реактора.

Q1 – расчетная реактивная мощность в начале первой ветви сдвоенного реактора (квар или Мвар). Если значение этой мощности положительное, то мощность протекает от узла подключения вывода первой обмотки реактора к узлу – центру звезды схемы замещения, а если отрицательное, то вытекает из узла – центра звезды к узлу подключения вывода первой обмотки реактора.

Ip1 – модуль расчетного тока в первой ветви сдвоенного реакторе (А).

P2 – расчетная активная мощность в начале второй ветви сдвоенного реактора (кВт или МВт). Если значение этой мощности положительное, то мощность протекает от узла подключения вывода второй обмотки реактора к узлу – центру звезды схемы замещения, а если отрицательное, то вытекает из узла – центра звезды к узлу подключения вывода второй обмотки реактора.

Q2 – расчетная реактивная мощность в начале второй ветви сдвоенного реактора (квар или Мвар). Если значение этой мощности положительное, то мощность протекает от узла подключения вывода второй обмотки реактора к узлу – центру звезды схемы замещения, а если отрицательное, то вытекает из узла – центра звезды к узлу подключения вывода второй обмотки реактора.

Ip2 – модуль расчетного тока в второй ветви сдвоенного реакторе (А).

dP – значение расчетных потерь активной мощности в сдвоенном реакторе (кВт или МВт).

dQ – значение расчетных потерь реактивной мощности в сдвоенном реакторе (квар или Мвар).

Ip – модуль расчетного тока, втекающего в сдвоенный реактор (А).

kз – значение коэффициента загрузки реактора, определяемое как отношение расчетного тока к номинальному току.

5.3.10. Реакторы шунтирующие

Шунтирующий реактор в расчетной схеме представляется ветвью на землю с активным и реактивным продольными сопротивлениями (ветвь вида «Шунт» с одним узлом подключения). Расчетные параметры такой ветви определяются на ос-

нове каталожных данных шунтирующих реакторов, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 86а (в режиме «Исходные данные») или Рис. 86б (в режиме «Результаты расчета УР»). В таблице вида Рис. 86б, кроме того, отображаются результаты расчета УР.

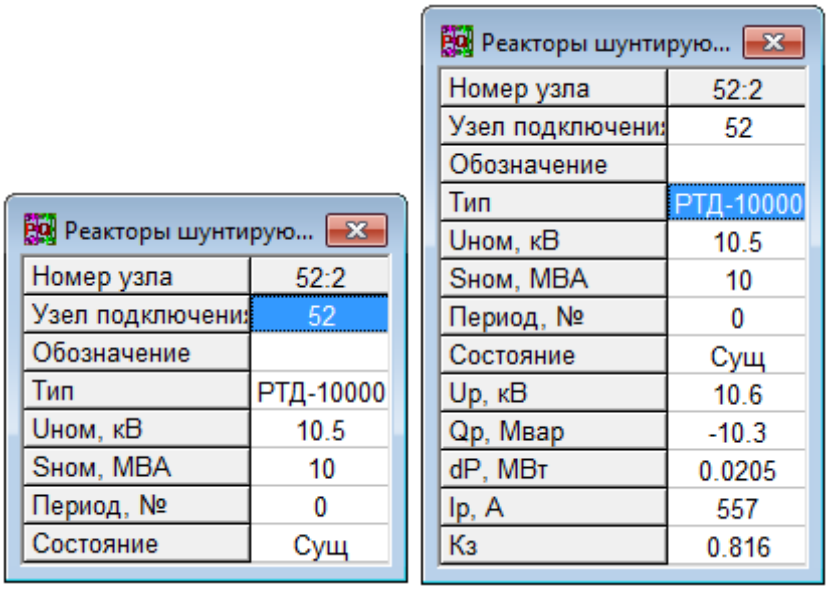
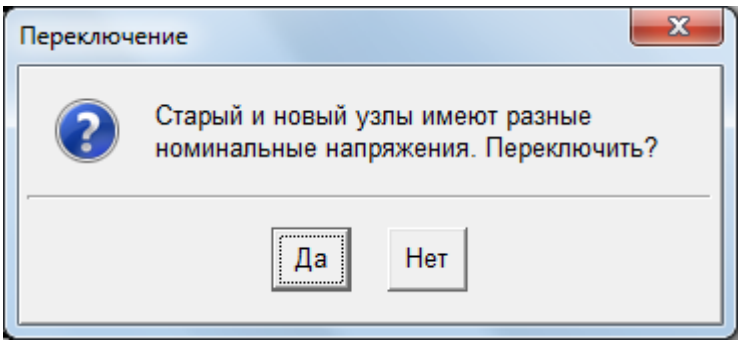


Рис. 86 Таблицы объекта «Реакторы шунтирующие»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

Номер узла – номер узла расчетной схемы, к которому подключен реактор. Это поле в данной таблице не редактируется.

Узел подключения – наименование узла подключения шунтирующего реактора. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения этого реактора. Если при переопределении узла подключения шунтирующего реактора напряжение нового узла отличается от напряжения старого узла, то выводится сообщение вида

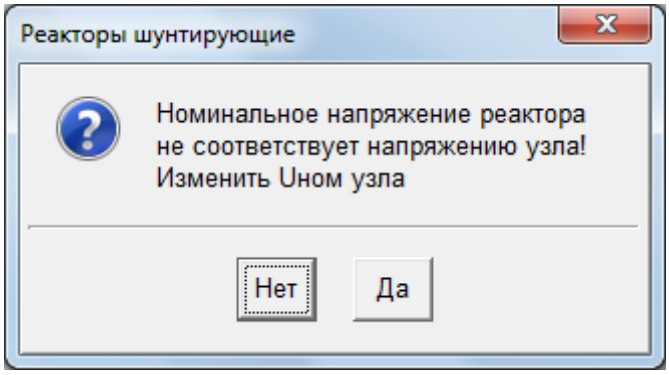


В этом случае следует отменить переопределение узла подключения реактора или, при необходимости, изменить номинальное напряжение нового узла с последующим выбором соответствующего типа реактора.

Обозначение – символьное обозначение реактора (не обязательный параметр).

Тип – тип шунтирующего реактора, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы шунтирующих реакторов БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если из БДС выбирается однофазный реактор, то расчетные параметры ветви на землю рассчитываются с учетом включения реакторов на все три фазы.

Если напряжение узла подключения выбранного реактора не соответствует его номинальному напряжению, то выдается сообщение вида



с помощью которого можно или изменить напряжение узла в соответствии с номинальным напряжением реактора, или оставить его без изменения с последующим выбором соответствующего типа реактора.

Sном – номинальная мощность реактора (кВА или МВА). Определяется по паспортным данным при выборе реактора из таблицы БДС. При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица шунтирующих реакторов БДС для определения его паспортных данных.

Таблица Рис. 86б служит как для просмотра результатов расчета УР в реакторах, так и для выбора паспортных данных из соответствующей справочной таблицы БДС. Поля, отличающиеся от полей таблицы Рис. 86а, содержат следующие параметры.

Up – расчетное напряжение в узле подключения реактора (кВ).

Qp – расчетная реактивная мощность, протекающая в реакторе на землю (квар или Мвар). Так как мощность протекает от узла подключения на землю, то ее значение отрицательное.

Ip – модуль расчетного тока в реакторе (А).

kз – значение коэффициента загрузки реактора, определяемое как отношение расчетного тока к его номинальному току.

5.3.11. Батареи конденсаторов

Батареи статических конденсаторов (БСК) в расчетной схеме представляется ветвью на землю с активным и реактивным (емкостным) продольными сопротивлениями (ветвь вида «Шунт» с одним узлом подключения). Расчетные параметры такой ветви определяются на основе каталожных данных БСК, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 87а (в режиме «Исходные данные») или Рис. 87б (в режиме «Результаты расчета УР»). В таблице вида Рис. 87б, кроме того, отображаются результаты расчета УР.

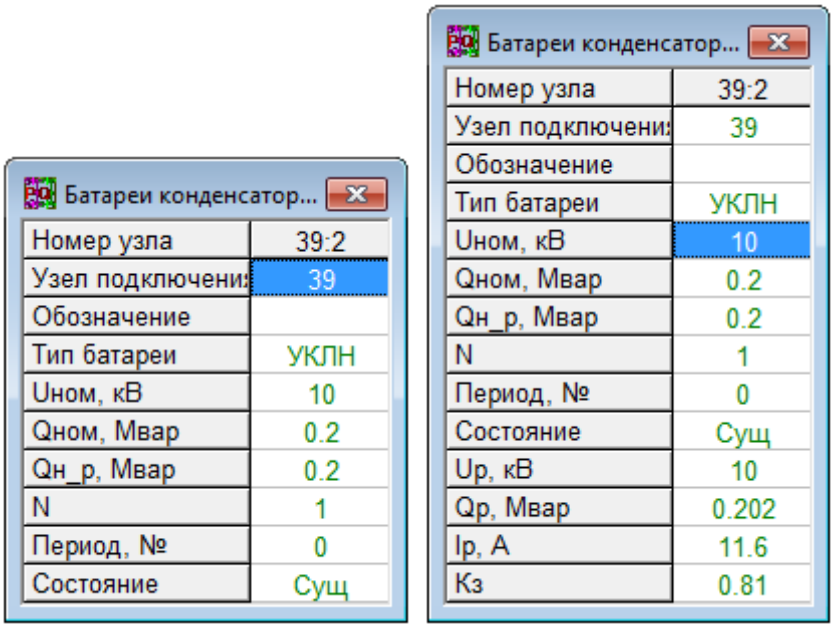
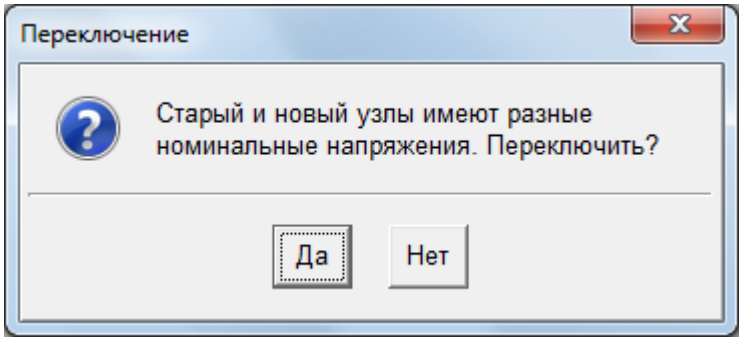


Рис. 87 Таблицы объекта «Батареи конденсаторов»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

Номер узла – номер узла расчетной схемы, к которому подключена БСК. Это поле в данной таблице не редактируется.

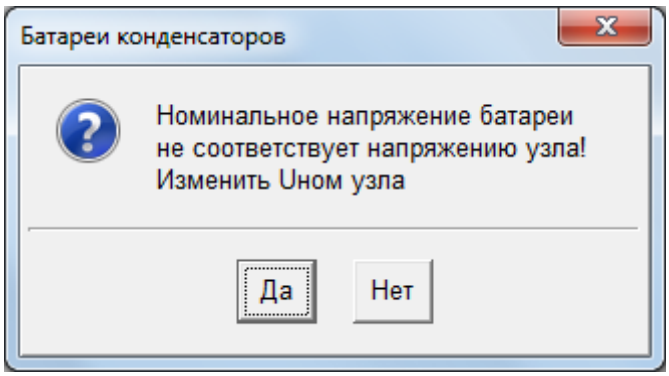
Узел подключения – наименование узла подключения батареи конденсаторов. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения этого объекта. Если при переопределении узла подключения БСК напряжение нового узла отличается от напряжения старого узла, то выводится сообщение вида



В этом случае следует отменить переопределение узла подключения БСК или, при необходимости, изменить номинальное напряжение нового узла с последующим выбором соответствующего типа батареи.

Обозначение – символьное обозначение батареи конденсаторов (не обязательный параметр).

Тип – тип БСК, соответствующий паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы батарей конденсаторов БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение узла подключения выбранной батареи не соответствует ее номинальному напряжению, то выдается сообщение вида



с помощью которого можно или изменить напряжение узла в соответствии с номинальным напряжением батареи, или оставить его без изменения с последующим выбором соответствующего типа батареи.

Qном – номинальная реактивная мощность БСК (квар или Мвар). Определяется по паспортным данным при выборе батареи из таблицы БДС. При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица батарей конденсаторов БДС для определения паспортных данных.

Qн_р – номинальная реактивная расчетная мощность, которая зависит от количества элементов **N**, и вычисляется как Qн_р=Qном/Nст*N, Мвар.

Таблица Рис. 87б служит как для просмотра результатов расчета УР в БСК, так и для выбора паспортных данных из соответствующей справочной таблицы БДС. Поля, отличающиеся от полей таблицы Рис. 87а, содержат следующие параметры.

Up – расчетное напряжение в узле подключения батареи конденсаторов (кВ).

Qp – расчетная реактивная мощность, протекающая в батарее конденсаторов (квар или Мвар) при расчетном напряжении. Так как реактивная мощность протекает к узлу подключения БСК, то ее значение положительное.

Ip – модуль расчетного тока в батарее конденсаторов (А).

kз – значение коэффициента загрузки БСК, определяемое как отношение расчетного тока к номинальному току.

5.3.12. Генераторы

Синхронный генератор в расчетной схеме представляется ветвью – источником ЭДС (с одним узлом подключения). При выполнении расчета установившегося режима эта ветвь не учитывается, а режимные параметры генератора учитываются в узле расчетной схемы, к которому он подключается. Расчетные параметры генератора определяются на основе каталожных данных, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 88а (в режиме «Исходные данные») или Рис. 88б (в режиме «Результаты расчета УР»). Результаты расчета УР отображаются в таблице вида Рис. 88б.

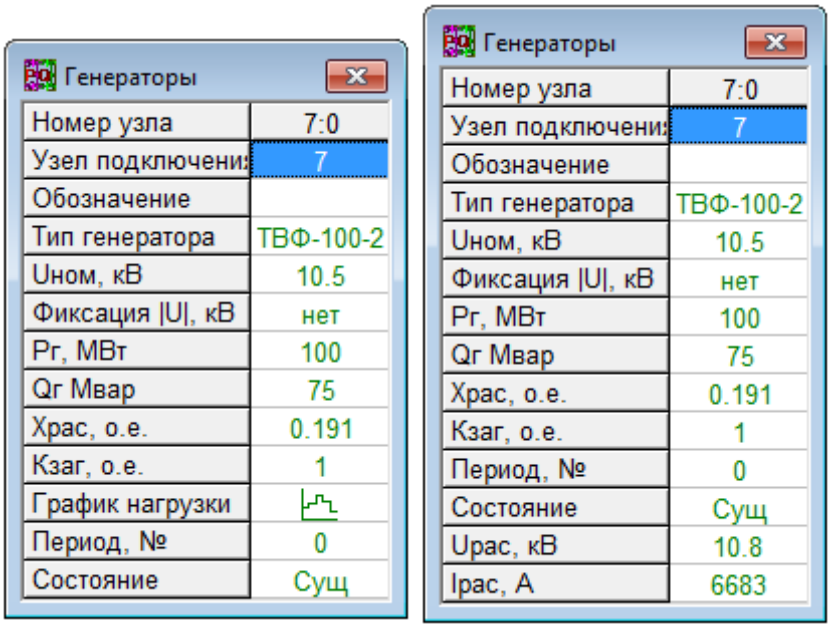


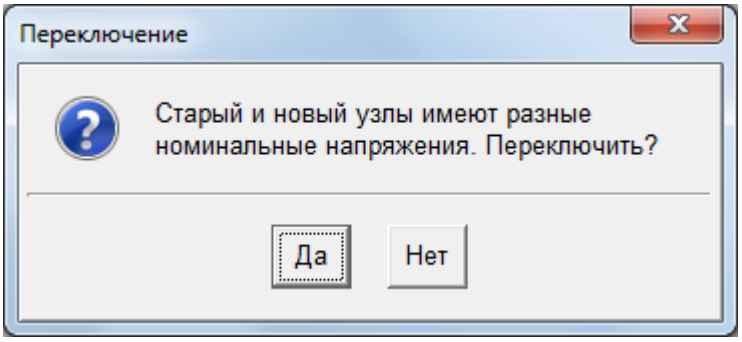
Рис. 88 Таблицы объекта «Генератор»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

Номер узла – номер узла расчетной схемы, к которому подключен генератор. Это поле в данной таблице не редактируется.

Узел подключения – наименование узла подключения генератора. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения генератора.

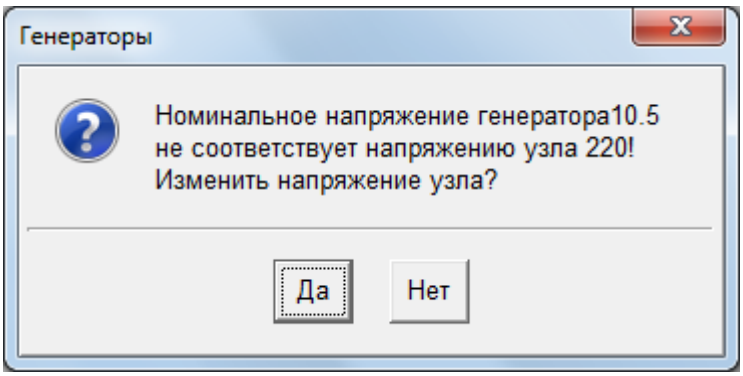
Если при переопределении узла подключения генератора напряжение нового узла отличается от напряжения старого узла, то выводится сообщение вида



В этом случае следует отменить переопределение узла или, при необходимости, изменить номинальное напряжение нового узла с последующим выбором соответствующего типа генератора.

Обозначение – символьное обозначение генератора (не обязательный параметр).

Тип – тип генератора, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы синхронных генераторов БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение узла подключения выбранного генератора не соответствует его номинальному напряжению, то выдается сообщение вида



с помощью которого можно или изменить напряжение узла в соответствии с номинальным напряжением генератора, или оставить его без изменения с последующим выбором соответствующего типа генератора.

Uном – номинальное напряжение генератора (кВ). При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной справочная таблица генераторов для определения паспортных данных.

Фиксация |U| – значение напряжения на шинах генератора, которое будет поддерживаться за счет регулирования возбуждения. В таблице узлов Рис. 59 для записи, соответствующей узлу подключения генератора, значение поля «|U|» будет определяться напряжением, заданным в этом поле. Если задано нулевое значение, то фиксации модуля напряжения нет.

Pг – активная мощность генератора (кВт или МВт). Определяется по паспортным данным при выборе генератора из таблицы БДС, но может быть изменена в соответствии с режимом работы генератора (при этом изменится значение поля «kз»). В таблице узлов Рис. 59 для записи, соответствующей узлу подключения генератора, значение поля «Pг» будет определяться активной мощностью, заданной в этом поле.

Qг – реактивная мощность генератора (квар или Мвар). Определяется по паспортным данным при выборе генератора из таблицы БДС, но может быть изменена в соответствии с режимом работы генератора. В таблице узлов Рис. 59 для записи, соответствующей узлу подключения генератора, значение поля «Qг» будет определяться реактивной мощностью, заданной в этом поле.

Xрас – реактивное сопротивление генератора (о.е.), за которым определяется ЭДС схемы замещения. Определяется по сверхпереходному сопротивлению паспортных данных при выборе генератора из таблицы БДС, но может быть отредактировано.

kз – заданное значение коэффициента загрузки генератора, определяемое как отношение активной мощности к номинальной паспортной мощности, заданной в таблице БДС. Можно изменять данный параметр, при этом будут изменяться значения полей «Pг» и «Qг» (значение реактивной мощности будет изменяться в соответствии с коэффициентом мощности, который был до изменения значения kз).

Таблица Рис. 88б служит как для просмотра результатов расчета УР генератора, так и для выбора и редактирования паспортных данных из соответствующей справочной таблицы БДС. Поля, отличающиеся от полей таблицы Рис. 88а, содержат следующие параметры.

Uрас – расчетное напряжение в узле подключения генератора (кВ).

Iрас – модуль расчетного тока генератора (А).

Необходимо учитывать, что при изменении параметров генератора автоматически изменяются соответствующие данные в узле его подключения (активная и реактивная мощности, заданный модуль напряжения).

5.3.13. Синхронные компенсаторы

Как объект по своим свойствам синхронные компенсаторы повторяют синхронные генераторы. Только они не могут генерировать активную мощность. Они потребляют мощность, которая списывается на потери.

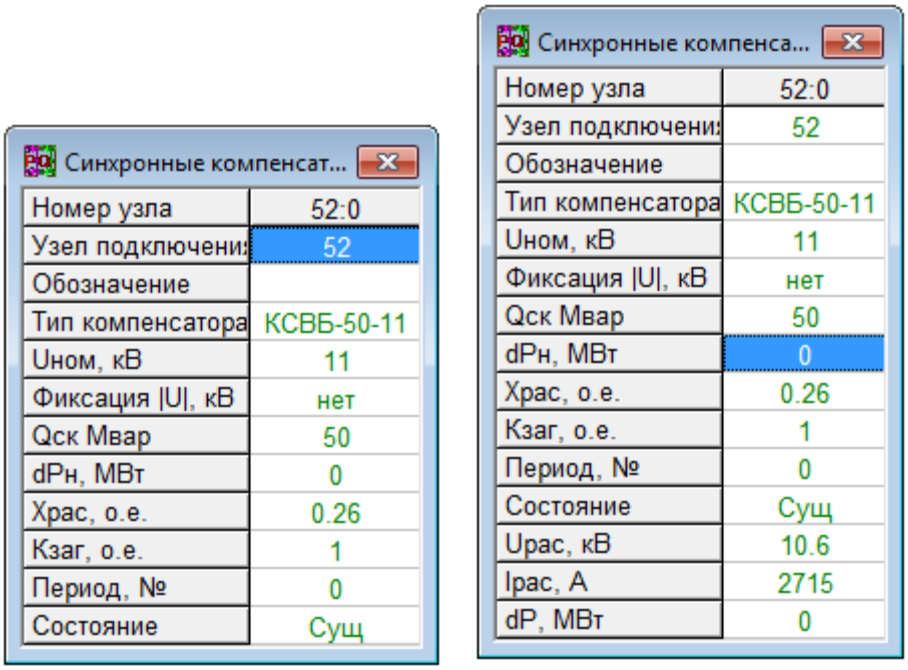


Рис. 89 Информация о синхронном компенсаторе

Синхронный компенсатор в расчетной схеме представляется ветвью – источником ЭДС (с одним узлом подключения). При выполнении расчета установившегося режима эта ветвь не учитывается, а режимные параметры синхронного компенсатора учитываются в узле расчетной схемы, к которому он подключается. Расчетные параметры компенсатора определяются на основе каталожных данных, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 89. Состав параметров повторяет состав параметров для синхронного генератора, но только отсутствует Рген., так как синхронный компенсатор не генерирует мощность и потребляет, относительно небольшую мощностью.

5.3.14. Синхронные двигатели

Синхронный двигатель в расчетной схеме представляется ветвью – источником ЭДС (с одним узлом подключения). При выполнении расчета установившегося режима эта ветвь не учитывается, а режимные параметры синхронного двигателя учитываются в узле расчетной схемы, к которому он подключается. Расчетные параметры двигателя определяются на основе каталожных данных, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 90а (в режиме «Исходные данные») или Рис. 90б (в режиме «Результаты расчета УР»). Результаты расчета УР отображаются в таблице вида Рис. 90б.

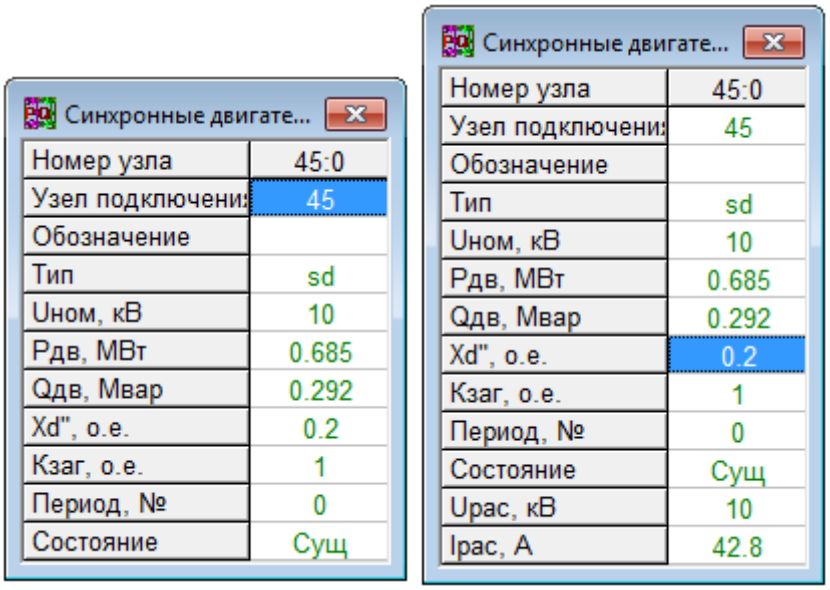


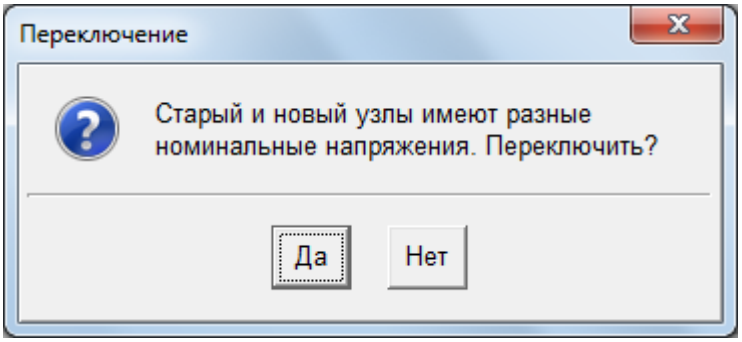
Рис. 90 Таблицы объекта «Синхронные двигатели»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

Номер узла – номер узла расчетной схемы, к которому подключен синхронный двигатель. Это поле в данной таблице не редактируется.

Узел подключения – наименование узла подключения синхронного двигателя. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения двигателя.

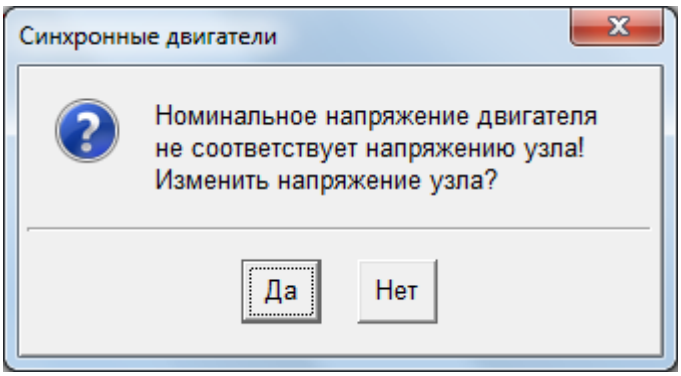
Если при переопределении узла подключения двигателя напряжение нового узла отличается от напряжения старого узла, то выводится сообщение вида



В этом случае следует отменить переопределение узла или, при необходимости, изменить номинальное напряжение нового узла с последующим выбором соответствующего типа синхронного двигателя.

Обозначение – символьное обозначение синхронного двигателя (не обязательный параметр).

Тип – тип синхронного двигателя, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы синхронных двигателей БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение узла подключения выбранного синхронного двигателя не соответствует его номинальному напряжению, то выдается сообщение вида:



с помощью которого можно или изменить напряжение узла в соответствии с номинальным напряжением двигателя, или оставить его без изменения с последующим выбором соответствующего типа синхронного двигателя.

Uном – номинальное напряжение синхронного двигателя (кВ). При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица синхронных двигателей БДС для определения паспортных данных.

Рдв – активная мощность синхронного двигателя (кВт или МВт), потребляемая из сети. Определяется по паспортным данным при его выборе из таблицы БДС, но может быть изменена в соответствии с режимом работы двигателя, при этом изменится значение поля «kзаг».

Qдв – реактивная мощность синхронного двигателя (квар или Мвар), потребляемая из сети. Определяется по паспортным данным при выборе двигателя из таблицы БДС, но может быть изменена в соответствии с его режимом работы.

Xd – реактивное сопротивление синхронного двигателя (о.е.), за которым вычисляется ЭДС схемы замещения. Определяется по сверхпереходному сопротивлению паспортных данных при выборе синхронного двигателя из таблицы БДС, но может быть изменено в этой таблице.

kзаг – значение коэффициента загрузки синхронного двигателя, определяемое как отношение заданной активной мощности на валу двигателя к номинальной паспортной мощности, заданной в таблице БДС. Можно изменять данный параметр, при этом будут изменяться значения полей «Рдв» и «Qдв» (значение реактивной мощности будет изменяться в соответствии с коэффициентом мощности, который был до изменения значения kзаг).

Таблица Рис. 90б служит как для просмотра результатов расчета УР синхронного двигателя, так и для выбора и редактирования паспортных данных из соответствующей справочной таблицы БДС. Поля, отличающиеся от полей таблицы Рис. 90а, содержат следующие параметры.

Uрас – расчетное напряжение в узле подключения синхронного двигателя (кВ).

Iрас – модуль расчетного тока синхронного двигателя (А).

Необходимо учитывать, что при изменении параметров синхронного двигателя автоматически изменяются активная и реактивная мощности нагрузки в узле его подключения.

5.3.15. Асинхронные двигатели

Асинхронный двигатель в расчетной схеме представляется ветвью – источником ЭДС (с одним узлом подключения). При выполнении расчета установившегося режима эта ветвь не учитывается, а режимные параметры асинхронного двигателя учитываются в узле расчетной схемы, к которому он подключается. Расчетные параметры двигателя определяются на основе каталожных данных, которые вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 91а (в режиме «Исходные

данные») или Рис. 91б (в режиме «Результаты расчета УР»). Результаты расчета УР отображаются в таблице вида Рис. 91б.

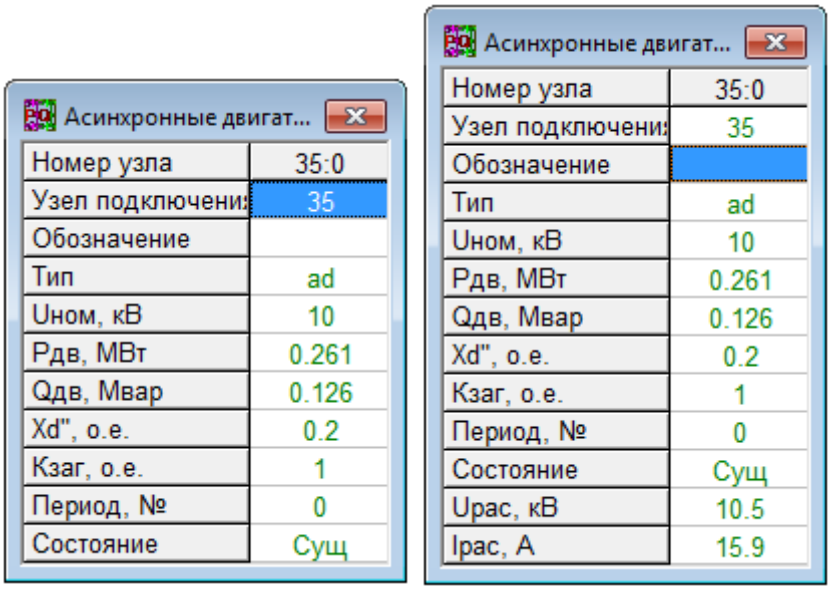
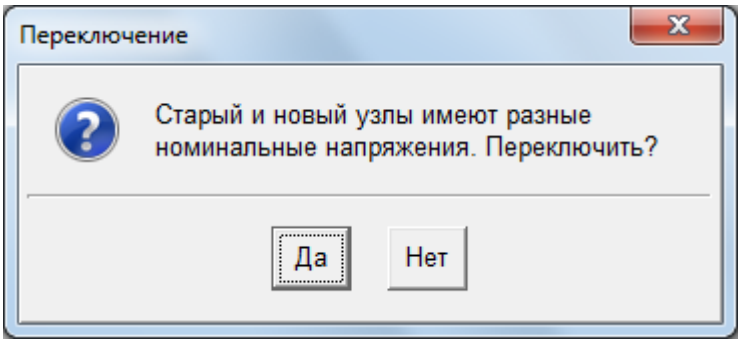


Рис. 91 Таблицы объекта «Асинхронные двигатели»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

Номер узла – номер узла расчетной схемы, к которому подключен асинхронный двигатель. Это поле в данной таблице не редактируется.

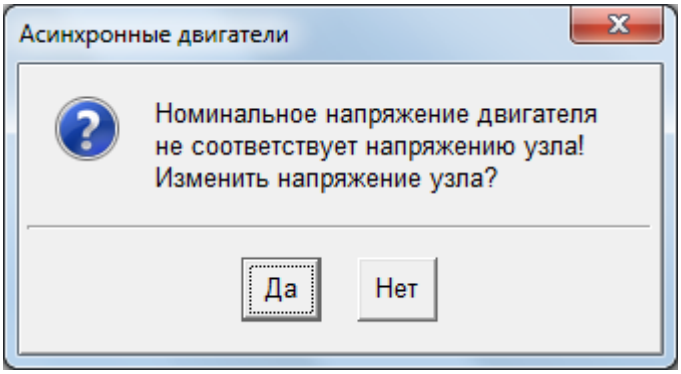
Узел подключения – наименование узла подключения асинхронного двигателя. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения двигателя. Если при переопределении узла подключения двигателя напряжение нового узла отличается от напряжения старого узла, то выводится сообщение вида



В этом случае следует отменить переопределение узла или, при необходимости, изменить номинальное напряжение нового узла с последующим выбором соответствующего типа асинхронного двигателя.

Обозначение – символьное обозначение асинхронного двигателя (не обязательный параметр).

Тип – тип асинхронного двигателя, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы асинхронных двигателей БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры объекта в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение узла подключения выбранного асинхронного двигателя не соответствует его номинальному напряжению, то выдается сообщение вида



с помощью которого можно или изменить напряжение узла в соответствии с номинальным напряжением двигателя, или оставить его без изменения с последующим выбором соответствующего типа двигателя из БДС.

Uном – номинальное напряжение асинхронного двигателя (кВ). При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица асинхронных двигателей БДС для определения паспортных данных.

Рдв – активная мощность асинхронного двигателя (кВт или МВт), потребляемая из сети. Определяется по паспортным данным при его выборе из таблицы БДС, но может быть изменена в соответствии с режимом работы двигателя, при этом изменится значение поля «kзаг».

Qдв – реактивная мощность асинхронного двигателя (квар или Мвар). Определяется по паспортным данным при выборе из таблицы БДС, но может быть изменена, в соответствии с режимом работы двигателя.

Xd – реактивное сопротивление асинхронного двигателя (о.е.), за которым вычисляется ЭДС схемы замещения. Соответствует сверхпереходному сопротивлению асинхронного двигателя, определяемому по паспортным данным таблицы БДС. Может быть изменено в этой поле.

kзаг – значение коэффициента загрузки асинхронного двигателя, определяемое как отношение заданной активной мощности на валу двигателя к номинальной паспортной активной мощности, заданной в таблице БДС. Можно изменять данный параметр, при этом будут изменяться значения полей «Рдв» и «Qдв» (значение реактивной мощности будет изменяться в соответствии с коэффициентом мощности, который был до изменения значения этого поля).

Таблица Рис. 91б служит как для просмотра результатов расчета УР в асинхронном двигателе, так и для выбора и редактирования паспортных данных из соответствующей справочной таблицы БДС. Поля, отличающиеся от полей таблицы Рис. 91а, содержат следующие параметры.

Uрас – расчетное напряжение в узле подключения асинхронного двигателя (кВ).

Iрас – модуль расчетного тока асинхронного двигателя (А).

Необходимо учитывать, что при изменении параметров асинхронного двигателя автоматически изменяются активная и реактивная мощности нагрузки в узле его подключения.

5.3.16. Системы

Объекты вида система предназначены для определения в расчетной модели электрической сети балансирующих узлов. При выполнении расчета установившегося режима в таких узлах поддерживаются неизменные по величине и фазе заданные напряжения, и на них списывается весь небаланс активной и реактивной мощности в сети (при не учете изменения частоты). А при расчетах токов короткого замыкания объект система позволяет учесть сопротивление примыкаю-

щей к балансирующему узлу системы, которая не входит в расчетную схему. Для объектов этого вида нет соответствующей информации в БДС.

Кроме того, при моделировании сложной многоуровневой сети с помощью подсхем, представляемых объектами вида подсистемы, через объекты системы в схему более высокого уровня передаются результаты расчета установившегося режима в подсхемах.

Система в расчетной схеме представляется ветвью – источником ЭДС с одним узлом подключения. Узел подключения системы принимается при расчете УР в качестве балансирующего, а параметры ветви: ЭДС, равная заданному напряжению, и продольное сопротивление – учитываются только при расчете токов КЗ. Исходные данные об объекте система вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 92а (в режиме «Исходные данные») или Рис. 92б (в режиме «Результаты расчета УР»). Результаты расчета УР отображаются в таблице вида Рис. 92б. Следует отметить, что в расчетной модели электрической сети обязательно должен быть введен хотя бы один объект вида системы.

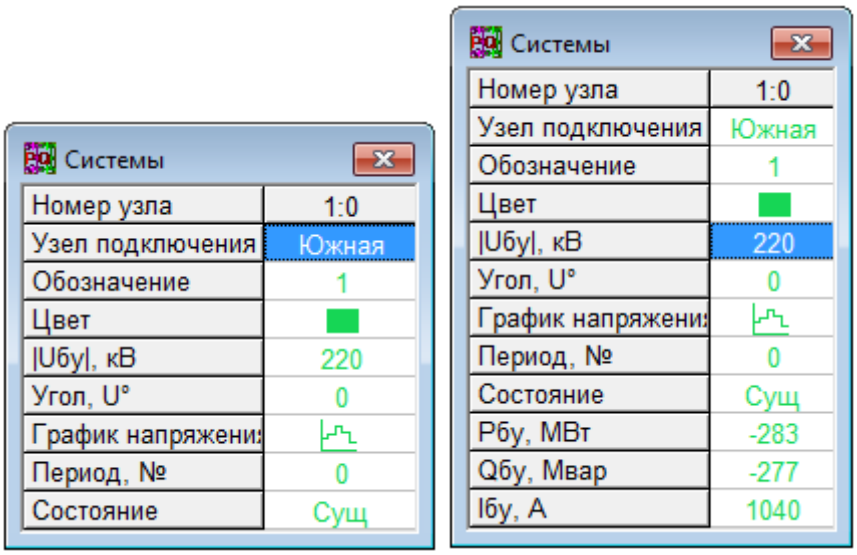
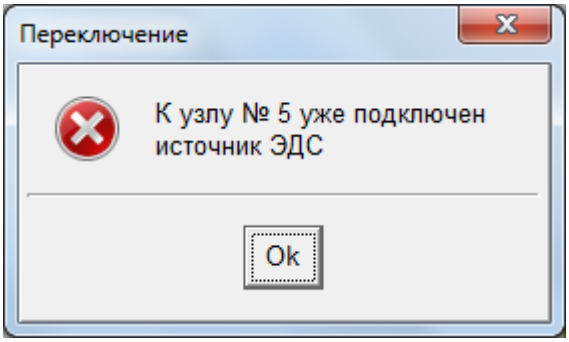


Рис. 92 Таблицы объекта «Системы»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

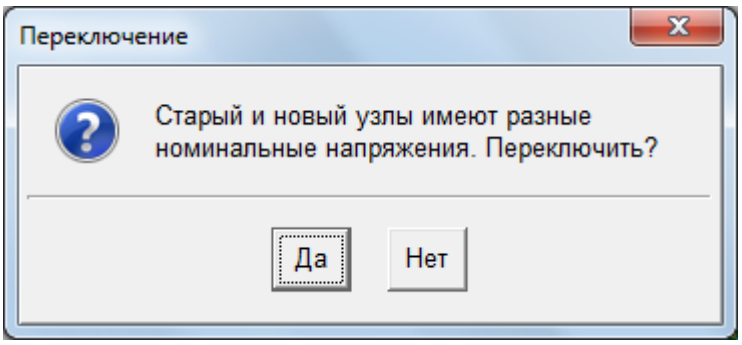
Номер узла – номер узла расчетной схемы, к которому подключена система. Это поле в данной таблице не редактируется.

Узел подключения – наименование узла подключения системы. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения системы. К узлу может быть подключен только один объект система. При подключении к узлу второго объекта вида система на экран выводится сообщение



и операция подключения игнорируется (предлагается показать на схеме подключенную ранее систему).

Если при переопределении узла подключения системы напряжение нового узла отличается от напряжения старого узла, то выводится сообщение вида



В этом случае следует отменить переопределение узла или, при необходимости, изменить номинальное напряжение нового узла подключения системы.

Обозначение – символьное обозначение системы (не обязательный параметр).

Цвет – цвет, которым расцвечивается информация на схеме и в таблицах, при выборе способа расцветки по связи с балансирующими узлами. В таблицах вида Рис. 92 информация всегда выводится цветом, указанным в данном поле. При выборе поля «Цвет» на экран выводится стандартное диалоговое окно Рис. 55 с таблицей определения цвета.

|Uбу| – значение модуля напряжения в узле (кВ), к которому подключена система (балансирующий узел) и которое принимается неизменным при выполнении расчета установившегося режима. При расчете токов КЗ ЭДС системы принимается равной этому напряжению. Значение данного поля может быть изменено также с помощью таблицы вида Рис. 61 «Балансирующие узлы» (пункт «Узлы» главного меню программного комплекса»).

Угол U – значение фазы вектора напряжения в узле (эл. градусы), к которому подключена система (балансирующий узел). Относительно вектора этого напряжения определяются расчетные напряжения во всех остальных узлах, кроме балансирующих. Значение этого поля может быть изменено также с помощью таблицы вида Рис. 61 «Балансирующие узлы» (пункт «Узлы» главного меню программного комплекса»).

Рбу – расчетная активная мощность (кВт или МВт), протекающая от системы к балансирующему узлу (положительные значения) или от балансирующего узла к системе (отрицательные значения). Это значение соответствует небалансу активной мощности в рассматриваемой электрической сети, который при расчете УР списывается на балансирующий узел.

Qбу – расчетная реактивная мощность (квар или Мвар), протекающая от системы к балансирующему узлу (положительные значения) или от балансирующего узла к системе (отрицательные значения). Это значение соответствует небалансу реактивной мощности в рассматриваемой электрической сети, который при расчете УР списывается на балансирующий узел.

Iбу – модуль расчетного тока (А), соответствующий активной и реактивной мощности.

Если рассматриваемая расчетная модель является подсхемой электрической сети более высокого иерархического уровня, в которой она представляется объектом вида подсистема, то значения активной и реактивной мощности системы (Рбу и Qбу) могут быть переданы в расчетную модель сети более высокого уровня и учтены там нагрузкой в узле подключения соответствующего объекта вида подсистема. При этом необходимо, чтобы узлы подключения объектов «система» и «подсистема» в этих расчетных моделях имели одинаковое наименование (номера узлов могут быть различными).

5.3.17. Подсистемы

С помощью объектов вида подсистема моделируются подсхемы более низкого уровня сложной многоуровневой электрической сети (Рис. 1). В расчетной модели рассматриваемой сети такие подсхемы учитываются активной и реактивной нагрузкой (положительной или отрицательной) в узлах подключения объектов подсистем. Через объект подсистема можно перейти к расчету режима в подсхеме нижнего уровня, если имеется соответствующая ей БДМ. При этом узел подключения объекта подсистема будет балансирующим в расчетной модели подсхемы. К нему автоматически подключается объект «система» (если такого объекта там не было) с напряжением, определенным в результате расчета УР в текущей расчетной модели. Необходимо, чтобы общие узлы в разных расчетных моделях имели одинаковое наименование.

Подсистема в расчетной схеме представляется ветвью – нагрузкой с одним узлом подключения. Параметры такой ветви в расчетах не учитываются, а нагрузка в виде активной и реактивной мощности учитывается в узле подключения подсистемы. Для объектов подсистемы нет соответствующей информации в БДС.

Исходные данные об объекте подсистема вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 93 в режиме «Исходные данные», а в режиме «Результаты расчета УР» эта таблица доступна только для просмотра результатов расчета.

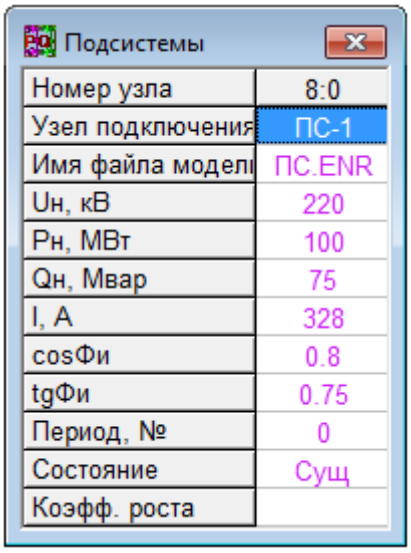
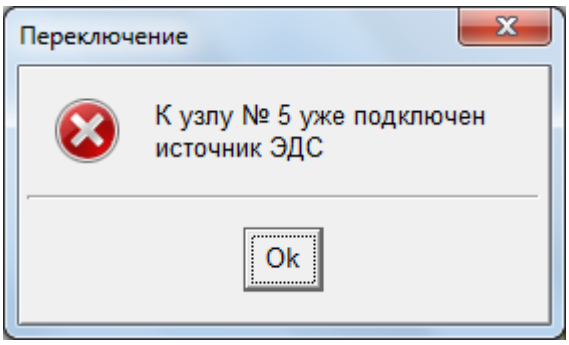


Рис. 93 Таблица объекта «Подсистемы»

Поля этой таблицы содержат следующую информацию.

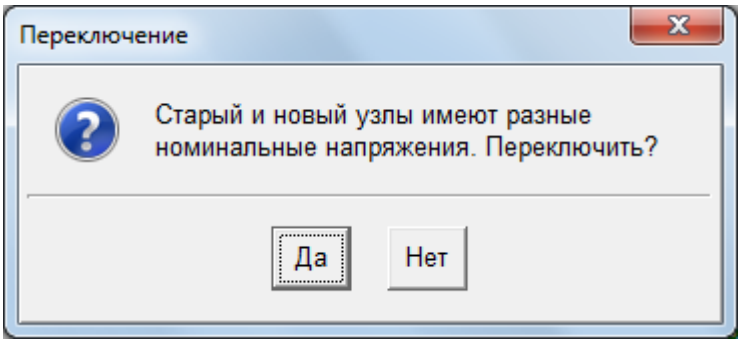
Номер узла – номер узла расчетной схемы, к которому подключен объект подсистема. Это поле в данной таблице не редактируется.

Узел подключения – наименование узла подключения подсистемы. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения подсистемы. К узлу может быть подключен только один объект подсистема. При подключении к узлу второго объекта этого вида на экран выводится сообщение



и операция подключения игнорируется (предлагается показать на схеме подключенный ранее объект подсистему).

Если при переопределении узла подключения подсистемы напряжение нового узла отличается от напряжения старого узла, то на экран выводится сообщение вида



В этом случае следует отменить переопределение узла или, при необходимости, изменить номинальное напряжение нового узла подключения подсистемы.

Имя файла модели – имя файла с расчетной моделью подсхемы низшего уровня. Имя файла может содержать расширение «.ENR». Если расширение отсутствует, то оно будет добавлено к имени файла автоматически. Необходимо учитывать, что файлы с моделями подсхем разного уровня, связанные объектами вида подсистемы, должны находиться в одной общей папке (каталоге).

Uн – номинальное напряжение в узле (кВ), к которому подключена подсистема. Значение данного поля всегда полностью соответствует аналогичному полю таблицы узлов в режиме «Исходные данные» (Рис. 58а).

Рн – активная мощность нагрузки подсистемы (кВт или МВт). Положительные значения этого поля соответствуют направлению мощности от узла в подсистему, а отрицательные – от подсистемы к узлу. При расчете режима эта мощность учитывается в узле подключения. При изменении данного поля изменяются соответствующим образом значения полей «I», «cosФи» и «tgФи» таблицы Рис. 93.

Qн – реактивная мощность нагрузки подсистемы (квар или Мвар). Положительные значения этого поля соответствуют направлению мощности от узла в подсистему, а отрицательные – от подсистемы к узлу. При расчете режима эта мощность учитывается в узле подключения. При изменении данного поля изменяются соответствующим образом значения полей «I», «cosФи» и «tgФи».

I – модуль тока, соответствующий активной и реактивной мощности подсистемы (А). При его изменении изменяются значения полей «Рн» и «Qн» при заданном значении коэффициента мощности.

cosФи – значение коэффициента мощности, соответствующее значениям активной и реактивной мощности подсистемы. При его редактировании изменяются значения полей «Qн» и «I» при неизменной активной мощности.

tgФи – значение коэффициента мощности, соответствующее значениям активной и реактивной мощности подсистемы. При его редактировании изменяются значения полей «Qн» и «I» при неизменной активной мощности.

В БДМ хранятся значения активной и реактивной мощности подсистемы, а значения модуля тока и коэффициентов мощности вычисляются при выводе таблицы Рис. 93 на экран.

Значения активной и реактивной мощности подсистемы могут быть введены в рассматриваемой таблице или определены в результате расчета установившегося режима в расчетной модели соответствующей подсхемы.

Переход к загрузке расчетной модели подсхемы происходит при выборе команды «Открыть» контекстного меню или аналогичной команды позиции «Объекты» главного меню, которые становятся доступными при работе с таблицей подсистем Рис. 93. В этом случае предлагается сохранить на диске текущую модель, после чего загрузится расчетная модель из файла, заданного в поле «Имя файла модели». Если текущий объект подсистема в таблице Рис. 93 отключен или не задано имя файла модели, то выдается соответствующее сообщение и загрузка новой модели не происходит.

При успешной загрузке файла с моделью подсхемы выполняется расчет установившегося режима, в результате которого определяются мощности балансирующих узлов (или объектов вида системы) этой подсхемы. Возврат в текущую расчетную модель производится также по команде «Открыть», которая будет доступна в контекстном меню или в главном меню в позиции «Объекты» при работе с таблицей объектов вида системы. При этом имя файла текущей модели (подсхемы более высокого уровня) определяется автоматически. Расчетные мощности объектов вида «системы» модели низшего уровня передаются в соответствующие поля объектов вида подсистемы текущей модели.

Следует учитывать, что при изменении активной и реактивной мощности объекта подсистема соответственно будет изменяться и мощности нагрузки в узле ее подключения.

5.3.18. Трансформаторные подстанции (ТП и КТП)

ТП и КТП это объекты особого типа. Они моделируют сразу трансформатор и нагрузку за трансформатором. Объект ТП – ветвь лист. К схеме он подключается только обмоткой ВН трансформатора. ТП в расчете режима моделируется только нагрузкой, приложенной к узлу ВН и шунтом поперечной проводимости трансформатора. Напряжение НН рассчитывается по особому алгоритму. Сопротивление продольной ветви схемы замещения используется для расчета нагрузочных потерь и падения напряжения, но оно не участвует в матрице собственных и взаимных проводимостей, Величина активной и реактивной мощности нагрузки может определяться по номинальной мощности трансформатора и заданным значениям его коэффициента загрузки и коэффициента мощности. Нагрузка может быть задана и непосредственно значениями активной и реактивной мощности или тока и коэффициента мощности.

Объекты этого вида предназначены для расчетов разомкнутых распределительных сетей 6 – 10 кВ для распределения мощности головных участков пропорционально коэффициентам загрузки трансформаторов, что позволяет задать приближенные значения нагрузки в узлах, необходимые для расчета УР. В полном расчете сложнозамкнутой сети они также учитываются правильно.

Исходные данные об объекте ТП вводятся и редактируются в таблице вида

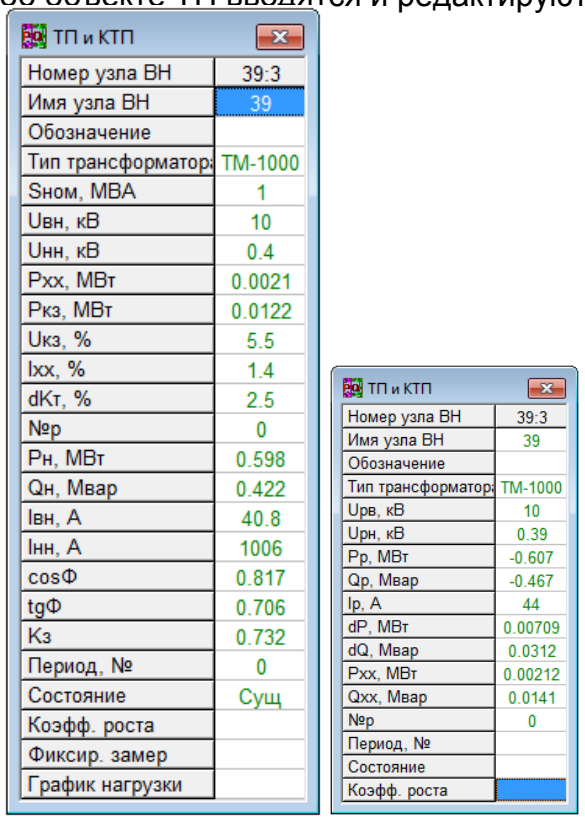


Рис. 94а в режиме «Исходные данные», а результаты расчета УР отображаются в таблице вида

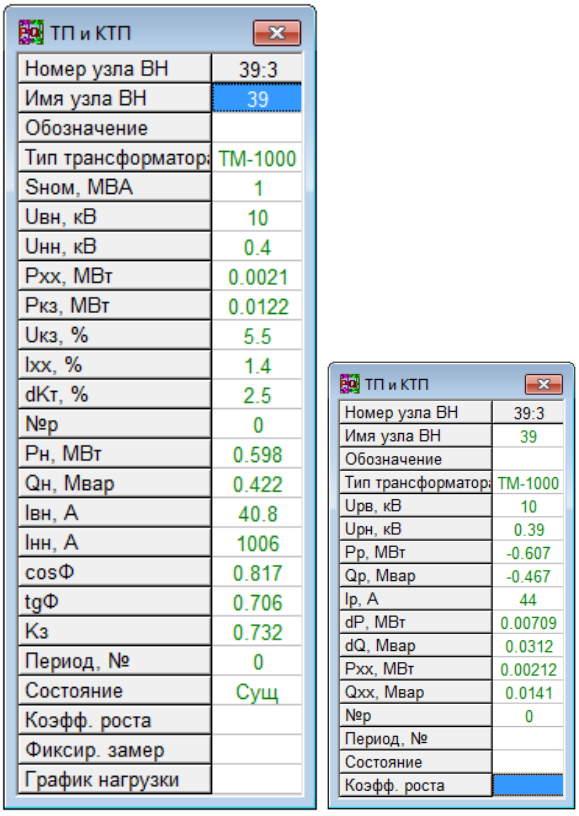


Рис. 94б.

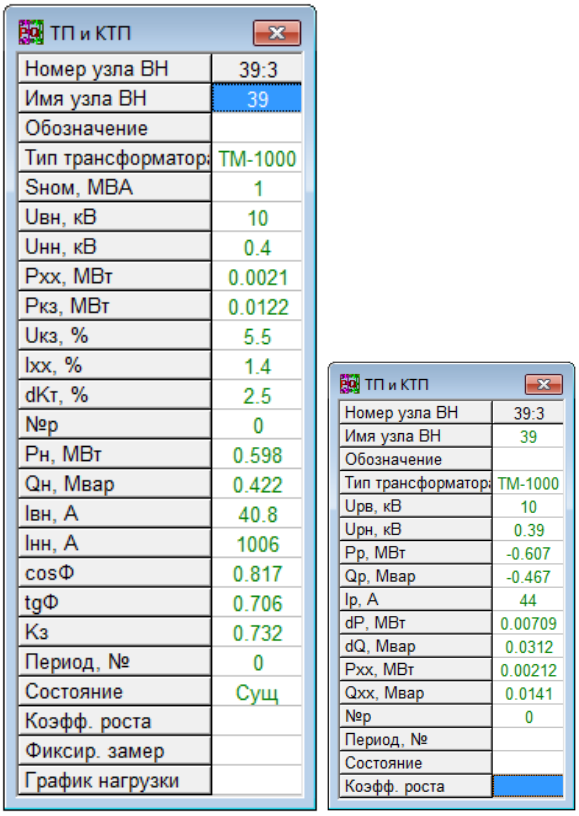


Рис. 94 Таблицы объекта «ТП и КТП»

Поля этих таблиц содержат следующую информацию.

Узел ВН – наименование узла начала ветви двухобмоточного трансформатора ТП, т.е. узла, к которому подключается обмотка высшего напряжения. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения обмотки высшего напряжения.

Поля «Узел ВН» и «Узел НН» позволяют вводить в расчетную схему объекты ТП и КТП в табличном виде без использования графического редактора, при этом в модель уже должен быть введен хотя бы один узел для подключения обмотки высшего напряжения. При добавлении нового объекта автоматически создается соответствующая ветвь расчетной схемы и добавляется новый узел конца ветви (обмотки низшего напряжения).

Если при переопределении узла ВН или НН объекта напряжение этого узла отличается от напряжения ранее определенного узла, то выводится сообщение вида рис. 95

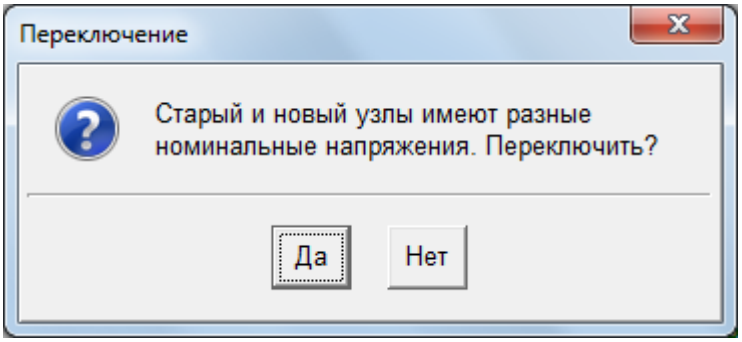


Рис. 95

В этом случае следует отменить переопределение узла подключения ТП или, при необходимости, изменить номинальное напряжение в новом узле.

Обозначение – символьное обозначение ТП (не обязательный параметр).

Тип – тип двухобмоточного трансформатора ТП, соответствующий его паспортным данным. Выбирается из справочной таблицы двухобмоточных трансформаторов БДС, которая выводится на экран при выборе данного поля. Одновременно с этим полем определяются и другие параметры двухобмоточного трансформатора в соответствии с паспортными данными, заданными в справочной таблице. Если напряжение узла начала ветви двухобмоточного трансформатора не соответствует номинальному напряжению высшей обмотки, то выдается сообщение вида

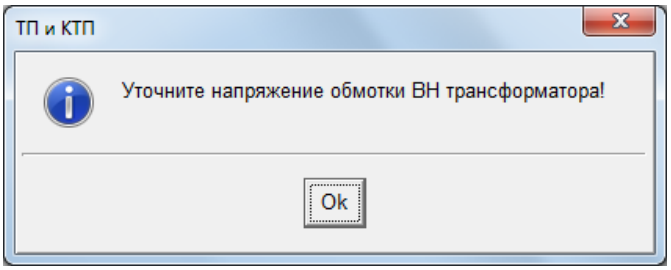


Рис. 96

Напряжение обмотки ВН трансформатора может быть изменено в соответствующем поле таблицы

Sном – номинальная мощность трансформатора ТП (кВА или МВА). Определяется по паспортным данным при выборе трансформатора из таблицы БДС. При выборе данного поля, также как и при выборе поля «Тип», становится доступной таблица двухобмоточных трансформаторов БДС для определения всех паспортных данных двухобмоточного трансформатора ТП.

Uвн – номинальное напряжение высшей обмотки (кВ). Значение этого параметра может быть изменено по сравнению с паспортными данными трансформатора, приведенными в таблице БДС, так как паспортные данные трансформаторов с высшим напряжением 6 и 10 кВ обычно одинаковые.

Uнн – номинальное напряжение низшей обмотки (кВ). Значение этого параметра может быть изменено по сравнению с паспортными данными таблицы БДС. Обычно в справочниках или каталогах на трансформаторы для одного и того же типа приводятся несколько значений номинального напряжения низшей обмотки. Такой трансформатор может быть введен в справочную таблицу только один раз с одним значением Uнн. При выборе такого трансформатора в качестве объекта в сети с другим напряжением низшей обмотки необходимо изменить значение этого напряжения.

Pxx – потери активной мощности холостого хода трансформатора (кВт, МВт) при номинальном напряжении высшей обмотки. Значение этого поля можно изменить, если известно, что потери холостого хода трансформатора отличаются от данных, приведенных в таблице БДС.

Pкз – потери активной мощности при коротком замыкании обмоток низшего напряжения трансформатора (кВт, МВт). Значение этого поля может быть уточнено по сравнению с данными таблицы БДС.

Uкз – напряжение короткого замыкания трансформатора (%). Это поле может быть изменено по сравнению с данными таблицы БДС выбранного трансформатора.

Ixx – ток холостого хода трансформатора (%). Это поле также может быть изменено по сравнению с данными справочной таблицы.

DKт – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования (%). Это поле не редактируется, а определяется паспортными данными выбранного трансформатора.

№р – выбранный номер ступени регулирования коэффициента трансформации трансформатора, который может принимать как положительные, так и отри-

цательные значения. Номер ступени «0» соответствует номинальному коэффициенту трансформации. Если введенный номер превышает по модулю число ступеней регулирования коэффициента трансформации, заданное в паспортных данных БДС, то выводится сообщение вида рис

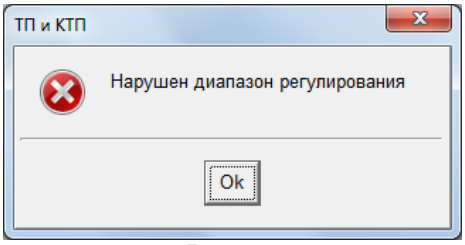


Рис. 97

и это поле принимает максимально возможное значение в соответствии с паспортными данными.

Рн – активная мощность нагрузки ТП (кВт или МВт), включенная в узле низшего напряжения. При изменении данного поля изменяются соответствующим образом значения полей «I», «cosФ», «tgФ» и «Кз» таблицы

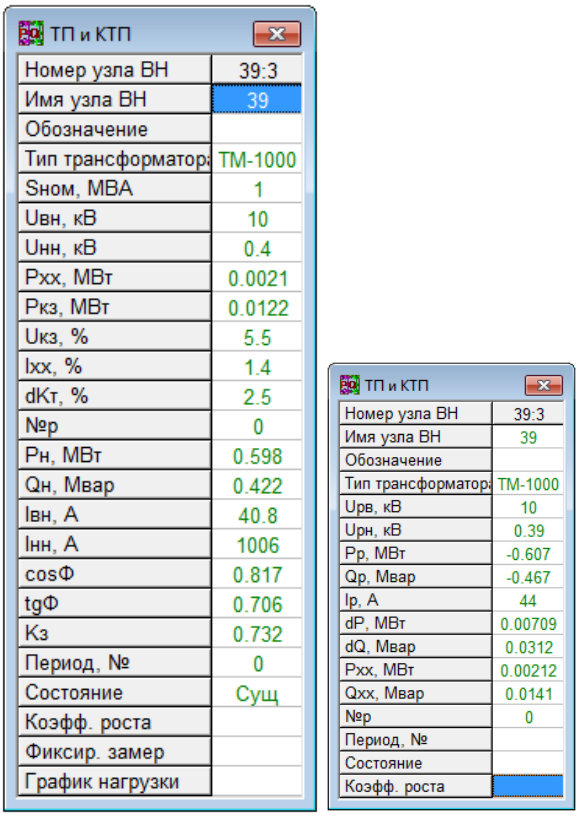


Рис. 94 Значение этого поля может изменяться при изменении коэффициента загрузки трансформатора или модуля тока.

Qн – реактивная мощность нагрузки ТП (квар или Мвар), включенная в узле низшего напряжения. При изменении данного поля изменяются соответствующим образом значения полей «I», «cosФ», «tgФ» и «Кз» таблицы

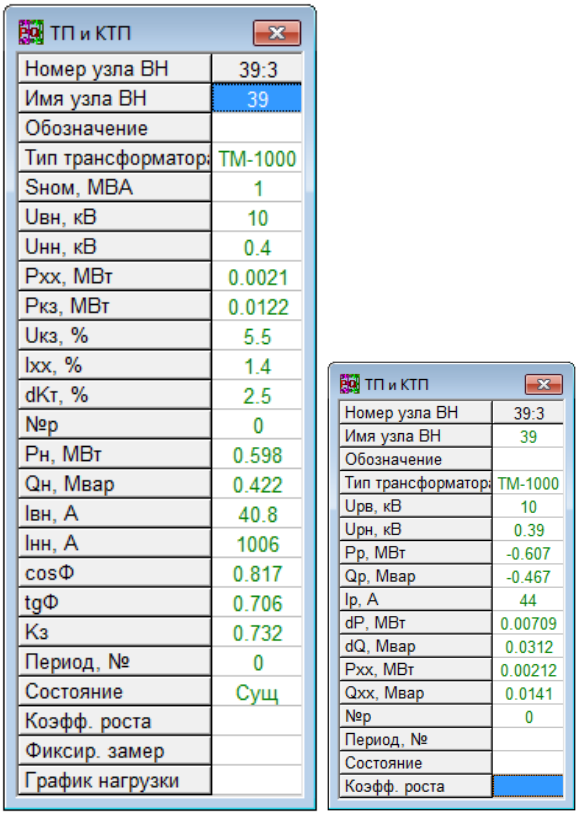


Рис. 94а. Значение этого поля может изменяться при изменении коэффициента загрузки трансформатора, модуля тока и коэффициента мощности.

I – модуль тока, соответствующий активной и реактивной мощности нагрузки ТП (А). При его изменении изменяются значения полей «Pн» и «Qн» при заданном значении коэффициента мощности и значение коэффициента загрузки трансформатора.

cosФ – значение коэффициента мощности, соответствующее значениям активной и реактивной мощности нагрузки ТП. При его редактировании изменяются значения полей «Qн» и «I» при неизменной активной мощности.

tgФ – значение коэффициента мощности, соответствующее значениям активной и реактивной мощности нагрузки ТП. При его редактировании изменяются значения полей «Qн» и «I» при неизменной активной мощности.

Кз – значение коэффициента загрузки трансформатора, определяемое отношением мощности нагрузки ТП к номинальной мощности трансформатора. При его редактировании изменяются значения полей «Pн», «Qн» и «I» при неизменном коэффициенте мощности.

График нагрузки – может быть задан для ТП. График нагрузки позволяет выполнить серию расчетов для каждой ступени графика или выполнить расчет режима для заданного часа суток.

В БДМ хранятся значения активной и реактивной мощности подсистемы, а значения коэффициента загрузки трансформатора, модуля тока и коэффициентов мощности вычисляются при выводе таблицы

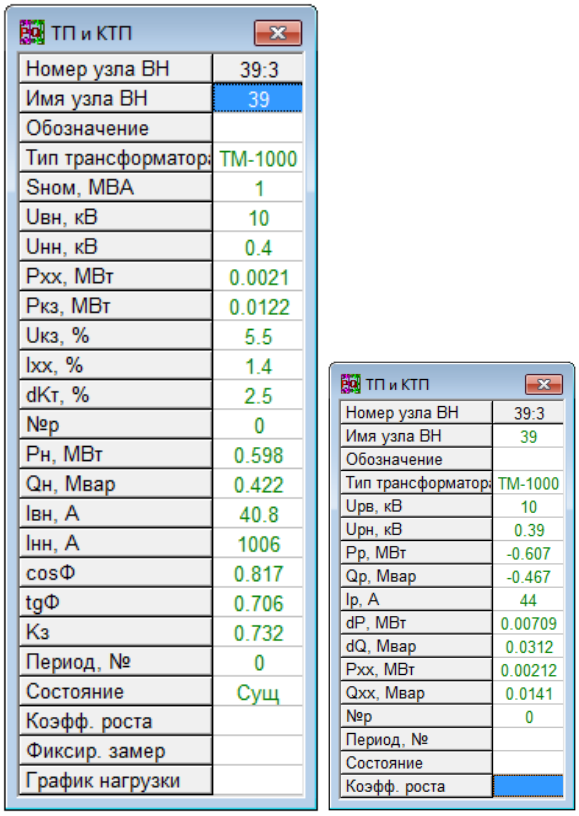


Рис. 94

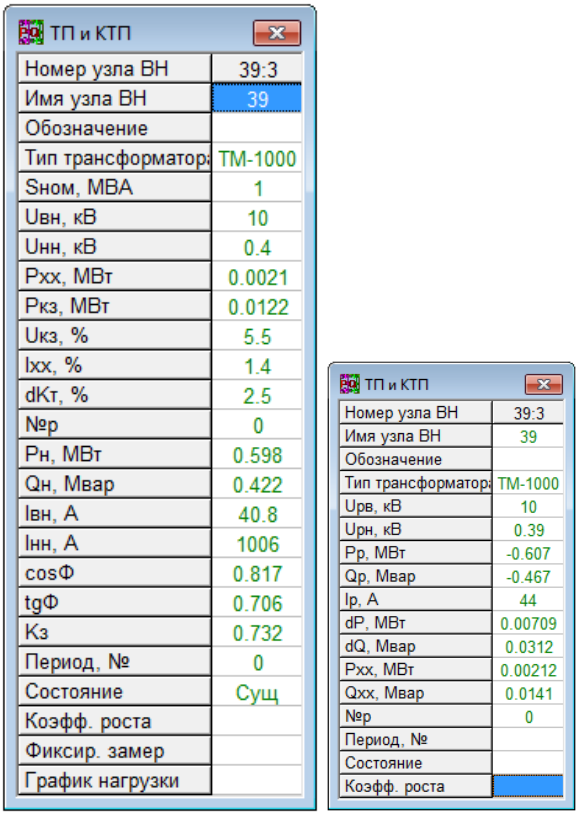


Рис. 94б служит только для просмотра результатов расчета УР в двухобмоточных трансформаторах ТП и позволяет изменять лишь поля «№р» с номером ступени регулирования коэффициента трансформации и «Кз» с коэффициентом загрузки трансформатора. Поля, отличающиеся от полей таблицы

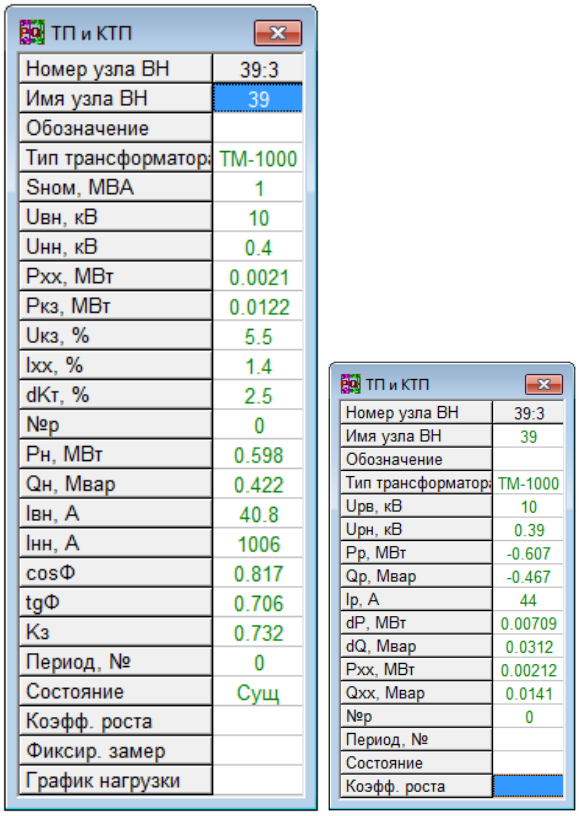


Рис. 94а, содержат следующие параметры.

Uрв – расчетное напряжение в узле подключения высшей обмотки трансформатора ТП (кВ).

Uрн – расчетное напряжение в узле подключения низшей обмотки трансформатора ТП (кВ).

P – расчетная активная мощность в начале высшей обмотки (кВт или МВт). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел подключения высшей обмотки из обмотки низшего напряжения, а если отрицательное, то вытекает из узла подключения высшей обмотки в обмотку низшего напряжения.

Q – расчетная реактивная мощность в начале высшей обмотки (квар или Мвар). Если значение этой мощности положительное, то мощность втекает в узел подключения высшей обмотки из обмотки низшего напряжения, а если отрицательное, то протекает от узла подключения высшей обмотки к узлу подключения обмотки низшего напряжения.

dP – значение расчетных потерь активной мощности в обмотках трансформатора (кВт или МВт) – переменные потери активной мощности трансформатора.

dQ – значение расчетных потерь реактивной мощности в обмотках трансформатора (квар или Мвар) – переменные потери реактивной мощности трансформатора.

Pxx – потери активной мощности холостого хода трансформатора (кВт, МВт) при расчетном напряжении высшей обмотки – постоянные потери активной мощности.

Qxx – потери реактивной мощности холостого хода трансформатора (квар, Мвар) при расчетном напряжении высшей обмотки – постоянные потери реактивной мощности.

Активная и реактивная мощности в начале обмотки высшего напряжения определяются без учета соответствующих потерь холостого хода трансформатора в соответствии с Г-образной схемой замещения.

При изменении паспортных данных двухобмоточного трансформатора в таблице вида

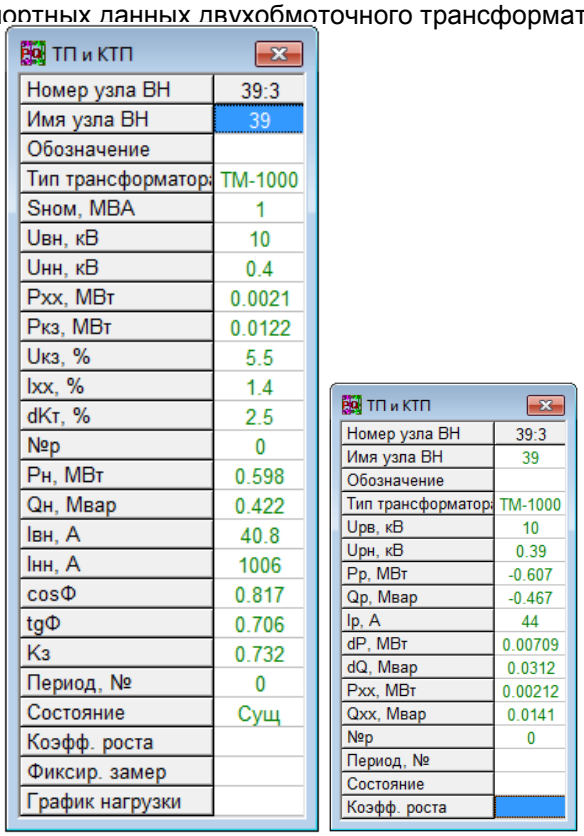


Рис. 94а соответствующие им параметры в справочной таблице остаются без изменения.

5.3.19. Нагрузки

Объект этого вида моделирует обобщенную нагрузку в виде постоянной активной и реактивной мощности. Для объекта нагрузки нет соответствующей информации в БДС. В расчетной схеме такой объект представляется ветвью – нагрузкой с одним узлом подключения. Параметры ветви в расчетах не учитываются, а нагрузка в виде активной и реактивной мощности учитывается в узле ее подключения.

Исходные данные об объекте нагрузка вводятся и редактируются в таблице вида Рис. 98 в режиме «Исходные данные». В режиме «Результаты расчета УР» таблица доступна только для просмотра.

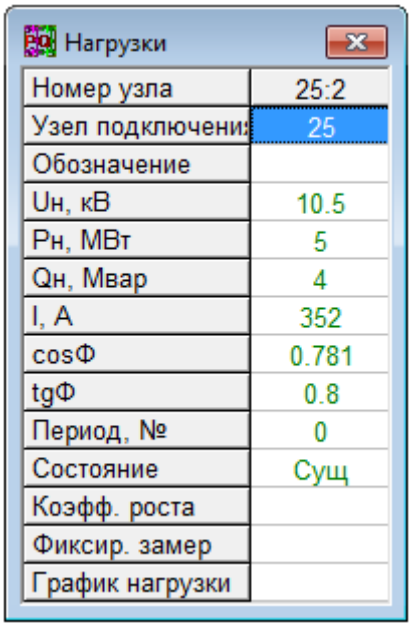


Рис. 98 Таблица объекта «Нагрузки»

Поля этой таблицы содержат следующую информацию.

Номер узла – номер узла расчетной схемы, к которому подключен объект нагрузка. Это поле в данной таблице не редактируется.

Узел подключения – наименование узла подключения объекта нагрузка. При выборе данного поля на экран выводится таблица со списком узлов расчетной схемы для определения или переопределения узла подключения нагрузки. Если при переопределении узла подключения нагрузки напряжение нового узла отличается от напряжения старого узла, то на экран выводится сообщение вида

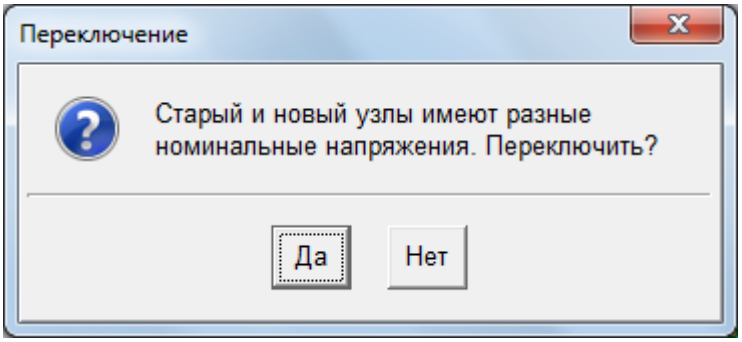


Рис. 99

В этом случае следует отменить переопределение узла или, при необходимости, изменить номинальное напряжение нового узла подключения нагрузки.

Обозначение – символьное обозначение объекта нагрузка (не обязательный параметр).

Uн – номинальное напряжение узла (кВ), к которому подключен объект нагрузка. Значение данного поля всегда полностью соответствует аналогичному полю таблицы узлов в режиме «Исходные данные» (Рис. 58а).

Pн – значение активной мощности нагрузки (кВт или МВт). Положительные значения этого поля соответствуют направлению мощности от узла в нагрузку, а отрицательные – от нагрузки к узлу. При расчете режима эта мощность учитывается в узле подключения. При изменении данного поля изменяются соответствующим образом значения полей «I», «cosФ» и «tgФ» таблицы Рис. 98.

Qн – значение реактивной мощности нагрузки (квар или Мвар). Положительные значения этого поля соответствуют направлению мощности от узла в нагрузку, а отрицательные – от нагрузки к узлу. При расчете режима эта мощность учитывается в узле подключения. При изменении данного поля изменяются соответствующим образом значения полей «I», «cosФ» и «tgФ».

I – модуль тока, соответствующий активной и реактивной мощности нагрузке (А). При его изменении изменяются значения полей «Pн» и «Qн» при заданном значении коэффициента мощности.

cosФ – значение коэффициента мощности, соответствующее значениям активной и реактивной мощности нагрузки. При его редактировании изменяются значения полей «Qн» и «I» при неизменной активной мощности.

tgФ – значение коэффициента мощности, соответствующее значениям активной и реактивной мощности нагрузки. При его редактировании изменяются значения полей «Qн» и «I» при неизменной активной мощности.

Период – номер периода по таблице периодов. Следует просто ввести цифру – номер периода.

Состояние – в программе предусмотрены однократные изменения состояний. Поле «Состояние» может принимать следующие значения.

«Существующий» - объект не изменяется во все рассматриваемые периоды.

«Новый» - до периода указанного в предыдущем поле – этот элемент рассматривается, как запланированный, но не подключенный. С начала указанного

периода этот объект вводится в строй и участвует в расчете. «Новый» имеет смыс, если период более чем нулевой. «Демонтированный» имеет смысл только, если период больше, чем нулевой.

«Демонтированный» - до периода, указанного в поле период – элемент рассматривается как существующий, но с наступлением периода – объект демонтирован и более не участвует в расчете.

«Замена»(в поставке нет но будет в ближайшее время) – до наступления периода объект имеет один тип устройства, а после наступления – другой - сообветсвенно изменяются параметры схемы замещения. Примеры ВЛ на существующих опорах сняли один провод и поставили другой. На ТП заменили трансформатор и т.п.

«Восстановление» - элемент рассматривается как существующий и не изменяется по периодам, но в документ выводится признак о необходимости восстановления элемента, например, в связи с окончанием его ресурса, не смотря на то что он по своим параметрам выполнять свои функции может и не требует замены

Коэфф.роста – таблица значений коэффициентов увеличения (уменьшения нагрузки по периодам. Коэффициенты вводятся только для первого, второго и более периода, для нулевого коэффициент роста предполагается равным 1. Коэффициенты роста могут быть заданы отдельно по активной и реактивной мощностям. (см. описание таблицы коэффициентов роста).

Для того, чтобы показать, что нет изменения нагрузки со временем, следует задать коэффициенты роста равными единицам.

В БДМ хранятся значения активной и реактивной мощности нагрузки, а значения модуля тока и коэффициентов мощности вычисляются при выводе таблицы Рис. 98 на экран. Для периодов, отличных от нулевого нагрузки пересчитываются с учетом коэффициентов роста.

При изменении активной и реактивной мощности объекта нагрузка соответственно будет изменяться и мощности нагрузки в узле его подключения.

5.3.20. Команды для работы с таблицами объектов

При работе с таблицей любого объекта в режиме «Исходные данные» доступно контекстное меню Рис. 100а, а в режиме «Результаты расчета УР» - контекстное меню Рис. 100б. Эти команды дублируют большинство команд позиции «Данные»/«Объекты» главного меню программного комплекса (Рис. 16). Наиболее часто используемые команды приведены также на панели инструментов в виде кнопок с соответствующими значками.

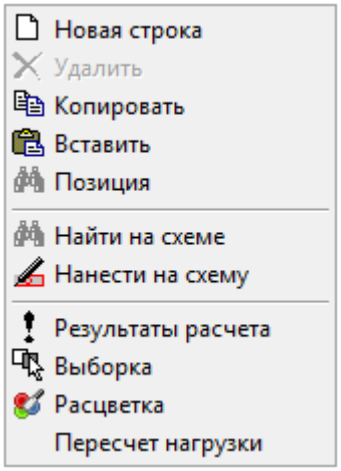


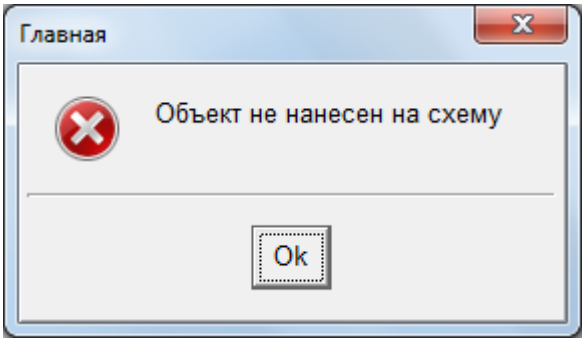
Рис. 100 Вид контекстного меню при работе с таблицами объектов

При выборе позиций контекстного меню выполняются следующие действия.

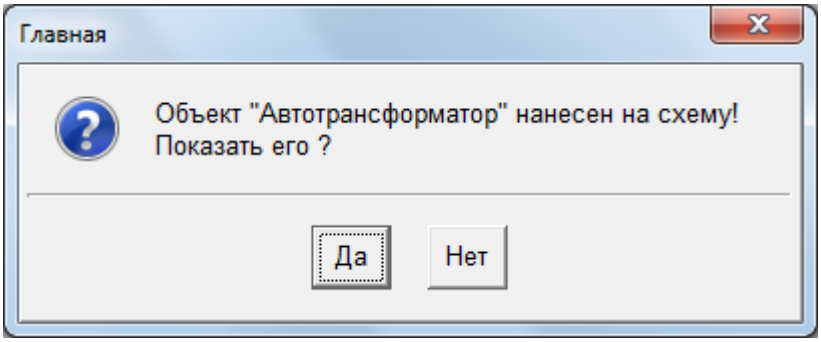
Новая строка (добавить объект) – текущей становится последняя строка таблицы объекта и на экран выводится таблица со списком узлов для выбора узла подключения ветви объекта.

Удалить – из расчетной модели без дополнительного запроса удаляется текущий объект, а также узлы и ветви, связанные с ним по схеме замещения.

Найти на схеме – на схеме выделяется объект, соответствующий текущей строке таблицы. В этом случае при необходимости производится сдвиг изображения схемы, чтобы участок с выделенным объектом попал на экран. Если объект по какой-либо причине отсутствует на схеме, то выдается сообщение вида



Нанести на схему – по этой команде, если текущий объект не изображен на схеме, то начинается его рисование в графическом редакторе. Если этот объект уже имеется в схеме, то на экран выводится диалоговое окно вида



с помощью которого можно найти текущий объект на схеме.

Результаты расчета УР – выполняется расчет установившегося режима и таблица объекта переходит в режим отображения режимных параметров.

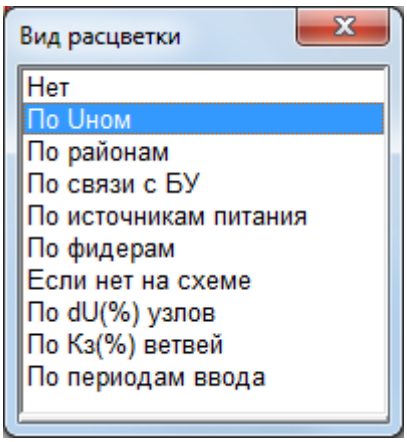
Исходные данные – таблица объекта отображает только исходные данные.

Сортировка – эта команда в данной версии программного комплекса пока не реализована

Выборка – по этой команде можно включить фильтр для выводимой в таблицах информации. Способ фильтрации выбирается из дополнительной таблицы вида Рис. 60. В этой таблице необходимо определить параметр и установить флаг для выбранного условия фильтрации.

Выбранный способ фильтрации информации будет действовать также в таблицах узлов и ветвей.

Расцветка – эта команда позволяет выбрать способ расцветки графического изображения схемы и данных во всех таблицах с помощью дополнительного меню вида



После определения способа расцветки в этом меню на экране появляется окно с таблицей – шкалой расцветки (Рис. 55), вид которой определяется выбранным способом расцветки

В этих таблицах каждому цвету ставится в соответствие граничное значение параметра. Расцветка позволяет провести оценку режима большой схемы в мелком масштабе и найти области с предельными значениями анализируемых параметров. Для изменения цвета, соответствующего тому или иному параметру таблиц, вызывается стандартное диалоговое окно определения цвета, показанное на Рис. 55.

При работе с таблицами объектов вида системы и подсистемы в контекстном меню становится доступной еще одна команда «**Открыть**», с помощью которой осуществляется загрузка файла расчетной модели подсхемы более низкого или более высокого иерархического уровня.

5.4. Таблицы фидеров

Под фидерами в программном комплексе «EnergyCS» понимаются участки разомкнутой распределительной сети, отходящие от каких либо шин, которые являются для них источником питания. Эти участки сети могут состоять из линий электропередачи, трансформаторов, ТП и КТП, двигателей, обобщенных нагрузок и других объектов сети или абстрактных узлов и ветвей. Но обязательно должны подключаться к источнику питания одной линией (или другим объектом с одной ветвью), не иметь замкнутых контуров, и заканчиваться или объектами вида ТП и КТП, или узлами, к которым подключены объекты – нагрузки (двигатели, подсистемы, обобщенные нагрузки).

Чаще всего в разомкнутом режиме работают распределительные сети 6-10 кВ, которые являются достаточно разветвленными и для которых отсутствует определенная информация о нагрузках конечных трансформаторных подстанций. Более достоверная информация может быть получена о мощности на головном участке таких фидеров. Поэтому в программном комплексе предусмотрен алгоритм определения нагрузки в конечных узлах фидера по мощности головного участка. Распределение мощности головного участка выполняется пропорционально предварительно заданным нагрузкам конечных узлов (например, на уровне номинальных или установленных значений), а для объектов ТП и КТП - пропорционально заданным коэффициентам их загрузки.

Позиция **«Фидеры»** содержит команды для настройки и задания параметров расчета и параметров представления информации, а также команды для вспомогательных действий для расчета фидеров. При выборе этой позиции главного меню становятся доступными следующие команды:

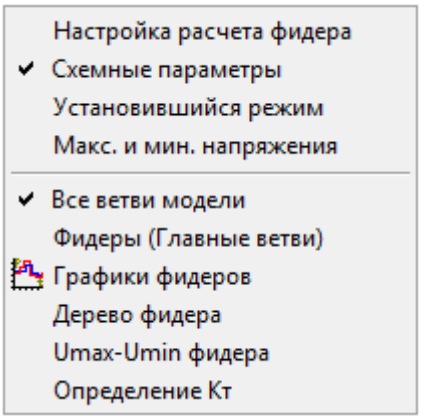


Рис. 101 Группа команд меню «Фидеры»

5.4.1. *Настройка расчета фидера*

Определяет параметры и методы расчета фидеров.

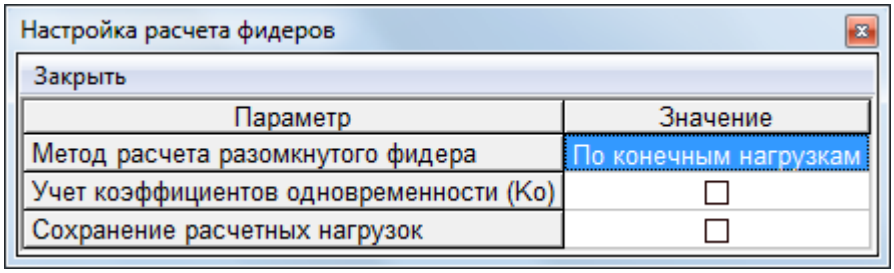


Рис. 102 Настройка расчета фидера

Метод расчета разомкнутого фидера – может быть выбран «По конечным нагрузкам» или «По отпуску в фидер». В первом случае задаются напряжение на головном участке и нагрузки в конце каждого участка. Во втором случае нагрузка в конце каждого участка задается оценочным методом или экспертной оценкой, а на головном участке достоверно известно сколько мощности отпускается в фидер по измерительным приборам; расчет производится от конца к началу, то есть поток мощности от головного участка распределяется на все нагрузки и по мощности рассчитывается ток, потом это значение сопоставляется с нагрузкой на головном участке, вычисляется некоторый коэффициент, на который завысили значения, полученный экспертной оценкой, после этого ток пересчитывается с учетом этого поправочного коэффициента для каждой ветви. Может возникнуть такая проблема, что мощность, заданная на головном участке будет недостаточно для покрытия нагрузки, и тогда программа сообщит об этом.

Учет коэффициента одновременности – используется только при расчете по методу «По конечным нагрузкам».

Сохранение расчетных нагрузок – используется при расчете по методу «По конечным нагрузкам», т.е. после перерасчета, нагрузки сохраняются в специальной таблице.

5.4.2. *Схемные параметры*

Схемные параметры (общие данные фидеров) – команда необходима для определения фидеров в расчетной модели сети и задания мощности на головных участках. При выборе этой команды на экран выводится таблица вида Рис. 103 с параметрами фидеров (расчетная модель электрической сети должна быть уже введена).

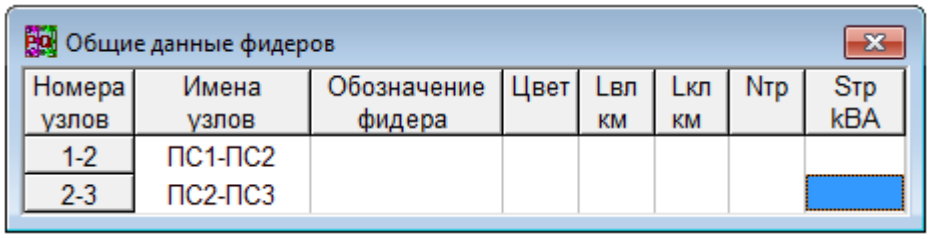


Рис. 103 Таблица параметров фидеров со списком всех ветвей (фидеры не введены)

Если в расчетной модели еще не задано ни одного фидера, то таблица Рис. 103 содержит список всех ветвей схемы (в первом поле выводятся номера узлов ветви, а во втором – их наименования). Для того чтобы задать фидер необходимо для ветви – головного участка фидера ввести его наименование в соответствующем поле таблицы Рис. 103. При этом выполняется идентификация всех элементов задаваемого фидера и определяются его характерные параметры - длина ВЛ, длина КЛ, число ТП, суммарная мощность трансформаторов ТП, которые выводятся в соответствующих полях таблицы (Рис. 104).

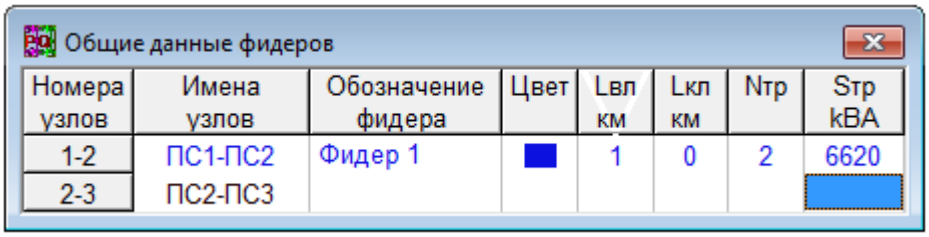


Рис. 104 Таблица параметров фидеров

В поле «Цвет» можно выбрать цвет, которым будут расцвечиваться элементы фидера при выборе способа расцветки схемы «По фидерам». При выборе поля «Цвет» на экран выводится стандартное диалоговое окно вида Рис. 55 с таблицей определения цвета.

Поля с параметрами фидеров в данной таблице не редактируются, а служат только для просмотра. Если схема этого фидера имеет замкнутые участки, то при определении наименования фидера выдается сообщение вида

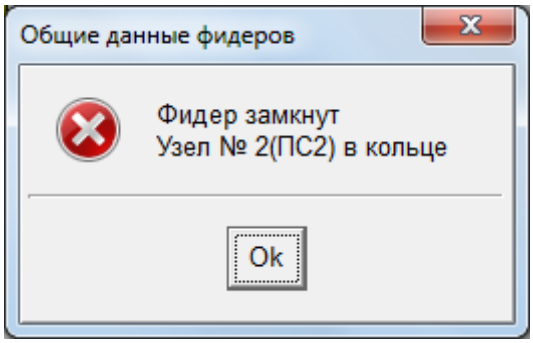


Рис. 105

и определение его параметров не выполняется.

Если очистить поле «Наименования», например, ввести туда пробел, то текущий фидер будет удален из описания модели, но все его элементы (узлы, ветви, объекты) останутся в расчетной модели.

5.4.3. Установившийся режим

По этой команде на экран выводится окно с таблицей вида Рис. 106 для ввода режимных параметров головных участков фидеров и выполнения расчета установившегося режима.

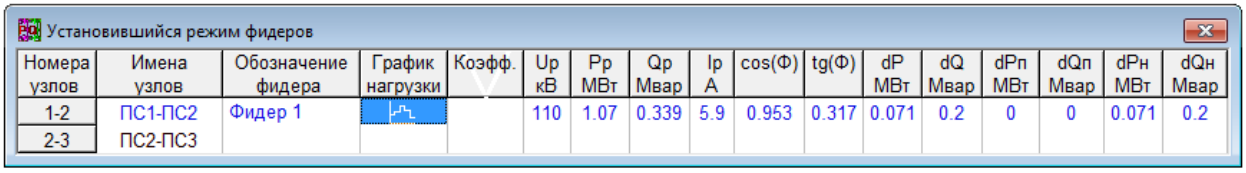


Рис. 106 Таблица распределения нагрузок фидеров

Поля этой таблицы содержат следующую информацию (размерность мощности определяется соответствующим параметром таблицы настройки расчета).

Номера узлов – номера узлов расчетной схемы, ограничивающих ветвь головного участка фидера. Это поле в данной таблице не редактируется.

Имена узлов – имена узлов расчетной схемы, ограничивающих ветвь головного участка фидера. Это поле в данной таблице не редактируется.

Обозначение фидера – символьное обозначение текущего фидера, вводится при добавлении нового фидера.

График нагрузки – так же как и для системы позволяет ввести график нагрузки и производить расчет по расчетному часу, заданному в общих данных.

Коэффициент роста – так же как для нагрузки задаются коэффициенты роста нагрузки по периодам ввода в стой оборудования

Up – значение напряжения (кВ) на шинах источника питания фидера, которое задается для выполнения распределения нагрузок. По умолчанию принимается равным напряжению узла подключения головного участка.

Pp – заданное значение активной мощности (кВт или МВт) на головном участке текущего фидера.

Qp – заданное значение реактивной мощности (квар или Мвар) на головном участке текущего фидера.

При задании активной и реактивной мощности головного участка автоматически вычисляются соответствующие им значения модуля тока и коэффициентов мощности (cosФи и tgФи)

Ip – значение модуля полного тока (А), соответствующее активной и реактивной мощности на головном участке. При его изменении соответственно меняются значения полей «Pp» и «Qp» при неизменном значении коэффициентов мощности.

cosФи – средневзвешенное значение коэффициента мощности для текущего фидера. При изменении коэффициента мощности соответственно изменятся значения полей «Qp» и «Ip» при неизменной активной мощности.

tgФи – средневзвешенное значение коэффициента мощности для текущего фидера. При изменении коэффициента мощности соответственно изменятся значения полей «Qp» и «Ip» при неизменной активной мощности.

После ввода мощности головного участка автоматически выполняется расчет по ее распределению в фидере и вычисляются уровни напряжения в узловых точках фидера и потери мощности в ветвях, которые выводятся в последующих полях таблицы Рис. 106. Эти поля в данной таблице не редактируются:

dP – суммарное значение потерь активной мощности (кВт или МВт) по всем элементам текущего фидерам.

dQ – суммарное значение потерь реактивной мощности (квар или Мвар) по всем элементам текущего фидерам.

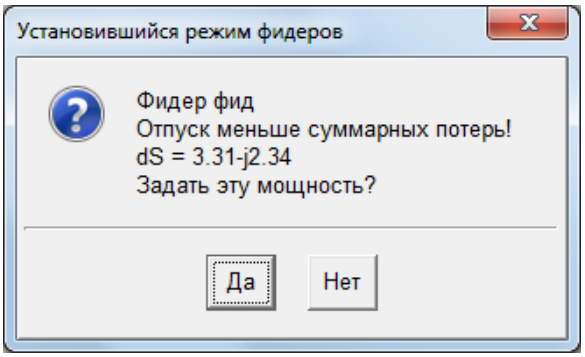
dPп – суммарное значение постоянной составляющей потерь активной мощности (кВт или МВт по всем элементам текущего фидера (потери холостого хода в трансформаторах ТП).

dQп – суммарное значение постоянной составляющей потерь реактивной мощности (квар или Мвар) по всем элементам текущего фидерам (потери холостого хода трансформаторов ТП).

dPн – суммарное значение переменной составляющей потерь активной мощности (кВт или МВт) по всем элементам текущего фидера (нагрузочные потери в ВЛ, КЛ и трансформаторах).

dQн – суммарное значение переменной составляющей потерь реактивной мощности (квар или Мвар) по всем элементам текущего фидера (нагрузочные потери в ВЛ, КЛ и трансформаторах).

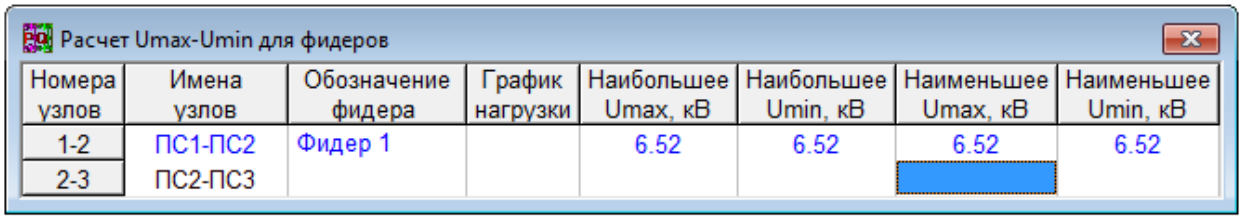
При выполнении распределения мощности головного участка пропорционально нагрузкам в узлах фидера может оказаться, что заданной активной или реактивной мощности недостаточно для покрытия постоянных или переменных потерь мощности. В этом случае на экран выводятся соответствующие сообщения вида



Пользователь должен уточнить значения мощности для повторного расчета потокораспределения.

5.4.4. *Макс. и мин. напряжения*

Функция используется если введен график нагрузок, по которому программа просчитывает все режимы и определяет наибольшее максимальное и минимальное напряжения и наименьшие максимальное и минимальное напряжения, т.е. из всех режимов определяет разброс напряжения.



Номера узлов	Имена узлов	Обозначение фидера	График нагрузки	Наибольшее Umax, кВ	Наибольшее Umin, кВ	Наименьшее Umax, кВ	Наименьшее Umin, кВ
1-2	ПС1-ПС2	Фидер 1		6.52	6.52	6.52	6.52
2-3	ПС2-ПС3						

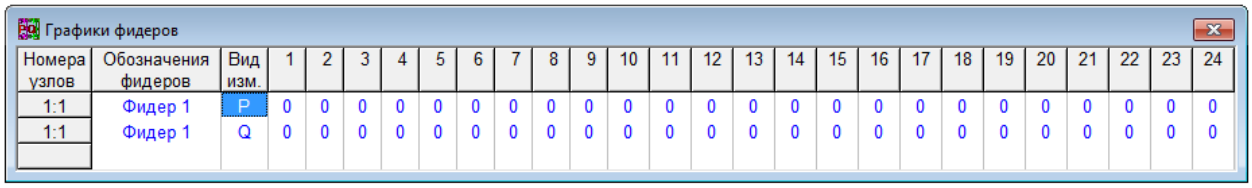
Расчет Umax-Umin для фидеров

5.4.5. *Все ветви модели (главные ветви)*

Команды **«Все ветви»** и **«Фидеры (Главные ветви)»** позволяют при работе с таблицами вида Рис. 107 – Рис. 108 выводить в них или все ветви расчетной схемы (при выборе команды «Все ветви»), или только ветви, соответствующие головным участкам фидеров, (по команде «Главные ветви»). Команда вывода в таблицы всех ветвей необходима при добавлении в модель новых фидеров. Для расчетов потокораспределения и потерь энергии целесообразно выводить в таблицы только головные участки с названиями фидеров, выполнив команду «Главные ветви».

5.4.6. *Графики фидеров*

Графики фидеров задаются на головном участке.

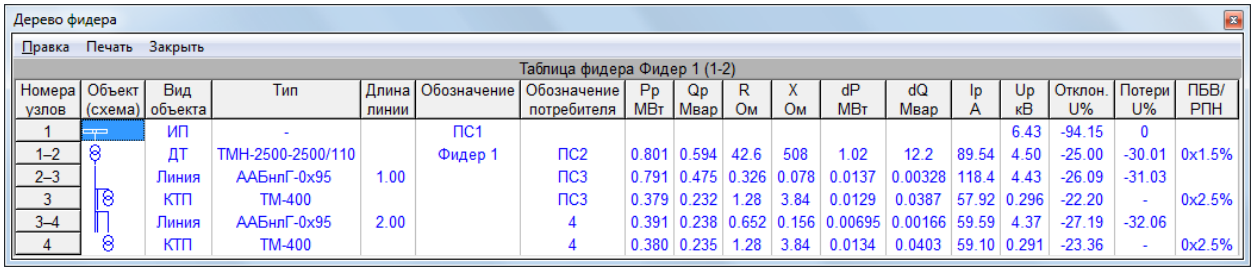


Графики фидеров

Номера узлов	Обозначения фидеров	Вид изм.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1:1	Фидер 1	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:1	Фидер 1	Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.4.7. *Дерево фидера*

По этой команде может быть получена таблица поэлементного расчета фидера.



Дерево фидера

Правка Печать Закрыть

Таблица фидера Фидер 1 (1-2)

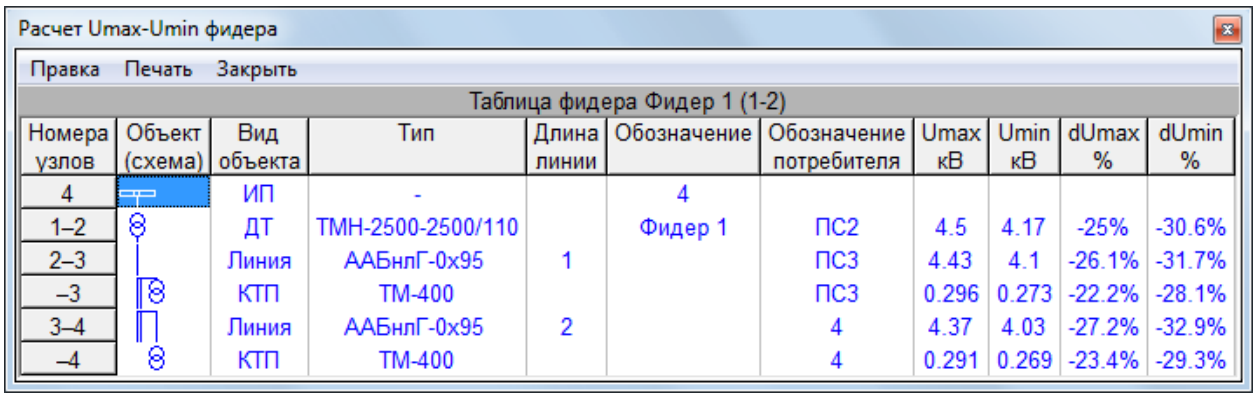
Номера узлов	Объект (схема)	Вид объекта	Тип	Длина линии	Обозначение	Обозначение потребителя	Pp МВт	Qp Мвар	R Ом	X Ом	dP МВт	dQ Мвар	Ip А	Up кВ	Отклон. U%	Потери U%	ПБВ/ РПН
1		ИП	-		ПС1									6.43	-94.15	0	
1–2		ДТ	ТМН-2500-2500/110		Фидер 1	ПС2	0.801	0.594	42.6	508	1.02	12.2	89.54	4.50	-25.00	-30.01	0x1.5%
2–3		Линия	ААБнлГ-0x95	1.00		ПС3	0.791	0.475	0.326	0.078	0.0137	0.00328	118.4	4.43	-26.09	-31.03	
3		КТП	ТМ-400			ПС3	0.379	0.232	1.28	3.84	0.0129	0.0387	57.92	0.296	-22.20	-	0x2.5%
3–4		Линия	ААБнлГ-0x95	2.00		4	0.391	0.238	0.652	0.156	0.00695	0.00166	59.59	4.37	-27.19	-32.06	
4		КТП	ТМ-400			4	0.380	0.235	1.28	3.84	0.0134	0.0403	59.10	0.291	-23.36	-	0x2.5%

Рис. 107 Таблица поэлементного расчета установившегося режима в фидерах

– **Номера узлов** – номера начала и конца ветви.
– **Объект (схема)** – условное графическое изображение элемента.
– **Вид объекта** – вид объекта схемы.
– **Тип** – обозначение каталожного типа элемента.
– **Длина линии** – длина линии (только для линий).
– **Обозначение** – обозначение (диспетчерское или условное) элемента сети.
– **Обозначение потребителя** – обозначение питаемого элемента.
– **Pp, МВт** – расчетная активная мощность в начале элемента.
– **Qp, Мвар** – расчетная реактивная мощность в начале элемента.
– **R, Ом** – активное сопротивление элемента.
– **X, Ом** – реактивное сопротивление элемента.
– **dP, МВт** – потери активной мощности в элементе.
– **dQ, Мвар** – потери реактивной мощности в элементе.
– **Ip, А** – расчетный ток.
– **Up, кВ** – расчетное напряжение в конце элемента (на дальнем от источника конце не зависимо от условного направления).
– **Отклон. dU, %** – отклонение напряжения от номинального 0.38, 0.66, 6, 10, 35, 110…кВ.
– **Потери напряжения, U%** - определяется на таких элементах как ВЛ, КЛ, Трансформатор и др. в процентах;
– **ПБВ / РПН** – показывает ступень переключателя ответвлений ПБВ и РПН, а также величину ступени в %.

5.4.8. *Umax-Umin фидера*

Таблица показывает максимальное и минимальное напряжения для всех точек фидера.



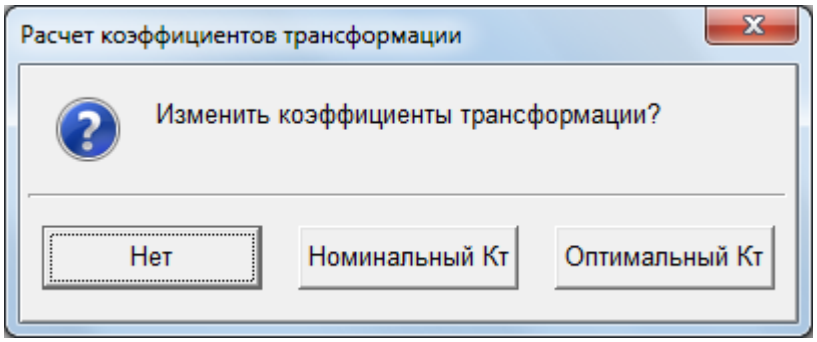
Номера узлов	Объект (схема)	Вид объекта	Тип	Длина линии	Обозначение	Обозначение потребителя	Umax кВ	Umin кВ	dUmax %	dUmin %
4		ИП	-		4					
1–2		ДТ	ТМН-2500-2500/110		Фидер 1	ПС2	4.5	4.17	-25%	-30.6%
2–3		Линия	ААБнлГ-0х95	1		ПС3	4.43	4.1	-26.1%	-31.7%
–3		КТП	ТМ-400			ПС3	0.296	0.273	-22.2%	-28.1%
3–4		Линия	ААБнлГ-0х95	2		4	4.37	4.03	-27.2%	-32.9%
–4		КТП	ТМ-400			4	0.291	0.269	-23.4%	-29.3%

Рис. 108 Таблица расчета минимальных и максимальных напряжений по фидеру

5.4.9. Определение Кт

Функция используется для определения положения ступени регулирования ПБВ так, что бы в режимах максимальных и минимальных нагрузок напряжение не выходило за установленные пределы.

При использовании этой команды появляется окно, в котором необходимо определить, кокой Кт необходим. «Номинальный Кт» отменяет все расчеты и устанавливает положение ПБВ на 0. «Оптимальный Кт» - производит расчет.



Расчет Кт

6. УТЯЖЕЛЕНИЕ РЕЖИМА

Программный комплекс позволяет выполнять расчет предельных режимов, определяемых в процессе утяжеления (изменения) различных режимных параметров в узлах рассматриваемой электрической сети: мощности генерации, мощности нагрузки, заданных модулей напряжения, углов в балансирующих узлах.

Утяжеление режима заключается в последовательном расчете серии установившихся режимов при изменении параметров в соответствии с заданной траекторией утяжеления. Критерием достижения предельного режима является нарушение сходимости итерационного расчета установившегося режима.

Для множества узлов, в которых будет проводиться изменение выбранных режимных параметров, задается приращение соответствующего параметра. Далее проводится серия расчетов установившихся режимов при последовательном изменении утяжеляемых параметров на заданную величину. Эти расчеты проводятся до момента нарушения сходимости итерационного процесса очередного расчета. После чего осуществляется возврат к последнему рассчитанному режиму, приращения режимных параметров уменьшаются в два раза и вновь выполняется расчет установившегося режима.

Процесс утяжеления заканчивается при достижении одного их следующих условий: расхождения итерационного процесса после десятикратного деления приращения режимных параметров пополам; при достижении напряжения в одном

из узлов значения меньше заданного критического; при числе выполненных шагов утяжеления больше заданного.

Для проведения расчетов предельных режимов в таблице общих данных, которая выводится на экран дисплея при выборе соответствующей команды позиции «Данные» главного меню или при нажатии на кнопку панели инструментов, необходимо в поле «Вид расчета» установить значение «Утяжеление».

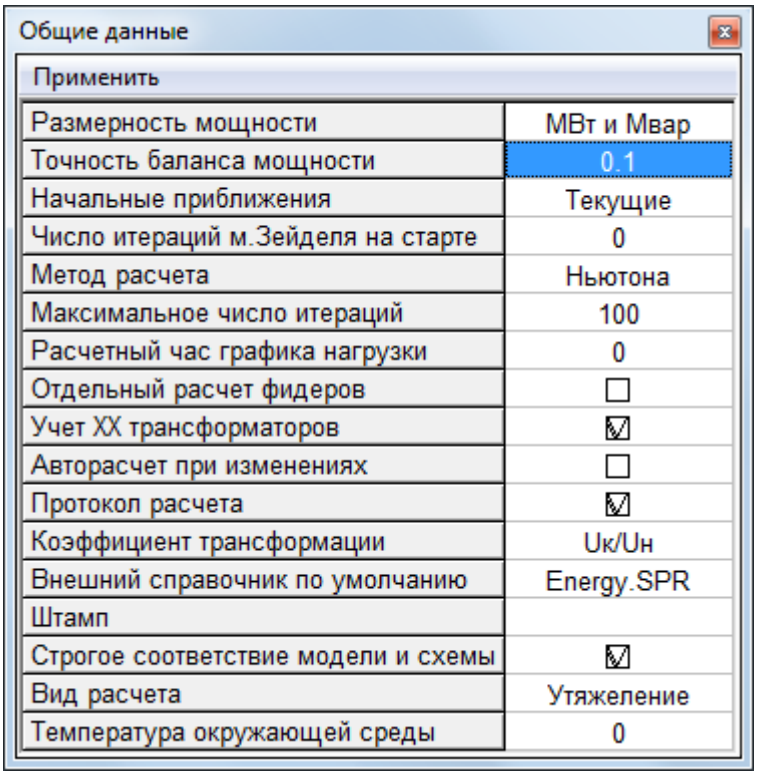


Рис. 109 Таблица общих данных

После этого в позициях «Данные» и «Результаты» главного меню становятся доступными дополнительные команды для ввода исходных данных и просмотра результатов утяжеления.

6.1. Исходные данные для расчета утяжеления

Ввод исходных данных, необходимых для расчета утяжеления, осуществляется с помощью трех команд позиции «Данные» главного меню программного комплекса (Рис. 110).

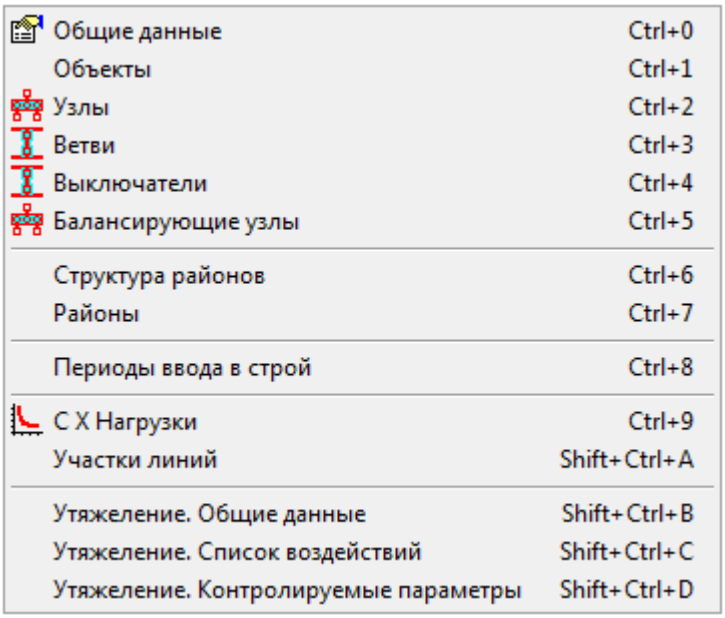


Рис. 110 Команды позиции «Данные» главного меню

6.2. Команда «Утяжеление. Общие данные»

При выборе этой команды становится доступной таблица Рис. 111 для ввода и редактирования следующей информации:

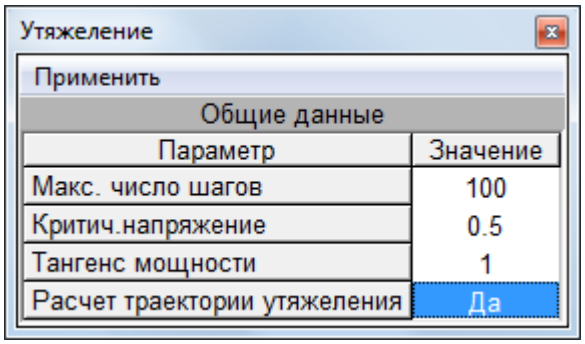


Рис. 111 Таблица «Утяжеление. Общие данные»

Максимальное число шагов – максимальное количество изменений заданных режимных параметров (шагов), при достижении которого заканчивается процесс утяжеления.

Критическое напряжение – минимальное напряжение в одном из узлов электрической сети, при достижении которого также заканчивается процесс утяжеления.

Тангенс мощности – значение коэффициента мощности нагрузки, по которому автоматически определяется реактивная составляющая для приращения мощности при задании активной составляющей. При необходимости реактивная составляющая мощности может быть отредактирована дополнительно.

Расчет траектории утяжеления – значение «ДА» задает необходимость сохранения с возможностью последующего отображения значений заданных контролируемых параметров для каждого шага утяжеления. Эта процедура требует дополнительных затрат времени. Поэтому для схемы большой размерности и когда не требуется построение траектории утяжеления, целесообразно установить значение «Нет». В этом случае будут рассчитаны только предельные значения режимных параметров при заданном способе утяжеления.

6.3. Команда «Утяжеление. Список воздействий»

При выборе команды «Утяжеление. Список воздействий» на экран дисплея выводится таблица Рис. 112 со списком всех узлов расчетной модели электрической сети, в которых могут быть заданы необходимые для утяжеления исходного режима воздействия.

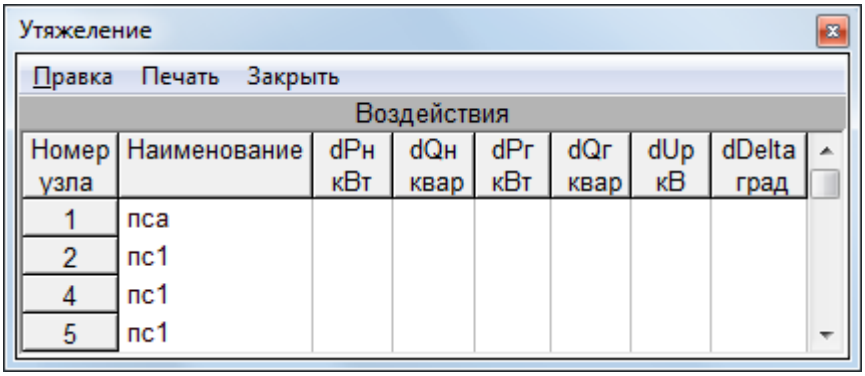
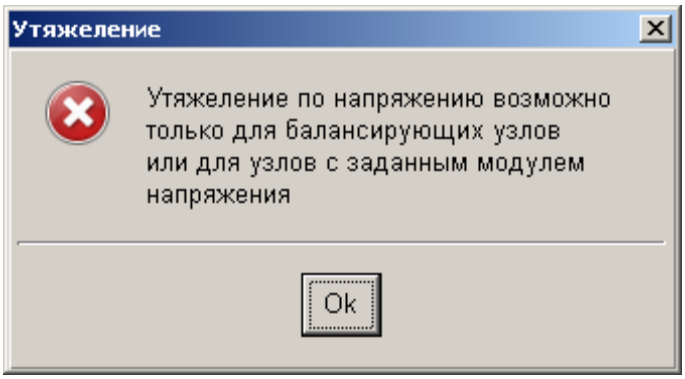


Рис. 112 Таблица утяжеления

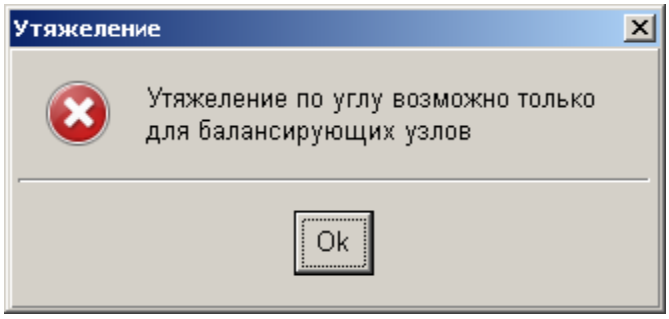
Для любого узла расчетной модели в качестве воздействий могут быть заданы в соответствующих столбцах таблицы Рис. 112 начальные значения приращений активной и реактивной мощности нагрузки или генерации. Положительные значения этих приращений на каждом шаге утяжеления будут складываться с мощностью нагрузки или генерации в соответствующем узле.

Утяжеление по напряжению возможно только для узлов с заданным модулем напряжения, поэтому и приращение по напряжению можно задать только для таких узлов. Положительные значения приращений напряжения на каждом шаге утяжеления будут вычитаться от заданного модуля напряжения в узле. При попытке ввода приращения по напряжению для узлов, где не задан модуль напряжения, выдается сообщение вида:



и ввод приращения не производится.

Утяжеление на углу (фазе) напряжения возможно только для балансирующих узлов, поэтому при попытке ввода приращения по углу для не балансирующего узла также выдается соответствующее сообщение и ввод не производится.



6.4. Команда «Утяжеление. Контролируемые параметры»

Эта команда служит для задания набора режимных параметров узлов и ветвей расчетной модели, которые определяются на каждом шаге утяжеления и сохраняются в отдельной таблице при задании в поле «Расчет траектории утяжеления» таблицы Рис. 111 значения «ДА». При выборе команды «Утяжеление. Контролируемые параметры» на экран дисплея выводится таблица со списком всех узлов (Рис. 113) или таблица со списком всех ветвей (Рис. 114), в которых может быть указан перечень режимных параметров, определяемых на каждом шаге в процессе утяжеления.

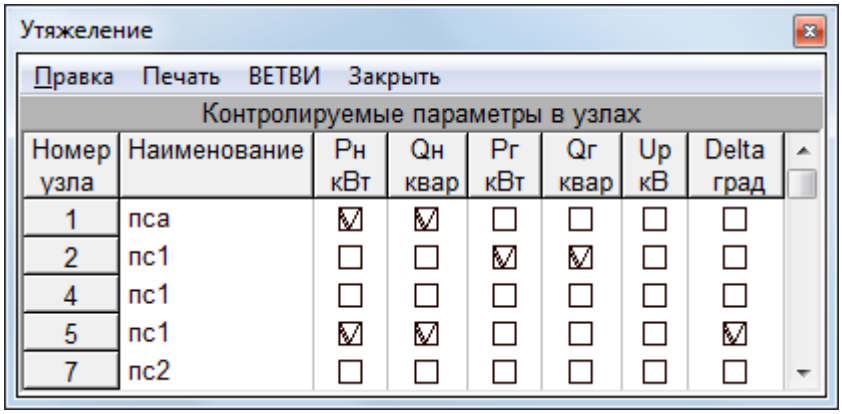


Рис. 113 Таблица со списком всех узлов

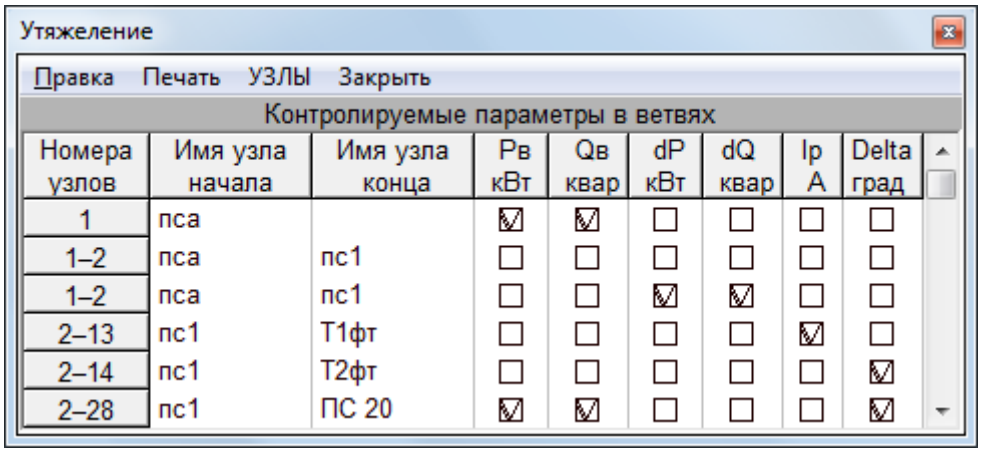


Рис. 114 Таблица со списком всех ветвей

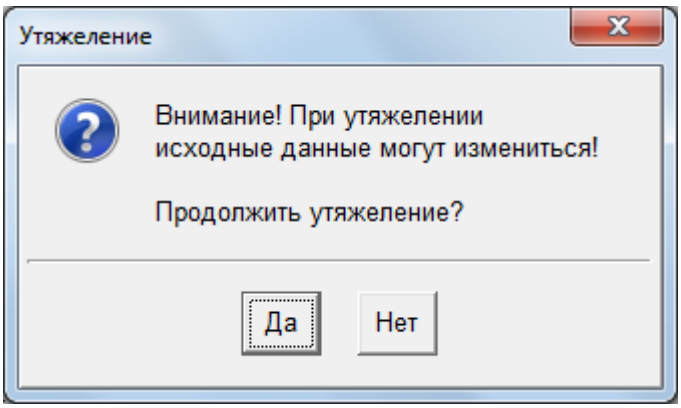
Для перехода от таблицы узлов к таблице ветвей и обратно служит соответствующая команда в горизонтальном меню этих таблиц (Рис. 113, Рис. 114).

Для параметров узлов или ветвей, отмеченных «галкой», будут формироваться таблица с их значениями для каждого шага утяжеления, которая может быть выведена на экран при выборе соответствующих команд в позиции «Результаты» главного меню.

6.5. Результаты расчета утяжеления

Запуск на расчет утяжеления выполняется аналогично запуску расчета установившегося режима: при вызове схемы или таблицы с результатами расчетов или при нажатии на кнопку  на панели инструментов.

При выполнении расчета предельного режима происходит изменение исходных данных тех узлов, для которых задано приращение режимных параметров. Поэтому перед началом расчета выдается соответствующее предупреждение:



Целесообразно перед началом утяжеления сохранить исходные данные в резервный файл с другим именем, чтобы иметь возможность повторить расчеты по утяжелению с одних и тех же исходных данных.

После выполнения расчета утяжеления в таблицах результатов расчета по узлам и ветвям и на схеме будут отображаться режимные параметры, соответствующие предельному режиму, найденному в процессе утяжеления заданных параметров.

Если в исходных данных для утяжеления (Рис. 111) был задан режим «Расчет траектории утяжеления», то в позиции «Результаты» главного меню программного комплекса будут доступны команды для просмотра траектории утяжеления по узлам и ветвям.

6.6. Команда «Траектория утяжеления в контролируемых узлах»

При выборе этой команды на экран дисплея будет выведена таблица со списком узлов и перечнем контролируемых режимных параметров для выбранных узлов (Рис. 113). При выборе какого-либо узла в этой таблице на экран дисплея будет выведена дополнительная таблица с изменением в процессе утяжеления отмеченных для этого узла режимных параметров (Рис. 115).

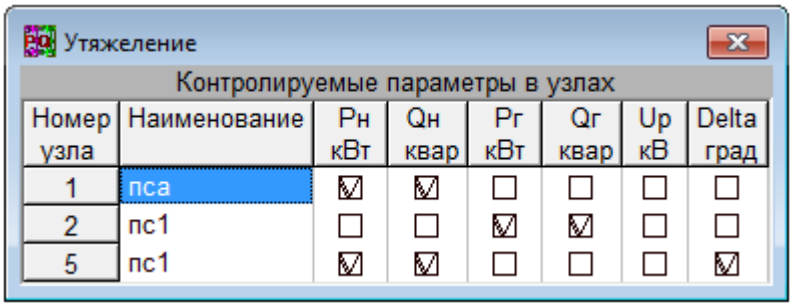


Рис. 115 Дополнительная таблица узлов с изменением в процессе утяжеления

Информация из этой таблицы может быть передана в MS Excel для последующего анализа или графического построения траектории утяжеления.

6.7. Команда «Траектория утяжеления в контролируемых ветвях»

При выборе этой команды на экран дисплея будет выведена таблица со списком ветвей и перечнем контролируемых режимных параметров для выбранных ветвей (Рис. 114). При выборе какой-либо ветви в этой таблице на экран дисплея будет выведена дополнительная таблица с изменением в процессе утяжеления отмеченных для этой ветви режимных параметров (Рис. 116).

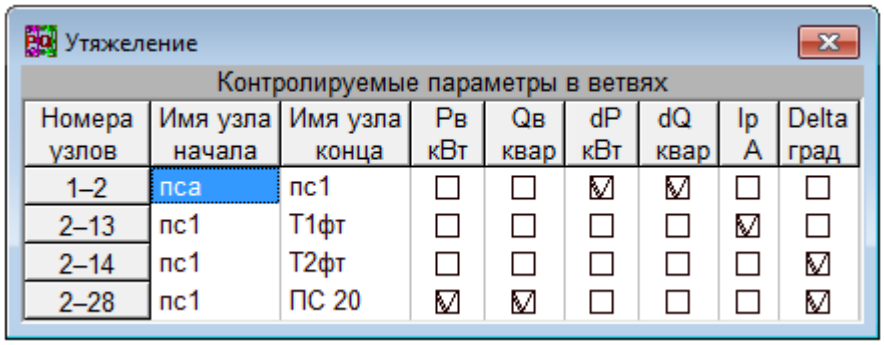


Рис. 116 Дополнительная таблица ветвей с изменением в процессе утяжеления

Информация из этой таблицы также может быть передана в MS Excel для последующего анализа или графического построения траектории утяжеления.

7. РАБОТА С БАЗОЙ ДАННЫХ СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

При создании расчетной модели (схемы) с использованием объектов электрической системы используется справочная информация. Типовые данные об элементах сети хранятся в таблицах внутреннего справочника. При необходимости добавления элемента можно открыть внешний справочник. Выбор данных из внешнего справочника, сопровождается копированием их во внутренний справочник. Для работы с внешним и внутренним справочниками используются команды меню.

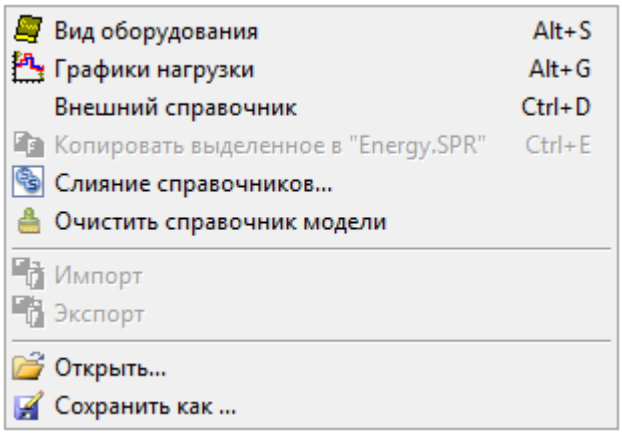


Рис. 117 Группа команд «Справочник»

По команде **«Вид оборудования»** предлагается полный список таблиц оборудования электрической сети, которое предусмотрено в БДС (Рис. 118). Этот же список выводится на экран при нажатии на кнопку панели инструментов. Для работы с таблицей того или иного вида оборудования, ее следует выбрать в этом списке.

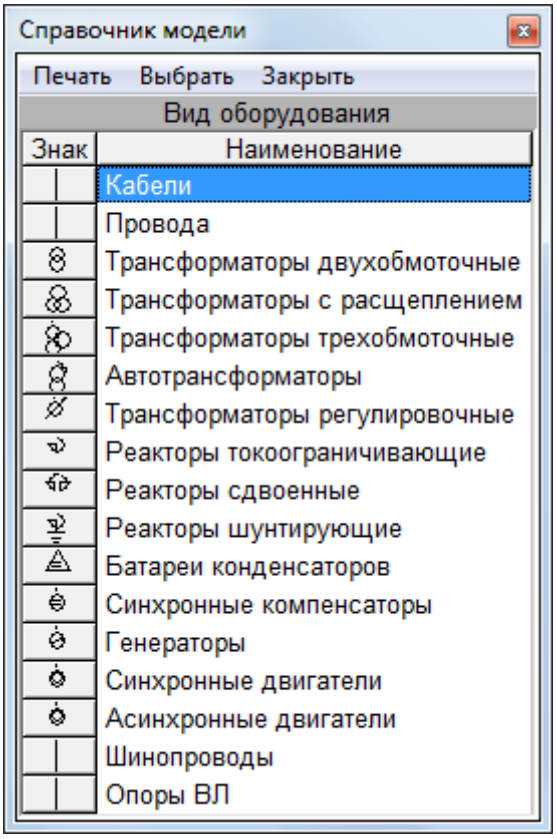


Рис. 118 Список таблиц базы данных справочной информации

Для каждого вида оборудования предоставляется своя таблица каталожных (паспортных) данных и, соответственно, своя табличная форма. Но во всех справочных таблицах предусмотрены одинаковые специальные поля «№» и «Код изделия».

Поле «№» содержит порядковый номер записи в выбранной текущей таблице и добавляется при ее заполнении автоматически. Оно служит только для облегчения навигации в таблице и изменить значение этого поля нельзя.

Поле «Код изделия» является ключевым для соответствующей записи. Через это поле обеспечивается связь объекта расчетной схемы с каталожными параметрами таблицы БДС. При вводе информации в любую справочную таблицу значение поля «Код изделия» создается автоматически путем формирования 32 битового целого числа из групп битов по специальному алгоритму для каждого вида элемента, Поэтому поле «Код изделия» является уникальным для каждой записи. Однако пользователь может изменить значение этого поля по своему усмотрению, задав его, например, в соответствии с кодами ОКП соответствующего оборудования. При этом необходимо учитывать следующее.

Значение поля «Код изделия» – это 32 битовое целое число.

Сортировка данных в справочных таблицах осуществляется только в порядке возрастания этого кода.

Должна быть обеспечена уникальность этого кода.

При изменении значения поля «Код изделия» какой-либо записи справочной таблицы соответствующие объекты введенной ранее расчетной модели и имеющие связь с этой записью, теряют такую связь. При этом в модели не будут отображаться типы и справочные данные соответствующих объектов, однако их расчетные параметры, определенные по справочным данным ранее, сохраняются в БДМ. Для восстановления связи с БДС у таких объектов необходимо вновь определить нужную запись в соответствующей справочной таблице.

Ниже приводится описание полей каждой таблицы БДС. Отметим, что при работе с любой справочной таблицей при выборе пункта главного меню «Спра-

вочник» выполняются все команды, приведенные на Рис. 117, а также команды позиции «Правка» главного меню (Рис. 14а).

«Показывать справочник» - позволяет переключить видимость внешнего или внутреннего справочников. Для модели, как правило, следует выбирать оборудование из внутреннего справочника, но если необходимого элемента там нет, следует переключиться к внешнему справочнику. При вводе новой модели такое переключение приходится выполнять достаточно часто, особенно на первых этапах ввода. Поэтому очень рекомендуется использование горячих кнопок.

Команда «**Копировать выделенное в …**». Если текущий справочник – справочник модели, то команда позволяет из текущего окна справочника модели скопировать информацию (выделенные строки) в файл внешнего справочника, в данном случае в Energy.SPR. Если текущий справочник внешний, то команда позволяет скопировать информацию в справочник модели.

Команда **«Открыть»** позволяет изменить внешний справочник модели. Команда эквивалентна изменению справочника в общих данных.

Команда **«Слияние справочников»** позволяет объединить содержимое данных справочников.

Команда **«Очистить справочник модели»** позволяет просканировать модель и удалить из таблиц справочника модели все лишние ссылки, сохранив только те элементы, которые использованы в модели.

Команда **«Сохранить как»** позволяет получить копию текущего файла БДС с новым именем. При этом в таблицах файла БДС производится упорядочение данных, и файл-копия может иметь меньший размер, чем исходный файл.

Команда **«Экспорт»** позволяет копировать данные из таблиц справочника в текстовые файлы форматов TXT, CSV или XML.

Команда **«Импорт»** предназначена для ввода данных из текстовых файлов форматов TXT, CSV или XML в таблицы справочника.

7.1. Организация совместной работы нескольких расчетчиков с единым внешним справочником.

Программный комплекс EnergyCS, точнее, все его модули являются локальными программами и не предполагают совместую работы нескольких пользователей с моделью. Однако, в программном комплексе при работе с внешним справочником допустима совместная работа с нескольких рабочих мест, причем одновременно из разных расчетных модулей (EnergyCS Режим, EnergyCS ТКЗ, EnergyCS Потери).

7.1.1. Размещение внешнего справочника.

Внешний справочник может размещаться в следующих папках в порядке приоритета поиска.

1. В папке, указанной в настройке в поле «Путь для справочника» таблицы параметров программы (таблица представлена на Рис. 28). По умолчанию в этом поле указан путь, приведенный в п.2. или поле может быть пустым. Этот параметр сохраняется в реестре компьютера. Для того, чтобы его очистить следует ввести знак «-» (минус).
2. Рабочая папка, та, в которой расположена текущая расчетная модель (это условие является обязательным в момент перехода к новой версии программы, а потом это можно изменить).
3. C:\Users\Ilichev\AppData\Roaming\CSoft\EnergyTKZ (обычное размещение справочника в системной папке данных. Описание пути дано примерное на конкретном компьютере может отличаться. зависит от версии операционной системы).

4. В папке размещения программы – справочник можно разместить в той же папке, где располагается программа, но при первом его открытии производится автоматическое копирование в папку, указанную в п.3.

Необходимо отметить, что если путь для справочника в настройке указан, то справочник ищется только по этому пути. Остальные варианты поиска возможны, если это поле не определено.

Путь для справочника может указывать папку на диске, расположенном на файловом сервере с совместным доступом. Внешний справочник первой программой открывается с полным доступом. Последующие попытки подключения справочника, позволяют получить к нему доступ «только для чтения». Доступ к папка с файлом справочника для всех пользователей, кроме администратора, следует предоставить «Только для чтения»

7.1.2. Организационные мероприятия по обеспечению совместной работы со справочником

Из числа расчетчиков или специалистов, ответственных за расчеты, следует назначить администратора справочника. Администратор отвечает за состояние справочника, выполняет его резервное копирование и, при необходимости, восстановление. Этот же специалист осуществляет пополнение общего справочника или осуществляет контроль над его пополнением другими специалистами.

Пополнение, как правило, выполняется командой копирования из справочника модели. Возможно также выполнить пополнение внешнего справочника путем ручного ввода или через импорт данных из файлов внешних форматов или через системный буфер обмена. При загрузке через буфер обмена точность представления данных соответствует тому, что видно на экране. При копировании из справочника модели все данные копии идентичны соответствующим данным источника.

Для того, чтобы на всех компьютерах рабочей группы появилась возможность работы с общим внешнем справочником необходимо выполнить следующее.

- создать папку на диске совместного доступа и скопировать в эту папку вариант общего справочника.

- назначить для всех пользователей справочника доступ к этой папке «только для чтения», а для администратора (и его зама или группы администарторов) «полный доступ».

На каждом компьютере следует провести следующую настройку.

- открыть пустой расчет, то есть запустить программу, но ничего не вводить.

- открыть общие данные модели и в поле справочник ввести имя файла общего справочника.

- открыть настройку программы Рис. 28 и заполнить поле «Путь для справочника».

- выполнить команду главного меню «Файл» - «Сохранить в качестве шаблона».

- закрыть программу.

Проверить правильность работы программы с нужным справочником.

Далее ввод новой информации в общий справочник сможет осуществляться только через администратора.

7.1.3. Возможные проблемы после подключения общего справочника

Для новых моделей никаких проблем быть не должно.

Для существующих моделей фатальных проблем связанных с порчей данных быть не должно, но проблемы исправимые могут быть.

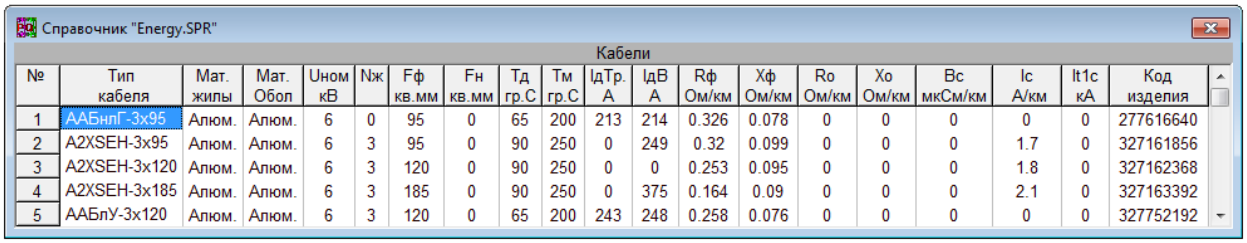
1. Если оказалось, что внешний справочник пуст, то возможно, что в модели указано другое имя. Следует указать правильное имя.
2. Возможно, что, если включен режим внешнего справочника, сразу или после выполнения предыдущего пункта для некоторых элементов пропали типы (не для всех). Это означает что во внешнем справочнике нет некоторых данных, которые имеются в спаравочнике данной модели. Эти данные следует скопировать в общий справочник.
3. Возможно, что в режиме «Показать внешний справочник» на схеме оказываются неправильные типы многих или отдельных элементов. В этом случае следует согласовать коды изделий в Вашей модели и во внешнем справочнике или переопределить типы элементов в модели, то есть их перевыбрать из внешнего справочника. Еще можно согласовать коды изделий.

   При этих изменениях внутренний справочник остается без изменений, поэтому расчетная модель испортиться не должна.

Такого рода проблемы могут иметь место в том случае, если есть несколько пользователей, которые пополняют свой внешний справочник независимо, а потом решили перейти на совместное использование.

7.2. Кабели

Информация о параметрах силовых кабелей вводится в таблицу вида Рис. 119.


Справочник "Energy.SPR"

Кабели

№	Тип кабеля	Мат. жилы	Мат. Обол	Uном кВ	Nж	Fф кв.мм	Fн кв.мм	Тд гр.С	Тм гр.С	IдТр. А	IдВ А	Rф Ом/км	Xф Ом/км	Ro Ом/км	Xo Ом/км	Bc мкСм/км	Ic А/км	It1c кА	Код изделия
1	ААБнлГ-3х95	Алюм.	Алюм.	6	0	95	0	65	200	213	214	0.326	0.078	0	0	0	0	0	277616640
2	A2XSEH-3x95	Алюм.	Алюм.	6	3	95	0	90	250	0	249	0.32	0.099	0	0	0	1.7	0	327161856
3	A2XSEH-3x120	Алюм.	Алюм.	6	3	120	0	90	250	0	0	0.253	0.095	0	0	0	1.8	0	327162368
4	A2XSEH-3x185	Алюм.	Алюм.	6	3	185	0	90	250	0	375	0.164	0.09	0	0	0	2.1	0	327163392
5	ААБлУ-3х120	Алюм.	Алюм.	6	3	120	0	65	200	243	248	0.258	0.076	0	0	0	0	0	327752192

Рис. 119 Таблица справочной информации о кабелях

Каждому кабелю соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип кабеля – стандартное обозначение кабеля.

Мат.жилы – материал жил кабеля. Можно задать одно из двух значений (**Алюминий** или **Медь**). Вид материала определяется из дополнительного меню, которое выводится на экран при выборе этой позиции таблицы.

Мат.обол – материал оболочки кабеля. Задается аналогично предыдущему столбцу путем выбора одного из четырех значений (**Алюминий**. **Свинец**. **ПХВ** (поливинилхлорид). **П/Э** (полиэтилен)) из дополнительного меню.

Uном – номинальное междуфазное напряжение кабеля (кВ).

Nж – число жил кабеля.

Fф – сечение фазных жил кабеля ($мм^2$).

Fн – сечение нулевой жилы для четырехжильного кабеля ($мм^2$).

Тд – длительно допустимая температура нагрева кабеля (^oC).

Тм – максимально допустимая температура нагрева кабеля при КЗ (^oC).

IдТр – значение длительно допустимого тока при прокладке кабеля в земле (А).

IдВ – значение длительно допустимого тока при прокладке кабеля на воздухе (А).

Rф – погонное активное сопротивление фазы кабеля при температуре $+20^oC$ (Ом/км).

Хф – погонное реактивное сопротивление фазы кабеля (Ом/км).

Ro – погонное активное сопротивление нулевой последовательности кабеля (Ом/км). Этот параметр должен быть задан при выполнении расчетов ТКЗ.

Xo – погонное реактивное сопротивление нулевой последовательности кабеля (Ом/км). Этот параметр должен быть задан при выполнении расчетов ТКЗ.

Bc – погонная емкостная проводимость кабеля (мкСм/км).

Ic – погонный емкостный ток кабеля (А/км). Если значение этого поля равно нулю, то определяется автоматически приближенно по значению емкостной проводимости кабеля.

It1c, кА – ток односекундный термической стойкости. Параметр определяется в зависимости от температуры (т.е. температура жилы не должна достигнуть предельной температуры). Ток является вторичным параметром. It1c – зависит от функции тока о температуры окружающей среды, этот параметр должен регламентироваться, приведением к допустимой температуре кабеля или к 25 C^0. Этот параметр пока не используется в расчете. Часто предоставляется иностранными производителями.

7.3. Провода

Информация о параметрах неизолированных проводов воздушных линий электропередачи вводится в таблицу вида Рис. 120.



№	Марка провода	Мат. жилы	Fп кв.мм	Диаметр мм	Ro Ом/км	Iдоп А	Код изделия
1	M-4	Медь	4	2.2	4.6	54	262144
2	M-6	Медь	6	2.8	3.07	70	327680
3	M-10	Медь	10	3.6	1.84	95	393216
4	M-16	Медь	16	5.1	1.15	133	458752
5	M-25	Медь	25	6.4	0.736	183	524288

Рис. 120 Таблица справочной информации о проводах

Каждому проводу соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Марка провода – стандартные марка и номинальное сечение провода.

Мат.жилы – материал токоведущей части провода. Можно задать одно из трех значений **(Медь. Алюминий. Сталь**). Вид материала определяется из дополнительного меню, которое выводится на экран при выборе этой позиции таблицы.

Fп – расчетное сечение проводящей части провода ($мм^2$).

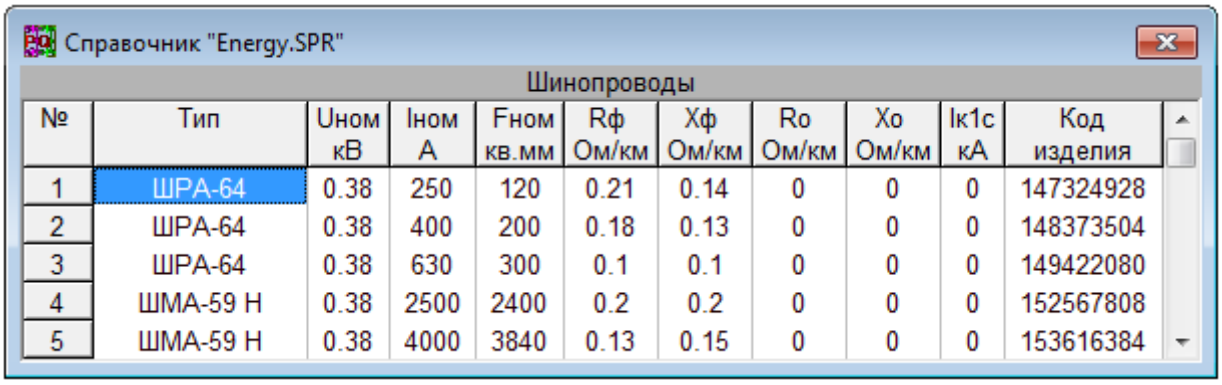
Диаметр – расчетный диаметр провода (мм).

Ro – погонное активное сопротивление провода при температуре +20°C (Ом/км).

Iдоп – значение длительно допустимого тока провода (А).

7.4. Шинопроводы

Информация о параметрах шинопроводов и токопроводов вводится в таблицу вида Рис. 121.



Справочник "Energy.SPR"

Шинопроводы

№	Тип	Uном кВ	Iном А	Fном кв.мм	Rф Ом/км	Xф Ом/км	Ro Ом/км	Xo Ом/км	Iк1с кА	Код изделия
1	ШРА-64	0.38	250	120	0.21	0.14	0	0	0	147324928
2	ШРА-64	0.38	400	200	0.18	0.13	0	0	0	148373504
3	ШРА-64	0.38	630	300	0.1	0.1	0	0	0	149422080
4	ШМА-59 Н	0.38	2500	2400	0.2	0.2	0	0	0	152567808
5	ШМА-59 Н	0.38	4000	3840	0.13	0.15	0	0	0	153616384

Рис. 121 Таблица справочной информации о шинопроводах

Каждому шинопроводу соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип – стандартное обозначение шинопровода (токопровода).

Uном – номинальное междуфазное напряжение шинопровода (кВ).

Iном – номинальный ток шинопровода (А).

Fном – сечение одной фазы шинопровода (мм^2).

Rф - погонное активное сопротивление фазы шинопровода при температуре +20^{o}С (Ом/км).

Xф – погонное реактивное сопротивление фазы шинопровода (Ом/км).

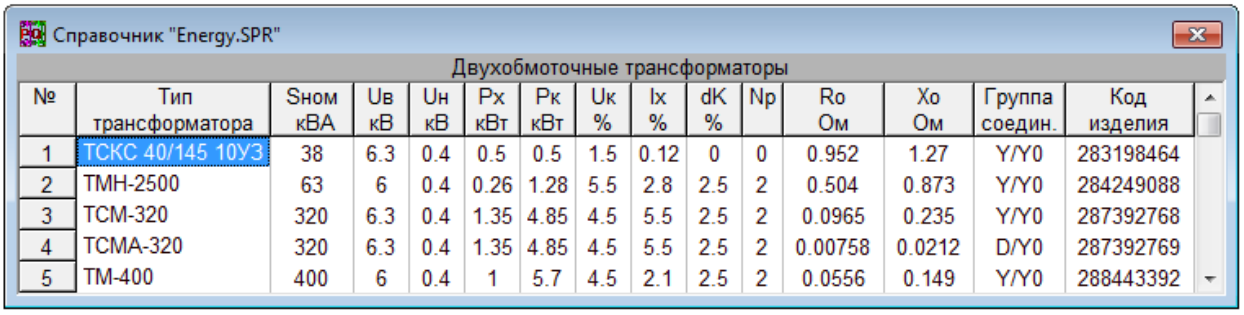
Ro – погонное активное сопротивление нулевой последовательности шинопровода (Ом/км). Этот параметр задается при выполнении расчетов ТКЗ.

Xo – погонное реактивное сопротивление нулевой последовательности шинопровода (Ом/км). Этот параметр задается при выполнении расчетов ТКЗ.

It1c, кА – эквивалентный односекундный ток, допустимый по нагреву. В расчете это корень квадратный из интеграла Джоуля. По смыслу, это такой неизменный ток, протекающий 1 с, тепловое действие от которого является допустимым при КЗ.

7.5. Трансформаторы двухобмоточные

Информация о параметрах двухобмоточных трансформаторов вводится в таблицу вида Рис. 122.



Справочник "Energy.SPR"

Двухобмоточные трансформаторы

№	Тип трансформатора	Sном кВА	Uв кВ	Uн кВ	Px кВт	Pк кВт	Uк %	Ix %	dK %	Np	Ro Ом	Xo Ом	Группа соедин.	Код изделия
1	ТСКС 40/145 10У3	38	6.3	0.4	0.5	0.5	1.5	0.12	0	0	0.952	1.27	Y/Y0	283198464
2	ТМН-2500	63	6	0.4	0.26	1.28	5.5	2.8	2.5	2	0.504	0.873	Y/Y0	284249088
3	ТСМ-320	320	6.3	0.4	1.35	4.85	4.5	5.5	2.5	2	0.0965	0.235	Y/Y0	287392768
4	ТСМА-320	320	6.3	0.4	1.35	4.85	4.5	5.5	2.5	2	0.00758	0.0212	D/Y0	287392769
5	ТМ-400	400	6	0.4	1	5.7	4.5	2.1	2.5	2	0.0556	0.149	Y/Y0	288443392

Рис. 122 Таблица справочной информации о двухобмоточных трансформаторах

Каждому трансформатору соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип трансформатора – стандартное обозначение типа трансформатора.

Sном – номинальная мощность трансформатора (кВА).

Uв – номинальное напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора (кВ).

Uн – номинальное напряжение обмотки низшего напряжения трансформатора (кВ).

Px – номинальное значение потерь активной мощности при холостом ходе трансформатора (кВт).

Рк – номинальное значение потерь активной мощности короткого замыкания трансформатора (кВт).

Uк – напряжение короткого замыкания трансформатора (%).

Ix – номинальное значение тока холостого хода трансформатора (%).

dK – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования (%).

Np – число ступеней регулирования коэффициента трансформации трансформатора.

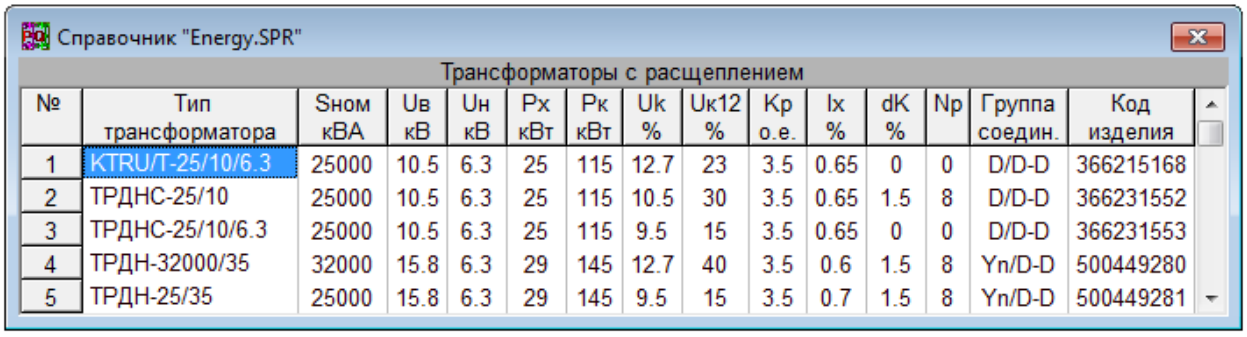
Ro – активное сопротивление нулевой последовательности трансформатора (Ом). Этот параметр задается при выполнении расчетов ТКЗ.

Xo – реактивное сопротивление нулевой последовательности трансформатора (Ом). Этот параметр задается при выполнении расчетов ТКЗ.

Группа соединений – условное обозначение схемы соединений обмоток трансформатора. Этот параметр задается при выполнении расчетов ТКЗ и определяется из дополнительного меню, которое выводится на экран при выборе данной позиции таблицы.

7.6. Трансформаторы с расщеплением

Информация о параметрах двухобмоточных трансформаторов с расщепленными обмотками низкого напряжения вводится в таблицу вида Рис. 123.



№	Тип трансформатора	Sном кВА	Uв кВ	Uн кВ	Px кВт	Pк кВт	Uk %	Uк12 %	Kp о.е.	Ix %	dK %	Np	Группа соедин.	Код изделия
1	KTRU/T-25/10/6.3	25000	10.5	6.3	25	115	12.7	23	3.5	0.65	0	0	D/D-D	366215168
2	ТРДНС-25/10	25000	10.5	6.3	25	115	10.5	30	3.5	0.65	1.5	8	D/D-D	366231552
3	ТРДНС-25/10/6.3	25000	10.5	6.3	25	115	9.5	15	3.5	0.65	0	0	D/D-D	366231553
4	ТРДН-32000/35	32000	15.8	6.3	29	145	12.7	40	3.5	0.6	1.5	8	Yn/D-D	500449280
5	ТРДН-25/35	25000	15.8	6.3	29	145	9.5	15	3.5	0.7	1.5	8	Yn/D-D	500449281

Рис. 123 Таблица справочной информации о трансформаторах с расщепленными обмотками

Каждому трансформатору соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип трансформатора – стандартное обозначение типа трансформатора.

Sном – номинальная мощность трансформатора (кВА) (обмотки высшего напряжения). Номинальная мощность каждой обмотки низшего напряжения принимается равной 50% от Sном.

Uв – номинальное напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора (кВ).

Uн – номинальное напряжение обмоток низшего напряжения трансформатора (кВ). Если это напряжение для расщепленных обмоток различное, то здесь задается любое из этих напряжений.

Px – номинальное значение потерь активной мощности при холостом ходе трансформатора (кВт).

Pк – значение потерь активной мощности короткого замыкания трансформатора при замыкании обеих обмоток низкого напряжения (кВт).

Uк – напряжение короткого замыкания трансформатора при замыкании обеих обмоток низкого напряжения, отнесенное к Sном (%).

Uк12 – напряжение короткого замыкания между расщепленными обмотками трансформатора, отнесенное к Sном (%). Если задано значение Uквн1, то значение этого напряжения определяется автоматически.

Uквн1 – напряжение короткого замыкания трансформатора при замыкании одной обмотки низкого напряжения, отнесенное к Sном (%). Если задано Uк12, то значение этого напряжения определяется автоматически.

Ix – номинальное значение тока холостого хода трансформатора (%).

dK – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования (%).

Np - число ступеней изменения коэффициента трансформации, число ступеней в сторону повышения и в сторону понижения от номинальной ступени (с номером 0). Так, если трансформатор имеет ±9 ступеней с шагом 1,78%,(±9*1,78%) то Np=9 (предполагается, что: от -9 до-1, 0, от 1 до 9, а не общее число ответвлений или положений переключателя, со сквозной нумерацией и с учетом технологических номеров), а dK%=1.78% это шаг регулирования в процентах.(Это пояснений касается и всех объяснений Np для других типов трансформаторов и автотрансформаторов)

Группа соединений – условное обозначение схемы соединений обмоток трансформатора. Этот параметр используется и может быть задан при выполнении расчетов ТКЗ и определяется из дополнительного меню, которое выводится на экран при выборе данной позиции таблицы.

7.7. Трансформаторы трехобмоточные

Информация о параметрах трехобмоточных трансформаторов вводится в таблицу вида Рис. 124.

Справочник "Energy.SPR"

Трехобмоточные трансформаторы

№	Тип трансформатора	Sном кВА	Uв кВ	Uс кВ	Uн кВ	Px кВт	РкВС кВт	РкВН кВт	РкСН кВт	UкВС %	UкВН %	UкСН %	Ix %	dKв %	NpВ	dKс %	Sсн %	Sнн %	Группа соедин.	Код изделия
1	ТМТН-6300	6300	115	38.5	6.6	14	58	0	0	10.5	17	6	1.2	1.78	9	2.5	0	100	Yn/Y/D	765070336
2	ТДТН-10000	10000	115	38.5	6.6	17	76	0	0	10.5	17	6	1.1	1.78	9	2.5	0	100	Yn/Y/D	766118912
3	ТДТН-16000	16000	115	38.5	6.6	23	100	0	0	10.5	17	6	1	1.78	9	2.5	0	100	Yn/Y/D	768216064
4	ТДТН-25000	25000	115	38.5	6.6	31	140	0	0	10.5	17.5	6.5	0.7	1.78	9	2.5	0	100	Yn/Y/D	769264640
5	ТДТН-31500/110	31500	115	38.5	6.6	124	234	0	0	17	10.4	5.85	0	0	0	0	0	100	Yn/Y/D	769264641

Рис. 124 Таблица справочной информации о трехобмоточных трансформаторах

Каждому трансформатору соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип трансформатора – стандартное обозначение типа трансформатора.

Sном – номинальная мощность трансформатора (кВА).

Uв – номинальное напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора (кВ).

Uс – номинальное напряжение обмотки среднего напряжения трансформатора (кВ).

Uн – номинальное напряжение обмотки низшего напряжения трансформатора (кВ).

Px – номинальное значение потерь активной мощности при холостом ходе трансформатора (кВт).

РкВС – значение потерь активной мощности короткого замыкания между обмотками высшего и среднего напряжения, отнесенное к Sном менее мощной обмотки (кВт).

РкВН – значение потерь активной мощности короткого замыкания между обмотками высшего и низшего напряжения, отнесенное к Sном менее мощной обмотки (кВт).

РкСН – значение потерь активной мощности короткого замыкания между обмотками среднего и низшего напряжения, отнесенное к Sном менее мощной обмотки (кВт).

UкВС – напряжение короткого замыкания между обмотками высшего и среднего напряжения, отнесенное к Sном трансформатора (%).

UкВН – напряжение короткого замыкания между обмотками высшего и низшего напряжения, отнесенное к Sном трансформатора (%).

UкСН – напряжение короткого замыкания между обмотками среднего и низшего напряжения, отнесенное к Sном трансформатора (%).

Ix – номинальное значение тока холостого хода трансформатора (%).

dKв – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования напряжения на обмотке высшего напряжения (%).

NpB – число ступеней регулирования коэффициента трансформации на обмотке высшего напряжения.

dKc – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования напряжения на обмотке среднего напряжения (%).Как правило, на этой обмотке устанавливается устройство ПБВ, для которого по умолчанию принято максимальное число ступеней регулирования 2.

Sсн – номинальная мощность обмотки среднего напряжения по отношению к номинальной мощности трансформатора (%).

Sнн – номинальная мощность обмотки низшего напряжения по отношению к номинальной мощности трансформатора (%). Принимается равной номинальной мощности трансформатора.

Группа соединений – условное обозначение схемы соединений обмоток трансформатора. Этот параметр задается при выполнении расчетов ТКЗ и определяется из дополнительного меню, которое выводится на экран при выборе данной позиции таблицы.

7.8. Автотрансформаторы

Информация о параметрах автотрансформаторов вводится в таблицу вида Рис. 125.

Справочник "Energy.SPR"

Автотрансформаторы

№	Тип трансформатора	Sном кВА	Uв кВ	Uс кВ	Uн кВ	Рх кВт	РкВС кВт	РкВН кВт	РкСН кВт	UкВС %	UкВН %	UкСН %	Ix %	dK %	Np	Sнн %	Код изделия
1	АТДТН-63000	63000	230	121	6.6	45	0	215	0	11	35	22	0.5	2	6	50	905675776
2	АТДЦТН-125000	125000	230	121	6.6	85	0	290	0	11	31	19	0.5	2	6	50	907742208
3	АТДЦТН-200000	200000	230	121	6.6	125	430	360	320	11	32	20	0.5	2	6	50	908821504
4	АТДЦТН-125000	125000	500	121	6.3	150	330	0	0	10.5	24	13	0.5	1.5	8	50	1041990656
5	АТДЦТН-250000	250000	500	121	10.5	230	550	0	0	10.5	24	13	0.45	1.5	8	40	1044087808
6	АТДЦТН-320000	320000	500	230	10.5	220	550	0	0	10.5	27.5	17	0.45	1.5	8	37.5	1044218880
+																	

Рис. 125 Таблица справочной информации об автотрансформаторах

Каждому автотрансформатору соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип трансформатора – стандартное обозначение типа автотрансформатора.

Sном – номинальная мощность автотрансформатора (кВА).

Uв – номинальное напряжение обмотки высшего напряжения (кВ).

Uс – номинальное напряжение обмотки среднего напряжения (кВ).

Uн – номинальное напряжение обмотки низшего напряжения (кВ).

Рх – номинальное значение потерь активной мощности при холостом ходе автотрансформатора (кВт).

РкВС – значение потерь активной мощности при коротком замыкании между обмотками высшего и среднего напряжения, отнесенное к Sном менее мощной обмотки (кВт).

РкВН – значение потерь активной мощности короткого замыкания между обмотками высшего и низшего напряжения, отнесенное к Sном менее мощной обмотки (кВт).

РкСН – значение потерь активной мощности короткого замыкания между обмотками среднего и низшего напряжения, отнесенное к Sном менее мощной обмотки (кВт).

UкВС – напряжение короткого замыкания между обмотками высшего и среднего напряжения, отнесенное к Sном автотрансформатора (%).

UкВН – напряжение короткого замыкания между обмотками высшего и низшего напряжения, отнесенное к Sном автотрансформатора (%).

UкСН – напряжение короткого замыкания между обмотками среднего и низшего напряжения, отнесенное к Sном автотрансформатора (%).

Ix – номинальное значение тока холостого хода автотрансформатора (%).

dK – изменение коэффициента трансформации для одной ступени регулирования напряжения (%).

Np – число ступеней регулирования коэффициента трансформации.

Sнн – номинальная мощность обмотки низшего напряжения по отношению к номинальной мощности автотрансформатора (%).

Группа соединений обмоток автотрансформатора не задается, так как практически она одинакова для всех автотрансформаторов.

7.9. Трансформаторы регулировочные

В качестве регулировочных трансформаторов могут использоваться линейные или последовательные (вольтодобавочные) регулировочные трансформаторы. Информация о параметрах регулировочных трансформаторов вводится в таблицу вида Рис. 126.

Справочник "Energy.SPR"

Линейные регулировочные трансформаторы

№	Тип трансформатора	Sном кВА	Uном кВ	Px кВт	Pк кВт	Uк %	Ix %	dK %	Np	Код изделия
1	ТМНЛ-16000/10	16000	6.6	3	35	10.7	1.5	1	15	1
2	ТДНЛ-40000/10	40000	6.6	6	70	10.9	1	1	15	2
+										

Рис. 126 Таблица справочной информации о регулировочных трансформаторах

Каждому трансформатору соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип трансформатора – стандартный тип регулировочного трансформатора.

Sном – номинальная мощность регулировочного трансформатора (кВА).

Uном – номинальное напряжение регулировочного трансформатора (кВ).

Px – номинальное значение потерь активной мощности при холостом ходе трансформатора (кВт).

Pк – номинальное значение потерь активной мощности короткого замыкания трансформатора (кВт).

Uк – напряжение короткого замыкания трансформатора (%).

Ix – номинальное значение тока холостого хода трансформатора (%).

dK – изменение напряжения для одной ступени регулирования (%).

Np – число ступеней регулирования.

7.10. Реакторы токоограничивающие

Информация о параметрах токоограничивающих реакторов вводится в таблицу вида Рис. 127.


Справочник "Energy.SPR"

Реакторы токоограничивающие

№	Тип реактора	Uном кВ	Iном А	Хном Ом	dP кВт	Iдин кА	Iтерм кА	Ттерм с	Код изделия
1	РТСТГ-2500-0.35	6	2500	0.35	33	0	0	0	170954239
2	РБ-10-1600-0.35	10	1600	0.35	33	0	0	0	235965440
3	РТСТ15-630-0.72	13.8	630	0.72	0	0	0	0	298860031
4	13	6	750	0.277	13	0	0	0	299921408
5	РБА-6-1000	6	1000	0.14	13.2	53	0	0	300955648

Рис. 127 Таблица справочной информации о токоограничивающих реакторах

Каждому реактору соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип реактора – стандартный тип токоограничивающего реактора.

Uном – номинальное напряжение реактора (кВ).

Iном – номинальный ток реактора (А).

Хном – номинальное индуктивное сопротивление реактора (Ом).

dP – значение потерь активной мощности при номинальном токе реактора (кВт).

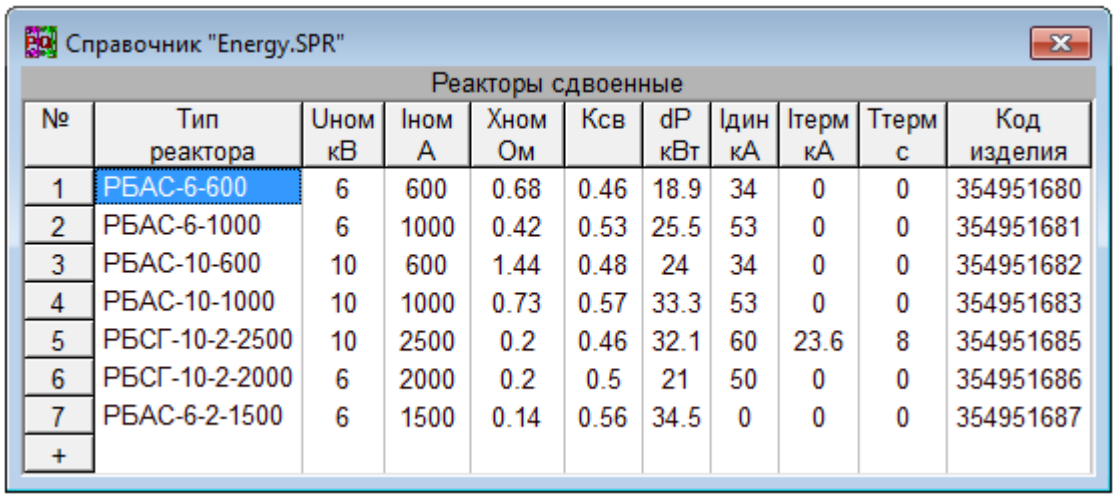
Iдин – значение тока динамической стойкости реактора (кА).

Iтерм – значение тока термической стойкости реактора (кА).

Ттерм – значение длительности теплового импульса (с).

7.11. Реакторы сдвоенные

Информация о параметрах сдвоенных токоограничивающих реакторов вводится в таблицу вида Рис. 128.


Справочник "Energy.SPR"

Реакторы сдвоенные

№	Тип реактора	Uном кВ	Iном А	Хном Ом	Ксв	dP кВт	Iдин кА	Iтерм кА	Ттерм с	Код изделия
1	РБАС-6-600	6	600	0.68	0.46	18.9	34	0	0	354951680
2	РБАС-6-1000	6	1000	0.42	0.53	25.5	53	0	0	354951681
3	РБАС-10-600	10	600	1.44	0.48	24	34	0	0	354951682
4	РБАС-10-1000	10	1000	0.73	0.57	33.3	53	0	0	354951683
5	РБСГ-10-2-2500	10	2500	0.2	0.46	32.1	60	23.6	8	354951685
6	РБСГ-10-2-2000	6	2000	0.2	0.5	21	50	0	0	354951686
7	РБАС-6-2-1500	6	1500	0.14	0.56	34.5	0	0	0	354951687
+										

Рис. 128 Таблица справочной информации о сдвоенных токоограничивающих реакторах

Каждому реактору соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип реактора – стандартный тип сдвоенного токоограничивающего реактора.

Uном – номинальное напряжение реактора (кВ).

Iном – номинальный ток в каждой ветви реактора (А).

Хном – номинальное индуктивное сопротивление всего реактора (Ом).

Х2посл – индуктивное сопротивление одной ветви реактора при отсутствии тока в другой (Ом).

Х1встр – индуктивное сопротивление одной ветви реактора при встречном направлении тока в другой (Ом).

dP – значение потерь активной мощности при номинальном токе реактора (кВт).

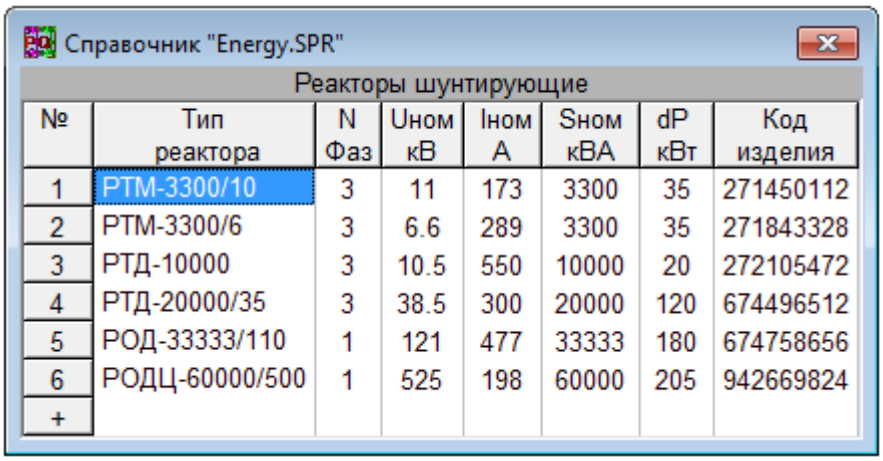
Iдин – значение тока динамической стойкости реактора при токе КЗ в одной ветви (кА).

Iтерм – значение тока термической стойкости реактора при токе КЗ в одной ветви (кА).

Ттерм – значение длительности теплового импульса (с).

7.12. Реакторы шунтирующие

Информация о параметрах шунтирующих реакторов вводится в таблицу вида Рис. 129.


Справочник "Energy.SPR"

Реакторы шунтирующие

№	Тип реактора	N Фаз	Uном кВ	Iном А	Sном кВА	dP кВт	Код изделия
1	РТМ-3300/10	3	11	173	3300	35	271450112
2	РТМ-3300/6	3	6.6	289	3300	35	271843328
3	РТД-10000	3	10.5	550	10000	20	272105472
4	РТД-20000/35	3	38.5	300	20000	120	674496512
5	РОД-33333/110	1	121	477	33333	180	674758656
6	РОДЦ-60000/500	1	525	198	60000	205	942669824
+							

Рис. 129 Таблица справочной информации о шунтирующих реакторах

Каждому реактору соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип реактора – стандартный тип шунтирующего реактора.

Nфаз – число фаз реактора.

Uном – номинальное междуфазное напряжение шунтирующего реактора (кВ). Для однофазного реактора задается номинальное напряжение, увеличенное в корень их трех раз.

Iном – номинальный ток шунтирующего реактора (А).

Sном – номинальная мощность шунтирующего реактора (кВА).

dP – значение потерь активной мощности в шунтирующем реакторе (кВт).

7.13. Батареи конденсаторов

Информация о параметрах батарей статических конденсаторов вводится в таблицу вида Рис. 130.


Справочник "Energy.SPR"

Батареи конденсаторов (шунтирующие)

№	Тип батареи	Uном кВ	Qном квар	Cном мкФ	dP кВт	Nст	Код изделия
1	БК1	10	200	6.37	2	1	341835776
2	БК2	10	2001	63.7	20	1	344457216
+							

Рис. 130 Таблица справочной информации о батареях статических конденсаторов

Каждой батарее конденсаторов соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип батареи – стандартный тип батареи статических конденсаторов.

Uном – номинальное междуфазное напряжение батареи (кВ).

Qном – номинальная реактивная мощность батареи (квар).

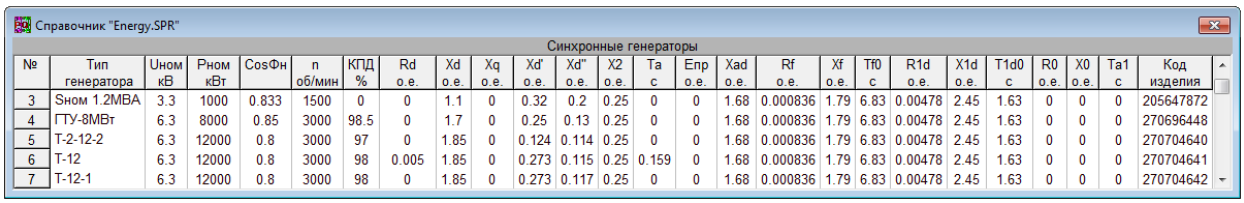
Сном – номинальная емкость батареи конденсаторов (мкФ).

dP – значение потерь активной мощности в батарее конденсаторов (кВт).

Nст – число ступеней регулирования. Если Nст>1 то предполагается, что батарея конденсаторов состоит из соответствующего числа секций с возможностью регулирования от 0 до Nст равных ступеней.

7.14. Синхронные генераторы

Информация о параметрах синхронных генераторов вводится в таблицу вида Рис. 131.



Справочник "Energy.SPR"

Синхронные генераторы

№	Тип генератора	Uном кВ	Рном кВт	CosФн	n об/мин	КПД %	Rd о.е.	Xd о.е.	Xq о.е.	Xd' о.е.	Xd'' о.е.	X2 о.е.	Ta с	Eпр о.е.	Xad о.е.	Rf о.е.	Xf о.е.	Tf0 с	R1d о.е.	X1d о.е.	T1d0 с	R0 о.е.	X0 о.е.	Ta1 с	Код изделия
3	Sном 1.2MBA	3.3	1000	0.833	1500	0	0	1.1	0	0.32	0.2	0.25	0	0	1.68	0.000836	1.79	6.83	0.00478	2.45	1.63	0	0	0	205647872
4	ГТУ-8МВт	6.3	8000	0.85	3000	98.5	0	1.7	0	0.25	0.13	0.25	0	0	1.68	0.000836	1.79	6.83	0.00478	2.45	1.63	0	0	0	270696448
5	Т-2-12-2	6.3	12000	0.8	3000	97	0	1.85	0	0.124	0.114	0.25	0	0	1.68	0.000836	1.79	6.83	0.00478	2.45	1.63	0	0	0	270704640
6	Т-12	6.3	12000	0.8	3000	98	0.005	1.85	0	0.273	0.115	0.25	0.159	0	1.68	0.000836	1.79	6.83	0.00478	2.45	1.63	0	0	0	270704641
7	Т-12-1	6.3	12000	0.8	3000	98	0	1.85	0	0.273	0.117	0.25	0	0	1.68	0.000836	1.79	6.83	0.00478	2.45	1.63	0	0	0	270704642

Рис. 131 Таблица справочной информации о синхронных генераторах

Каждому генератору соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип генератора – стандартный тип синхронного генератора.

Uном – номинальное междуфазное напряжение генератора (кВ).

Рном – номинальная активная мощность генератора (кВт).

CosФн – номинальный коэффициент мощности генератора.

n – номинальная скорость вращения генератора (об/мин).

КПД – коэффициент полезного действия генератора (%).

Rd – активное сопротивление статора генератора (о.е.).

Xd – реактивное синхронное сопротивление генератора (о.е.).

Xd' – реактивное переходное сопротивление генератора (о.е.).

Xd" – реактивное сверхпереходное сопротивление генератора (о.е.).

X2 – реактивное сопротивление обратной последовательности (о.е.).

Ta – постоянная времени затухания свободной составляющей в обмотке статора.

Eпр – предельная кратность тока возбуждения при форсировке.

Rf – активное сопротивление обмотки возбуждения.

Xf – индуктивное сопротивление обмотки возбуждения.

Tf0 – постоянная времени обмотки возбуждения.

R1d – активное сопротивление продольного демпферного контура.

X1d – индуктивное сопротивление продольного демпферного контура.

T1d0 – переходные постоянные времени по продольной оси при разомкнутой обмотках статора.

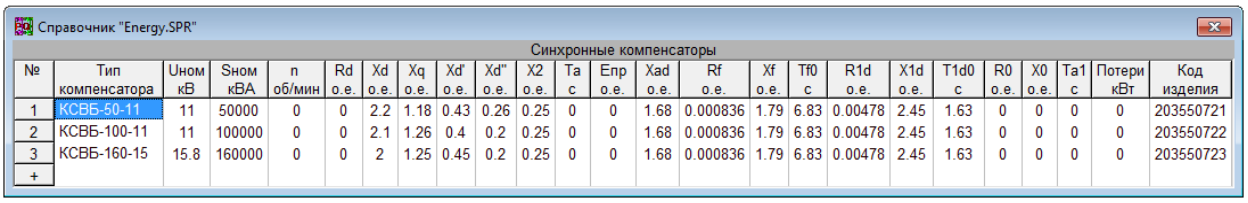
R0 – активное сопротивление нулевой последовательности для обмотки статора.

X0 – реактивное сопротивление нулевой последовательности для обмотки статора.

Ta1 - постоянная времени затухания апериодической составляющей тока статора при однофазном КЗ на выводах машины.

7.15. Синхронные компенсаторы

Информация о параметрах синхронных компенсаторов вводится в таблицу вида Рис. 132.



Справочник "Energy.SPR"

Синхронные компенсаторы

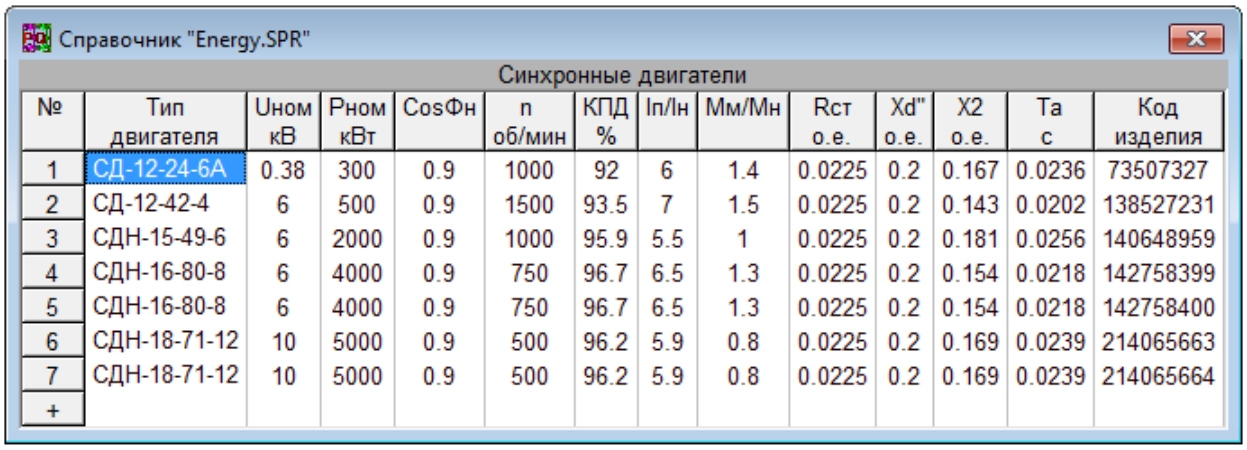
№	Тип компенсатора	Uном кВ	Sном кВА	n об/мин	Rd о.е.	Xd о.е.	Xq о.е.	Xd' о.е.	Xd" о.е.	X2 о.е.	Ta с	Eпр о.е.	Xad о.е.	Rf о.е.	Xf о.е.	Tf0 с	R1d о.е.	X1d о.е.	T1d0 с	R0 о.е.	X0 о.е.	Ta1 с	Потери кВт	Код изделия
1	КСВБ-50-11	11	50000	0	0	2.2	1.18	0.43	0.26	0.25	0	0	1.68	0.000836	1.79	6.83	0.00478	2.45	1.63	0	0	0	0	203550721
2	КСВБ-100-11	11	100000	0	0	2.1	1.26	0.4	0.2	0.25	0	0	1.68	0.000836	1.79	6.83	0.00478	2.45	1.63	0	0	0	0	203550722
3	КСВБ-160-15	15.8	160000	0	0	2	1.25	0.45	0.2	0.25	0	0	1.68	0.000836	1.79	6.83	0.00478	2.45	1.63	0	0	0	0	203550723
+																								

Рис. 132 Таблица справочной информации о синхронных компенсаторах

Состав параметров в основном повторяет состав параметров для синхронного генератора. Разница состоит в том, что вместо **Рном** вводится полная мощность **Sном** и нет параметра **CosФн**.

7.16. Синхронные двигатели

Информация о параметрах синхронных двигателей вводится в таблицу вида Рис. 133.



Справочник "Energy.SPR"

Синхронные двигатели

№	Тип двигателя	Uном кВ	Рном кВт	CosФн	n об/мин	КПД %	Iп/Iн	Мм/Мн	Rст о.е.	Xd" о.е.	X2 о.е.	Ta с	Код изделия
1	СД-12-24-6А	0.38	300	0.9	1000	92	6	1.4	0.0225	0.2	0.167	0.0236	73507327
2	СД-12-42-4	6	500	0.9	1500	93.5	7	1.5	0.0225	0.2	0.143	0.0202	138527231
3	СДН-15-49-6	6	2000	0.9	1000	95.9	5.5	1	0.0225	0.2	0.181	0.0256	140648959
4	СДН-16-80-8	6	4000	0.9	750	96.7	6.5	1.3	0.0225	0.2	0.154	0.0218	142758399
5	СДН-16-80-8	6	4000	0.9	750	96.7	6.5	1.3	0.0225	0.2	0.154	0.0218	142758400
6	СДН-18-71-12	10	5000	0.9	500	96.2	5.9	0.8	0.0225	0.2	0.169	0.0239	214065663
7	СДН-18-71-12	10	5000	0.9	500	96.2	5.9	0.8	0.0225	0.2	0.169	0.0239	214065664
+													

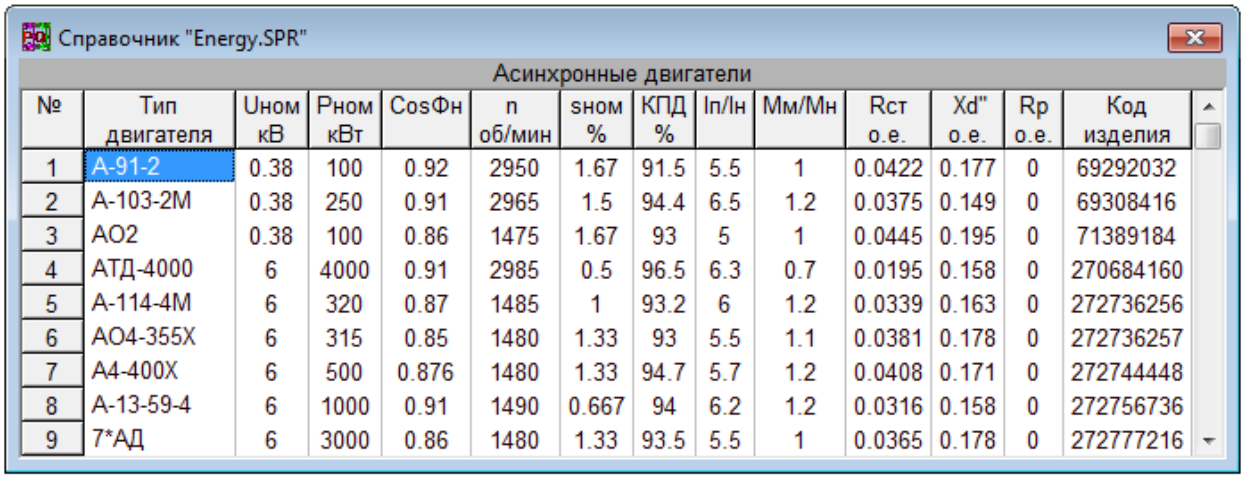
Рис. 133 Таблица справочной информации о синхронных двигателях

Каждому двигателю соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип двигателя – стандартный тип синхронного двигателя.
Uном – номинальное междуфазное напряжение двигателя (кВ).
Рном – номинальная активная мощность на валу двигателя (кВт).
CosФн – номинальный коэффициент мощности двигателя.
n – номинальная скорость вращения синхронного двигателя (об/мин).
КПД – коэффициент полезного действия двигателя (%).
Iп/Iн – кратность пускового тока двигателя.
Мп/Мн – кратность пускового момента двигателя.
Rd – активное сопротивление статора двигателя (о.е.).
Xd” – реактивное сверхпереходное сопротивление двигателя (о.е.).
X2 – реактивное сопротивление обратной последовательности (о.е.).

7.17. Асинхронные двигатели

Информация о параметрах асинхронных двигателей вводится в таблицу вида Рис. 134.



Справочник "Energy.SPR"

Асинхронные двигатели

№	Тип двигателя	Uном кВ	Рном кВт	CosФн	n об/мин	sном %	КПД %	Iп/Iн	Мм/Мн	Rст о.е.	Xd" о.е.	Rp о.е.	Код изделия
1	А-91-2	0.38	100	0.92	2950	1.67	91.5	5.5	1	0.0422	0.177	0	69292032
2	А-103-2М	0.38	250	0.91	2965	1.5	94.4	6.5	1.2	0.0375	0.149	0	69308416
3	АО2	0.38	100	0.86	1475	1.67	93	5	1	0.0445	0.195	0	71389184
4	АТД-4000	6	4000	0.91	2985	0.5	96.5	6.3	0.7	0.0195	0.158	0	270684160
5	А-114-4М	6	320	0.87	1485	1	93.2	6	1.2	0.0339	0.163	0	272736256
6	АО4-355Х	6	315	0.85	1480	1.33	93	5.5	1.1	0.0381	0.178	0	272736257
7	А4-400Х	6	500	0.876	1480	1.33	94.7	5.7	1.2	0.0408	0.171	0	272744448
8	А-13-59-4	6	1000	0.91	1490	0.667	94	6.2	1.2	0.0316	0.158	0	272756736
9	7*АД	6	3000	0.86	1480	1.33	93.5	5.5	1	0.0365	0.178	0	272777216

Рис. 134 Таблица справочной информации об асинхронных двигателях

Каждому двигателю соответствует одна строка таблицы, а ее поля содержат следующую информацию.

Тип двигателя – стандартный тип асинхронного двигателя.
Uном – номинальное междуфазное напряжение двигателя (кВ).
Рном – номинальная активная мощность на валу двигателя (кВт).
CosФн – номинальный коэффициент мощности двигателя.
n – номинальная скорость вращения асинхронного двигателя (об/мин).
sном – номинальное скольжение асинхронного двигателя (%).
КПД – коэффициент полезного действия двигателя (%).
Iп/Iн – кратность пускового тока двигателя.
Мп/Мн – кратность пускового момента двигателя.
Rd – активное сопротивление статора двигателя (о.е.).
Xd” – реактивное сверхпереходное сопротивление двигателя (о.е.).
Rp – активное сопротивление ротора двигателя (о.е.).

7.18. Опоры

Таблица с описанием опор должна заполняться по каталогу опор или по информации от завода изготовителя опор. Однако, состав информации об опоре не соответствует традиционному. Вводится только информация, значимая для выбора опоры и информация, необходимая для механического расчета проводов и тросов, в том числе при динамическом действии токов короткого замыкания.

На Рис. 1 показана схема представления информации об опоре. Опора описывается множеством координатных точек крепления проводов и грозозащитных тросов. Ноль оси Y совпадает с уровнем грунта при установке опоры, Ноль оси X совпадает с осью симметрии для двухстоечных опор или со стойкой опоры для одностоечных опор. Принимается, что высота стойки опоры совпадает с высотой крепления троса «Т». Точки подвеса проводов обозначаются буквами «А», «В» и «С». Верхний провод обозначается «А», нижний провод обозначается «С». Для одноцепных опор один или два провода всегда имеют отрицательное значение координаты X. Для двухцепных опор координаты X точек подвески всех 3-х проводов имеют положительное значение. Предполагается, что вторая цепь расположена зеркально-симметрично. Отсутствие отрицательных координат X является признаком двухцепной опоры.

Справочник "Energy.SPR"

Опоры

№	Марка опоры	Y_c м	Y_b м	Y_a м	Y_t м	X_c м	X_b м	X_a м	X_t м	Uном кВ	Це-пей	Тип	База м	Масса кг	Площадь д.ветра	Площадь облед.	Гориз. д.нагр.	Весов. д.нагр.	Обозначение чертежа	Де-тали	Стандарт	Изготовитель	Наименование полное	Код
19	У35-2т+5	15.5	18.5	21.5	26.5	2.8	3.5	2.8	0	35	2	А	5.7	7033	0	0	0	0	3.407-68/73 п.104а					21
20	У35-2т	10.5	13.5	16.5	21.5	2.8	3.5	2.8	0	35	2	А	4.2	5200	0	0	0	0	3.407-68/73 п.104а					22
21	П35-1т	15.5	15.5	18	20.9	3.3	-2	2	0	35	1	П	1.8	1666	0	0	0	0	3.407-68/73 п.101а					23
22	П35-1	15.5	15.5	18	19	3.3	-2	2	0	35	1	П	1.8	1558	0	0	0	0	3.407-68/73 п.101а					24
23	П35-2т	14	17	20	22.9	2	3.3	2	0	35	2	П	1.8	2042	0	0	0	0	3.407-68/73 п.102а					25
24	П35-2	14	17	20	21	2	3.3	2	0	35	2	П	1.8	1934	0	0	0	0	3.407-68/73 п.102а					26
25	У110-1+14	24.5	24.5	28.5	34.7	5	-3.5	3.5	0	110	1	А	9	11740	0	0	0	0	3.407-68/73 п.125а					27
26	У110-1	10.5	10.5	14.5	20.7	5	-3.5	3.5	0	110	1	А	4.8	5235	0	0	0	0	3.407-68/73 п.125а					28
27	У110-1+9	19.5	19.5	23.5	29.7	5	-3.5	3.5	0	110	1	А	7.5	8544	0	0	0	0	3.407-68/73 п.125а					29
28	У110-1+5	15.5	15.5	19.5	25.7	5	-3.5	3.5	0	110	1	А	6.3	6980	0	0	0	0	3.407-68/73 п.125а					30

Рис. 128 Таблица опор

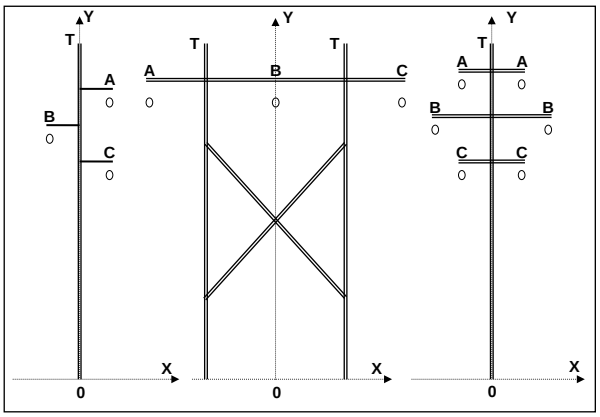


Рис. 129 Схема представления информации об опоре в таблице справочника

В таблице опор кроме обозначения типа опоры, содержатся координаты точек крепления проводов и тросов в соответствии с Рис. 1, точнее координаты крепления гирлянд изоляторов к опоре, если это уместно.

Xa, Ya, Xb, Yb, Xc, Yc, Xt, Yt – координаты крепления проводов и тросов. Для двухцепных линий координаты указываются только для одной цепи. Предполагается, что координаты второй цепи расположены зеркально.

Uном – номинальное напряжение сети для которого предназначены данные опоры.

Цепей – число параллельных цепей на опоре.

База – расстояние между крайними точками крепления опоры к фундаменту или толщина опоры у основания.

Масса – вес опоры в кг.

Площадь д.ветра – площадь опоры для определения нагрузки от ветра без гололеда.

Площадь облед. – площадь опоры для определения нагрузки от ветра для учета обледенения.

Гориз. д. нагр. – допустимая горизонтальная нагрузка на опору. Для промежуточной – ветровая нагрузка. Для анкерной – тяжение проводов в сочетании с нагрузкой от ветра.

Весов. д.нагр. – допустимая весовая нагрузка

Обозначение чертежа опоры – обозначение чертежа опоры по каталогу чертежа.

Детали – состав заказываемых деталей опоры.

Стандарт – обозначение стандарта по которому изготовлен опора.

Изготовитель – обозначение изготовителя опоры.

Наименование полное – полное наименование опоры для упоминания в ведомостях и заказных спецификациях.

*Справочник по опорам программного комплекса EnergyCS совпадает со справочником программного комплекса EnergyCS Line, предназначенного для автоматизации проектирования механической части воздушных линий (ВЛ) электропередачи, гибких ошиновок открытых распределительных устройств (ОРУ) электрических станций и подстанций, а также волоконно-оптических кабелей (ВОК)

волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), располагаемых на опорах воздушных линий электропередач.

8. НОВАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ПРОГРАММЫ

8.1. Сравнение моделей

В процессе работы с программой, иногда возникает проблема, что в новой версии (или обновленной) при запуске старого файла, результаты расчета получаются отличными от тех, что получались на старой версии, или же по какой-либо причине файл подвергнут изменениям, как по параметрам, так и по изображению схемы. Для того чтобы выявить эти изменения или неточности, в программе предусмотрена функция «Сравнение моделей». Программа позволяет выявить различия в изображении схем и параметров объектов двух моделей.

Для того, чтобы произвести процедуру сравнения, нужно иметь два файла, т.е. тот, который нужно сравнить (далее «модель»), и тот, с которым будет произведено сравнение (далее «оригинал»).

Сравнение можно производить в двух режимах, в первом открывается только «модель», во втором открывается «модель» и «оригинал». В первом случае результаты можно увидеть только в одном файле, во втором – в обоих файлах.

Необходимо рассмотреть оба случая подробно. Для примера использован файл «TestAllObj.ENR».

1. Открытие только файла «модели».

Для начала нужно открыть файл «модели», потом зайти в меню группу команд «Файл» и выбрать команду «Сравнить с …»:

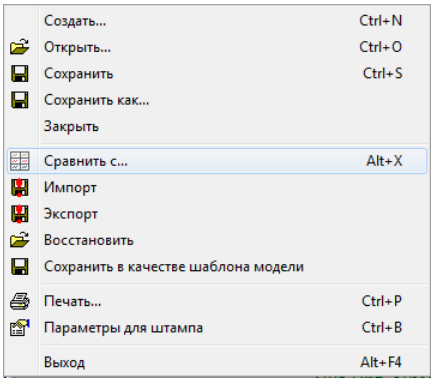


Рис. 135 Группа команд «Файл», команда «Сравнить с …»

Появится окно, в котором необходимо выбрать файл «оригинала»:

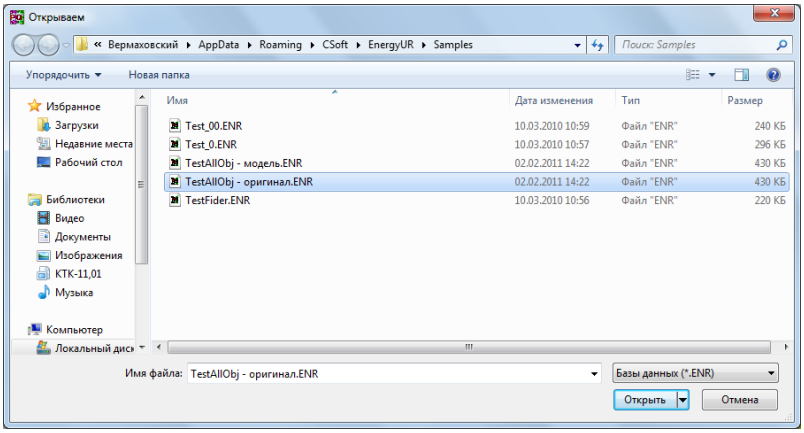


Рис. 136 Открытие файла «оригинала»

Программа выводит табличку, в которой имеются следующие колонки:

Ключ – показывается номера узлов;

Вид разницы – может быть по графике или по параметрам. Необходимо отметить, что если объект изменен по обоим параметрам, то разницу только по графике;

Вид объекта – показывает объект, в котором обнаружена разница, например генераторы, трансформаторы, узлы и т.д.

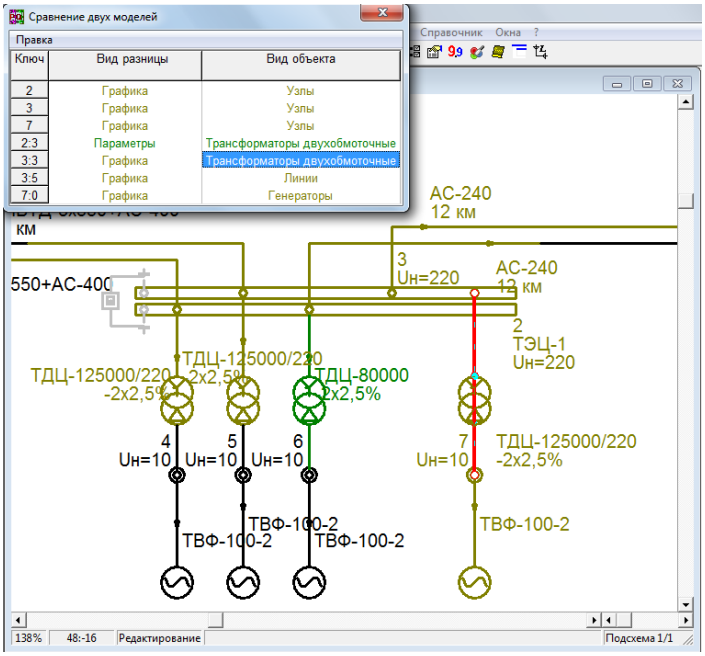


Рис. 137 Таблица «Сравнение двух моделей» и схема с выделенным объектом

Как видно из рис. , при выделении строк в таблице, на схеме выделяются соответствующие объекты. Расцветка схемы так же поменялась.

1. Открытие файлов «модели» и «оригинала»

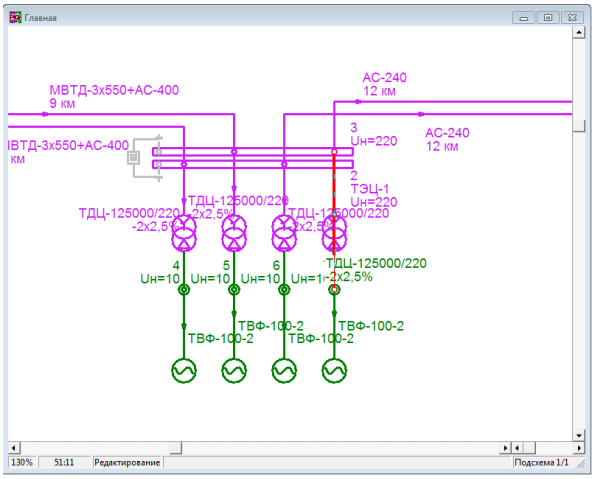
Программа позволяет запускать несколько экземпляров одновременно, на этом основан данный способ сравнения, позволяющий более наглядно определить место несоответствия на обоих схемах, а не на одной.

Для начала необходимо запустить первый экземпляр (он будет «сервером»), потом запустить второй экземпляр (не закрывая первую), при этом программа сообщит, что внешний справочник уже открыт первым экземпляром, нажать ОК.

Во втором экземпляре запустить файл «модель», потом зайти в меню группу команд «Файл» и выбрать команду «Сравнить с …», появится окно, в котором необходимо выбрать файл «оригинала».

Во втором экземпляре появится табличка с результатами сравнения, а в первом экземпляре откроется файл «оригинала».

Теперь при выделении любой строки в таблице «Сравнение двух моделей», объекты будут выделяться как на схеме «модели», так и на схеме «оригинала»:

а) 

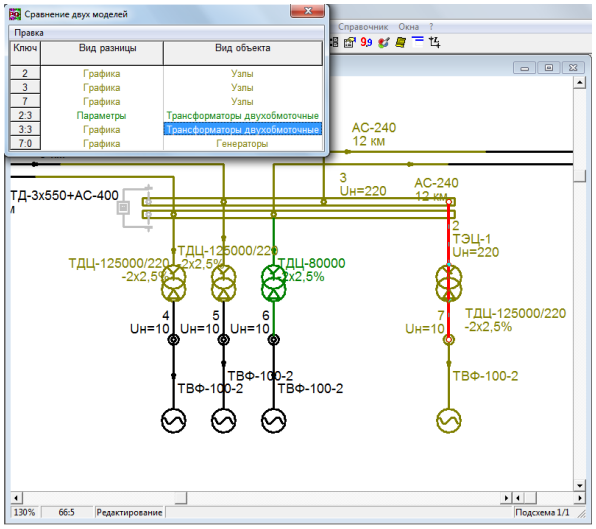
б) 

Рис. 138 Таблица «Сравнение двух моделей» и схема с выделенными объектом в файле «оригинала» (а) и «модели» (б)

Необходимо отметить, что последовательность выше описанных действий обязательна, т.е. сначала запускается первая копия программы (являющаяся «сервером»), потом вторая, в которой открывается файл «модели» и производится сравнение. При открытии файла в первой копии программы и сравнении, появится сообщение, что второй экземпляр не является не является сервером:

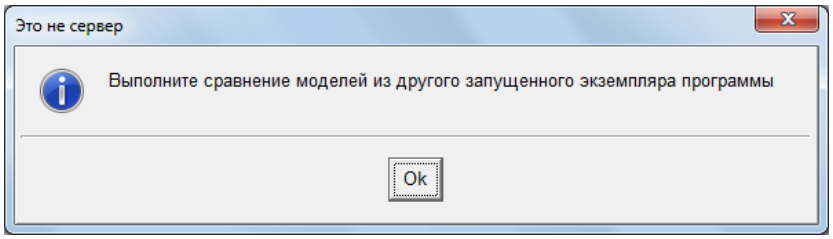


Рис. 139 Сообщение о неверной последовательности сравнения моделей

8.2. Агрегатный ввод

* Описание примера агрегатного ввода показано на основе программы EnergyCS Электрика, программа для расчетов электрических сетей низкого и частично среднего напряжения постоянного и переменного токов при анализе существующих и при проектировании новых систем электроснабжения. В программном комплексе EnergyCS Режим, ТКЗ, Потери эта функция реализована аналогично.

Возможны случаи проектирования, когда схема системы электроснабжения заранее предопределена и о выборе конфигурации сети речь не идет. Например, имеется КТП с заданным числом присоединений и с заранее известным составом оборудования в блоках присоединений. В этом случае можно воспользоваться заранее заготовленной типовой схемой, в которой отражена вся конфигурация сети, но электроприемники и источники питания только абстрактные (не определенные), предварительно определены автоматические выключатели, но не определены уставки, определены типы кабелей, но не известны длины.

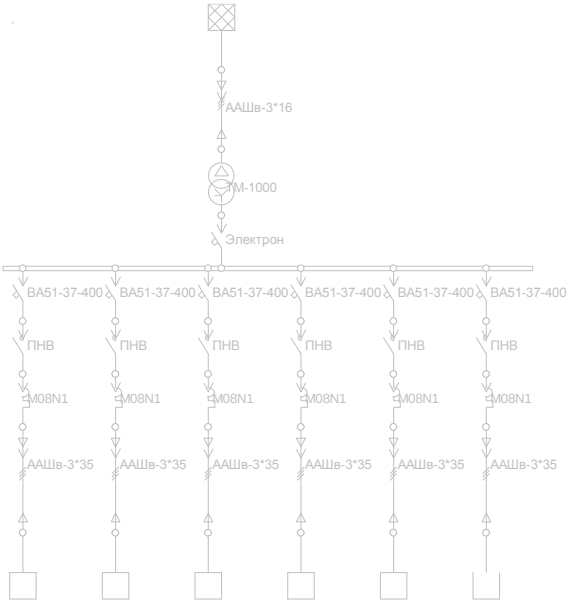


Рис. 140 Пример заготовки типовой схемы

Для этого в программе предусмотрена функция агрегатного ввода, с помощью которой появляется возможность сохранять в виде агрегата как всю схему, так и ее часть, а потом использовать их для более быстрого формирования распределительной сети.

Например в качестве агрегатов могут выступать щиты, шкафы, панели, распределительные устройства, КТП и другие типовые схемы, у которых определены параметры автоматических выключателей, предохранителей, кабелей, трансформаторов и других объектов. При вставке агрегата в схему необходимо определить всего лишь параметры абстрактных объектов (электроприемники и источники питания) и при необходимости определить уставки автоматических выключателей.

Перечень электроприемников может быть введен из файла в формате обмена, или перенесен через буфер обмена в таблицу «Перечень электроприемников», или введен вручную при определении абстрактных электроприемников.

После определения параметров источников питания и электроприемников расчет выполняется по обычной схеме.

Для того, чтобы создать новый агрегат, необходимо произвести следующие действия:

1) Выделить в рамку часть схемы, из которой необходимо создать агрегат, с помощью правой кнопки вызвать контекстное меню и выбрать пункт «Создать агрегат»:

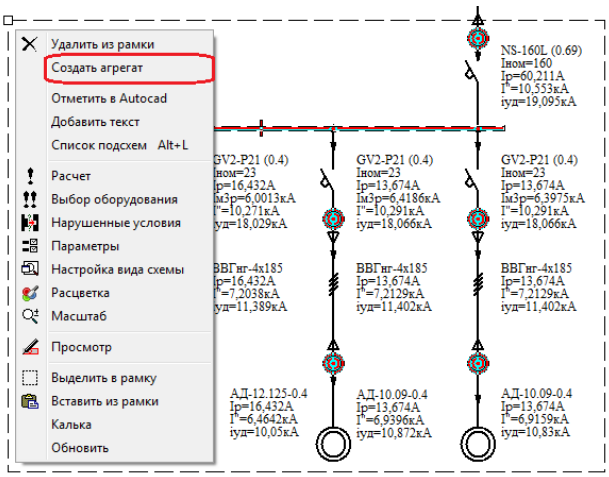


Рис. 141 Создание агрегата. Выделение в рамку, вызов контекстного меню

Необходимо отметить:

- для того, чтобы создать агрегат из объекта-ветвь (например КЛ), необходимо выделять оба узла подключения;

- для того, чтобы создать агрегат из объекта-лист (например электроприемник), необходимо выделить узел подключения.

2) В появившемся окне необходимо ввести имя создаваемого агрегата с расширением *.ENN (*.ENR для EnergyCS Режим, ТКЗ, Потери), выбрать каталог и нажать кнопку «Сохранить».

Созданный агрегат автоматически занесется в справочник агрегатов («Справочник / Содержание / Агрегаты»):

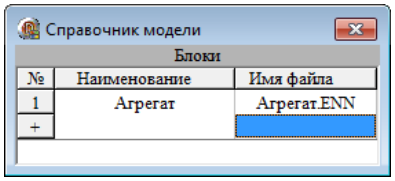


Рис. 142 Справочник агрегатов (блоков)

Необходимо отметить:

- для «Справочника агрегатов» можно использовать все команды меню «Справочник»;

- если необходимо добавить в «Справочник агрегатов» ранее сохраненный файл, нужно нажать на ячейку колонки «Имя файла» пустой строки и в появившемся окне произвести выбор, нажать открыть:

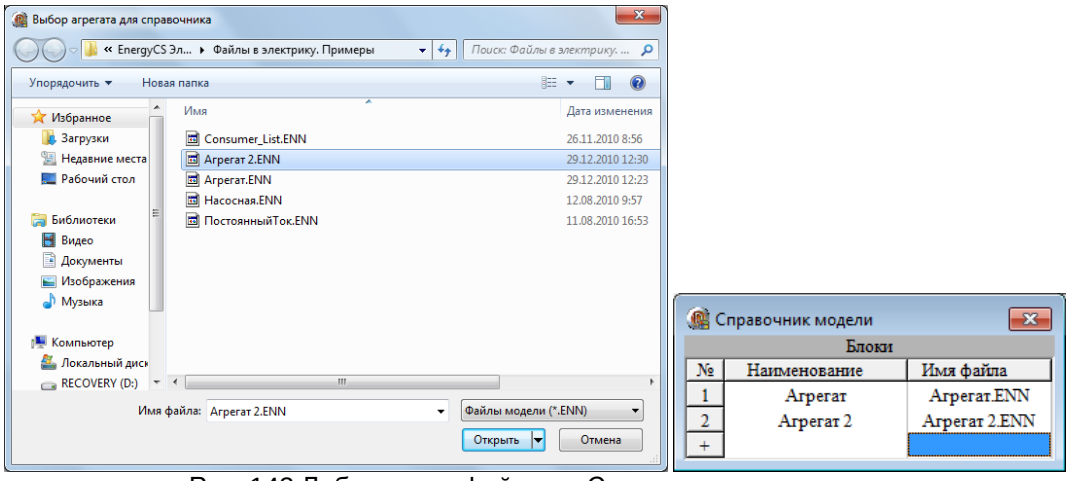


Рис. 143 Добавление файла в «Справочник агрегатов»

- колонка «Наименование» заполняется автоматически в соответствии колонкой «Имя файла», причем имя выводится до первой точки в имени файла (т.е. если имя файла «Агрегат.новый.ENN» (*.ENR), то наименование будет «Агрегат»);

- введенные агрегаты заносятся в «Справочник модели».

3) Добавление агрегатов на схему происходит из таблицы «Экземпляры агрегатов». Нужно обратиться к группе команд «Объекты» и выбрать команды «Агрегаты», появится окно вида:

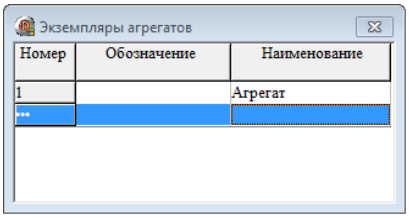


Рис. 144 Таблица «Экземпляры агрегатов»

Созданный агрегат автоматически заносится в эту таблицу с соответствующим «Наименованием».

Если в «Справочник агрегатов» был добавлен ранее введенный агрегат, то необходимо его добавить в эту таблицу. Для этого нужно нажать на ячейку колон-

ки «Наименование» пустой строки и в появившемся окне выделить необходимую строку из «Справочника агрегатов», нажать кнопку «Выбор» или «Отмена» для закрытия окна. Есть возможность переключения между «Справочником модели» и внешним справочником.

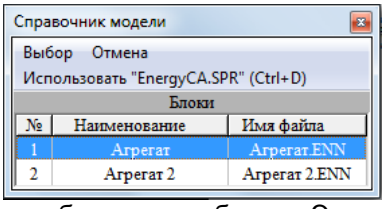


Рис. 145 Добавление объектов в таблицу «Экземпляры агрегатов»

Колонка «Обозначение» в таблице «Экземпляры агрегатов», может содержать

4) Для того, чтобы нанести агрегат на схему, необходимо сделать следующее:

- нажать на строку с необходимым агрегатом левой кнопкой мыши, потом правой кнопкой вызвать контекстное меню вида:

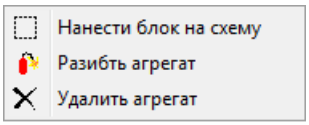


Рис. 146 Контекстное меню таблицы «Экземпляры агрегатов»

Нанести блок на схему – позволяет вставить агрегат на схему. При этом появляется рамка, которая прикреплена к курсору, ее можно перемещать по рабочему окну и вставить в необходимое место. Размер рамки определяется положением крайних узлов с небольшим отступом.

После успешной вставки агрегата появляется сообщение вида:

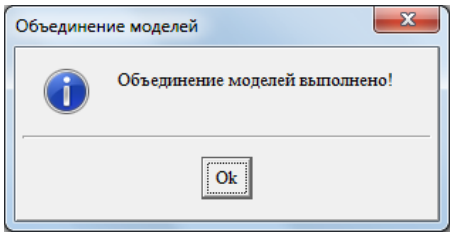


Рис. 147 Сообщение об успешной вставке агрегата на схему

Нанесем созданный агрегат на схему:

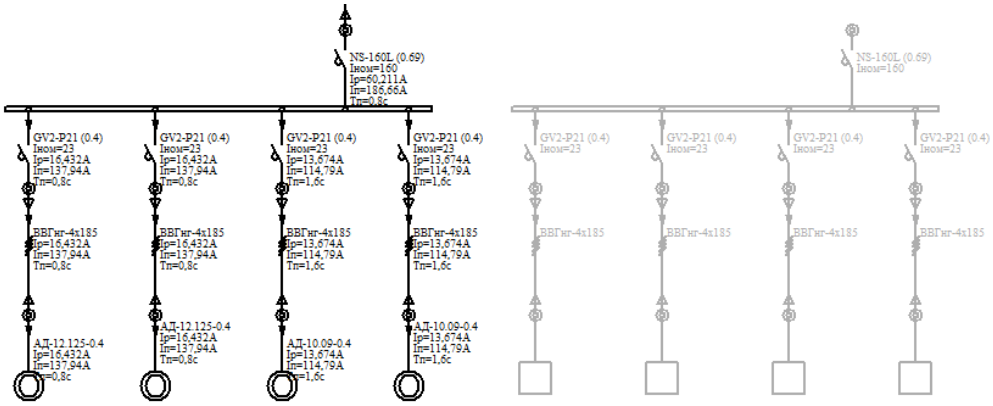


Рис. 148 Схема (слева) и добавленный агрегат (с права) с абстрактными электроприемниками

Разбить агрегат – удаляет связь вставленного на схему агрегата с агрегатом в справочнике, т.е. становится набором элементов сети, как если бы их вводили вручную.

Удалить агрегат – удаляет вставленный на схему агрегат и запись из таблицы «Экземпляры агрегатов».

Агрегат можно вставлять многократно, при попытке вставить каждый следующий агрегат появляется сообщение вида:

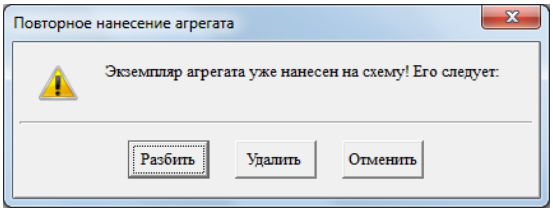


Рис. Повторное нанесение агрегата

Кнопка «Разбить» имеет ту же функцию, что и команда контекстного меню таблицы «Экземпляры агрегатов».

Кнопка «Удалить» только удаляет вставленный на схему агрегат.