3. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ КАСКАД-РЕТРЕН

ОГЛАВЛЕНИЕ

3. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ КАСКАД-РЕТРЕН 1
Простой запуск программы на расчет. 2
Основная схема запуска программы на расчет. 3
3.1. Установка комплекса КАСКАД-РЕТРЕН 3
3.1.1 Демонстрационный режим 4
3.1.2. Режим просмотра 4
3.1.3. Полный режим (просмотр и редактирование) 4
3.1.4. Формат регистрационного ключа. 4
3.1.5. Расположение регистрационного ключа. 5
3.1.6. Получение регистрационного ключа. 5
3.1.7. Сетевое использование комплекса КАСКАД-РЕТРЕН 5
3.1.8. Служба поддержки 6
3.2. Управление моделью ЭЭС в КП КАСКАД-НТ 6
3.3. Панель вызова конструкторов. 7
3.4. Формирование режимной схемы ЭЭС и энергообъединения. 9
3.4.1. Задание схемы из формата ЦДУ. 10
3.4.2. Формирование новой БД расчетной схемы. 12
3.4.3. Дополнение БД новыми узлами и ветвями. 12
3.5. База данных TABULA. 13
3.5.1 Информация для узлов с генерацией. 17
3.5.2 Информация для узлов нагрузки (потребления). 19
3.5.3 Информация для ветвей схемы. 20
3.5.4 Общие таблицы. 21

4. ГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА ЭЭС. 30
4.1. Ручная разрисовка схемы. 32
4.2. Запуск схемы на расчет из разрисовщика схемы. 35
4.3. Автоматическая разрисовка схемы. 35
4.3.1. Первый вариант разрисовки схемы. 35
4.3.2. Второй вариант разрисовки схемы. 38
4.3.3. Третий вариант разрисовки схемы. 39
4.3. 4. Корректировка схемы. 40
4.4 Запуск схемы на расчет из авторазрисовщика. 40

5. УПРАВЛЕНИЕ МОДЕЛЬЮ ЭЭС. 41
5.1. Загрузка схемы ЭЭС. 42
5.1.1. Первичная загрузка схемы. 43
5.1.2. Отображение расчетной схемы. 44
5.1.3. Основная инструментальная панель управления моделью. 46
5.1.4. Навигация по схеме. 48
5.2. Сравнение параметров модели и расчетной схемы ЭЭС 52
5.3. Задание режима моделирования. 53

5.4. Запуск схемы на расчет. 53
5.5. Управление режимом со схемы ЭЭС..... 55
5.6. Анализ режима ЭЭС..... 60
5.6.1. Табличный анализ..... 60
5.6.2. Графические методы анализа. 62

Настоящее описание КП КАСКАД-РЕТРЕН достаточно объемное и полное и для первичного знакомства является, как правило, избыточным. Поэтому здесь мы сначала укажем на простой механизм выполнения расчетов без детального знакомства с КП. Предварительно КП необходимо установить на ЭВМ (см. ниже).

Простой запуск программы на расчет.

Комплекс КАСКАД-РЕТРЕН состоит из программы model.exe и ряда программ отображения информации и управления процессом моделирования. Для режима простого запуска на расчет и отображения результатов достаточно (кроме программы model.exe) использовать основную программу управления моделью MMI_SHM.exe.

В этом варианте расчетов следует в главной папке (например, Cascade) после регистрации КП (controls_reg.bat) активизировать MMI_SHM.exe и затем выбрать в меню **Файлы** на инструментальной панели необходимую для расчета схему (файл с именем схемы и расширением .tbl) обычно из подпапки Ted. Желательно предварительно сформировать графический образ схемы (файл с расширением .ger) с ее именем, который формирует задача AutoGraph (см. ниже). В результате получим на экране графический образ схемы с результатами расчета режима. Далее используя подсказки главного

меню программы и кнопки инструментальной строки можно проводить необходимые вариантные расчеты.

Если файл расчетной схемы и его графический образ отсутствуют, то их можно сформировать программой AutoGraph.exe вручную или автоматически, используя возможности меню, и запустить схему на расчет. Результаты расчета формируются в узловых табличках (настройка которых и отображение в задаче MMI_SHM.exe). Этот вариант охватывает стадию формирования топологии сети, задание исходных параметров и формирование графического образа расчетной схемы.

Основная схема запуска программы на расчет.

В комплекс КАСКАД входит набор конструкторов для создания полноценной системы отображения режимной информации, автоматизированной разрисовки режимных схем, сценариев автоматик, тренировок и т.д.

Вторая часть РЕТРЕН – это модель ЭЭС и энергообъединения и программа MMI_SHM.exe, предназначенная для отображения результатов моделирования расчетной схемы в установившемся и переходном режиме. Эти программы объединены под общим названием РЕТРЕН (от слов РЕжимный ТРЕНажер).

Программа model.exe может моделировать режим сети в ускоренном, замедленном и реальном масштабе времени с учетом электромеханических и длительных переходных процессов в соответствии с представленными выше блок – схемами и алгоритмами. Эта программа моделирует также три алгоритма систем вторичного регулирования (АРЧМ) и встроенные системы ПА. Кроме встроенных систем ПА (АЧР, АЛАР, САОН и др.) в комплексе РЕТРЕН представлены конструируемые сценариями индивидуальные системы ПА.

3.1. Установка комплекса КАСКАД-РЕТРЕН

Данный раздел включает в себя инструкцию по установке и регистрации программного комплекса КАСКАД-РЕТРЕН.

Программный комплекс КАСКАД-НТ может функционировать в нескольких режимах:

- демонстрационный режим;
- режим просмотра;
- полный (конструкторский) режим;
- сетевой конструкторский режим.

Режим функционирования программного комплекса КАСКАД-РЕТРЕН определяется наличием у пользователя соответствующей лицензии. В

зависимости от установленного режима формируется вид регистрационного ключа (в файле **cascade.lic**).

Примечание: **Если у пользователя отсутствует лицензия (отсутствует программный ключ), программный комплекс КАСКАД-РЕТРЕН будет функционировать только в демонстрационном режиме.**

Внимание! Для всех режимов функционирования комплекса КАСКАД-РЕТРЕН необходимо при его регистрации только один раз запустить на выполнение командный файл controls_reg.bat

3.1.1 Демонстрационный режим

В этом режиме программный комплекс КАСКАД-РЕТРЕН работает только с демонстрационными файлами в полнофункциональном режиме. Работа с файлами, не являющимися демонстрационными, невозможна.

Данный режим предназначен для ознакомления пользователей с данным программным продуктом, и не требует наличия регистрации.

3.1.2. Режим просмотра

Данный режим работы программного комплекса КАСКАД-РЕТРЕН предполагает наличие регистрационного ключа. В этом режиме можно запускать рабочие файлы, менять их, но нельзя сохранять файлы.

В этом случае на компьютере, где установлен программный комплекс КАСКАД-РЕТРЕН, должен находится регистрационный ключ. При этом возможно выполнять расчеты режима сети, наблюдать и анализировать их результаты.

3.1.3. Полный режим (просмотр и редактирование)

В полном режиме работы комплекса доступны все функции, предоставляемые программным комплексом КАСКАД-РЕТРЕН (просмотр и конструирование). В данном случае также необходимо наличие регистрационного ключа. Кроме перечисленных выше функций доступно конструирование экранных форм (графики, схемы, таблицы и т.д), сценарии и другие сервисы.

3.1.4. Формат регистрационного ключа.

Регистрационный ключ хранится в файле **cascade.lic**.

Файл **cascade.lic**:

<ключ>

***Примечание 1*: В случае использования сетевой версии программного комплекса КАСКАД-НТ, вместо ключа следует указать сетевое имя машины, на которой запущен сервер лицензий.**

***Примечание 2*: На машине, где запущен сервер лицензий, регистрационный ключ хранится в файле cascadesrv.lic. В этом файле хранится непосредственно регистрационный ключ (число), а не сетевое имя машины.**

3.1.5. Расположение регистрационного ключа.

Файл, хранящий регистрационный ключ, может находиться в одном из следующих мест:

- в основном каталоге операционной системы (c:\windows, c:\winnt);
- в основной директории программного комплекса (либо в директории, из которой произведен запуск программ);
- на дискете или флэшке (в корне).

3.1.6. Получение регистрационного ключа.

Для получения регистрационного ключа надо определить собственный идентификационный номер. Идентификационный номер сообщается пользователю во время работы любого приложения комплекса КАСКАД-РЕТРЕН при попытке использовать некоторые возможности (например, попытка записи). После того как идентификационный номер определен, необходимо связаться со службой поддержки комплекса КАСКАД-РЕТРЕН и сообщить сведения о владельце данного ПО и идентификационный номер. Далее пользователю будет выслан регистрационный ключ. В зависимости от режима использования программного комплекса КАСКАД-РЕТРЕН (локальное/сетевое), необходимо сохранить полученный регистрационный ключ в файле **cascade.lic**, в случае локального использования, или в файле regsrv.reg, в случае сетевого использования. (См. также разделы: Формат регистрационного ключа, Расположение регистрационного ключа).

3.1.7. Сетевое использование комплекса КАСКАД-РЕТРЕН

Для сетевого использования программного комплекса КАСКАД-РЕТРЕН необходима сетевая утилита *сервер лицензий* – **regsrv.exe**, которая распространяется в сетевом варианте комплекса. На машине, где запущен сервер лицензий, необходимо наличие файла **cascade.lic**. Формат файла и его расположение описаны выше. На сетевых машинах, с которых

предполагается подключение к серверу лицензий, необходимо наличие регистрационного файла, в котором указано местонахождение сервера лицензий, то есть сетевое имя машины.

3.1.8. Служба поддержки

тел.: 8 (499) 613-1411, 8-916-650-58-64

e-mail: cascade-nt@yandex.ru

3.2. Управление моделью ЭЭС в КП КАСКАД-НТ

Управление моделью КП КАСКАД-НТ выполняется одним из двух способов:

- панелями автоматизированного рабочего места (АРМ) (см. рис.3.1),
- средствами управления и отображения расчетной схемы (программа MMI_SHM.exe).

В первом случае расчеты режимов могут выполняться без отображения результатов на графической схеме моделируемой ЭЭС. Второй способ позволяет не только управлять расчетом, но и отображать результаты расчета на графической схеме.

Главная управляющая панель.

Активизация системы моделирования и отображения режимной информации выполняется запуском командного файла SOVET.bat в каталоге CASCADE. На экране появится главная управляющая панель (см. рис. 3.1).

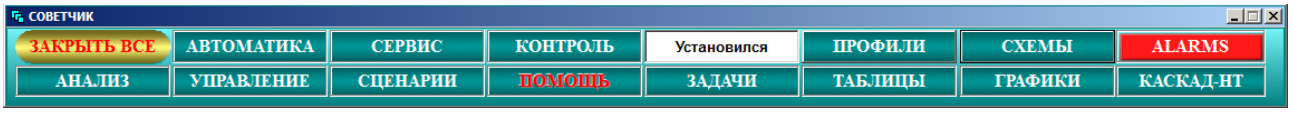


Рис. 3.1 Основная (главная) панель управления режимной моделью ЭЭС.

Эта панель содержит набор управляющих кнопок, предназначенных для запуска модели ЭЭС и анализа параметров режима. Эти кнопки имеют следующие функциональные назначения:

КАСКАД-НТ – вызов набора конструкторов (формирование схем, форм, графиков и т.д.),

АНАЛИЗ – анализ параметров сети в условиях помех,

СХЕМЫ - вызов панели режимных схем для расчета режима,

СЦЕНАРИИ - список сценариев и их запуск,

КОНТРОЛЬ - контроль параметров режима,

ПОМОЩЬ - тематическая помощь,

АВТОМАТИКА – задание параметров систем регулирования и ПА,
УПРАВЛЕНИЕ - панели управления моделью,
ВКЛЮЧИТЬ ВЛ- включение всех ВЛ, заданного уровня напряжения,
ТАБЛИЦЫ - панели информации в табличной форме,
ПРОФИЛИ - вызов графических профилей,
ГРАФИКИ - панели информации в графической форме,
ЗАДАЧИ - наборы режимных задач,
НАРУШЕНИЯ (ALARMS) - информация о нарушениях предельных значений.
ЗАКРЫТЬ ВСЕ- закрытие всех приложений КАСКАДа.

Далее возможны два основных режима:

- Формирования графической и расчетной схемы,
- Выполнение расчетов и проведение анализа режима.

Первый из них потребует вызова панели конструкторов для формирования БД режимной схемы и ее разрисовки. Второй режим предназначен для проведения расчетов и анализа установившихся и переходных режимов ЭЭС и энергообъединений.

3.3. Панель вызова конструкторов.

Система конструкторов КАСКАД-НТ позволяет визуальным образом (т.е. на экране дисплея) создать все типовые элементы комплексов программ (КП) не только разработчикам, но и пользователям системы. В КАСКАД-НТ полностью реализована идеология импортозамещения.

Формирование графической и расчетной схем энергообъектов, таблиц, панелей управления и т.д. требуют активизации первой кнопки КАСКАД-НТ головной панели управления. При этом на экране появится панель КОНСТРУКТОРЫ для вызова конструкторов комплекса (см. рис. 3.2.).

Кнопки этой панели позволят вызвать конструктора:

СХЕМЫ– для формирования режимных, оперативных и подробных схем,

ЭЛЕМЕНТОВ СХЕМ – для формирования графических библиотек элементов (объектов),

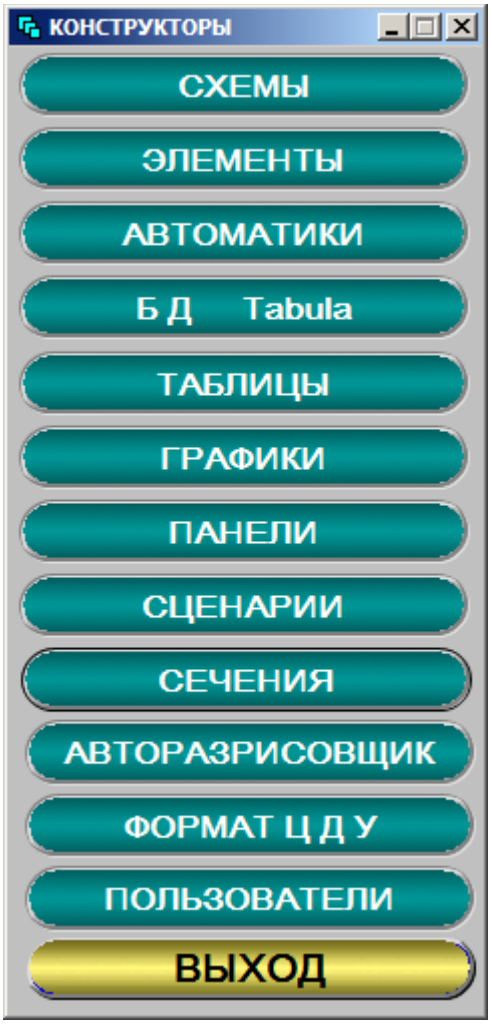
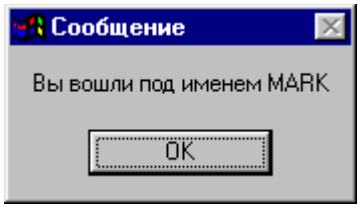


Рис.3.2. Панель вызова конструкторов комплекса КАСКАД-НТ.

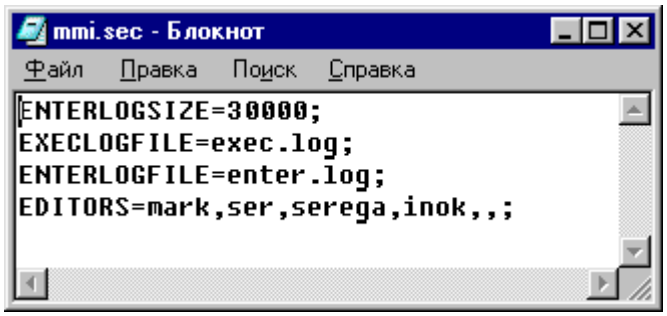
АВТОМАТИКИ – для формирования параметров автоматик,
БД TABULA – таблицы БД Tabula с режимной и справочной нформацией,
ТАБЛИЦ – таблицы режимной и НСИ,
ГРАФИКОВ – графиков, гистограмм и диаграмм,
ПАНЕЛЕЙ – формирования управляющих панелей,
СЦЕНАРИЕВ - формирования сценариев автоматик и тренировок,
СЕЧЕНИЙ – формирования контролируемых сечений
АВТОРАЗРИСОВЩИК – для автоматизированного формирования схем,
ФОРМАТ ЦДУ для заполнения БД режимной схемы по формату ЦДУ,
ПОЛЬЗОВАТЕЛИ – для задания разграничения уровня пользователей,

Кнопка **Пользователи** позволяет организовать допуск к системе конструкторов пользователям, перечисленным в определенном списке. Тем самым может быть заблокирован несанкционированный доступ к системе

конструкторов. По этой кнопке появляется сообщение, подобное представленному ниже (имя будет тем, под которым вы вошли в компьютер):



Далее возникнет файл, в нижней строке которого перечислены имена возможных пользователей. Если в этом списке нет имени, под которым вы вошли, его следует добавить и сохранить исправленный файл.



Вместо подключения конкретного имени, можно ввести обобщенное имя ALLUSERS. Остальные Кнопки панели КОНСТРУКТОРЫ (см. рис. 3.2) будут рассматриваться ниже по мере необходимости.

3.4. Формирование режимной схемы ЭЭС и энергообъединения.

Для функционирования модели необходимо задать схему моделируемого энергообъединения в БД TABULA. Исходную информацию о режимной схеме необходимо сформировать в этой БД из файла в формате ЦДУ или вручную. Далее по топологии строится графический образ схемы. Это можно выполнить двумя способами:

- В ручную, используя БД TABULA или автоматизированный разрисовщик схем (AUTOGRAPH),
- Автоматически, используя информацию о схеме в формате ЦДУ. В этом случае программа AUTOGRAPH автоматически создаст расчетную схему ее графический образ (как правило, неупорядоченный) и сформирует соответствующую БД.

Во всех случаях, расчет режима (динамического и УР) выполняется по исходным данным в БД Tabula.

Ручной способ задания режимной схемы возможен также двумя путями:

- Занесением узловых данных в таблицу узлов и параметров ветвей в таблицу ветвей в локальной БД (вызов БД Tabula, загрузка шаблона template.tbl из основного каталога и заполнением таблиц узлов **g , n** и линий **l**).
- Непосредственным ручным рисованием схемы в программе Autograph.exe, заданием параметров узлов и запуском схемы на расчет. Это самый простой вариант формирования небольших расчетных и графических схем.

Заполненную БД следует сохранить под каким - то именем (отличным от template) в подкаталоге TED. Далее необходимо сформировать графический образ режимной схемы в программе Autograph.exe. Это можно выполнить автоматически соответствующей кнопкой на панели инструментов.

Рассмотрим более общий способ формирования режимных и графических схем из исходных данных в формате ЦДУ.

3.4.1. Задание схемы из формата ЦДУ.

Исходная информация для схемы обычно задается в специальном текстовом файле (так называемом формате ЦДУ). В этом файле представлена информация об узловых параметрах режима (мощность генерации и нагрузки, напряжения узлов и т.д.) а также топология моделируемой ЭЭС в виде ветвей, связывающих отдельные узлы. Информации в файле ЦДУ достаточно для расчета установившегося режима (УР) такой схемы. Этой информации достаточно и для расчета динамики моделируемой схемы при условии, что параметры динамической модели будут взяты по умолчанию (т.е. типовыми) или установлены пользователем.

Преобразование информации из файла в формате ЦДУ в базу данных (БД Tabula) модели выполняет программа CF32.exe, вызываемая по кнопке **ФОРМАТ ЦДУ** на панели **КОНСТРУКТОРЫ**. На экране появится управляющая панель этой задачи (см. рис 3.3).

В окнах этой панели следует указать:

- Имя файла в формате ЦДУ, например 21_05_2005-21-00_from_RASTR.txt (можно с кратким путем, если этот файл расположен в головном каталоге CASCADE).

- Имя схемы с расширением БД (.tbl), например, 21_05_2005-21-00_from_RASTR.tbl, под которым пользователь будет ее вызывать,
- Имя шаблона базы данных, (файл template.tbl),

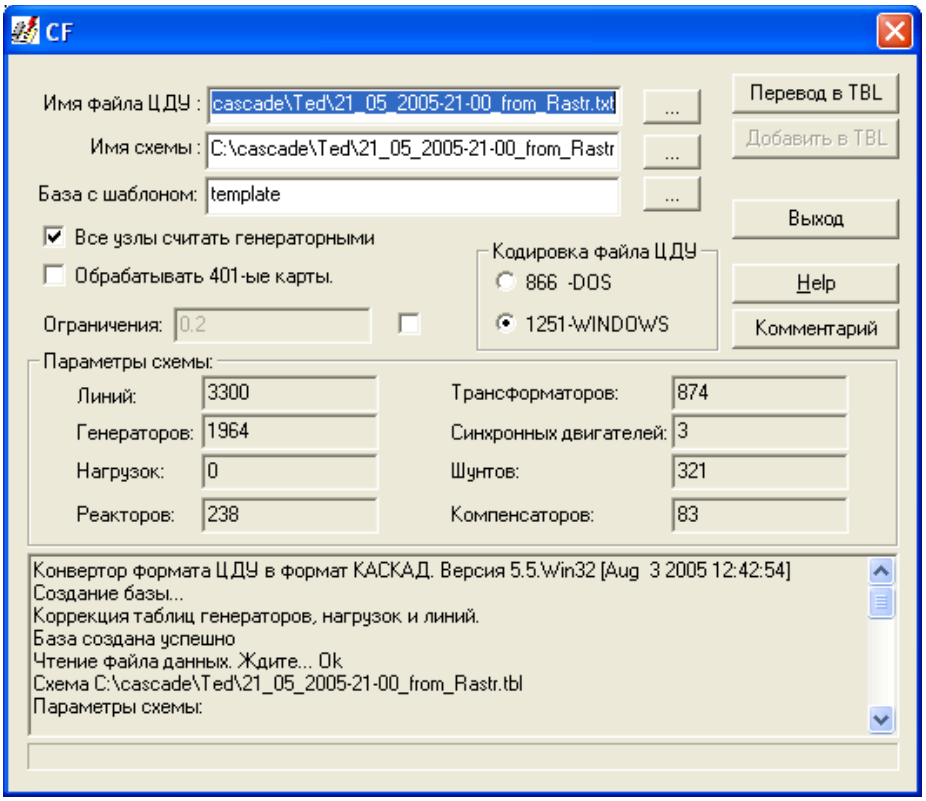


Рис. 3.3. Управляющая панель программы CF32.

- Признак задания ограничений по активной и реактивной мощности в узлах с генерацией (обычно нет необходимости ставить галку),
- Тип кодировки файла в формате ЦДУ,

И ряд других параметров понятных из их наименования.

Отметим, что выбор при формировании схемы всех узлов генераторными означает, что в этом узле может быть как генерирующая мощность, так и потребление. В противном случае в узлах нагрузки будет отсутствовать генерация.

После введения всех параметров необходимо нажать кнопку **Перевод в TBL**. Если БД с заданным именем нет, то выполнится перевод файла в формате ЦДУ в выбранную БД Tabula. Если уже существует БД с таким именем, то возможны два варианта (см. рис.3.4):

- Перезаписать сформированную БД заново,
- Дополнить существующую БД новыми узлами и ветвями, которые встретились в обрабатываемом файле формата ЦДУ.

Второй вариант создания БД расчетной схемы позволяет объединять несколько отдельных схем (например, разных регионов) в том числе с пересекающимися узлами.

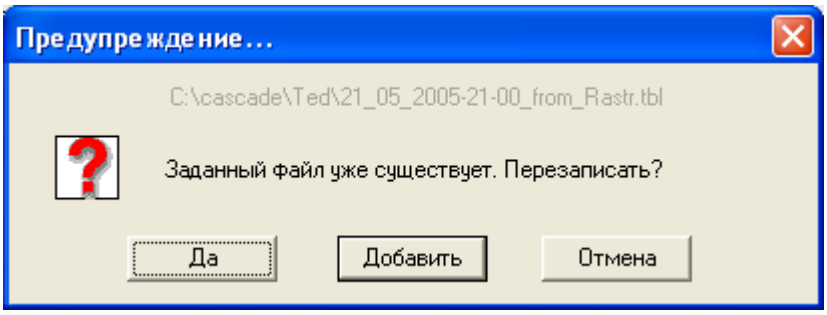


Рис. 3.4. Задание режима обработки файла формата ЦДУ.

3.4.2. Формирование новой БД расчетной схемы.

При этом следует щелкнуть мышкой по кнопке ДА на панели рис. 3.4 Процесс перевода информации из файла в формате ЦДУ в БД может занять несколько секунд (в зависимости от объема схемы). Сформированная БД с указанным именем будет размещена в подкаталоге TED основного каталога. Отметим, что для каждой формируемой схемы будет образована своя уникальная БД, содержащая множество таблиц (см. ниже). В качестве имени БД может быть использовано любое сочетание букв и цифр (без пробелов).

В нижней части панели приведены основные параметры сформированной схемы, а именно количество линий (ветвей), генераторов, нагрузок, реакторов, трансформаторов, синхронных двигателей, шунтов и компенсаторов.

Внимание! Этого этапа достаточно для формирования работоспособной схемы в БД. Дополнительные коррекции необходимы только в том случае, когда требуется изменить начальные значения параметров (хранимые в файле формата ЦДУ или устанавливаемые по умолчанию).

Для хранения и коррекции данных о расчетной схеме можно использовать любую стандартную (имеющую ODBC доступ) БД. Однако в комплексе КАСКАД-РЕТРЕН применяется собственная БД (TABULA), обладающая сверхбыстрым доступом. Это достигается размещением всех таблиц БД конкретной схемы в оперативной памяти компьютера.

3.4.3. Дополнение БД новыми узлами и ветвями.

Программа **CF.exe** может объединять несколько расчетных схем, заданных в формате ЦДУ. Объединение схем выполняется последовательно.

Первоначально формируется БД для 1-й расчетной схемы. Далее процедура повторяется со второй схемой в формате ЦДУ, причем указывается имя БД первоначальной схемы.

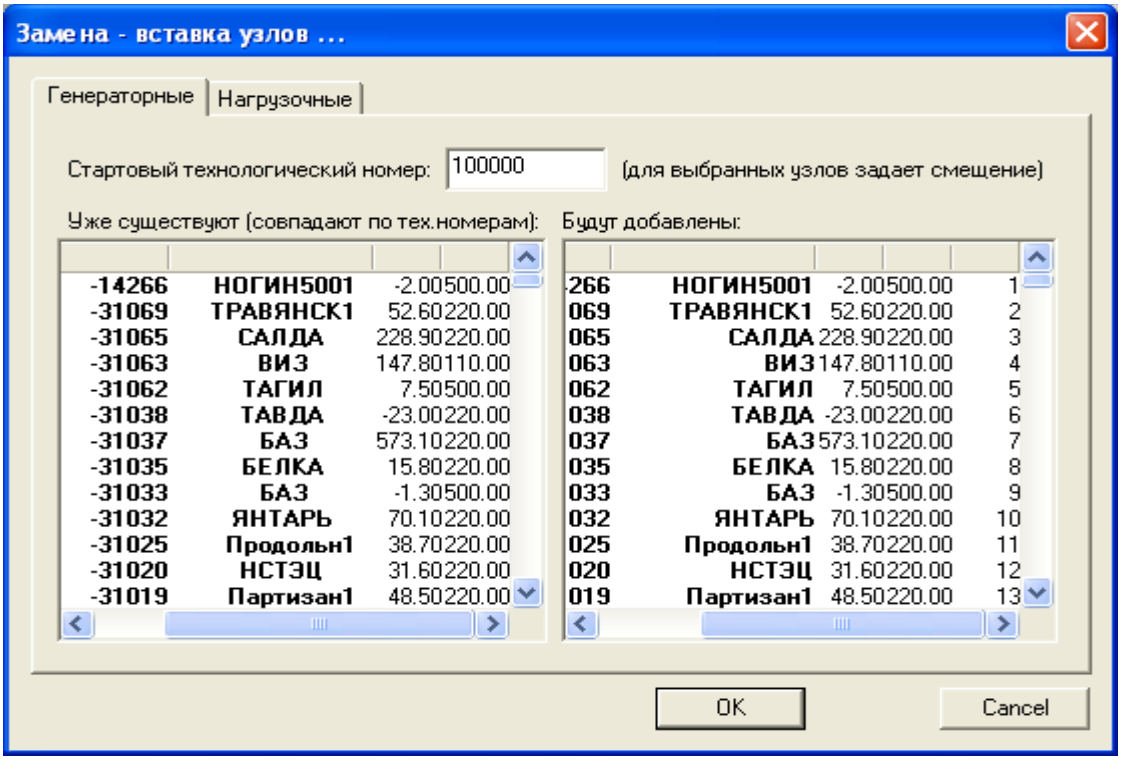


Рис.3.5. Панель выбора новых узлов при объединении схем.

Среди узлов объединяемых схем могут встретиться узлы с одними и теми же технологическими номерами. Это может произойти даже в том случае, когда составители схем придерживались соглашения о распределении технологических номеров согласно принадлежности регионам. Например, схема ОЭС Центра включает граничные узлы ОЭС Северо-Запада, Средней Волги и других. Или в объединяемых схемах не соблюдается соглашение о технологических номерах.

Для решения такого рода проблем на панели рис.3.5 предусмотрена возможность выбора одного из узлов с одинаковыми номерами объединяемых схем. Или формирование новых номеров присоединяемой схемы (с некоторым задаваемым постоянным смещением), если не выполнялось соглашение о принадлежности узлов к региону.

3.5. База данных TABULA.

Исходные параметры моделируемой схемы размещены в БД. Основная их часть (таблицы узлов и ветвей) сформирована из файла в формате ЦДУ. Остальные таблицы формируются либо по умолчанию либо необязательны. При моделировании динамических режимов и систем ПА используются те

таблицы, которые сформированы по умолчанию. В БД данные могут корректироваться при необходимости.

Исходные параметры узлов и ветвей схемы можно (см. рис.3.6) посмотреть и скорректировать для расчета с помощью СУБД (программа **TABULA.exe**). Эта программа - конструктор баз данных (файлы с расширением **.tbl**) и общих областей памяти (файлы с расширением **.sdf**) для просмотра и формирования серверных и локальных БД.

Текущие параметры моделируемой схемы хранятся в общей области памяти. Конструктор TABULA реализован как сервер, загружающийся в память ЭВМ при первом обращении к данным БД и обслуживающий запросы на данные из разных приложений. Получение данных происходит очень быстро, поскольку все таблицы, к которым имеется запрос, помещаются сервером в оперативную память. Система предоставляет разработчикам библиотеку функций на языке С++ для:

- организации доступа к данным БД, созданной конструктором TABULA,
- управления занимаемой БД памятью,
- модификации структуры БД.

Конструктор TABULA является одним из компонентов пакета программ КАСКАД и предназначен для создания локальных баз данных и общих областей памяти для Windows приложений, критичных по времени доступа к данным. Создаваемая им локальная база данных представляет собой файл с расширением **.tbl**, в котором содержится набор взаимосвязанных таблиц, а также произвольных блоков данных. В дальнейшем будем называть этот файл базой TABULA или просто **tbl**-базой.

Программа TABULA.exe может функционировать в двух режимах:

- Сервера,
- Локальной БД.

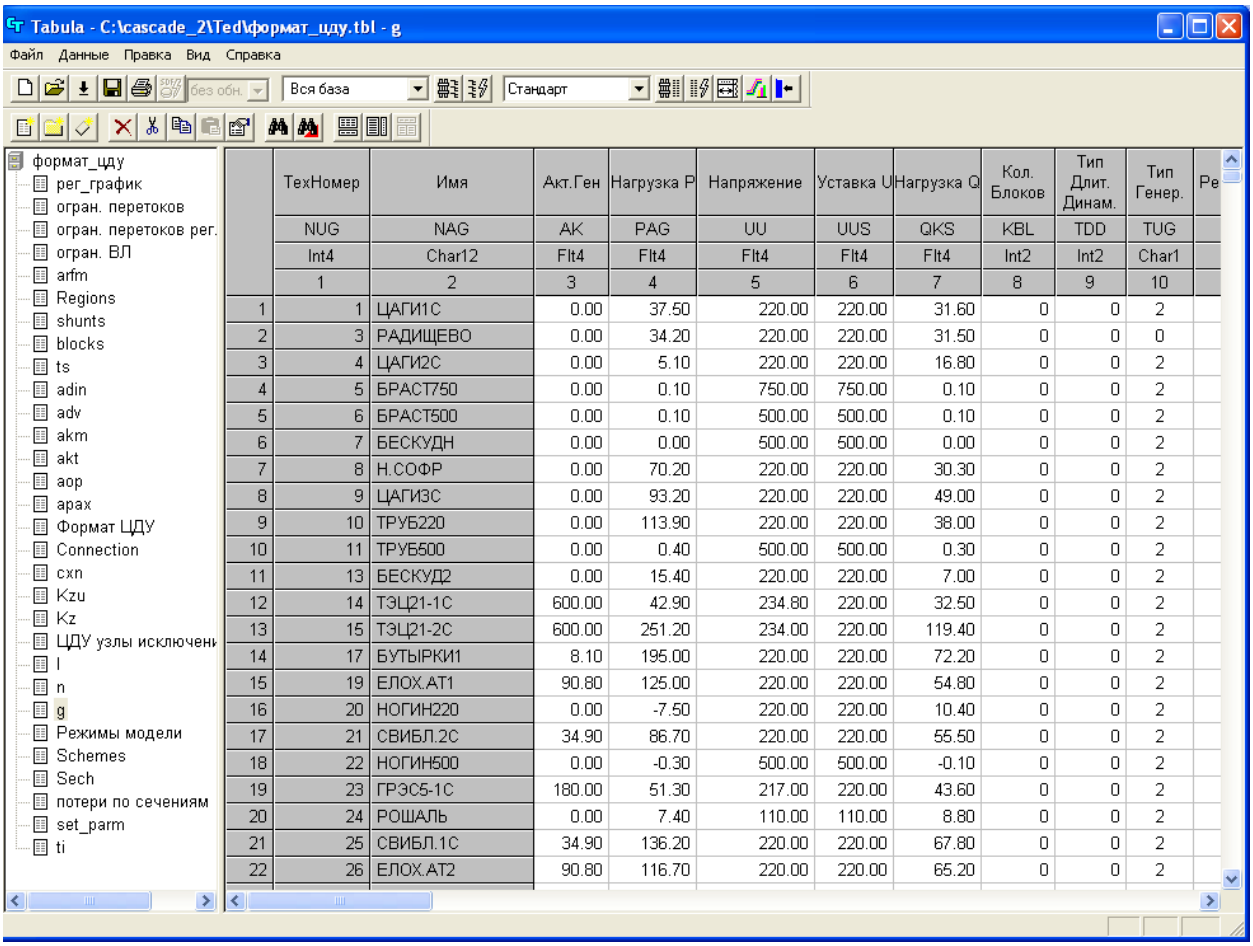
При первом запуске эта программа всегда запускается в режиме сервера (возможно удаленном) автоматически, когда в ней возникает необходимость (например, при обращении к **.tbl** или **.sdf** БД). При этом на нижней строке экрана (tasks bar) формируется иконка . Такая иконка формируется в том случае, когда функционирование БД не требует просмотра или коррекции данных **пользователем**.

Эта иконка смениться на обычные индикаторы активных задач, в тех случаях, когда пользователь будет использовать программу **TABULA.exe** для просмотра и коррекции данных.

На панели рис. 3.6 слева представлено дерево БД (где перечислены все используемые таблицы, папки и подпапки). Обычным для Windows

приложений образом можно установить размеры окна БД и его положение на экране. Щелкнув мышью по имени таблицы в дереве базы можно вызвать ее на экран.

Как уже упоминалось, исходная информация описания схемы дана в БД с ее именем и расширением **.tbl.** В рассматриваемом комплексе все БД с описанием схем расположены в подкаталоге **TED** основного каталога.



	ТехНомер	Имя	Акт.Ген	Нагрузка P	Напряжение	Уставка U	Нагрузка Q	Кол. Блоков	Тип Длит. Динам.	Тип Генер.
	NUG	NAG	AK	PAG	UU	UUS	QKS	KBL	TDD	TUG
	Int4	Char12	Flt4	Flt4	Flt4	Flt4	Flt4	Int2	Int2	Char1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	ЦАГИ1С	0.00	37.50	220.00	220.00	31.60	0	0	2
2	3	РАДИЩЕВО	0.00	34.20	220.00	220.00	31.50	0	0	0
3	4	ЦАГИ2С	0.00	5.10	220.00	220.00	16.80	0	0	2
4	5	БРАСТ750	0.00	0.10	750.00	750.00	0.10	0	0	2
5	6	БРАСТ500	0.00	0.10	500.00	500.00	0.10	0	0	2
6	7	БЕСКУДН	0.00	0.00	500.00	500.00	0.00	0	0	2
7	8	Н.СОФР	0.00	70.20	220.00	220.00	30.30	0	0	2
8	9	ЦАГИ3С	0.00	93.20	220.00	220.00	49.00	0	0	2
9	10	ТРУБ220	0.00	113.90	220.00	220.00	38.00	0	0	2
10	11	ТРУБ500	0.00	0.40	500.00	500.00	0.30	0	0	2
11	13	БЕСКУД2	0.00	15.40	220.00	220.00	7.00	0	0	2
12	14	ТЭЦ21-1С	600.00	42.90	234.80	220.00	32.50	0	0	2
13	15	ТЭЦ21-2С	600.00	251.20	234.00	220.00	119.40	0	0	2
14	17	БУТЫРКИ1	8.10	195.00	220.00	220.00	72.20	0	0	2
15	19	ЕЛОХ.АТ1	90.80	125.00	220.00	220.00	54.80	0	0	2
16	20	НОГИН220	0.00	-7.50	220.00	220.00	10.40	0	0	2
17	21	СВИБЛ.2С	34.90	86.70	220.00	220.00	55.50	0	0	2
18	22	НОГИН500	0.00	-0.30	500.00	500.00	-0.10	0	0	2
19	23	ГРЭС5-1С	180.00	51.30	217.00	220.00	43.60	0	0	2
20	24	РОШАЛЬ	0.00	7.40	110.00	110.00	8.80	0	0	2
21	25	СВИБЛ.1С	34.90	136.20	220.00	220.00	67.80	0	0	2
22	26	ЕЛОХ.АТ2	90.80	116.70	220.00	220.00	65.20	0	0	2

Рис.3.6. Панель для просмотра БД схемы.

Описание графа расчетной схемы (узлы и ветви) дано в трех основных таблицах:

- **g**-генераторных узлов (представлена на рис.3.6),
- **n**-нагрузочных узлов,
- **l**-ветвей.

Важное замечание: ***схема может иметь только генерирующие узлы, поскольку в них можно задать не только мощность генерации но и параметры нагрузки (значение, тип и т.д.). Это удобно, поскольку если узел только нагрузочный, то при отсутствии таблицы нагрузок следует***

положить мощность генерации в соответствующей таблице равной нулю.

Наличие таблицы нагрузок позволяет моделировать эти узлы быстрее, по сравнению с их размещением в таблице узлов генерации, однако сложнее менять статус узла (нагрузочный или генераторный).

Остальные таблицы, представленные в дереве БД, являются вспомогательными (статические характеристики нагрузок, параметры динамики, систем вторичного регулирования и ПА и т.д). Большинство параметров этих таблиц являются типовыми и установлены по умолчанию. К вспомогательным таблицам относятся:

- **Kz** – таблица параметров трехфазных КЗ на линиях,
- **Kzu**- таблица параметров КЗ на шинах,
- **Sech** – таблица номеров ВЛ, входящих в сечения,
- **ts** – таблица номеров телесигналов,
- **ti** - таблица номеров телеизмерений .
- **Connection** – резервная таблица,
- **Regions** – таблица имен регионов,
- **Schemes** – таблица схем подстанций,
- **adin** - таблица вспомогательных параметров динамики,
- **akm** – таблица основных параметров динамики,
- **akt** – таблица количества параметров схем (узлов, ветвей и т. д.),
- **aop** – таблица ограничителей перетоков,
- **огран. перетоков** – предельные значения,
- **apax** – таблица системы АПАХ,
- **cxn** – таблица статических характеристик нагрузки,
- **Пределы сечений** - таблица предельных значений по сечениям,
- **Формат ЦДУ** – признаки чтения файла,
- **Adv** – таблица асинхронных двигателей,
- **arfm** - таблица параметров АРЧМ,
- **sm** – таблица параметров синхронных машин,
  и другие (второстепенные) таблицы.

Необходимо убедиться, что параметры узлов и ветвей в сформированной БД получены из соответствующего файла в формате ЦДУ. Для этого обычно достаточно сравнить исходные значения параметров для нескольких строк файла в формате ЦДУ.

Каждую из перечисленных таблиц можно скорректировать и сохранить на диске. Наименования параметров обычно ясны из заголовков полей и

комментариев к ним. Подробная инструкция работы с БД TABULA дана в описании комплекса КАСКАД. Для каждой из моделируемых расчетных схем своя БД TABULA. Это позволяет настраивать каждую расчетную схему индивидуально.

Три основных таблицы (**n, g** и **l**) формируются на основании информации файла в формате ЦДУ. Кроме того, на основании этого файла формируется таблица статических характеристик нагрузки (**схн**).

Необходимо отметить, что имена полей информации в таблицах БД для любой схемы обычно совпадают с именами полей в общем поле памяти (с расширением **.sdf**). Однако, содержание информации может при этом меняться, что будет оговариваться в каждом отдельном случае.

3.5.1 Информация для узлов с генерацией.

Таблица **g** в БД схемы формируется автоматически (программой **CF32x.exe**) из файла в формате ЦДУ или программой Autograph.exe при ручной разрисовке схемы.

В таблице узлов с генерацией **g** помещена следующая информация:

NUG – технологический номер узла с генерацией;

NAG – имя узла с генерацией;

AK – мощность эквивалентной турбины узла (МВт);

PAG – мощность потребления (нагрузка) в узле (МВт) при номинальном напряжении и частоте;

UU – исходное значение модуля напряжения в узле (кВ);

UUS – уставка напряжения в узле (кВ);

QKS – реактивная мощность потребления (нагрузка) в узле (МВр) при номинальном напряжении и частоте;

KBL – количество генерирующих блоков в узле;

TDD - тип регулятора напряжения;

TUG – тип регулятора частоты;

ADIN - набор для регулятора U;

AKM – набор для регулятора F;

QMAX – максимальная реактивная генерация (МВр);

QMIN – минимальная реактивная генерация (МВр);

PMAX – максимальная активная генерация (% от);

PMIN – минимальная активная генерация (% от номинала);

PAFR – активная мощность отключаемой нагрузки для АЧР (МВт) (доля в %);

NGAD – резерв;

REG – номер региона (района);

NDT – доля мощности ТЭС узла в % ;

NDG – доля мощности ГЭС узла в % ;

REA – переходное сопротивление обмотки статора (ом);

PRICE – стоимость управляющего воздействия (руб/МВт.час.);

KSG – количество шунтов d epkt;

SGA – активный шунт в узле (мкс);

SGR – реактивный шунт в узле (мкс);

APB – активная мощность блока в узле (МВт);

KBLN – тип СХН в узле;

APBN – активная мощность блока нагрузки (резерв);

NSSH – имя подстанции в узле;

UMAX – максимальное значение напряжения узла;

UMIN – минимальное значение напряжения узла;

NG_UPMax - U пред. Max (предупредительный верхний предел);

NG_UPMin - U пред. Min (предупредительный нижний предел);

NG_UAMax - Uаварийный max (аварийный верхний предел);

NG_UAMin – U аварийный min (аварийный верхний предел);

NG_PPMax - P пред. Max (предупредительный верхний предел мощности);

NG_PPMin – P пред. Min (предупредительный нижний предел мощности);

NG_PAMax - P аварийный max (аварийный верхний предел мощности);

NG_PAMin - P аварийный min (аварийный нижний предел мощности);

NG_InjectionP – внешние перетоки по активной мощности;

NG_InjectionQ - внешние перетоки по реактивной мощности;

AKI – установленная активная генерация узла.

QGN – выключатель узла с генерацией;

INFAZA- начальная фаза узла;

INU – начальное напряжение узла;

Subld –номер подстанции;

typeLimQ – тип генератора по ограничению тока;

QSG –выключатель шунта.

Среди этих параметров TDD – тип динамики по напряжению (0 – ПИ регулятор реактивной мощности в узле, 1 – постоянная ЭДС за переходным сопротивлением, 4 - с регулированием ЭДС за переходным сопротивлением, 5 – регулятор типа МУСТАНГ в режиме УР и 6 – полномасштабный регулятор типа МУСТАНГ в динамике);

Типы динамики по частоте (массив TUG):

0 - простейшая динамика узла по частоте по уравнению движения (без зоны нечувствительности АРС),

1 - полная динамика по частоте с учетом длительной котлоагрегатов и зоны нечувствительности регулятора скорости;

2 - полная динамика по частоте с учетом длительной котлоагрегатов и зоны нечувствительности регулятора скорости (с улучшенным вычислительным алгоритмом);

3 - динамика узла по частоте без регулятора скорости и длительной динамики (только с регулирующим эффектом нагрузки),

Типы статических характеристик нагрузки:

0-заданное значение нагрузки,

1,2,3-разные типы статических характеристик,

4- нагрузка в виде постоянной проводимости;

Информация таблицы **g** в базе данных схемы формируется в процессе обработки файла в формате ЦДУ. Пользователь далее может корректировать эту информацию как средствами программы TABULA, так и непосредственно системой управления моделью (средствами человеко-машинного интерфейса (MMI)).

Отметим, что в настоящей версии ПК коррекцию исходной информации
наиболее удобно выполнять при создании расчетной схемы программой AutoGraph. При этом выполняется коррекция как графической, так и технологической информации о расчетной схеме.

3.5.2 Информация для узлов нагрузки (потребления).

Таблица **n** в БД схемы формируется автоматически (программой CF32x.exe) из файла в формате ЦДУ или программой Autograph.exe при ручной разрисовке схемы.

В таблице узлов нагрузки помещена следующая информация:

NON - технологический номер узла нагрузки;

NAN - имя узла нагрузки;

BLC - активная мощность потребления в узле (МВт);

BLR - реактивная мощность потребления в узле (МВр);

DOL - номинальное напряжение в узле (кВ);

UIZ - измеренное напряжение в узле (кВ);

TUN - тип статической характеристики нагрузки (0-заданное значение мощности, 1,2,3 -типы статических характеристик и 4- постоянная проводимость);

NRN - номер региона узла нагрузки;

QBL - состояние выключателя узла нагрузки (Y-нагрузка включена, N-нагрузка отключена, R-узел в ремонте);

REN - доля нагрузки управляющего воздействия (АЧР) в %;

DAD - доля мощности асинхронного двигателя в %;

TDA - тип асинхронного двигателя (1 и 2);

KSN - количество шунтов;

SNA - активный шунт в узле (мкс);

SNR - реактивный шунт в узле (мкс);

NSSH - имя подстанции в узле;

NL_UPMax – U предупредительное max;

NL_UPMin - U предупредительное min;

NL_UAMax - U аварийное max;

NL_UAMin - U аварийное min ;

NL_InjectionP – внешние перетоки по активной мощности;

NL_InjectionQ - внешние перетоки по реактивной мощности;

Информация таблицы **n** в базе данных схемы также формируется в процессе обработки файла в формате ЦДУ. Подобно предыдущей таблице, пользователь может корректировать эту информацию как средствами программы TABULA, так и непосредственно средствами MMI.

3.5.3 Информация для ветвей схемы.

В таблице ветвей **L** для каждой ветви (включая трансформаторные) помещена следующая информация:

Lnum - номер;

KG - номер узла начала ветви;

KL - номер узла конца ветви;

NAL - название ветви;

NALF - полное имя линии;

SIR - активное сопротивление ветви (Ом);

SIG - реактивное сопротивление ветви (Ом);

EMK - емкость ветви (мкс);

KORON - активная проводимость на землю (мкс);

TRKD - коэфф. трансформ. активный;

TRKM - коэфф. трансформ. продольный;

TRKM - коэффициент трансформации поперечный относительный в %;

NRL - тип ветви (резерв);

NLI - количество цепей ветви;

BKL - состояние выключателей ветви (Y, N, 1, 2, R);

TRA - предел перетока мощности (МВт);

QDA - линейный выключатель АПАХ или АЛАР(Y-включено, N-отключено);

QON - выключатель САОН (Y-включено, N-отключено);

QPV - выключатель АПВ (Y-включено, N-отключено);

QOG - выключатель АОП (Y-включено, N-отключено);

PTOK - предел ветви по току (ампер);

L_PPMax - предварительный (max) предел мощности;

L_PPMin - предварительный (min) предел мощности;

L_PAMax - аварийный (max) предел мощности;

L_PAMin - аварийный (min) предел мощности;

L_IPMax - предварительный предел (max) по току;

L_IPMin - предварительный (min) предел по току;

L_IAMax - аварийный (max) предел по току;

L_IAMin - аварийный (min) предел по току;

PRL - признак параллельности ветви.

NomAnc - номер анцапфы.

Информация таблицы L в базе данных схемы также формируется в процессе обработки файла в формате ЦДУ и может корректироваться пользователем. Коэффициенты трансформации Ктр задаются в таблице ветвей в процентах относительно номинального значения. Например, для Ктр=0.44 (трансформатор 220/500 кВ) относительный коэффициент в процентах равен 100%. А тот же коэффициент равный в файле формата ЦДУ Ктр=0.42 в БД будет сформирован как 95.45%. Все эти преобразования выполняются в комплексе автоматически без участия пользователя.

Выключатели во всех таблицах имеют состояние Y- для включенного состояния объекта и N – отключенного состояния. Значение R означает состояние объекта в ремонте. Кроме того, для последней таблицы (ветвей) состояние выключателя BKL равное 1 означает, что включен выключатель только возле начального узла ветви, а значение равное 2, напротив, означает, что включен выключатель только возле конечного узла ветви.

3.5.4 Общие таблицы.

Остальные таблицы в базе данных описывают системы автоматического регулирования и ПА, а также условия моделирования ЭЭС в установившемся или динамическом режиме. К таблицам, определяющим условия моделирования, относятся **akt, akm**, **adin, sm.**

В таблице **akt** необходимо задать следующие параметры (первые пять необязательны, т.е. задаются автоматически):

Name_sch - наименование схемы;
Comment - комментарии;
NU - количество узлов генерации;
MM - количество узлов нагрузки;
N1 - количество ВЛ;
NRF - количество регулирующих узлов (для системы АРЧМ);
USF - уставка частоты системы АРЧМ (Гц.);
UFR - уставка частоты системы АЧР (Гц.);
PM - опорное расчетное напряжение (кВ);
OF - основная частота;
PARL - номер базисного узла,
PREV_GA – предыдущее значение акт. мощности турбины;
PREV_LA - предыдущее значение акт. нагрузки;
PREV_LA - предыдущее значение реакт. нагрузки;
YEAR -год;
MONTH -месяц;
DAY -день;
HOURS - час;
MINUTE -минута:
MIN_R_LINE – минимальное сопротивление ветви.

В таблице **akm** задаются параметры регулирования частоты в узлах сети**.** Каждая строка таблицы задает определенный набор параметров, имя которого хранится в первом столбце таблицы. В таблице **akm**, которая является общей для всех узлов схемы, необходимо задать:

NAME - имя набора;
DI0 - параметр фильтра частоты F;
DI1 - параметр фильтра сальдо S;
DI4 - доля нерегулируемых котлоагрегатов;
DI5 - зона нечувствительности регулятора скорости;
DI10 - доля ЧСД и ЧНД;
DT - шаг интегрирования уравнений движения (с.);
TAF - постоянная времени частоты f (быстрые процессы);
STF - коэффициент крутизны активной генерации по частоте;
STN - коэффициент крутизны активной нагрузки по частоте;
TAD - постоянная времени котлоагрегата;
STD - коэффициент крутизны котлоагрегата;

TAD(1) - постоянная времени по f для ТЭС (длительные процессы);
STD(1) - коэффициент крутизны ТЭС (длительные процессы);
TAD(2) - постоянная времени по f для ГЭС (длительные процессы);
STD(2) - коэффициент крутизны ГЭС (длительные процессы);
DI20 - зона нечувствительности частотного корректора ;
DI21 - долевое участие промперегрева пара в турбине;
DI22 - ограничение скорости набора мощности;
DI23 - ограничение скорости сброса мощности;
KLOAD - крутизна нагрузки;
TPAR - постоянная времени паропровода Тр;
GRF - граничная частота;
KRF - критическая частота;
BKRLP - коэффициент потери давления;
BKLBL - коэффициент загрузки блока;
BAC0 -С0 параметр регулируемого котла;
BAC1 -С1 параметр регулируемого котла;
BAC01 - С01 параметр не регулируемого котла;
BAC11 - С11 параметр не регулируемого котла;
BCT - BCT постоянная времени топки котла;
HTTC - гидротурбина Т;
HTП - постоянная времени ГОС;
HTKF - коэффициент обратной связи в гидротурбине;
HTKHF - коэффициент жесткой обратной связи;
HTKCT - эффективная постоянная времени агрегата;
HTLU - А уст. Загрузка агрегата;
SXD - синхрон. сопротивление Xd (отн. ед)по d;
SXQ - синхрон. сопротивление Xq (отн. ед)по q;
PEDD - переходная ЭДС обмотки возбуждения по оси d Ed;
SPEDD - сверхпер. ЭДС обм.по d (отн.ед.) Ed;
PEDQ - переход. ЭДС обм.по q (отн.ед.) Eq;
SPEDQ - сверхпер. ЭДС обм.по q (отн.ед.) Eq;
CTAD - пост.времени возбужд. T'_{d0};
CTDD - пост.времени возбужд. T''_{d0};
CTAQ - пост.времени возбужд. T'_{q0};
CTDQ - пост.времени возбужд. T''_{q0};
XROD - переход. сопротивление по оси d (отн.ед);
SXROD - сверх переходное сопр. По оси d (отн. ед);
XROQ - переход. сопротивление по оси q (отн.ед);
SXROQ - сверх переходное сопр. По оси q (отн. ед);

KLED - коэф.связи ЭДС возбужд. и демпфир. по d (отн.ед);
KLEQ - коэф.связи ЭДС возбужд. и демпфир. по q (отн.ед);
CONST2 - постоянная времени при 2-й производ. (отн.ед) Tj;
KDEMPF - коэфф. Демпфирования (отн.ед).;
XSHDP - X'dp.

Сервисные средства для формирования этой таблица вызываются (см. ниже) по пункту **Параметры частоты модели** меню **Модель**. Можно также заносить параметры этой таблицы непосредственно средствами СУБД TABULA.

Параметры сглаживания частоты и сальдо (DI0 и DI1) задаются для экспоненциального сглаживающего фильтра Y(n)= aY(n-1) +(1-a)X(n), где X(n) – вход фильтра и Y(n) – выход. Рекомендуемое значение параметра сглаживания a = 0.95. При шаге интегрирования 0.02 с. постоянная времени такого фильтра 0. 4 с.

Следующая общая таблица содержит параметры регулирования напряжений в узлах сети. В таблице **adin** необходимо задать следующие параметры:

NAME - имя набора;
TAU - постоянная времени изменения напряжения;
STU - статизм изменения напряжения узла;
DI2 - коэффициент изм. F;
DI3 - TAU рег. F;
DI6 - К1 нел. U;
DI7 - К2 нел. U;
DI8 - К форс. U;
DI9 - Ku интег.;
DI11 - Ku пропор.;
DI12 - параметр 2;
DI13 - K0u;
DI14 - As;
DI15 - K1u;
DI16 - Kf;
DI17 - Emax;
DI18 - Emin;
DI19 - Ufors.

В таблице **sm** заданы параметры синхронной машины (следуя алгоритмам известной программы MUSTANG).

NAME - наименование;

SCOSF - коэффициент мощности (cosFi);
KDEMPF - коэфф. демпфирования (отн. ед);
CONST2 - пост. Времени при 2-й произв. ур.движ.;
XROD - перех. Сопрот. По оси d (X'd);
SXD - синхрон. сопрот. по оси d (Xd);
SXQ - синхрон. сопрот. по оси q (Xq);
SXROD - сверхпер. сопр. по оси d (X"d);
SXROQ - сверхпер. сопр. по оси q (X"q);
CTAD - пост.врем. контура возбуж. по d (T'd0);
CTDD - пост.врем. демпф. контура по d (T"d0);
CTDQ - пост.врем. демпф. контура по q (T"q0);
TYPESETF- тип форсировки и расфорсировки;
NUMEXSYS- условный номер системы возбуждения;
CONSTEXSYS- постоянная времени возбудителя;
EQEMAX - макс. значение ЭДС возбуждения;
EQEMIN - мин. значение ЭДС возбуждения;
EQIMAX - макс. значение ЭДС;
EQIMIN - мин. значение ЭДС;
KREGDEVIS- коэфф. регулир. по току статора;
KREGDEVIR- коэфф. регулир. по току ротора;
UPKP - параметры гибкой обратн. связи системы возб.;
CONSTTV - параметры гибкой обратн. связи системы возб.;
CONSTRV – пост. Времени регул. Возб. TRV;
UPVMAX - ограничения входного сигнала PB Upv+;
UPVMIN - ограничения входного сигнала PB Upv-;
FACTKREGU- коэфф. рег. по отклонен. напряжения KuЛг;
FACTKREGPU- коэфф. рег. по производ. напряжения KuЛг;
FACTKREGPI - коэфф. рег. по производ. Тока ротора K'If;
FACTKREGF - коэфф. рег. по отклонению частоты Kf;
FACTKREGPF- коэфф. рег. по производной частоты K'f;
CONSTTCHF - пост. Времени в канале отклонения частоты Tf;
FACTALFA - коэфф. для изменения уставки по напряжению ALPFA;

FACTKP - Kp;
FACTKQ - Kq;
FACTKFI - Kfi;
FACTKIA - Kia;
PEDD - переходная ЭДС обмотки возбуждения по оси d Ed;
SPEDD - сверхперех. ЭДС по d E"d;

PEDQ - переходная ЭДС обмотки возбуждения по оси q Eq;
SPEDQ - сверхперех. ЭДС по q E”q;
CTAQ - пост.времени контура возбуж. по q Tq0;
XROQ - перех. сопрот. по оси q X’q;
KLED - коэф. связи ЭДС возб. по оси d;
KLEQ - коэф. связи ЭДС возб. по оси q;
XSHDP - X'dp;

К таблицам, описывающим условия работы систем вторичного регулирования и ПА относятся **arfm, apax, Ограничение перетоков, Ограничение перетоков рег. объекты**, **Ограничение ВЛ, regul_model.**

В таблице **arfm** необходимо задать:

NRFS -номер региона для FS;
QFS -выключатели регуляторов (узловые);
IKF - номера региона;
КДУ - КДУ;
KDUR - КДУ-РЕГИОНА;
USP - уставка сальдо;
FPR - коэффициент пропорциональности ПИ регулятора;
FIN - коэффициент интегральный ПИ регулятора;
deltaP - допустимое приращение управления;
FPMAX - верхний предел регулировочный станций региона;
FPMIN - нижний предел регулировочный станций региона;
DTime - запаздывание;
StepTime - обновление.

В таблице **apax** следует задать:

PAS(0)- дельта по частоте (Гц.) при автоматической ресинхронизации;
PAS(1)- дельта по фазе (рад) при срабатывании АПАХ на ветви;
NPAS - количество циклов (проворотов векторов напряжений).

В таблице **Ограничение перетоков** следует задать:
AOP_N - тех.номер;
QFG - выключатель ограничения перетоков;
AOP_MIN - минимальный переток ограничителя;
AOP_MAX - максимальный переток ограничителя.

В таблице **Ограничение перетоков рег. объекты** следует задать:

QAOP - выключатель станции;
NUM_REG - номер регулирующего узла;
KVL - коэффициент влияния;
NUM_AOP - номер АОП;
MIN_REG_AOP - рег.диапазон мин.;
MAX_REG_AOP - рег.диапазон мах.;
AOP_PR - пропорциональный коэффициент;
AOP_IN - интегральный коэффициент;
AOP_DTime- запаздывание;
AOP_StepTime- обновление;

В таблице **Ограничение ВЛ** следует задать соответствие между номером АОП и номерами АОП:

AOP_VL - номер АОП;
NUM_VL - номера ВЛ.

В таблице **shunts_nod** следует задать:

shunts_nod - номер узла;
shunts_state - состояние шунта;
shunts_type - тип шунта.

В таблице **Рег_график,** которая задает суточный график изменений нагрузки и генерации, следует задать:

region_id - номер региона;
time_stamp - номер среза;
akt_gen - активная генерация;
akt_load - активная нагрузка;
rea_load - реактивная нагрузка.

В таблице **Regions** следует задать:

TechNum - технологический номер региона;
Regions - название региона;
CollectionNum- номера узлов в регионе;
USP - уставка обменной мощности региона;
KFR - коррекция по частоте;
FPRS - коэфф. пропорц;
FINS - коэфф.интегр;
QRFP - выключатель АРЧМ.

В таблице **adv** (параметров асинхронного двигателя) следует задать:

DUN0 - U разгрузки;
DUN1 - U min.доп.;
DUN2 - U max.доп.;
DUN3 - T1 восст.;
DUN4 - T2 восст.;
DUN5 - T крит.;
DUN6 - K загрузки.;
DUN7 - Cos Фном.;
DUN8 - Mmax;
DUN9 - Sкр.;
DUN10 - Tj;
DUN11 - Mтс;
DUN12 - In;
DUN13 - Mn;

В таблице **формат ЦДУ,** которая задает режимы работы программы с задачей ОС**,** следует задать:

sign_CDU - признаки чтения;
FileName_CDU - имя файлов ЦДУ;
Time_CDU - время циклического чтения файлов формата ЦДУ;
LoadOnce - однократное чтение файлов.

В таблице **статические характеристики мощности (схм)** следует задать:

A0 - коэффициент для активной мощности по напряжению;
A1 - коэффициент для активной мощности по напряжению;
A2 - коэффициент для активной мощности по напряжению;
AF - коэффициент для активной мощности по частоте;
B0 - коэффициент для реактивной мощности по напряжению;
B1 - коэффициент для реактивной мощности по напряжению;
B2 - коэффициент для реактивной мощности по напряжению;
BF - коэффициент для реактивной мощности по частоте.

В таблице **Kzu** **(**коротких замыканий на шинах**)** следует задать:

TKZ0 - t_P3;
TKZ1 - t_АПВ;
TKZ4 - шунт АКТ;
TKZ5 - шунт РЕАКТ;

NOB3 - упешность.;
NOB2 – количество фаз;
NOB4 - ВЛ_1;
NOB5 - ВЛ_2;
NOB6 - ВЛ_3;
NOB7 - ВЛ_4;
NOB8 - ВЛ_5.

В таблице **Kz (**коротких замыканий на ВЛ**)** следует задать:
TKZ0 - Р3_1-ый выключатель;
TKZ1 - АПВ_1-ый выключатель;
TKZ2 - Р3_2-ой выключатель;
TKZ3 - АПВ_2-ый выключатель;
NOB2 - место (%);
NOB3 - успешность.;
TKZ4 - шунт активный.;
TKZ5 - шунт реактивный.
В таблице **ЦДУ узлы исключений** следует задать:
Nodes - тех.номера узлов с неизменными параметрами при загрузке из формата ЦДУ.

В таблице **Режимы модели ,**которая задает режимы моделирования отдельных подсистем**,** следует задать:
regul_model0 - сценарии;
regul_model1 - АРЧ;
regul_model2 - АПАХ;
regul_model3 - САОН;
regul_model4 - АОН;
regul_model5 - АЧР;
regul_model6 - АОП;
regul_model7 - ограничение P;
regul_model8 - ограничение Q;
regul_model9 - рег. скорости;
regul_model10 - рег. возбуждения;
regul_model11 - ограничение U;
regul_model12 - АРЧМ;
regul_model13 - скачок;
regul_model14 - линейное;
regul_model15 - случайное;

regul_model16 - имитатор ОИК;
regul_model17 - график нагрузки;
regul_model18 - динамика;
regul_model19 - реальное время;
regul_model20 - статистика;
regul_model21 - сценарий тренировки;
DT1 - пауза между циклами.

Значение параметра 1 означает включенное, 0 - отключенное состояние подсистемы.

В таблице **Sech** следует задать входящие в их состав номера ВЛ:

Sech1- сечение 1;

……..

Sech50 - сечение 50.

Отметим, что для задания сечений непосредственно со схемы существует специальный сервис.

В таблице **потери по сечениям** следует задать:

Sech_Id - идентификатор сечения;
Sech_Name - имя сечения;
Sech_Limits_Down_Act- нижний предел активный;
Sech_Limits_Down_Rea- нижний предел реактивный;
Sech_Limits_Up_Act - верхний предел активный;
Sech_Limits_Up_Rea - верхний предел реактивный.
Sech_ConditionType - тип схемы сечений;
Sech_ConditionAtr - условие выбора схемы сечений;
Sech_ForLim - формула подсчета;
RevLim - формула подсчета;
Sech_ExcludeLines - перечень исключаемых линий;

Остальные таблицы в БД предназначены для управления топологией режимной схемы с уровня подстанций и здесь не рассматриваются.

4. ГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА ЭЭС.

Следующим этапом подготовки комплекса КАСКАД-РЕТРЕН к работе является первичное формирование режимной графической схемы ЭЭС или энергообъединения. Такая схема формируется программой **AutoGraph.exe**.

Программа **AutoGraph** автоматически формирует только начальный графический образ схемы, который в дальнейшем может корректироваться пользователем.

Отметим, что возможны три основных режима формирования графической режимной схемы:

- Полностью ручное формирование схемы пользователем,
- Автоматическое формирование схемы по ее топологическому описанию,
- Автоматизированное формирование схемы по ее топологическому описанию с участием пользователя.

Во всех режимах создания схемы ее коррекция поддерживается изменением информации в соответствующей БД. Это важное полезное свойство, поскольку основные трудозатраты при формировании режимных схем большой размерности состоят в привязке узлов и ветвей к соответствующим полям БД. Связывание графических объектов схемы с БД в программе **AutoGraph** выполняется автоматически.

Вызов программы **AutoGraph** выполняется кнопкой **АВТОРАЗРИСОВЩИК** на панели КОНСТРУКТОРЫ (см. рис.3.2). При этом на экране появится экранная форма, представленная на рис. 4.1 (только с пустыми полями). Размеры полей могут меняться мышью, обычным для Windows приложений образом.

На представленном рисунке схема уже разрисована. В верхней части этой формы размещены главное меню и панель инструментов. При подведении курсора мыши к кнопкам панели инструментов появляется их краткое название.

В окне авторазрисовщика расположены три основные зоны:

- Панорама схемы в левой верхней части,
- Список разрисовываемых узлов в нижней левой части с некоторыми параметрами (напряжения, номер региона, количество связей),
- Основная зона с видом разрисованной режимной схемы.

На панели инструментов часть кнопок является стандартной (вызов и сохранение схемы, ее печать, увеличение и уменьшение схемы, копирование выделенного фрагмента и т.д.).

Остальные кнопки относятся к специальным, а именно:

Разрисовка схемы по сетке,

Вызов подложки (карты) в формате BMP или WMF,

Отображение имен объектов,

Разрисовка ветвей схемы с изломами,

Скрыть схему и скрыть линию,

Показать область в Яндекс картах, Google картах и показать точки интереса,

Найти вешку,

Создать вешку, Поворот схемы,

Установка масштаба схемы,

Ввод узлов генерации, потребления, линии.

Перенос фрагмента в центр экрана,

Запуск автоматической разрисовки схемы.

Кнопки выравнивания узлов. Последняя из этих кнопок (**Соседи**) включает режим выбрасывания соседних узлов простым щелчком мыши.

4.1. Ручная разрисовка схемы.

Разрисовка и формирование схемы с нуля. Ручная разрисовка предназначена для формирования небольших по объему схем (тестовых или для исследования). Объектами разрисовки служат узлы с генерацией и нагрузкой, а также ветви, вызываемые кнопками на инструментальной панели. Напомним, что узлы с генерацией (первая из кнопок) могут при нулевом значении активной мощности турбины представлять узлы нагрузки.

Щелчком мыши по требуемой кнопке и затем в требуемом месте расположения узла в основном окне в поле разрисовки (см. рис.4.1) можно разместить узлы схемы в соответствии с их топологией. Далее кнопкой активизации ветвей можно с помощью мыши соединить связанные узлы схемы между собой. После такого соединения узлы и ветви оказываются «приконтаченными», т.е. при перемещении узлов будут перемещаться и связанные с ними ветви.

Каждому из узлов можно задать свойства (в том числе и исходные режимные параметры). Для этого достаточно дважды щелкнуть по нему левой кнопкой или однократно правой кнопкой мыши и выбрать пункт меню СВОЙСТВА.

На панели свойств узла (см. рис. 4.2) можно задать: цвет, размер и поворот элемента обычным для Windows приложений образом (с помощью мыши). Далее необходимо задать технологические параметры узла

(генерацию, нагрузку и т.д.). Эти параметры задаются в списке и заносятся в БД. Размерность этих параметров общепринятая для формата ЦДУ (за исключением отдельно оговоренных случаев).

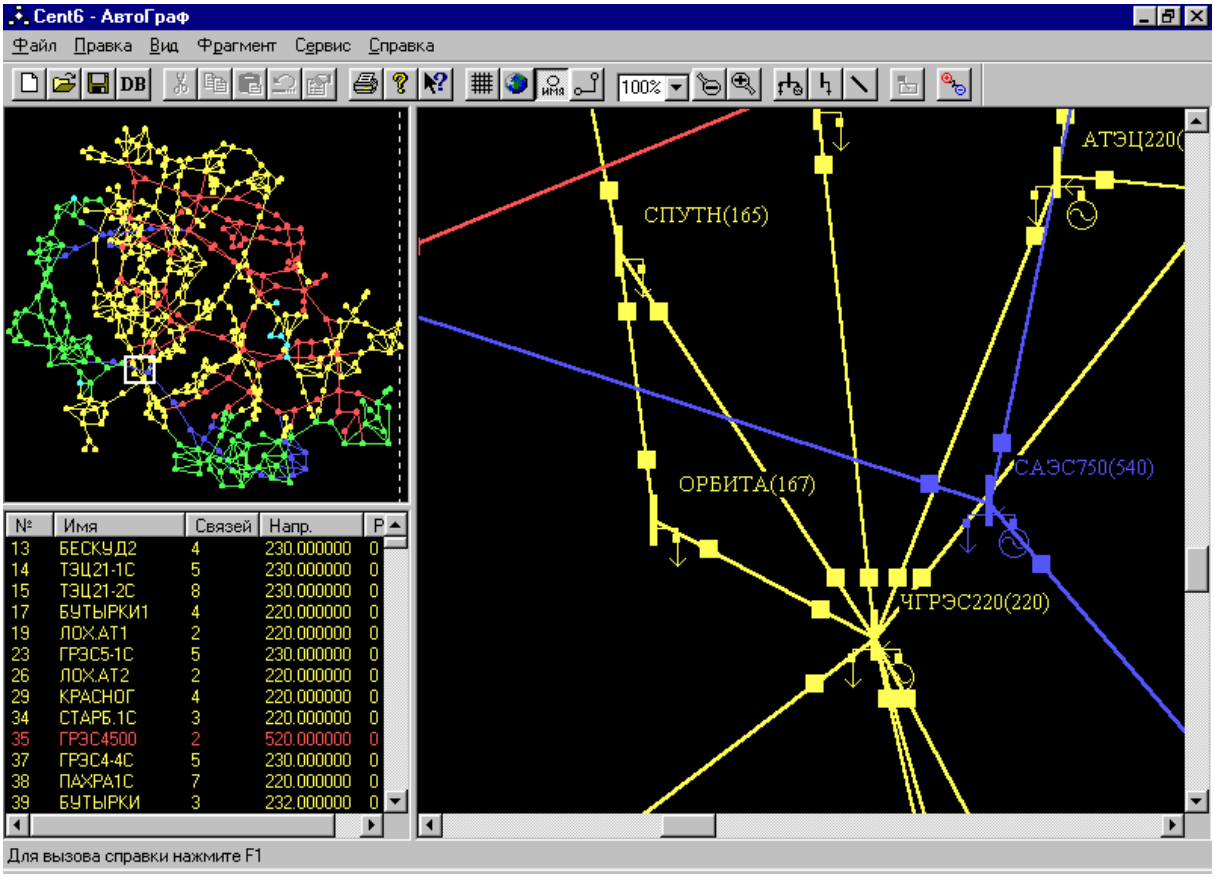


Рис.4.1 Основное окно разрисовщика схем.

Параметры узлов генерации и нагрузки заносятся в разные таблицы БД. Если при формировании схемы из формата ЦДУ все узлы заданы как генерирующие, то отдельная таблица узлов нагрузки – пустая (напомним, что в генерирующих узлах может быть представлена и нагрузка, а мощность генерации быть равной нулю).

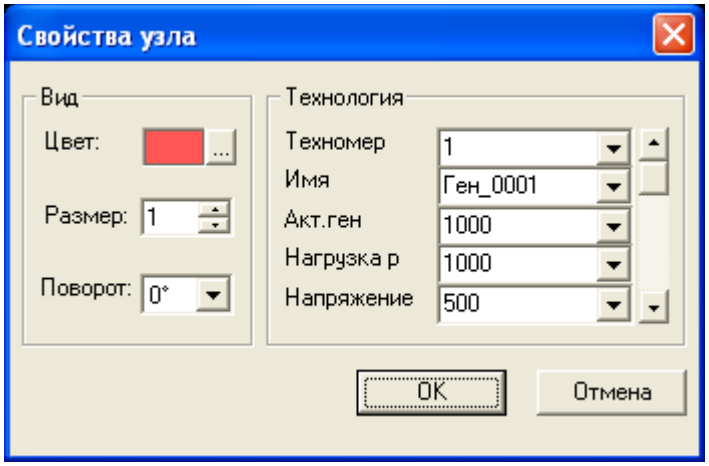


Рис.4.2. Панель задания свойств узла схемы.

Подобным образом задаются параметры ветвей. Щелчком правой кнопки мыши по ветви из меню выбирается пункт СВОЙСТВА. Далее (см. рис.4.3) следует выбрать тип линии (понятный из выпадающего списка), указать ее цвет и толщину (в пикселах). Технологические параметры (узел начала и конца ветви, активное и реактивное сопротивление ветви, ее емкость, относительный коэффициент трансформации в % и т.д.)

Рис.4.3 Панель задания свойств ветвей схемы.

После формирования схемы ее следует сохранить под некоторым именем в подкаталоге TED.

Ручная разрисовка схемы из БД. В тех случаях, когда БД схемы сформирована (см. выше) автоматически из файла в формате ЦДУ, ее разрисовка может быть выполнена вручную с помощью программы **AutoGraph.** В этом случае загрузка файла БД схемы загружается как и прежде и далее выбор узлов выполняется щелчком мыши из списка. Обычно это утомительная процедура, которая может быть значительно упрощена путем выбора соседей уже выброшенных узлов. Такой выбор выполняется после активизации кнопки **Соседи.** Далее достаточно просто щелкать по уже выброшенным узлам схемы.

В списке узлов (рис.4.1), расположенном в левой нижней части окна программы, показаны все узлы сети, как выброшенные (получившие место на рисунке), так и невыброшенные. Выброшенные узлы отображаются цветом, соответствующим напряжению узла, невыброшенные – белым или черным в зависимости от цвета фона схемы.

Двойным щелчком по соответствующей строчке невыброшенный узел выбрасывается рядом с одним из своих выброшенных соседей.

4.2. Запуск схемы на расчет из разрисовщика схемы.

Сформированную в авторазрисовщике схему можно протестировать, запустив на расчет установившегося или динамического режима. Для этого достаточно выбрать из головного меню позицию СЕРВИС и далее ЗАПУСТИТЬ MMI_SHM. Примеры проведения расчетов УР и ПР в этой программе приведены ниже.

4.3. Автоматическая разрисовка схемы.

Для автоматической разрисовки схемы необходимо по кнопке DB вызвать БД схемы, т.е. соответствующий **tbl** файл, сформированный ранее программой **CF32.exe** (например, файл **3.tbl**). Имя схемы может быть любым набором цифр и букв. Файлы с расширением **tbl** обычно (но не всегда) помещены в подкаталоге TED основного каталога. При этом левое нижнее окно (см. рис. 4.1) заполнится списком узлов разрисовываемой схемы и некоторых параметров (напряжение, номер региона и т.п.).

Для приобретения первоначального опыта работы с этой программой рекомендуем автоматически разрисовывать схему целиком по кнопке . Затем будем разрисовывать схему по частям, например, выбрав узлы определенных классов напряжения или регионов. Рассмотрим несколько возможных вариантов первичной разрисовки схемы. Начнем с самого простого.

4.3.1. Первый вариант разрисовки схемы.

По кнопке на инструментальной панели следует вызвать панель задания режима разрисовки схемы. Начальные установки можно оставить по умолчанию. Мышью необходимо установить число итераций после выброса очередной порции узлов (режим “Выбрасывать след. порцию через” (см. рис.4.4)). Далее устанавливается «Число узлов в порции». Чем больше установлено итераций и чем меньше количество узлов в порции – тем аккуратнее (но дольше) будет разрисована схема. Рекомендуемые значения этих параметров 10 и 1 соответственно.

Далее следует указать, как часто следует перерисовывать экран со схемой (например, каждые 5 итераций).

При установке режима “Учесть длину линии (сопротивление/емкость)” программа сформирует трансформаторные ветви фиксированной длины (примерно 5 см. на экране дисплея). В противном случае трансформаторные ветви разрисовываются также как и остальные. Размер схемы будет меняться при появлении новых узлов, если установлена галочка в окне «Пересчитывать прямоугольник схемы». И наконец, можно задать начальную ориентацию схемы установив некоторое «Начальное значение случайного

датчика». После установки всех параметров необходимо щелкнуть по кнопке ОК.

После нажатия кнопки ОК начнется процесс разрисовки, который можно приостановить в любой момент повторным нажатием кнопки .

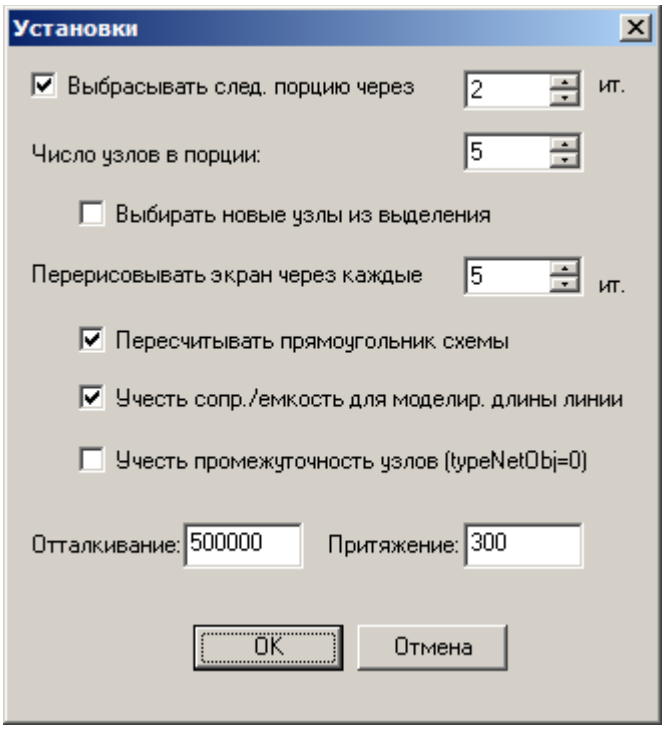


Рис. 4.4. Задание параметров разрисовки.

В результате разрисовки Вы получите некоторую схему, подобную изображенной на рис. 4.1. Эту схему, прежде всего, необходимо сохранить, нажав кнопку . В этом случае файл схемы (с расширением **.ger**) будет иметь имя БД, из которой ее сформировали (**3.ger**). Затем Вы можете скорректировать схему, перетаскивая мышкой узлы и приводя схему в надлежащий вид. При перемещении узлов схемы за ними перемещаются и связывающие их ветви. Перемещение элементов и фрагментов схемы проще выполнять (см. рис. 4.5) в режиме Сетка (вызывается по кнопке с изображение сетки на основной инструментальной панели). В этом случае узлы схемы при их перемещении могут размещаться только в узлах сетки, параметры которой заданы пользователем.

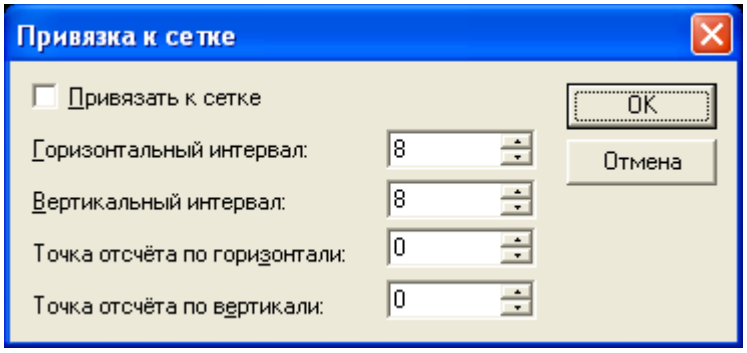


Рис.4.5. Панель задания параметров сетки

Для коррекции автоматически разрисованной схемы, Вы можете использовать ряд сервисов. Так, с помощью кнопок инструментальной панели с отдельными элементами схемы, а также с их группами можно выполнять групповые операции (перемещение, вращение и т.п.). Групповое выделение элементов схем можно выполнить щелчками мыши при нажатой клавише SHIFT на клавиатуре. Другой способ группового выделения состоит в формировании мышью “лассо”, охватывающего требуемую группу элементов. На инструментальной панели существуют (см. контекстные подсказки) две кнопки группового выделения элементов: прямоугольной и произвольной формы.

Для выделенной группы элементов возможны следующие групповые операции в меню **Фрагмент:**

- Растянуть,
- Сжать,
- Отразить горизонтально,
- Отразить вертикально,
- Повернуть на 90^0 ,
- Переместить в центр.

На каждом шаге пунктов **Растянуть** или **Сжать** схема или экранная форма меняет свои размеры на 10%. Функции остальных пунктов этого меню понятны.

В меню **Сервис** доступны пункты: **Статистика** (текущее число узлов и ветвей схемы), **Редактор** - вызов редактора **Sched.exe** (для формирования надписей и нестандартных элементов), **Запустить MMI_SHM** - запуск системы расчета схемы и отображения результатов расчета (задача **MMI_SHM.exe**)

Позиция меню **Вид** позволяет настроить внешний вид схемы:

- Наличие панели инструментов,
- Строки состояния,

- Названий узлов,
- Сетка,
- Карта,

и т.д.

Другие позиции головного меню (**Файл** и **Правка**) обычны для Windows приложений и не требуют пояснений.

Не забудьте после корректировки схемы сохранить ее на диске.

4.3.2. Второй вариант разрисовки схемы.

Рассмотрим другой возможный метод автоматического формирования графического образа схемы. Пусть задача состоит в том, чтобы разрисовать схему с географическим расположением узлов. Здесь возможны несколько путей. Самый простой следующий.

По кнопке необходимо вызвать файл формата BMP или WMF с картой соответствующего региона. Этот файл должен быть подготовлен заранее и сохранен в том же каталоге, где и файлы схемы. Имя файла должно быть таким же, как и имя схемы (в данном случае Cent6.bmp или Cent6.wmf). Затем, также как и в предыдущем случае, загружаем по кнопке DB БД схемы (например, Cent6.tbl).

Далее из списка узлов (левое нижнее окно на рис.4.1) выбираем и располагаем те узлы, местоположение которых на карте (подложке) точно известно. Лучше проделывать эту процедуру с узлами высших уровней напряжений (500 и 750 кВ). Эти узлы необходимо закрепить (выделив все элементы правой кнопкой мыши и затем, выбрав пункт меню **Прикрепить**). Закрепленные узлы обводятся на панораме толстым кружком.

Ручное расположение каждого узла на карте достаточно трудоемкий процесс и вряд ли возможен на практике. Однако, закрепить на фоне карты основную системообразующую сеть вполне реально. Остальные узлы схемы можно сформировать в автоматическом режиме. Необходимо также отметить, что **не следует** закреплять узлы близко к границам области разрисовки (необходимо отступать примерно 10%).

Таким образом, разрисовав вручную основную сеть схемы, можно перейти к автоматической разрисовке остальных узлов. Для этого достаточно по кнопке запустить режим авторазрисовки с выбрасыванием новых узлов. При необходимости откорректируйте схему вручную.

Не забудьте сохранить разрисованную схему на диске.

4.3.3. Третий вариант разрисовки схемы.

Решается также задача разрисовки схемы с учетом географии при отсутствии карты соответствующего региона. Будем предполагать, что каждый узел схемы имеет прописку (т.е. номер региона в БД).

Загрузка исходной информации о топологии сети выполняется, как и прежде (см. предыдущие варианты). Далее следует упорядочить информацию о составе узлов схемы (нижняя левая область окна на рис.4.1) по регионам. Для этого достаточно щелкнуть мышью по полю регионов. Далее выделяем в списке узлов те, которые относятся к определенному региону (например, под номером 5). Это можно сделать, отметив в списке щелчком мыши начальный узел этого региона и затем конечный узел при нажатой клавише SHIFT. Эти узлы, относящиеся к выбранному региону, появятся выделенные фоном в основном поле окна. Далее следует вызвать режим автоматической разрисовки узлов из выделенной области, и отключить режим выбрасывания следующих узлов (см. рис. 4.6) и включить режим Выбирать новые узлы из выделения.. Далее нажать ОК.

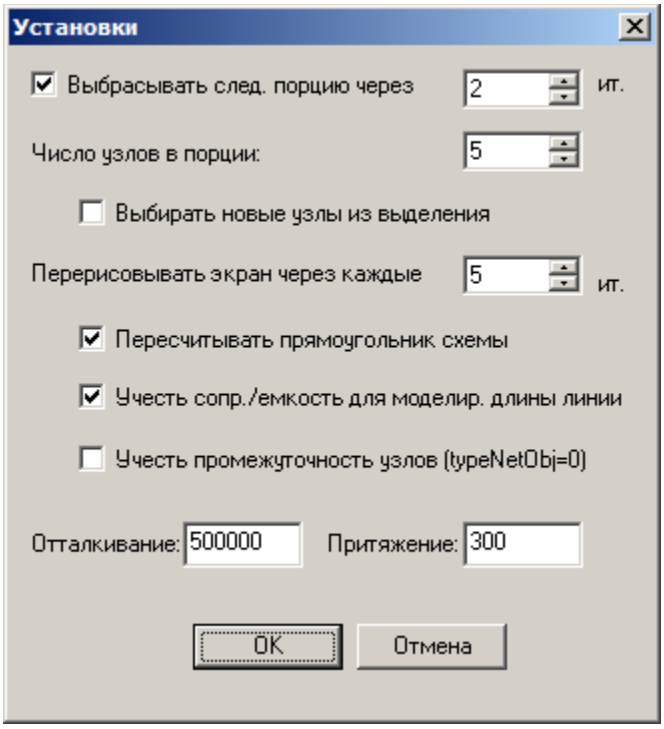


Рис.4.6. Панель задания параметров разрисовки выбранного региона

После окончания разрисовки рассматриваемого региона, его необходимо переместить на соответствующее место в основном окне. Для этого достаточно выделить все узлы региона (по правой кнопке мыши), щелкнуть мышью на панораме в требуемом месте и затем нажать кнопку на панели инструментов.

Узлы рассматриваемого региона можно закрепить. В том случае, когда размер поля разрисовки недостаточен, его следует скорректировать, выбрав пункт основного меню **Правка** и далее **Область правки**. Размер схемы устанавливается в пикселях.

С узлами других регионов следует поступить аналогичным образом. Их следует выбросить на экран, разрисовать, переместить в требуемую область и прикрепить. Сформированную схему следует сохранить на диске.

После окончания автоматического формирования схемы ее можно скорректировать, перемещая узлы на требуемые позиции. Возможно дополнение схемы новыми узлами (генерации и нагрузки) и ветвями, их соединяющими. Для формирования новых узлов необходимо воспользоваться кнопками узлов с генерацией или нагрузки. Далее следует мышью установить эти узлы в требуемую позицию и соединить ветвями с другими узлами схемы (кнопка). Задать параметры новых узлов и ветвей можно, выбрав правой кнопкой мыши на корректируемом элементе позицию **Свойства**.

4.3. 4. Корректировка схемы.

Если графическая схема сформирована ранее, но требуется ее коррекция, то вызов ее выполняется обычным для Windows приложений образом. Например, из меню файл в позиции **Открыть** следует выбрать корректируемую схему по имени и расширению **.ger**. Далее коррекция выполняется обычным для программы **Autograph** образом.

Сформированная схема может быть скорректирована и в сторону уменьшения числа узлов и ветвей. Узлы и ветви, которые необходимо удалить, следует выделить мышью и нажать на клавиатуре **Delete**. Если необходимо удалить со схемы только отображение узла, оставив соответствующую ему запись в БД, то следует, выделив узел, в меню, вызываемом по правой кнопке мыши, выбрать пункт **Скрыть.**

4.4 Запуск схемы на расчет из авторазрисовщика.

После окончания формирования информационного и графического образа схемы можно проверить ее работоспособность. Для этой цели достаточно щелкнуть мышью по позиции **Сервис в** головном меню авторазрисовщика и выбрать пункт меню **Запустить MMI_SHM.** Вам будет предложено сохранить созданную схему под каким либо именем. После ее сохранения будет запущена указанная задача отображения результатов расчета со сформированной Вами схемой, в которой имеется кнопка

включения расчета (запуск задачи **model.exe**). Установку параметров системы отображения можно выполнить щелчком по правой кнопке мыши в поле схемы (появится панель представленная на рис.5.4).

Запуск и управление расчетной схемой средствами Авторазрисовщика наиболее простой способ выполнения расчетов. Здесь имеется возможность коррекции БД схемы и ее графического образа непосредственно в процессе расчетов.

5. УПРАВЛЕНИЕ МОДЕЛЬЮ ЭЭС.

В комплексе КАСКАД-НТ используется динамическая модель ЭЭС или энергообъединения, краткое описание которой представлено выше в гл. 2. В настоящее время основные характеристики расчетной модели:

- Узлов генерации – до 20000,
- Узлов нагрузки – до 20000,
- Ветвей – до 50000.

При необходимости указанные характеристики могут быть изменены.

Каждый узел с генерацией может моделироваться в статическом и динамическом режиме. В динамическом режиме возможен учет регулятора напряжения, регулятора скорости турбин и длительной динамики котлоагрегатов и систем регулирования. Задание режима моделирования выполняется после загрузки схемы.

Расчет динамики и потокораспределения выполняется постоянно с шагом DT даже на тех интервалах времени, где нет возмущения, и переходной процесс завершился. Такой режим позволяет модели быть в постоянной готовности к отработке возмущений, сценариев и действий пользователя и, таким образом, практически мгновенно реагировать на действия обучаемого, на сценарий тренировки и действия систем регулирования и ПА.

Использование переменного шага интегрирования при расчете переходного процесса возможно, но усложняется вопрос отображения параметров на графиках. По этой причине проще использовать достаточно маленький шаг для всех стадий переходного процесса. Динамика переходного процесса обычно моделируется с шагом dT порядка 0.005-0.01 с.

Для схем объемом до 6000 узлов на современных PC (частота более 2,4 Ггц.) возможен режим моделирования динамики в темпе реального времени (РВ). При меньшей размерности возможен ускоренный режим моделирования.

Модель ЭЭС является интерактивной, т.е. в процессе моделирования в любой момент пользователь может изменить топологию моделируемой ЭЭС, параметры отдельных элементов (узлов и ветвей) и состояние систем регулирования и противоаварийной автоматики (ПА).

5.1. Загрузка схемы ЭЭС.

Ранее рассмотрен вариант создания и запуска на расчет конкретной схемы ЭЭС. В базе данных модели может храниться несколько схем ЭЭС и энергообъединений с разными режимами. Выбрать требуемую схему можно по кнопке СХЕМЫ на главной панели управления моделью (см. рис. 3.1), при нажатии которой появится панель СХЕМЫ (см. рис. 5.1). На этой панели схемы сгруппированы по их технологической принадлежности (режимные, оперативные и т.д.), т.е. присутствует несколько зон с кнопками вызова схем и экранных форм (СТАНЦИИ, ПОДСТАНЦИИ, РЕЖИМНЫЕ СХЕМЫ и ЭКРАННЫЕ ФОРМЫ). К экранным формам обычно относят схемы на фоне карты, структурные схемы, таблицы и т.п.

Отметим, что вид всех панелей управления и их содержание может настраиваться пользователем и рис. 5.1 приведен в качестве примера. Если среди кнопок с именами схем нет требуемой для расчета схем, которая однако есть в БД КП, то ее можно запустить по кнопке **Список всех схем из папки Ted.**

Выбор схемы на панели рис.5.1 возможен одним щелчком мыши, если предварительно кнопки привязаны для вызова требуемой схемы. В противном случае (обычно при первоначальном запуске) необходимо запустить на выполнение задачу MMI_SHM.exe, в рамках которой обычным для Windows приложений образом выбираем из подкаталога TED требуемую схему (БД с расширением .tbl и требуемым именем).

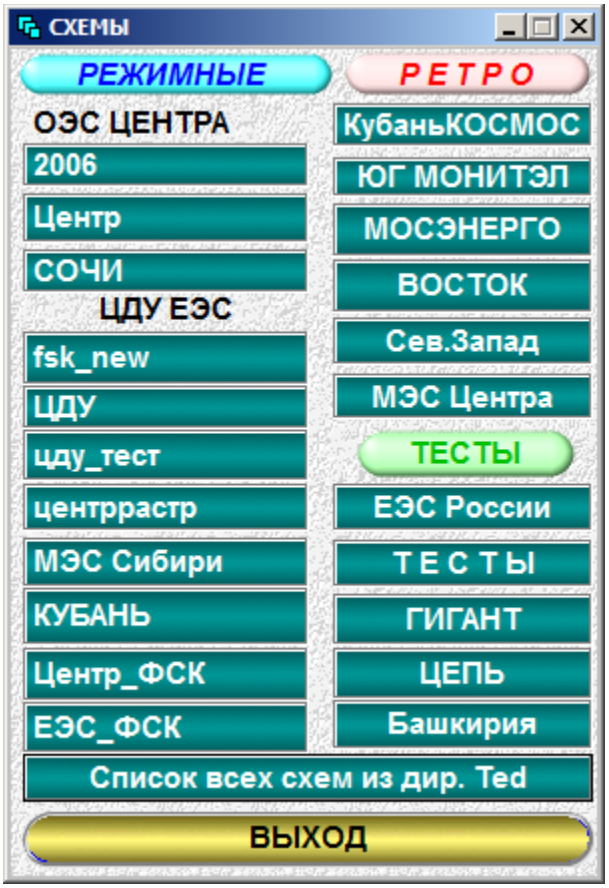


Рис. 5.1 Панель вызова расчетных схем.

Кнопки на панели СХЕМЫ могут быть сконструированы так, что после загрузки схемы выполняется запуск модели на расчет режима. Когда Вам необходимо добавить кнопку с вызовом и запуском новой схемы, проще всего в режиме конструктора панелей (вызов по правой кнопке мыши) сделать копию одной из подобных кнопок и настроить ее на вызов вашей схемы.

5.1.1. Первичная загрузка схемы.

При щелчке мышью по кнопке с именем расчетной схемы на рис. 5.1 активизируется задача MMI_SHM.exe и на экране появится соответствующая схема (см. пример рис. 5.2 с небольшой расчетной схемой ЕЭС России).

При первичном вызове схемы выполняется ее масштабирование по размеру и разрешающей способности экрана (другими словами, схема целиком помещается в окне просмотра). Пользователь может установить размер и

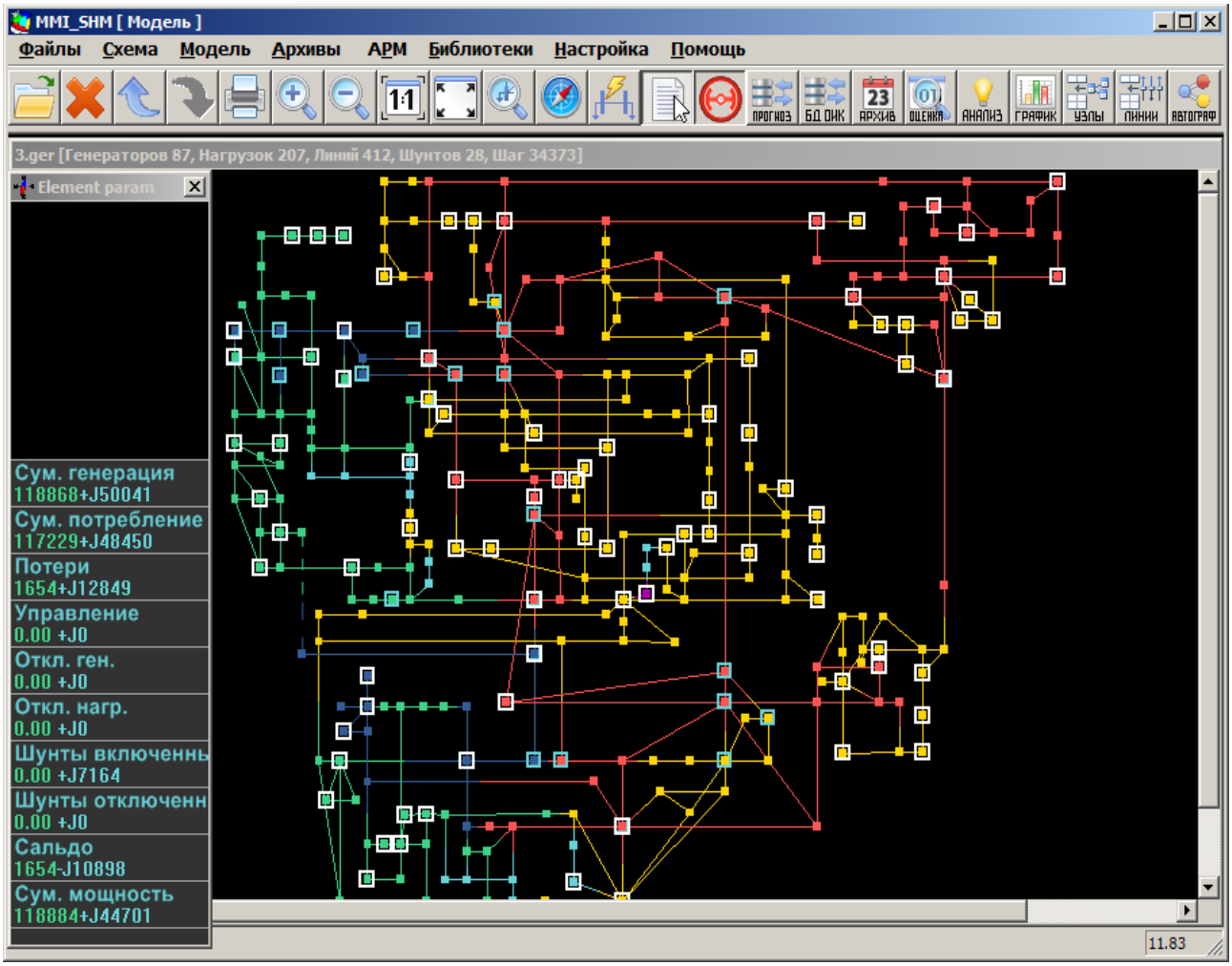


Рис.5.2 Окно с полной схемой.

расположение окна обычным для Windows приложений способом. Установленные параметры окна будут сохранены для следующего вызова схемы. В верхней части открывшегося окна имеются 4 зоны (строки).

- 1-я строка содержит надпись MMI, а также типы отображаемых на схеме параметров (ОИК, АРХИВ, Модель и т.д.) с указанием момента времени. Каждое из окон вывода может отображать не более 2-х параметров.
- 2-я – текстовая панель инструментов (меню), которое частично повторяется в 3-й строке в более удобной форме (в виде кнопок)
- 3-я строка – графическая панель инструментов:
- 4-я строка содержит имя схемы.

5.1.2. Отображение расчетной схемы.

При первичной загрузке схемы ее графическое изображение целиком размещается в основном окне (см. рис. 5.2). Узлы нагрузки отмечены маленькими квадратиками, узлы с генерацией и нагрузкой указаны квадратиком с окантовкой, и наконец, узлы с раскрываемыми подстанциями

отмечены квадратиком с синей окантовкой. Линиями на этой схеме указаны ветви, связывающие узлы схемы.

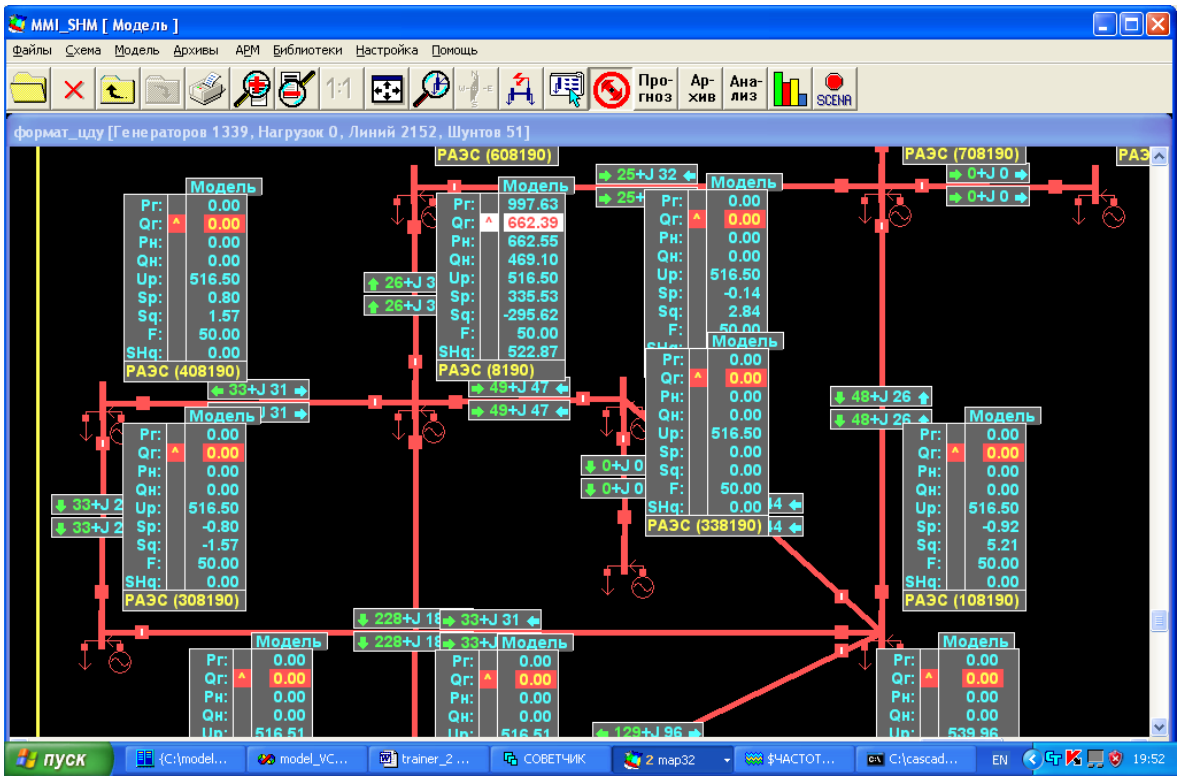


Рис.5.3. Отображение фрагмента схемы в единичном масштабе.

Та же схема в единичном масштабе (по кнопке 1:1) представлена на рис. 5.3. На этой схеме могут отображаться параметры режима (перетоки мощности по ВЛ, напряжения, генерации, нагрузки и т.д.).

Далее требуемый масштаб схемы можно установить с помощью кнопок инструментальной панели, а выбор для отображения фрагмента схемы устанавливается средствами навпгации.

Настройка системы отображения выполняется на панели (см.рис. 5.4). Для настройки параметров отображения режимной информации достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши в поле схемы и выбрать первую позицию выпавшего меню **Конфигурация отображения**. Далее на появившейся панели (см. рис.5.4) следует отметить щелчками мыши те параметры, которые вы желаете отображать на схеме. Эти параметры будут помечены галочкой. Можно установить любую выборку из 16 указанных выше узловых параметров режима. Возможен режим, при котором не отображаются нулевые значения параметров режима схемы. Размеры табличек в этом случае сокращаются. Назначение остальных параметров отображения понятно из их названия.

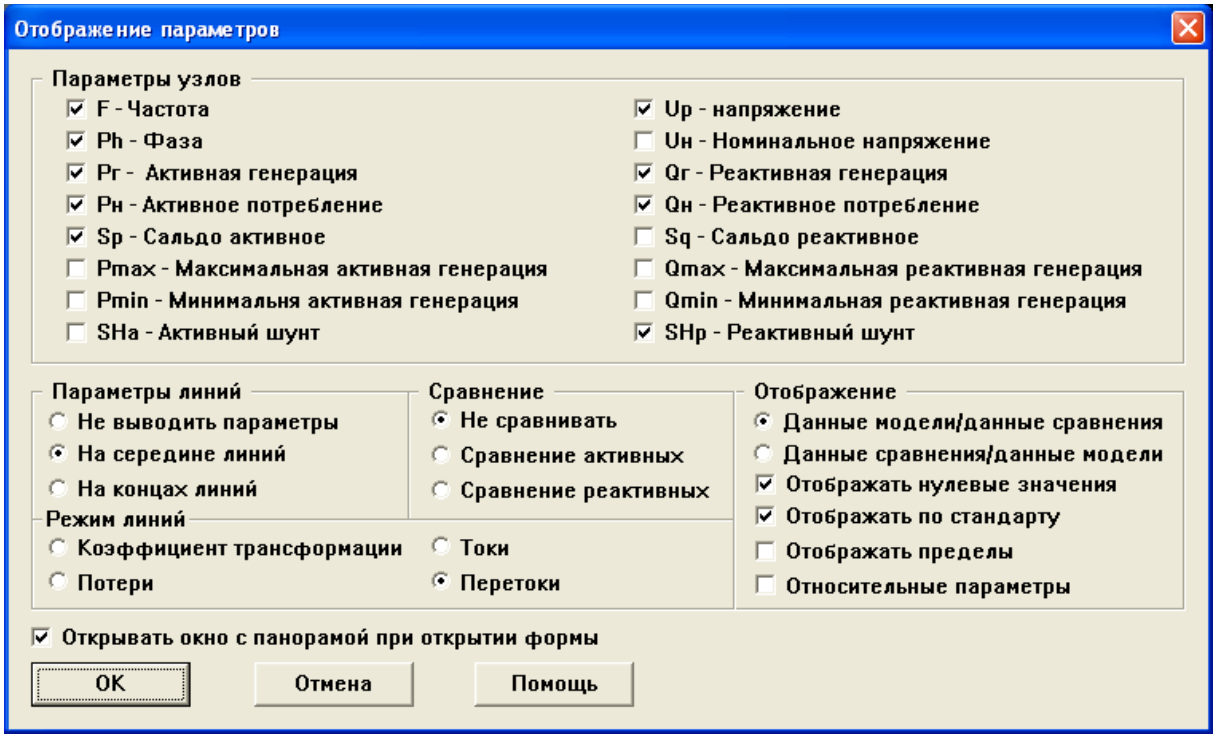


Рис.5.4. Панель настройки отображаемых параметров схемы.

Возле узлов схемы в основном окне появятся таблички, с выбранными на панели рис. 5.4 параметрами режима. В нижней части таблички указаны имена узлов и их технологические номера. На ветвях схемы размещены таблички с перетоками мощности (или токами, или с потерями в зависимости от настройки системы отображения). Состав отображения параметров ветвей также выбирается на панели рис. 5.4.

На этой же панели устанавливается также тип отображаемых параметров ветвей схемы (на концах ветви или по середине, поток мощности или ток и т.п.) и некоторые другие характеристики (режим отображения и сравнения параметров).

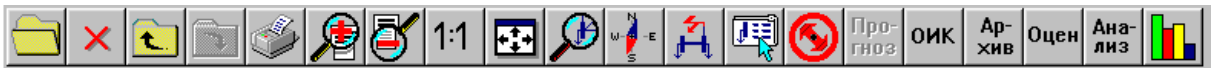
Отображение отмеченных параметров расчетного режима на схеме возникнет после включения режима **Запуск модели** щелчком мыши по кнопке . В тех случаях, когда таблички с параметрами режима на схеме перекрываются, их можно разнести с помощью мыши, придерживая клавишу **Ctrl**.

Перемещение по схеме проще всего проводить «царапаньем» при нажатой левой кнопке мыши. Другие способы навигации представлены ниже.

5.1.3. Основная инструментальная панель управления моделью.

Управление расчетом схемы и отображением параметров режима выполняется с помощью пунктов меню рассматриваемой задачи и кнопками панели инструментов (см. верхнюю часть рис. 5.3).

Графическая панель инструментов (см. ниже) имеет вид:



Для пользователя через эти кнопки доступны следующие операции:

- Открыть новое окно,
- Закрыть окно,
- Перейти на схему верхнего уровня,
- Переход на схему нижнего уровня,
- Печать схемы,
- Увеличение схемы,
- Уменьшение схемы,
- Установка увеличения 1:1,
- Всю схему на экран,
- Лупа для увеличения мелких фрагментов схемы,
- Показать панораму схемы,
- Анализ режимной схемы,
- Характеристики узлов,
- Параметры ветвей (),
- Запуск модели,
- Чтение прогноза (временно недоступно),
- Режим ОИК,
- Работа с архивом,
- Запуск формирования сценария,
- Оценка состояния (временно недоступно),
- Параметры оптимального режима (временно недоступно),
- Запуск панели графического отображения.

Панель инструментов является настраиваемой. Часть кнопок можно убрать (см. рис. 5.5) а недостающие – добавить с помощью сервиса, вызываемого пунктом меню НАСТРОЙКА и далее ПАНЕЛИ ИНСТРУМЕНТОВ. Целесообразно оставить на панели инструментов только те кнопки, которые могут участвовать в процессе моделирования режима сети и его анализа.

Настройка кнопок основной инструментальной панели управления представлена на панели рис. 5.5, вызов которой выполняется из головного меню в позиции **Настройка.** Перемещение кнопок из резервов на основную инструментальную панель выполняется с помощью кнопок с изображение стрелок > или <..

Ряд кнопок управления в настоящей версии программы недоступен, однако в комплексе предусмотрены все сервисы, представленные на основной панели инструментов.

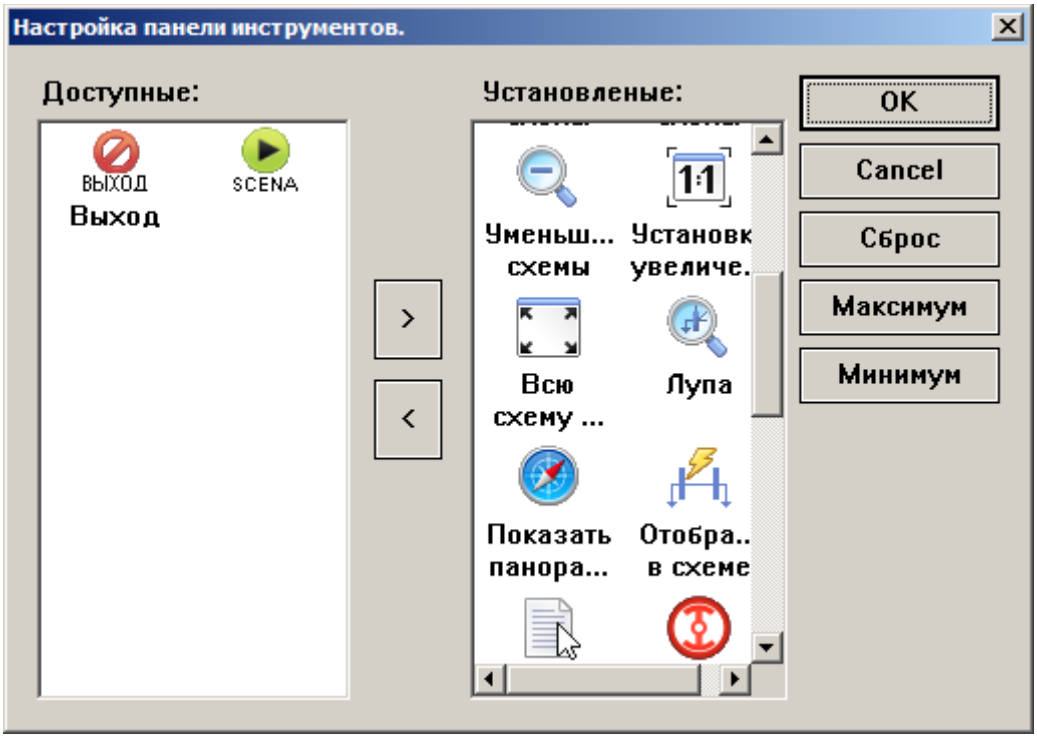


Рис.5.5. Панель настройки кнопок инструментальной панели.

5.1.4. Навигация по схеме.

Передвижение и прокрутку по схеме можно выполнять с помощью левой клавиши мыши (в том числе перетаскивание отображения схемы нажатой левой клавишей мыши типа **Царапанье**). Снизу и справа схемы располагаются линейки прокрутки схемы. Кроме того, перемещение схемы выполняется нажатием левой клавишей мыши при ее подведении к краям окна со схемой. Перемещение по схеме возможно и стрелками клавиатуры.

Основным средством навигации по схеме (см. рис.5.6) служит ПАНОРАМА. Она вызывается по кнопке на основной инструментальной панели. В основном окне размещается тот фрагмент схемы, который размещен в обозначенном прямоугольнике на панораме. Он перемещается мышкой обычным для Windows приложений образом. При этом в основном окне перемещается и наблюдаемый фрагмент схемы.

На панораме имеются дополнительные возможности для навигации по схеме. Так, в инструментальной (верхней) части панорамы можно выбрать узлы и ветви заданных классов напряжений, регионов и видов нарушений режима. Эти возможности системы отображения используются при анализе режима и рассматриваются ниже.

Обычно известен технологический номер или имя узла, в котором необходимо произвести изменения параметров. Найти такой узел можно, выбрав пункт меню **Схема**>**Поиск узла,** или щелкнув правой кнопкой мыши в поле окна схемы (там, где нет узлов или ветвей). При этом на экране появится панель с меню:

- Конфигурация отображения,
- Сравнение параметров,
- Панорама,
- Навигатор,
- Печать схемы,
- Поиск узла,
- Поиск линии,
- На уровень выше,
- Скрыть все таблички узлов,
- Показать все таблички узлов.
- Контрольчастоты.
- Таблица узлов,
- Таблица ветвей,
- Панель управления таблицами.

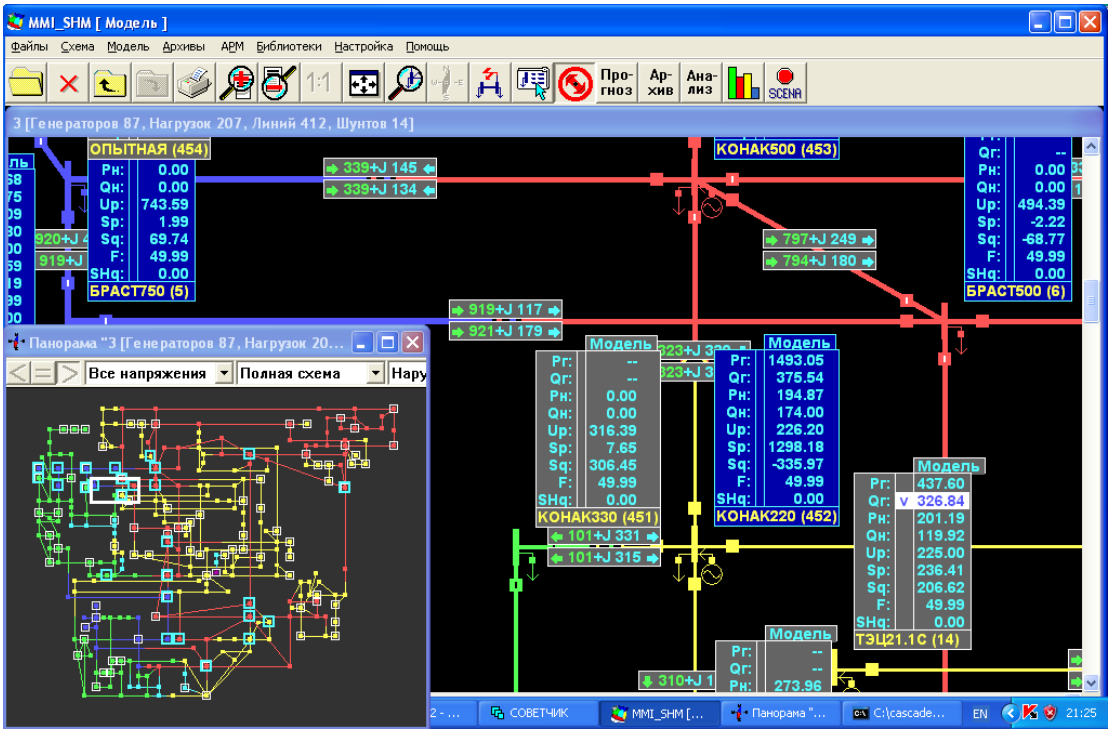


Рис.5.6. Фрагмент графической схемы с панорамой.

Выбрав позицию ПОИСК УЗЛА получим на экране панель (см. рис.5.7) для задания параметров поиска (имени или технологического номера узла). Этот параметр можно выбрать из списка узлов или задав в окне БЫСТРЫЙ

ПОИСК и нажать кнопку ОК. На панели предусмотрен переключатель сортировки узлов на схеме по именам или по технологическим номерам.

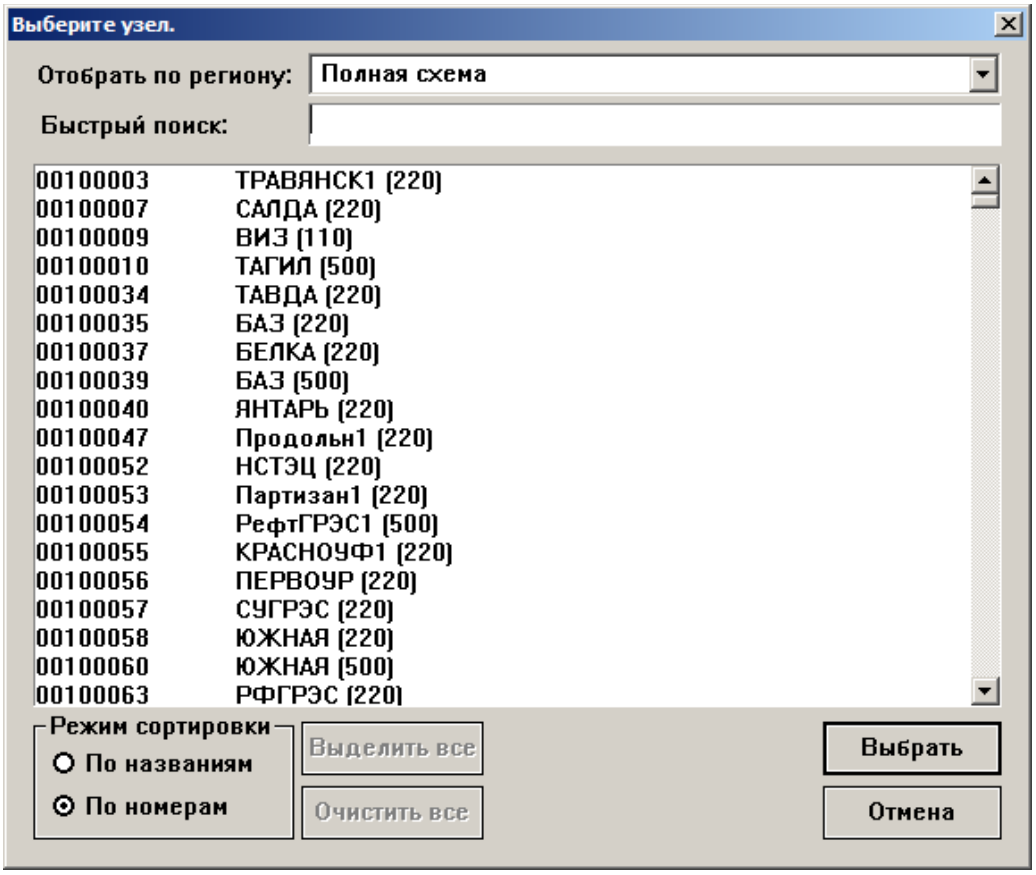


Рис. 5.7. Панель поиска узла.

Найденный узел со всеми своими связями будет размещен в центре окна.

Поиск линии выполняется аналогично поиску узла. Выбрав позицию ПОИСК ЛИНИИ получим на экране панель (см. рис.5.8) для задания параметров поиска (имени или технологического номера узла). Найденная линия будет размещена в центре окна схемы.

Щелкнув правой кнопкой мыши по узлу можно вызвать меню управления узлом:

- Генерация ,
- Потребление,
- Ремонт,
- Шунты,
- Ремонт шунта,
- Табличка
- Блок,
- Шунт,

- Войти в подсхему,
- Все параметры узла,
- Задать параметры узла,
- Управление,
- Графики.

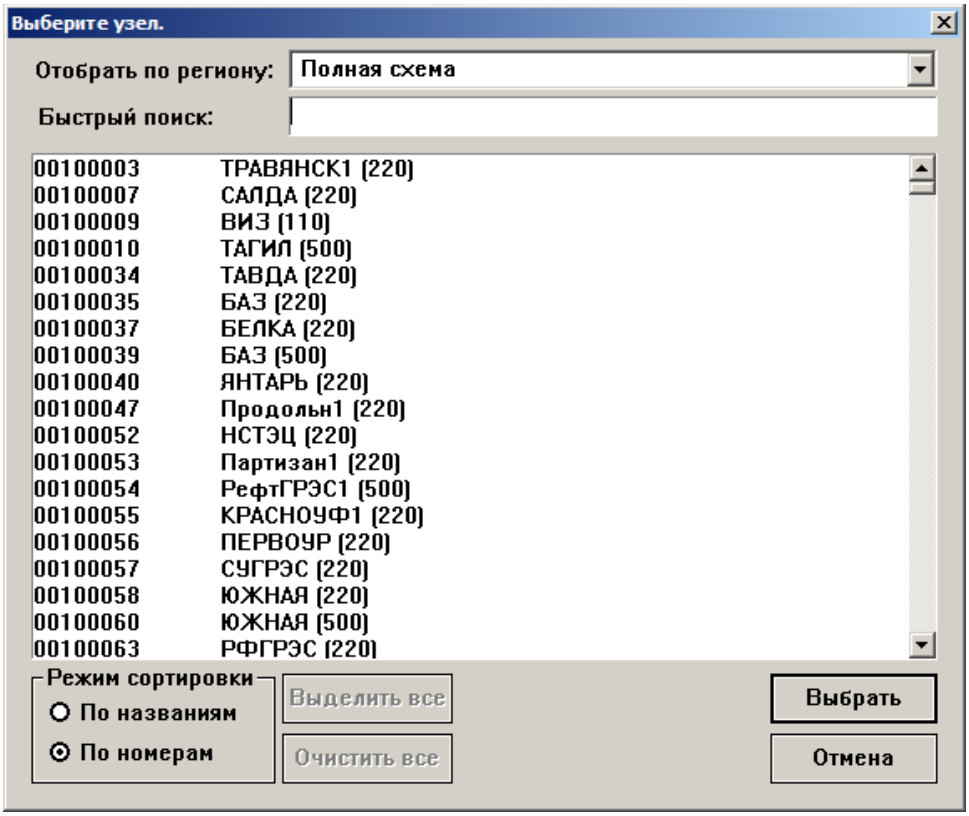


Рис. 5.8. Панель поиска линии.

Эти позиции позволяют управлять параметрами этого списка. Генерация, потребление, блок и шунт могут быть отключены/включены, а пункт **Задать параметры узла** позволяет менять значения любых параметров узла. По пункту **Управление** значения параметров можно менять потенциометром.

По позиции меню **Графики** появится меню (см. рис.5.9) выбора параметров, которые необходимо вывести на график. Эти параметры можно добавлять по одному на окно с графиками.

Как уже упоминалось, в верхней части окна на рис. 5.3, 5.6 размещена инструментальная панель с главным меню и кнопками управления. При щелчке мышью по позициям меню на экране появляются выпадающие меню второго уровня со стандартными для Windows приложений опциями (открыть, закрыть, печать и т.п.).

Часть функций меню дублируется кнопками инструментальной панели. К последним относятся кнопки масштабирования

.

Эти кнопки меняют масштаб схемы или экранной формы. Первые две кнопки меняют масштаб схемы на 10%. Две следующих устанавливают единичный

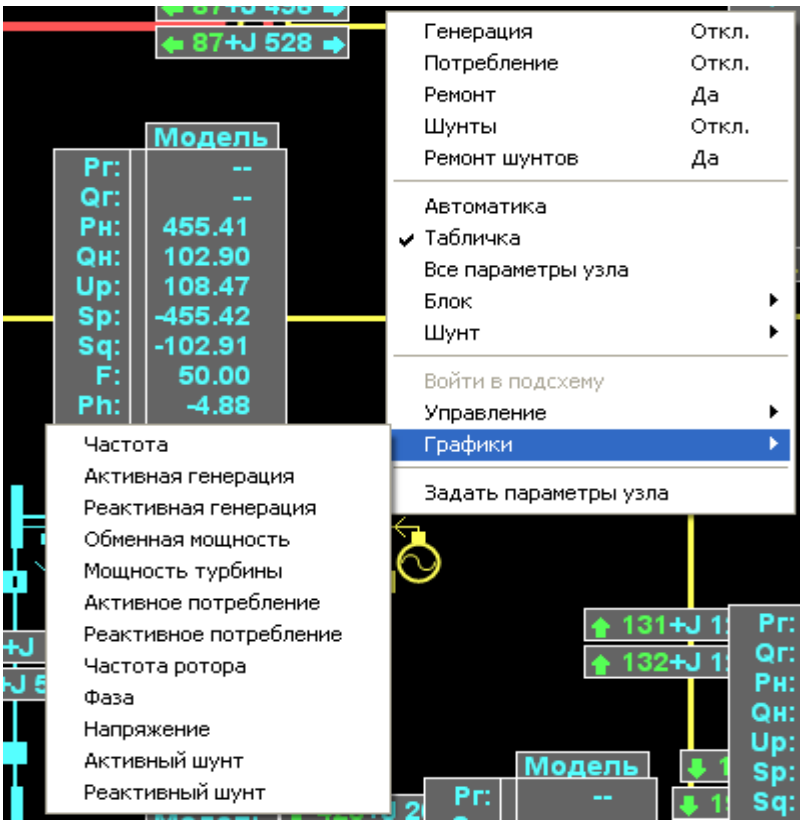


Рис. 5.9. Панель выбора графика.

масштаб и размещают всю схему на экране. И, наконец, последняя кнопка (линза) позволяет часть схемы наблюдать в единичном масштабе.

5.2. Сравнение параметров модели и расчетной схемы ЭЭС.

На схеме можно выполнить сравнение результатов расчета схемы в разных режимах или разными программами (например, РАСТР, КОСМОС и т.д.). Такое сравнение возможно, если результаты расчета представлены в формате ЦДУ. Для этого необходимо в меню МОДЕЛЬ выбрать пункт **Чтение файла ЦДУ во 2-ю колонку**. Далее, обычным для Windows приложений образом загрузить сравниваемый файл. При этом возле каждого узла схемы будет размещено две таблички: одна с результатами расчета режима в модели и вторая с данными из выбранного файла в формате ЦДУ. Анализ отклонений двух результатов расчета будет представлен ниже.

В тех случаях, когда необходимо сравнить два режима (оба представленные в формате ЦДУ) следует отключить расчет режима кнопкой и далее загрузить с помощью меню МОДЕЛЬ оба файла в формате ЦДУ: один в первую колонку, а другой во вторую.

5.3. Задание режима моделирования.

Управление моделью осуществляется посредством управляющих панелей, а также инструментальными средствами программы MMI_SHM.exe (см. рис. 5.2). В принципе, для управления расчетом схемы в модели, наблюдения за режимом и задания параметров достаточно программы MMI_SHM.exe. Дополнительные средства, вызываемые кнопками головной панели (см. рис.3.1) предназначены для запуска сценариев, группового управления узлами регионов (районов), графического и табличного анализа режима, его архивирования, привязки к текущему режиму ОИКа и т.п.

Режим моделирования схемы задается на панели рис. 5.15 (вызов меню **Модель/Режимы модели**). Здесь можно задать режим расчета схемы в установившемся (УР) и переходном (ПР) режиме (позиция **Динамика**)., математический метод расчета схемы ЭЭС (**Гаусс, Ньютон, Зейдель**), характер первичного регулирования частоты, вторичные регуляторы (**АРЧ, АОП** и **АРЧМ**), системы ПА (**АПАХ, АОН, АЧР**) и другие параметры. Пункт меню Сценарии позволит включить систему ПА, основанную на сценариях.

На этой же панели (рис.5.15) можно задать режим ввода узловых инъекций, коррекции фаз напряжений узлов, режим случайных колебаний нагрузки в узлах (активной и реактивной), а также ряд режимов для проведения научных исследований (Измерения R, X. Помеха, Переменный Qmin, Qmax).

На панели рис.5.15 можно задать режим расчета в стандартных единицах (мегаватты, киловольты) или в киловольтах и киловаттах (для радиальных распределительных цепей).

И, наконец, в нижней части рассматриваемой панели можно задать максимально допустимые значения узловых небалансов активной и реактивной мощности в процессе решения системы уравнений узловых потенциалов.

5.4. Запуск схемы на расчет.

Как уже упоминалось, после включения схемы на расчет кнопкой выполняется вычисление начального УР или ПР с учетом отклонения частоты от номинального значения. Для схемы, УР которой существует, исходно заданная топология сети не изменится. В том случае, когда установившийся режим не существует, могут возникнуть синхронные или несинхронные качания, которые будут прекращены включенной в работу

системой АПАХ (АЛАР). Эта система разделит энергообъединение на не синхронно работающие части.

В том случае, когда в окне системы регулирования и ПА установлен режим **Динамика** (см. рис. 5.15), расчет загруженной схемы выполняется в динамическом режиме, т.е. с учетом переходных процессов. При этом наблюдается переходной процесс в каждом узле схемы, поскольку исходное состояние фаз напряжений в узлах устанавливается равным нулю (так называемый плоский старт), а в установившемся режиме эти фазы отличны от нуля. По этой причине рекомендуется первоначальный пуск модели выполнять в УР и только затем в случае необходимости переходить в динамический режим вызвав по кнопке **Модель** головного меню (см. рис.3.1) панель **Режимы модели** (см.рис. 15.5). В последней версии программы, начальный запуск расчетной программы выполняется в УР при общем значении частоты сети.

В динамическом режиме выполняется расчет, как всей схемы, так и ее частей с вычислением частот всех узлов сети. В этом случае возможно моделирование асинхронных режимов, разделение энергообъединения на изолированные части, синхронизация ее отдельных частей и т.д.

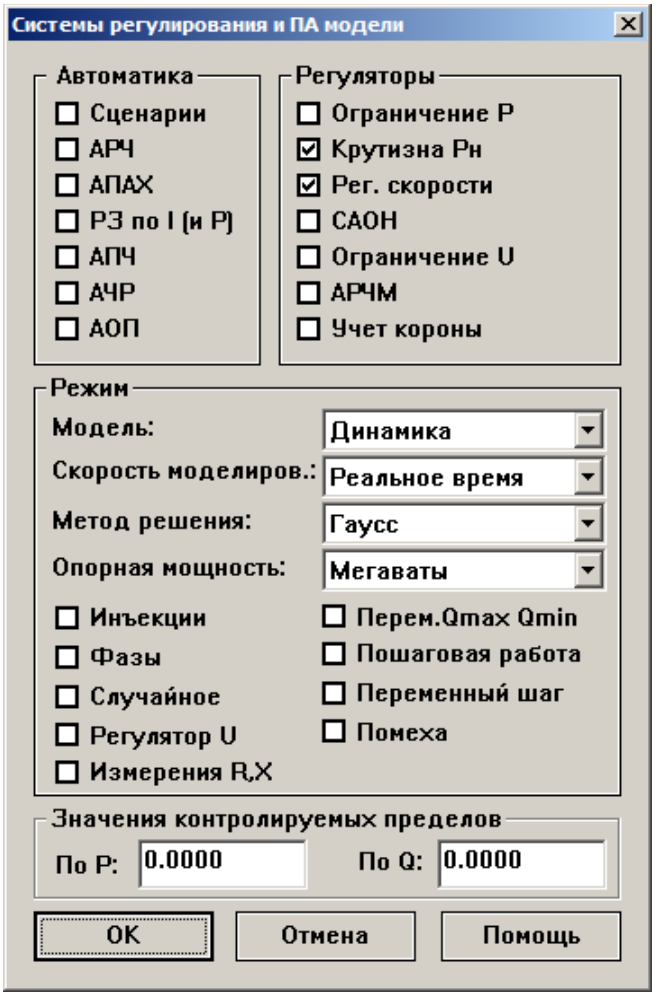


Рис. 5.15. Панель задания режима моделирования

В том же случае, когда режим **Динамика** не установлен (рис. 5. 15), расчет загруженной схемы выполняется в установившемся режиме. В этом случае расчет частоты также выполняется для всех узлов схемы, но без переходного процесса (т.е. практически мгновенно).

На панели 5.15 можно установить режим случайных колебаний нагрузки во всех узлах схемы. Характеристики случайных колебаний нагрузки соответствуют реальным для ЕЭС России по интенсивности и корреляционным характеристикам.

5.5. Управление режимом со схемы ЭЭС.

Как уже отмечалось, управление схемой выполняется пользователем непосредственно со схемы ЭЭС или с панелей управления, а также сценариями и средствами систем регулирования и ПА. Управление режимом со схемы ЭЭС удобно производить при отображении схемы в единичном масштабе (кнопка 1:1 на панели инструментов).

Ручное управление параметрами любого узла схемы выполняется (см.ниже) в темпе реального времени на фоне непрерывно текущего процесса

моделирования. Имеется также возможность приостановить режим моделирования (кнопкой и затем выбрать режим **Останов**) далее задать необходимые параметры моделирования в нескольких узлах и ветвях схемы и продолжить режим моделирования повторным нажатием кнопки .

Для задания параметров моделирования связанных с конкретным узлом необходимо щелкнуть в этот объект правой кнопкой мыши. Появиться панель (см. рис.5.9), на которой имеются позиции управления узлом.

Управление узлом генерации. На этой панели пользователь может полностью отключать/ включать генерацию/потребление. Первые пять позиций этого меню допускают только переключательный режим (например, если потребление включено, то его можно отключить). Позиция **Автоматика** позволит включать/отключать все системы автоматики одновременно (в настоящей версии не реализована). Позиция **Табличка** позволяет убрать или активизировать табличку с узловыми параметрами для выбранного узла.

Две следующие позиции **Блок и Шунт** позволят пользователю включать/отключать отдельные энергоблоки или реакторы (если их в узле несколько).

Позиция **Управление** в некоторой степени дублирует функции остальных пунктов рассматриваемого меню, однако предоставляет эти возможности в более удобном виде. При этом вызываются (см. пример на рис.5.16) панели управления с помощью «реостатов» потреблением, генерацией и другими параметрами.

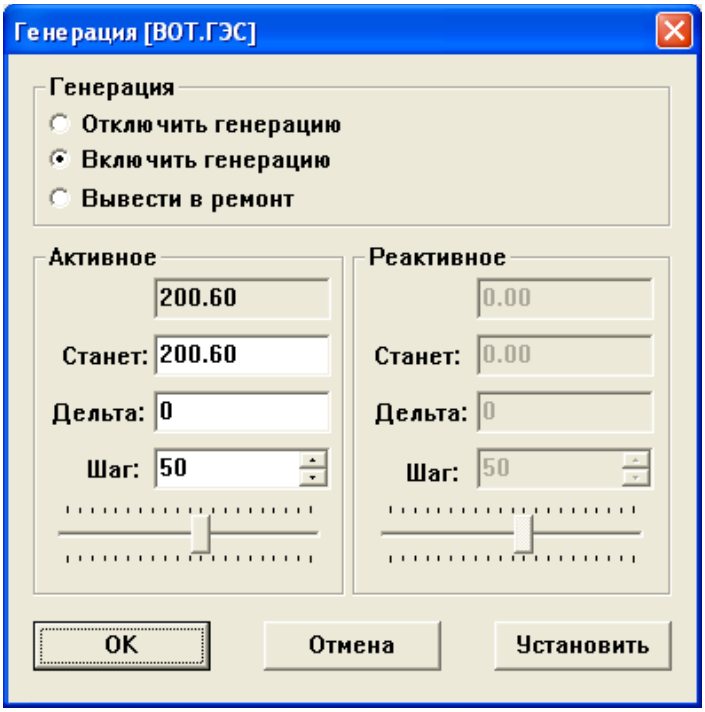


Рис.5.16 Панель управления генерацией узла.

Управление режимом узла выполняется последним пунктом меню **Задать параметры узла.** При этом Вы получите на экране для узлов с генерацией панель, представленную на рис. 5.17. На этой панели можно задать все необходимые узловые параметры. Функциональное назначение этих параметров понятно из их наименований, а размерность (см. рис. 5.17) общепринятая для формата ЦДУ. Так, активная генерация узла, нагрузка, установленная мощность узла, значение активного шунта и мощность блока задана в МВт, а реактивная нагрузка, значение реактивного шунта и пределы по реактивной мощности в МВр. Исключением являются пределы по активной мощности узла, которые задаются в процентах от номинального значения.

На панели управления узлом генерации можно задать долю ТЭС, ГЭС и АЭС в узле. Их сумма не должна превышать 100%. Можно задать принадлежность узла определенному региону. На панели можно задать значения шунтов и внешних инъекций по активной и реактивной мощности.

Привязка узловых характеристик к наборам параметров регулирования по частоте и напряжению выполняется в двух окнах (расположенных в нижней правой части панели на рис. 5.17). Здесь можно выбрать значения наборов по умолчанию либо по какому-то из ранее набранных.названий.

Параметры генератора [С.ГРЭС-21]

Технологич. номер	101150	Активная ген. MAX %	105
Название узла	С.ГРЭС-21	Активная ген. MIN %	80
Акт. мощность турбин.(МВт)	4350.00000	Установ. мощность (МВт)	4400.00
Активная нагрузка (МВт)	676.59998	Регион	1
Активная ген. блока (МВт)	800.00000	Доля ТЭС %	100
Число ген. блоков	4 / 4 (Вкл.)	Доля ГЭС %	0
Уставка напряжения (кВ)	528.20	Переходное сопрот. (Ом)	18.18140
Реактивная нагрузка (Мвар)	536.09998	Доля асинхр. двиг. %	0.00000
Тип регулятора F	2	Кол-во шунтов	1
Реакт. ген. MAX (Мвар)	20000.00	Шунт активный (МВт)	0.00000 / 1 (Вкл.)
Реакт. ген. MIN (Мвар)	-4000.00	Шунт реактивный (Мвар)	2.02512
Тип регулятора U	0	Инъекция P (МВт)	0.00
U. ген. MAX (кВ)	550.00	Инъекция Q (Мвар)	0.00
U. ген. MIN (кВ)	450.00	Тип нагрузки (№ схн)	0
Стартовое U (кВ)	0.00	Параметры рег. F	Значения по умо ...
Стартовая фаза (град.)	0.00	Параметры рег. U	Значения по умо ...

U предупред. MAX	525.00	P предупред. MAX	3885.00
U предупред. MIN	475.00	P предупред. MIN	3515.00
U аварийный MAX	550.00	P аварийный MAX	4070.00
U аварийный MIN	450.00	P аварийный MIN	3330.00

OK | Отмена | Сохранить | Размерность параметров в единицах формата ЦДУ

Рис. 5.17. Панель управления узлом генерации

На этой панели можно задать не только начальные значения параметров, но и поменять текущие значения в любой момент времени. Именно эта возможность и обеспечивает интерактивное управление, и режим реального времени модели. Изменение параметров на этой панели выполняется обычным образом, а именно щелчком мыши в требуемое поле и вводом изменяемого параметра. При нажатии затем клавиши **ОК**, параметр будет введен только в оперативную память (т.е. только для текущего сеанса). При нажатии клавиши **Сохранить**, параметр будет введен только в БД данной схемы для ее следующих запусков. И если последовательно щелкнуть по клавишам **Сохранить и ОК,** то изменения параметров будут сохранены в БД и в текущем режиме моделирования.

На панели управления узлом генерации (рис. 5.17) можно изменить тип регулирования частоты и напряжения в узлах с генерацией (см. позиции **Тип регулятора F** и **Тип регулятора U**). Напомним, что значение **Тип регулятора F** = 0 обеспечивает простейший динамический регулятор частоты (без длительной динамики и нелинейностей), значение 3 включает

только регулирующий эффект нагрузки а значение равное 1 или 2 позволит полноценно моделировать частоту в узле в соответствии с блок-схемой на рис. 2.2. И, наконец, на этой же панели задается номер статической характеристики узловой нагрузки. Напомним, что всего можно задать 5 статических характеристик, параметры которых размещены в таблице **cxn** БД схемы. В этой таблице размещены параметры только 3-характеристик, а остальные 2 с номерами 0 и 4 задаются алгоритмически (а именно, при 0 нагрузка не зависит от напряжения и при 4 моделируется постоянной проводимостью).

Управление узлом нагрузки. Подобным образом можно задать узловые параметры для узлов нагрузки (см. рис.5.18). Панель для задания этих параметров несколько отличается от приведенной выше (количество параметров меньше). Соответствующая панель также вызывается щелчком правой клавиши мыши в узел нагрузки.

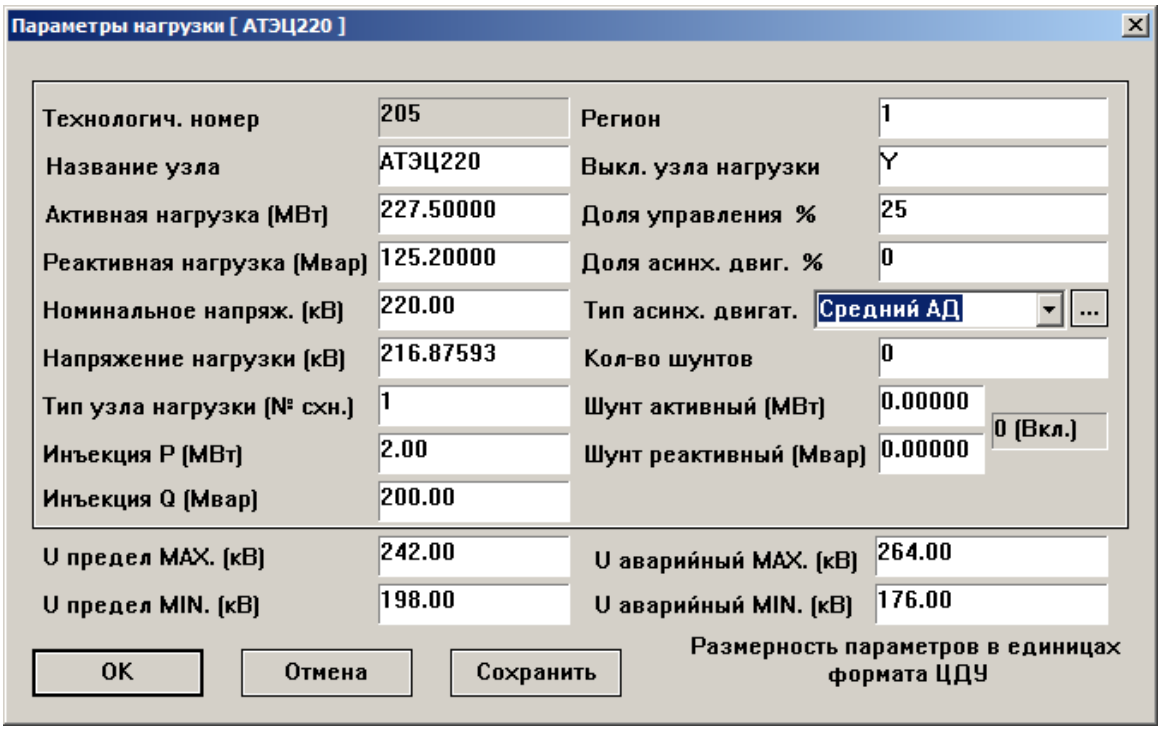


Рис. 5.18. Панель управления узлом нагрузки.

В отличие от узлов генерации, в узлах нагрузки можно задать предельные значения (технологические и аварийные) по напряжению, а также долю управлений и асинхронных двигателей. Типом узла нагрузки указывается номер статической характеристики (так же, как для узлов генерации).

Управление линией (или трансформатором). Аналогично, для задания (изменения) параметров ветвей необходимо вызвать

соответствующую панель управления щелчком правой кнопки мыши по графическому образу ветви на схеме (см. рис. 5.19).

На панели можно задать параметры линии (трансформатора), номера узлов примыкания, коэффициент трансформации в относительных единицах, а также предельные значения токов и перетоков мощности (технологические и аварийные). На этой же панели задается состояние самой ВЛ и ее систем автоматики(Y-включено, N – отключено).

Рис. 5.19. Панель управления линией (или трансформатором).

5.6. Анализ режима ЭЭС.

Первоначально рассмотрим возможности анализа режима, реализованные в рамках задачи MMI_SHM, т.е. в рамках графических окон схемы, представленных на рис. 5.20. Другие методы анализа, использующие конструкторы системы КАСКАД-НТ, рассматриваются ниже.

Анализ режима можно проводить в табличной или графической форме. В табличной форме удобно выполнить сравнение расчетного режима, выполняемого в модели, с расчетом, выполненным другими программами (например, РАСТР, КОСМОС или МУСТАНГ) и представленным в формате ЦДУ.

5.6.1. Табличный анализ.

Вызов режима сравнения выполняется по пункту основного меню **Модель** (см. рис. 8) и далее **Чтение файла ЦДУ** во вторую колонку. Далее в стандартном диалоге следует выбрать соответствующий схеме файл в формате ЦДУ. При этом рядом с узлами появляются вторые таблички с

параметрами сравниваемого режима. Таким образом, сравнивается режим, рассчитанный в модели и выбранный в файле формата ЦДУ.

Возможно также сравнение нескольких режимов в формате ЦДУ, полученных в других программах. При этом следует отключить режим моделирования и вызывать в меню **Модель** соответствующие файлы в 1-ю и 2-ю колонки. На графической схеме подобным образом можно сравнивать неполные и избыточные схемы. В этом случае таблички появятся возле тех узлов, которые найдены на графической схеме.

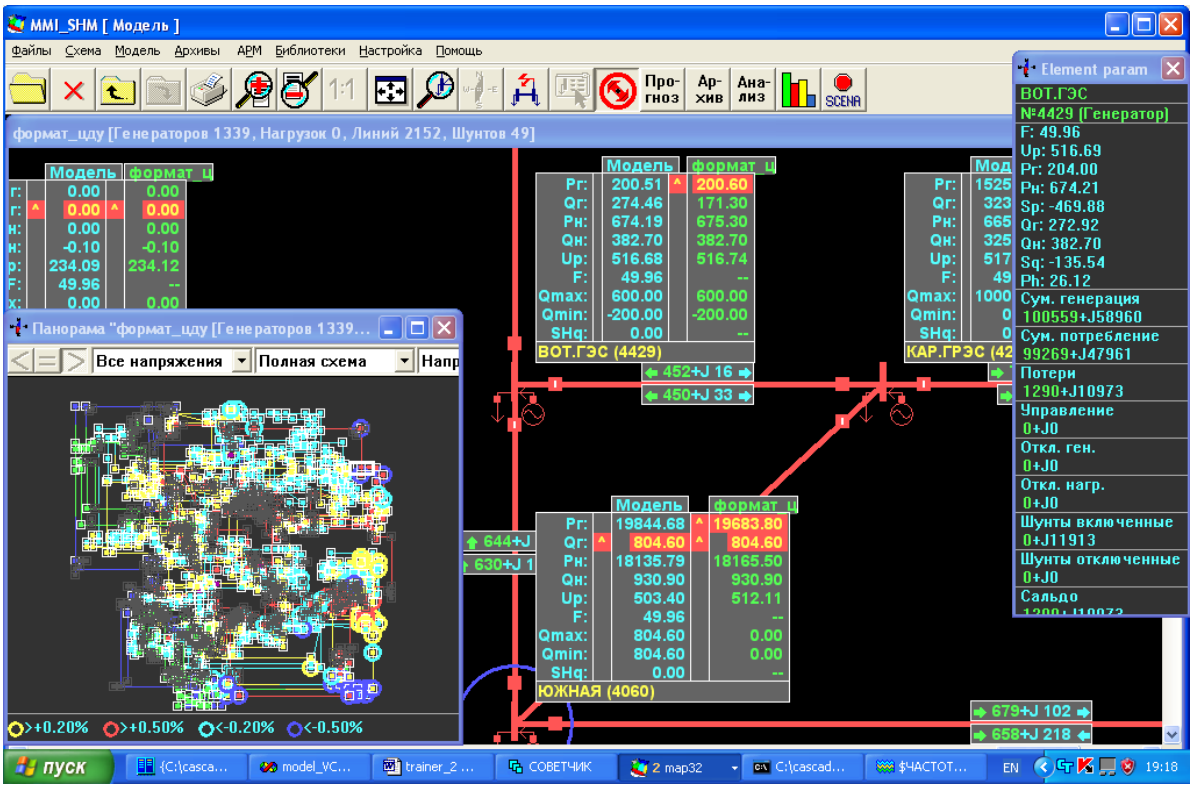


Рис. 5.20. Экранная форма при графическом анализе режима

Подобным образом существует возможность сравнения текущего режима схемы с ранее полученными режимами, которые сохранены в формате ЦДУ. Следует отметить, схемная графика позволяет сравнивать режимы не только для разных вариантов одной и той же расчетной схемы, которые представлены в формате ЦДУ независимо от источника расчета. Возможно также сравнение для схем разной размерности. Сравнение в этом случае идет только для узлов с одинаковым технологическим номером.

Несмотря на то, что описанный выше метод анализа выполняется на графической схеме, он относится к табличным методам, поскольку пользователь наблюдает информацию в виде табличек (возле узлов или ветвей). На рис. 5.20 представлен фрагмент схемы с поузловым сравнением параметров расчета с данными расчета программы КОСМОС.

Просмотр узловых параметров моделируемой схемы можно выполнить и

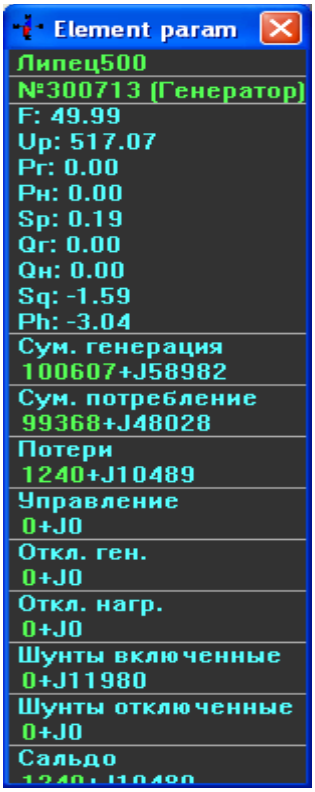


Рис. 5.21. Панель просмотра параметров режима.

с помощью панели просмотра, вызываемой по кнопке головной инструментальной панели. Эта панель представлена на рис.5.21. Параметры отдельных узлов появляются на этой панели при подводе курсора мыши к узлам на полной схеме ли на панораме. В нижней части этой панели (см. рис. 5.21) даны суммарные характеристики (генерации, потребления, потери и т.д.), относящиеся ко всей схеме в целом или отдельному району, если он выбран на панораме. Имя узла и его технологический номер размещены в верхней части панели.

5.6.2. Графические методы анализа.

Другие методы анализа режимов, реализованные в настоящем комплексе, относятся к графическим. Рассмотрим некоторые возможности такого анализа.

По кнопке на инструментальной панели Вы можете вызвать панораму всей схемы (см. рис. 5.20, где панорама размещена вместе с фрагментом схемы). Более подробно панорама представлена на рис. 5.22.

На панораме можно наблюдать узлы, относящиеся к некоторому региону или узлы относящиеся к определенному классу напряжения или определенным видам нарушений.

Возможности панорамы позволяют строить многослойный фильтр (например, просмотр узлов определенного класса напряжения, относящиеся к некоторому региону).

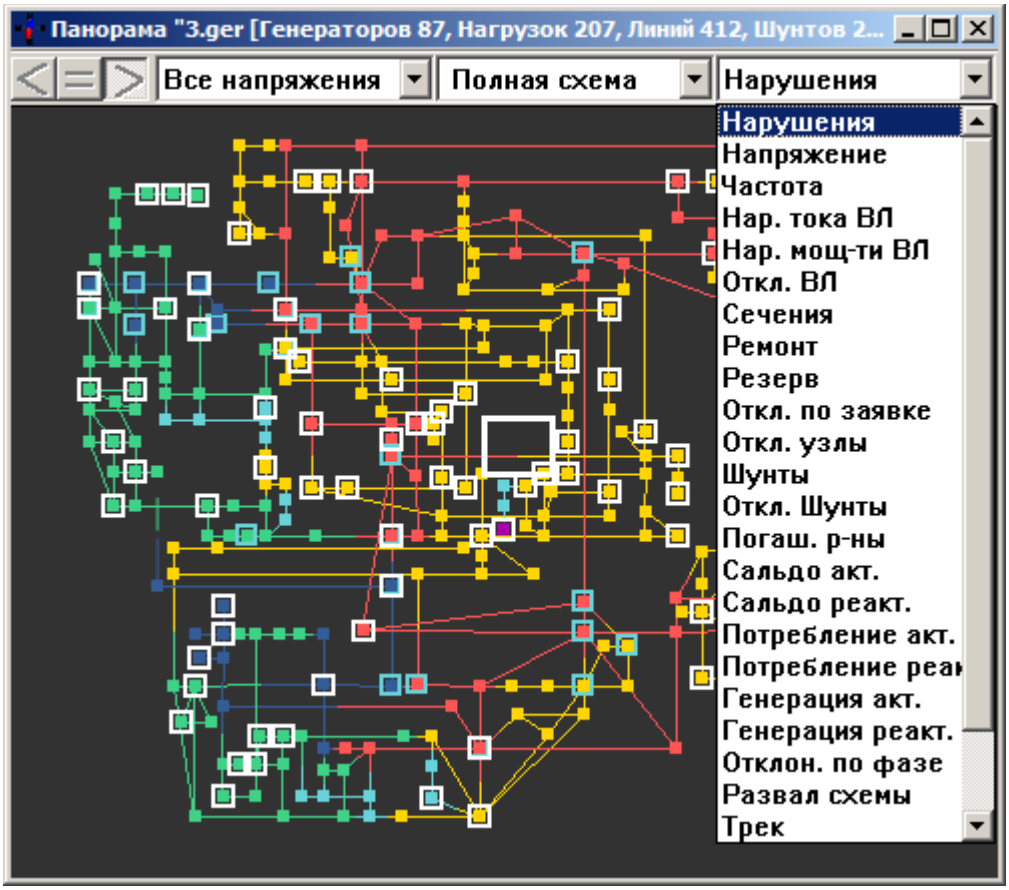


Рис. 5.22. Анализ режима схемы на панораме.

На панораме всегда размещена вся моделируемая схема целиком, что позволяет в удобной форме (мышью) осуществлять навигацию по схеме. Отображаемый в основном окне фрагмент схемы отмечен на панораме белым прямоугольником и пользователь, перемещая его мышью, позиционирует полную схему и в основном окне.

Наиболее удобно, просматривать режим узлов схемы, перемещая курсор мыши в поле панорамы или главного окна схемы.

В верхней части панели (см. рис. 5.22) помещены параметры режима узла схемы, к которому подведен курсор мыши. Отображаются следующие параметры:

- F – частота узла (Гц.),
- Up- напряжение узла (кВ),
- Pг – мощность генерации активная (МВт),
- Pн – мощность потребления активная (МВт),
- Sp – активная обменная мощность (МВт),

- Qг – мощность генерации реактивная (МВр),
- Qн – мощность нагрузки реактивная (МВр),
- Sq - реактивная обменная мощность (МВр),
- Ph – фаза напряжения (градусы) относительно фазы базисного узла с генерацией.

В нижней части этой панели для выделенных объектов (в том числе по регионам и классам напряжений) представлены суммарные значения следующих параметров:

- Генерация,
- Потребление,
- Потери,
- Мощность управления,
- Отключенная генерация,
- Отключенная нагрузка,
- Шунты включенные,
- Шунты отключенные,
- Сальдо перетока,
- Суммарная мощность турбин.

Таким образом, суммарные характеристики могут быть найдены по всей схеме в целом, по отдельному региону, по сетям определенного класса напряжения и т.д. Задание имени региона можно выполнить на панораме схемы.