



Версия 2.25

---

Версия 2.25.....	1
О программе.....	6
Замечания к реализации .....	8
Последние изменения.....	9
Лицензирование и защита от копирования.....	14
Получение лицензии.....	14
Трудности при получении лицензии.....	16
Студенческая лицензия.....	18
Работа в демо-режиме.....	18
RastrWin .....	18
Начало работы .....	18
Подготовка исходных данных для расчета.....	18
Структура программы, загрузка и сохранение данных.....	19
Ввод данных по схеме сети .....	21
Исходные данные.....	22
Контроль исходной информации .....	25
Расчет установившегося режима.....	26
Анализ полученных результатов.....	27
Анализ аварийного завершения расчета .....	30
Расчеты.....	31
Районирование .....	31
Эквивалентирование.....	32
Контролируемые величины.....	35
Утяжеление .....	36
Вариантные расчеты .....	41
Отключаемые реакторы в узлах и линиях .....	43
Сравниваемые данные .....	44
Односторонние отключения ЛЭП.....	46
Генераторы.....	47
Зависимость допустимого тока от температуры .....	49
Структурный анализ потерь .....	51
Особенности расчета режима.....	53
Учет ограничений по реактивной мощности.....	53
Статические характеристики нагрузки .....	57
Расчет режима с учетом частоты.....	59
Параметры расчета режима .....	64
Оптимизация режима по реактивной мощности .....	66
Алгоритм оптимизации.....	66
Исходные данные, параметры и результаты.....	70
Расчет анцапф .....	73
Расчет влияния изменения параметров режима .....	75
Пользовательский интерфейс.....	79
Главное меню.....	79
Файлы .....	79
Расчеты .....	82
Открыть .....	84
Графика .....	84
Локальное меню графики .....	86
Контекстные макросы.....	87
Окна.....	89

Грид (таблица) .....	89
Таблица .....	89
Локальное меню таблицы.....	90
Управление цветом фона полей и строк .....	93
Выделение прямоугольного фрагмента .....	97
Формы .....	97
Диалог формы .....	98
Создание двойной формы.....	100
Стандартные формы .....	100
Графика .....	101
Основные графические примитивы .....	101
Согласование расчетной и графической схемы.....	102
Подготовка графической схемы .....	103
Расстановка узлов .....	104
Улучшение внешнего вида схемы.....	105
Расстановка окон отображения текстовой информации .....	108
Ввод дополнительных надписей .....	112
Расчеты.....	112
Градиентная подсветка элементов схемы.....	113
Настройка графической схемы.....	116
Выделение куска графической схемы.....	119
Графические флаги .....	120
Сечения.....	123
Элемент управления Селектор ("Дерево").....	124
Работа с селектором.....	125
Настройка селектора.....	126
Подробный пример простой настройки селектора .....	128
Множественные и непарные ключи .....	129
Протокол .....	129
Рабочие области.....	131
Таблица.....	131
Мегагрид .....	131
Графики .....	131
Графическая схема.....	131
Селектор .....	131
Постадийный протокол.....	131
Окно макро .....	131
Окно истории .....	132
Автовыборка и зависимые таблицы.....	133
Мегагрид .....	135
Клавиатура .....	139
Примеры выборок и формул .....	140
Динамический обмен с MS Excel .....	143
Интеграция с Microsoft Excel .....	143
Возможные проблемы при установке расширений MS Excel.....	149
Программный интерфейс .....	151
Макро .....	151
Диалог для макро .....	151
Основы VBScript.....	152
Примеры макросов в Rastr'e .....	153
Макросы, выполняемые при старте и завершении программы .....	157
COM интерфейсы программы Rastr.....	158

Объект Rastr .....	158
Коллекция Tables .....	162
Объект Table.....	163
Объект Cols .....	166
Объект Col.....	166
Вызовы оболочки.....	167
SendCommandMain COMM_MAIN,p1,p2,pp.....	167
Расчет коэффициентов влияния .....	169
Возмущения .....	169
База данных.....	171
Файлы и шаблоны.....	171
Взаимодействие файлов и шаблонов .....	171
Сохранение файла по шаблону .....	172
Загрузка файла по шаблону.....	172
Создание пользовательского шаблона.....	173
Структура встроенной базы данных .....	174
Организация.....	174
Диалог данные .....	174
Свойства полей в базе.....	175
Тип данных.....	176
Ключи.....	178
Ссылки.....	178
Формулы .....	180
Типовая структура базы данных .....	181
Схема замещения .....	181
Таблица "Узлы" .....	181



# О программе

---

Программный комплекс RastrWin предназначен для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем. RastrWin используется более чем в 150 организациях на территории России, Казахстана, Киргизии, Беларуси, Молдовы, Монголии, Югославии. В России основными пользователями являются: Системный Оператор Единой Энергетической Системы (СО ЦДУ ЕЭС) и его филиалы, Федеральная Сетевая Компания (ФСК) и ее подразделения, территориальные АО-Энерго, проектные и научно-исследовательские институты (Энергосетьпроект, ВНИИЭ, НИИПТ и тд).

## Особенности программного комплекса:

### Расчетные модули:

- Расчет установившихся режимов электрических сетей произвольного размера и сложности, любого напряжения (от 0.4 до 1150 кВ). Полный расчет всех электрических параметров режима (токи, напряжения, потоки и потери активной и реактивной мощности во всех узлах и ветвях электрической сети)
- Расчет установившихся режимов с учетом частоты;
- Контроль исходной информации на логическую и физическую непротиворечивость;
- Эвивалентирование электрических сетей;
- Оптимизация электрических сетей по уровням напряжения, потерям мощности и распределению реактивной мощности.
- Расчет положений регуляторов трансформатора под нагрузкой и положений вольтодобавочных трансформаторов.
- Расчет предельных по передаваемой мощности режимов энергосистемы, определение опасных сечений;
- Структурный анализ потерь мощности – в их характеру, типам оборудования, районам и уровням напряжения
- Проведение серийных (многовариантных расчетов) по списку возможных аварийных ситуаций;
- Моделирование отключения ЛЭП, в том числе одностороннего и определение напряжения на открытом конце.
- Моделирование генераторов и возможность задания его PQ-диаграммы.
- Моделирование линейных и шинных реакторов, с возможностью их отключения.
- Анализ допустимой токовой загрузки ЛЭП и трансформаторов, в том числе с учетом зависимости допустимого тока от температуры.
- Расчет сетевых коэффициентов, позволяющих оценить влияние изменения входных параметров на результаты расчета, и наоборот проанализировать чувствительность результатов расчета к изменению входных параметров.
- Расчет агрегатной информации по различным территориальным и ведомственным подразделениям (потребление, генерация, внешние перетоки).
- Сравнение различных режимов по заданному списку параметров

### **Пользовательский интерфейс**

1. **Табличный процессор.** Для подготовки, коррекции и отображения расчетной схемы используется табличный процессор, где вся информация структурирована

по типу (Узлы, Ветви, Генераторы и тд). Основными особенностями табличного процессора является:

- индивидуальная и групповая (по формулам) коррекция и ввод параметров;
- Произвольная настройка вида отображения (положение столбцов, сортировка, точность отображения чисел)
- контекстные переходы между таблицами;
- возможность создания пользовательских таблиц;
- «сдвоенные» таблицы, (например узел и подходящие к нему ветви).
- динамическая «подсветка» данных в зависимости от значения параметра (например при выходе за допустимое значение)
- динамический обмен данными с MS Excel;
- экспорт и импорт табличной информации в виде CSV-файлов

2. **Однолинейная графическая схема.** Представление электрической сети в виде однолинейной графической схемы обеспечивает наиболее удобное восприятие информации расчетах режима. В RastrWin входят средства подготовки и отображения однолинейной графической схемы:
  - автоматизированная подготовка графической схемы на основе расчетной. подготовка окон для отображения численной информации.
  - отображение численной (расчетной) информации на в подготовленных окнах, конкретный тип отображаемой информации задается пользователем.
  - проведение коммутаций (отключение/включение) и коррекций непосредственно на графической схеме
  - динамическая «заливка» схемы в зависимости от значения выбранного параметра (например отклонения напряжения от номинального)
3. **Элемент для иерархического (древовидного) представления схемы.** Реализован в виде дерева логических связей между объектами расчетной схемы, позволяет осуществлять быстрый поиск переход между элементами (узлами, ветвями, сечениями)
4. **Встроенный макроязык на основе Visual Basic.** Позволяет автоматизировать часто встречающиеся группы операций. Макросы позволяют автоматизировать все возможности Rastr, доступные из меню

### Встроенная База данных:

- хранение данных (как исходного так и расчетного характера) производится в **единой** базе данных;
- пользователь комплекса может создавать свои поля в базе данных и задавать связи между полями с помощью **формул**;
- при загрузке и сохранении файлов используются **шаблоны**, определяющие тип файла (режим, графика, сечения и тд). В шаблоне хранится описание данных (точность, допустимые значения, формулы и тд), пользователь может изменять шаблоны.

### Интерфейсы с другими программами:

- для облегчения взаимодействия с другими Windows программами, комплекс RastrWin организован в виде набора COM- компонентов;
- все расчетные функции и работа с базой данных организованы в виде компонента OLE-automation server, доступ к которому можно получить из любого OLE-клиента (Excell, Access и тд);
- таблицы и графика организованы в виде компонент ActiveX.

---

По вопросам, связанным с комплексом RastrWin обращаться:

Неуймин Владимир Геннадьевич

гор. тел. (343)-359-23-21,

системный тел: (ЦДУ)-664-23-21

E-mail: [vlad@oduurl.ru](mailto:vlad@oduurl.ru)

WWW: <http://www.oduurl.ru/rastr/rastr1.html>

ICQ :116038001

620002 Екатеринбург, К-2, а/я 23, Региональное общественное объединение «Фонд кафедры «Автоматизированные электрические системы» имени Д.А. Арзамасцева»,

---

Автор благодарит:

Аюева Б.И., Бартоломея П.И., Бартоломея А.П., Божевольнова М.В., Давыдова В.В., Ерохина П.М., Кулешова А.И., Куца М.В, Никитина Ю.И., Показаньева Г.В., Ухалова В.А., Машалова Е.В., Грудинина Н.И., Блаженко А.В., доктора Јован Штаркль а также весь коллектив кафедры «Автоматизированные электрические системы» УГТУ-УПИ за дружеское участие и помощь в работе.

---

При разработке программы использованы следующие лицензированные и свободно распространяемые программные продукты:

Microsoft Visual C++ 6.0

Microsoft Active Template Library (ATL) 3.1

Microsoft Windows Template Library(WTL) 3.1

Microsoft Windows Scripting Host

MetaKit embedded database library by Jean-Claude Wippler 2.4.7

Parser Generator 1.11(C) Bumble-Bee Software Ltd.

Smart Grid by Alex Turc

---

## Замечания к реализации

---

1. Не рекомендуется установка RastrWin на системы Windows 95 и ранние версии Windows 98. Из за отсутствия в этих системах необходимых компонентов установка RastrWin может быть невозможной.
2. При аварийном завершении RastrWin записывается диагностический файл. Для устранения причин сбоя необходимо этот файл выслать автору программы. Диагностический файл позволяют записывать системы Windows2000/WindowsXP.
3. Рекомендуется установить разделитель между целой и дробной частью числа - **точка**. Применяемая по умолчанию в Windows русской версии **запятая**, не позволяет полностью использовать возможности по обмену данными между

- RastrWin и программами Windows. Для изменения разделителя: Панель управления - Язык и стандарты - Числа - Разделитель - точка.
4. Во время работы RastrWin в рабочей директории Windows (обычно это либо C:\Windows\tmp , либо c:\tmp ) создается рабочий файл Rastr под именем tmpXX (XX - какое либо число), в этом рабочем файле сохраняется вся информация, используемая при работе RastrWin ( режим, графика и тд). При нормальном завершении работы программы этот файл удаляется. **При аварийном завершении программы этот файл можно использовать для восстановления проделанной работы.** Для этого необходимо его загрузить (Прямая загрузка (без шаблона)). Имейте в виду, что при новом запуске RastrWin создастся новый рабочий файл (обычно с большим числом).
  5. Ручная переустановка RastrWin. В некоторых случаях (сбои в системе, порча системного реестра, перенос RastrWin на другой диск, установка нескольких версий) бывает желательно произвести ручную (без инсталлятора) установку RastrWin. Для этого необходимо:
    1. Скопировать файлы RastrWin в желаемое место с сохранением структуры подкаталогов (macro, shablon, form).
    2. ) Произвести регистрацию COM- компонент. Для этого предназначен файл reset.bat
    3. Запустить RastrWin и настроить запускаемые при старте формы и шаблоны. (Настройка-Формы-При запуске и Настройка-Данные- При запуске).
    4. В реестре RastrWin сохраняет код машины, код ответа, списки загружаемых форм и шаблонов и тд.
  6. Одновременно на машине может быть установлена только одна версия RastrWin. Это связано с регистрацией COM-компонент. Используя командный файл reset.bat можно переключаться между версиями.

## Последние изменения

---

### RastrWin 2.22

- 8) Добавлен контроль допустимости установки версии (т.е дата сборки версии должна быть не позже срока окончания сопровождения +1 год). Пока это просто предупреждающее сообщение, не влияющие на функциональность.
- 7) Изменен алгоритм расчета внешнего перетока (Таблица Районы+Связи) - теперь при расчете внешнего перетока по связям учитываются коэффициенты деления потерь.
- 6) Добавлены групповые операции в графике для отметки и сдвига.
- 5) Добавлены контекстные макросы.
- 4) Добавлено выделение произвольного прямоугольного блока в таблицах
- 3) Добавлен динамический обмен данных с MS Excell
- 2) Добавлен расчет зависимости допустимого тока от температуры
- 1) Исправлены некоторые ошибки (точка в имени каталога, расчет с учетом частоты по умолчанию для новых схем и тд.) подробности на [www.regimov.net](http://www.regimov.net)

### RastrWin 2.20

- 10) Контекстное меню **Открыть** позволяет осуществить переход между табличным и графическим отображением.

- 9) Ускорен вывод таблицы Узлы+Ветви для больших схем
- 8) Добавлена новая таблица PQ- диаграмма генератора (диаграмма мощности).
- 7) Добавлена новая таблица - Генераторы
- 6) Добавлен признак переноса линейного реактора в узел при отключении ЛЭП
- 7) Исправлен экспорт в макет ЦДУ с учетом отключаемых реакторов (экспортируется сумма всех проводимостей)
- 5) Добавлены активные проводимости отключаемых реакторов в узлах и ветвях
- 4) Добавлены односторонние отключения ЛЭП
- 3) Добавлена возможность загрузки файлов методом переноса из проводника на экран Rastr. Возможность запуска Rastr и загрузки в него файла путем щелчка в проводнике на файле с расширением rg2
- 2) Добавлена возможность цветового выделения строк ( и отдельных полей) в зависимости от значения параметров режима.
- 1) Добавлен новый элемент управления - селектор

#### RastrWin 2.15

- 4) Добавлено новое поле в таблицу Ветви - диспетчерское наименование ветви.
- 3) Подключен расчет режима с учетом частоты
- 2) Добавлен новый вид протокола работы - **Постадийный** (в виде дерева) с возможностью контекстного открытия окон
- 1) В контекстном меню (правая кнопка) добавлен настраиваемый пункт **Открыть**, позволяющий осуществить контекстный переход между таблицами.

#### RastrWin 2.10

- 3) Добавлена функция динамической раскраски электрической сети в зависимости от значения выбранного параметра (например раскрасить сеть в зависимости от отклонения напряжения от номинального)
- 2) Добавлено сравнение режимов и схем
- 1) Добавлено сохранение положения открытых окон при выходе из программы

#### RastrWin 2.00

- 10) **Изменена защита программы от копирования !!!!!**
- 9) При утяжелении добавлены возможности при утяжелении по узлам задавать постоянный тангенс нагрузки, при утяжелении по районам можно задавать приращения по генерации района.
- 8) При выполнении команды Сохранить Все появляется диалоговое окно со списком сохраняемых файлов. В списке можно отобразить файлы для сохранения.
- 7) Добавлено меню расчета сетевых коэффициентов Влияние ( коэффициенты потокораспределения, относительные приросты потерь итд)
- 6) Для расчета допустимой токовой загрузки трансформаторов добавлено поле Место, задающее местоположение замера допустимого тока (ВН/НН). Соответственно, допустимый ток задается на высокой или низкой стороне трансформатора.
- 5) При изменении номера анцапфы автоматически пересчитываются коэффициент трансформации, и диапазоны коэффициента трансформации. Добавлен макрос

"Пересчитать Кт-мин, Кт-макс и Кт-ср по базе.rbs" позволяющий пересчитать диапазоны коэффициента трансформации и установить коэфф. трансформации в среднее положение.

4) Исправлена ошибка с эквивалентированием выключателей.

3) Графика: можно запомнить и сохранить 10 кадров, Для запоминания используются клавиатурные команды Ctrl-1, Ctrl-2, ... Ctrl-0, для восстановления - команды 1, 2, ... 0. Кадр 0 используется при открытии окна с графикой.

2) Графика: добавлены команда Запомнить кадр, вызываемая по правой кнопке мыши (кадр - местоположение и масштаб схемы в окне). После выполнения этой команды, при открытии графики будет показан запомненный кадр

1) Исправлены ошибки с определением направления потоков мощности в графике.

#### RastrWin 1.83

3) Добавлен макрос "Удаление отмеченных узлов (с ветвями).rbs" предназначенный для удаления из схемы отмеченных узлов вместе с подходящими к ним ветвями.

2) Добавлен макрос "Перенос текста на основной план.rbs" предназначенный для группового восстановления удаленных текстовых полей в графике.

1) Добавлены поля в таблицу ветви - **pmax** (Максимальная активная мощность) и **smax** (Максимальная комплексная мощность) предназначенные для вывода большего (выходящего) потока мощности по ветви. Поля предназначены для отображения в графике (знак активной мощности задается стрелкой)

#### RastrWin 1.82

3) Добавлен макрос в меню выполнить - "Выравнивание размеров текста в графике.rbs" - делает весь текст в графике одного размера.

2) Исправлены небольшие ошибки - форма Территории+Районы и Районы+Потери и изменение типа узла в вариантных расчетах.

1) Добавлены макросы в меню Выполнить: "Сохранить районирование" и "Загрузить районирование" Макросы предназначены для сохранения информации по районам в текстовый файл и обратной загрузки из него. Удобно переносить районирование из одного режимного файла в другой. Переносится следующая информация : в узлах - номер узла, номер района, номер территории; в

ветвях - номера узлов, номер района, коэф. деления потерь по району, номер территории - коэффициент деления потерь по территории, а также таблицы районы и потери

#### RastrWin 1.81

2) Добавлен структурный анализ реактивных потерь по районам, напряжениям и типу.

1) Добавлен признак в таблицу Гр.Линий, позволяющий задать место замера мощности в сечении. Если он не установлен, мощность измеряется у первого узла (N\_нач - как и раньше), если установлен - у второго. Положительное направление всегда от первого к второму.

#### RastrWin 1.8

3) Графика - отображение выключателя

2) Структурный анализ потерь по напряжениям, районам, типам

## 1) Вариантные расчеты

### RastrWin 1.7

- 3) Отключаемые реакторы в узлах и линиях
- 2) Работа с контролируемыми величинами
- 1) Утяжеление режима

### RastrWin 1.57

- 2) Добавлен экспорт графики в AutoCad в формате DFX
- 1) Добавлен режим ввода надписей в графике

### RastrWin 1.55

- 2) Ускорено отображение таблиц с районами и территориями.
- 1) Добавлены Территории - полный аналог районов. Для выделения Территории используются поля Район2 в Узлах и Ветвях. Для деления потерь межсистемных ветвей - Кдел2

### RastrWin 1.51

- 5) Доработана документация
- 4) Добавлены тестовые примеры в каталог test-rastr. Примеры включают режим, графику, графика-районы, сечения.
- 3) Добавлены параметры Графика-Районы в Графика - Параметры
- 2) Добавлены макросы "Задать потребление района", "Изменить мощность сечения", "Перенумерация узлов по списку".
- 1) Добавлены команды перекодировки (DOS->WIN и LAT->RUS) локальное меню заголовка таблицы

### RastrWin 1.50

- 8) Добавлены диалоги импорта и экспорта файлов в CSV -формате
- 7) Упрощено сохранение и загрузка шаблонов, содержащих описание данных - для сохранения и загрузки шаблонов добавлены кнопки в диалоге Настройки-Данные.
- 6) Упрощено сохранение и загрузка набора экранных форм на диск в диалоге Настройки-Формы, кнопки Сохранить - Загрузить - Загружать при старте - позволяют легко выполнять операции по загрузке и сохранению различных наборов экранных форм
- 5) Добавлена визуальная система редактирования форм - для ее вызова необходимо вызвать локальное меню в заголовке соответствующего столбца формы - можно удалять, вставлять, редактировать форму. Изменения формы можно сохранить (и добавить в меню)
- 4) Устранена ошибка - при загрузке режима при некоторых условиях исчезала таблица "узлы"
- 3) Добавлена возможность перемещения столбца в форме (таблице) - нажать на заголовке правую кнопку (курсор станет в виде ручки) - переместить мышью и отпустить - столбец переедет в новое место
- 2) Добавлено локальное меню в заголовке формы(таблицы) - для возможности скрыть/вставить столбец или изменить его свойства
- 1) Добавлены всплывающие подсказки в диалоги

#### RastrWin 1.06

- 1) Графика - удаление узлов правой кнопкой. Удаление окон текста правой кнопкой (с возможностью восстановления через переключатель основной - фоновый план).
- 2) Проводимость трансформаторов не делится пополам, а относится к узлу начала

#### RastrWin 1.05

- 1) Добавлена команда Копировать в буфер обмена в локальном меню в табличном виде (под Эксель) и в графике (в метафайл)
- 2) Добавлена возможность задать точность в функции `strlx` - третий параметр. например - `strlx(r,x,3)` - если третий параметр не задан - точность -0
- 3) установлена защита от копирования !!!!!!!!!!!!!!!!

#### RastrWin 1.04

- 1) Добавлен район по потерям в ветвях. Если район задан, потери ветви относятся к этому району, если не задан - распределяются как раньше.
- 2) Добавлены новые формы - Небалансы, Оптимизация-узлы, Оптимизация-тр-ы.
- 3) Добавлена команда Копировать (в локальном табличном меню) - для копирования таблицы в буфер обмена (вставлять удобнее в экселе)

#### RastrWin 1.03

- 1) Добавлены Формы Объединения (районы районов). Номер Объединения задается в таблице Районы.
- 2)

#### RastrWin 1.02

Последние изменения:

- 1) Добавлены формы Районы-Связи, Районы-Ветви, Токовая загрузка
- 2) При делении потерь межсистемных линий между районами используется коэффициент деления (`div`) -позволяющий разносить потери между районами (`=0` все потери на узел начала `=1` на узел конца). Задавать в форме Районы- Ветви.
- 3) Добавлена возможность отображения в графике районов и связей между ними. (в тестовом режиме)
- 4) Двойные формы (Узлы+Ветви и тп) - добавлена возможность сортировки. Устранены ошибки при поиске и выборке.
- 5) Добавлены макро - `start.rbs` и `end.rbs` позволяющие изменить поведение программы при запуске и завершении. В них предусмотрено сохранение при завершении всей рабочей области и восстановление ее при запуске.
- 6) Добавлен динамически формируемый пункт меню Выполнить в который можно заносить часто выполняемые макросы.
- 7) Добавлены макросы сохранения и восстановления списка отмеченных узлов и ветвей и формирования сечения по отмеченным ветвям. Формирование связей районов - для таблиц Районы- Связи и Графика-районы.
- 8) Существенно доработана документация.
- 9) При аварийном завершении расчета режима "всплывает" протокол с таблицей

сходимости

RastrWin 1.01

Последние изменения:

- 1.) Документация переведена в формат HTML
- 2.) В графике при изменении размеров положения окна устранено мерцание экрана  
Возможно изменение фона окна. (Графика - Общие - Фон)
- 3.) Ускорено открытие таблиц с перекрестными ссылками (нп Районы)

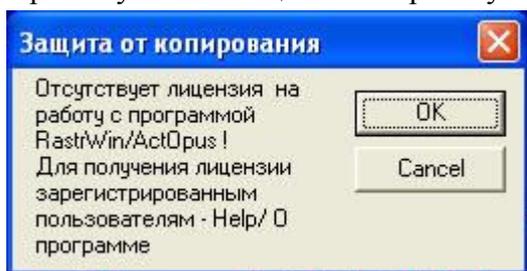
## Лицензирование и защита от копирования

---

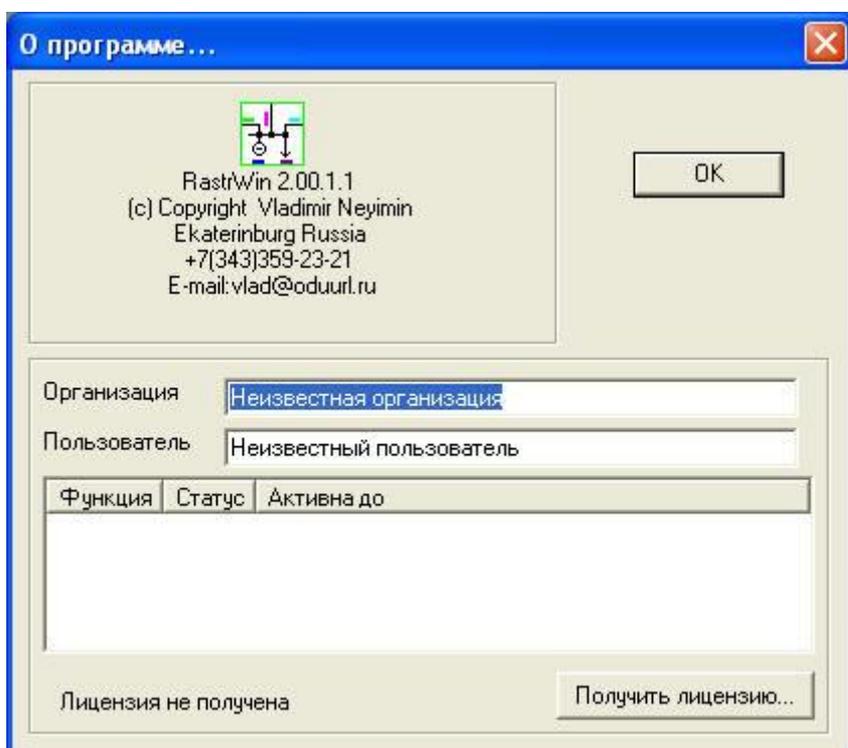
Начиная с версии 2.x программный комплекс **RastrWin** поставляется с новой системой защиты от несанкционированного копирования. Защита осуществляет привязку программного комплекса к компьютеру с помощью ключевого файла. Этот файл называется файлом лицензии и расположен в каталоге установки **RastrWin**. Файл содержит информацию о компьютере пользователя, разрешенных для использования функциях программы и цифровую подпись, которая выдается разработчиками.

### Получение лицензии.

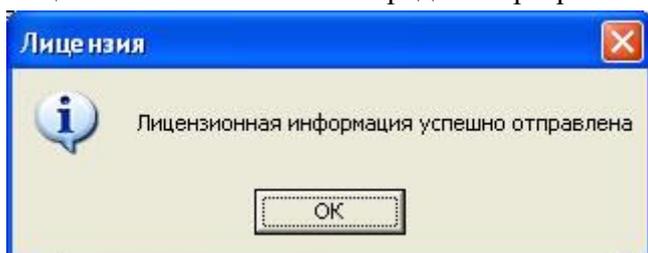
При отсутствии лицензии на работу при запуске программы выдается окно:



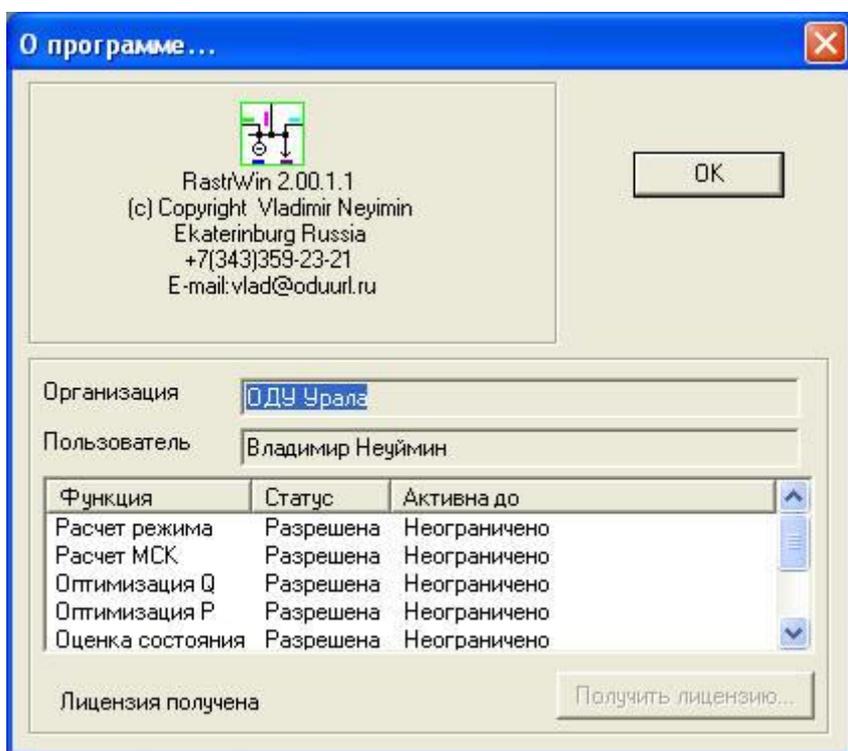
Для получения лицензии программа переходит в **Меню - Help - O программе :**



В этой форме необходимо заполнить поле **Код организации**, указав в нем код организации, полученный от разработчиков при заключении договора, и поле **Пользователь**, указав в нем фамилию пользователя (под этой фамилией пользователь будет зарегистрирован в базе данных при успешном получении лицензии). После заполнения полей, запрос на получение лицензии нужно отправить разработчикам по электронной почте, нажав кнопку **Получить лицензию**. Информация для получения лицензии автоматически передается разработчикам и выдается сообщение:



Через некоторое время запрос на получение лицензии будет рассмотрен разработчиками, и в ответ будет выслан файл лицензии (или причина по которой он не выслан). Этот файл имеет имя **ИмяВашегоКомпьютера\_license.dat** и его необходимо сохранить в каталог установки RastrWin (обычно это каталог "C:\Program Files\RastrWin\"). После выполнения этой операции и запуска RastrWin окно **О программе** будет иметь вид:



Приведена следующая информация:

- Название организации, для которой получена лицензия.
- Имя пользователя, для которого выдается лицензия.
- Список разрешенных функций с датой ограничения.

---

## Трудности при получении лицензии

При первом запуске программы система защиты создает файл в котором присутствует информация о компьютере пользователя. Для того, чтобы получить действующую лицензию, пользователь должен ввести код организации, которая заключила договор на приобретение программы и свое имя (**Меню - Help - О программе**). После этого, файл информации должен быть передан разработчикам для активизации функций и ввода цифровой подписи. Передача файла может быть осуществлена любым электронным способом. Предпочтительной является передача по электронной почте. При отсутствии такой возможности файл может передаваться на электронном носителе.

Файл информации расположен в каталоге установки RastrWin и называется `ИмяВашегоКомпьютера_info.dat`, Полученный от разработчиков файл лицензии называется `ИмяВашегоКомпьютера_license.dat` и его необходимо скопировать в каталог установки RastrWin

Следует иметь ввиду, что код организации при выдаче лицензии сравнивается с кодами в базе данных системы лицензирования. Если заданный код организации не удастся обнаружить, лицензия не будет выдана. В качестве имени пользователя следует ввести имя и фамилию. Функции, которые будут разрешены в подписанной лицензии будут определены системой лицензирования по условиям договора.

После того, как поля диалога "О программе" заполнены следует передать исходный файл лицензии `ИмяВашегоКомпьютера_license.dat` разработчикам. При наличии электронной почты кнопка "Получить лицензию..." обеспечит передачу файла на адрес электронной

почты [rastr@oduurl.ru](mailto:rastr@oduurl.ru) автоматически. Для передачи будет использован почтовый клиент, установленный в системе по умолчанию (взаимодействие с почтовым клиентом программа осуществляет с использованием Simple MAPI). При отправке сообщения почтовый клиент может выдать запрос на подтверждение передачи информации, что является нормальной установкой безопасности системы. Кроме того почтовый клиент может запросить имя и пароль пользователя сервера электронной почты. Необходимо подтвердить отправку сообщения и предоставить необходимую информацию для входа на сервер. После того, как сообщение будет отправлено, программа выдаст дополнительное сообщение о передаче лицензии.

Если при передаче лицензии возникнут проблемы (программа не сможет взаимодействовать с почтовым клиентом), можно попытаться отправить файл лицензии "вручную". Для этого на адрес [rastr@oduurl.ru](mailto:rastr@oduurl.ru) следует отправить письмо, вложением к которому прикрепить файл `ИмяВашегоКомпьютера_info.dat`, расположенный в каталоге установки программы. Каталог по умолчанию `c:\program files\rastrwin` или `c:\program files\actopus`, в зависимости от того, какая комплектация программы была приобретена. Никаких дополнительных вложений и пояснений в письме делать не следует, поскольку письмо будет обрабатываться системой лицензирования, работающей в автоматическом режиме и не предусматривающей непосредственный просмотр писем. Контакт с разработчиками возможен по их адресам электронной почты, приведенным в диалоге "О программе".

Если компьютер, на котором будет работать программа не имеет возможности работы с сервером электронной почты, файл лицензии может быть передан разработчикам с другого компьютера или на электронном носителе. Для этого следует переписать файл `ИмяВашегоКомпьютера_info.dat` с Вашего компьютера на другой компьютер или дискету, флэш-карту и т.п. Передача таким способом не влияет на идентификацию Вашего компьютера. Информация в файл лицензии вносится при закрытии диалога "О программе" нажатием кнопки "ОК". Закройте, пожалуйста, диалог перед тем как копировать файл. После того, как разработчики получают файл лицензии, будет выполнена проверка лицензии, включение необходимых функций и ввод подписи. Если файл лицензии был доставлен разработчикам по электронной почте, подписанная лицензия будет выслана по обратному адресу. В письме от системы лицензирования будут приведены:

- Имя компьютера, для которого выдана лицензия
- Название организации (уже без кода организации)
- Имя пользователя
- Список функций, разрешенных к использованию

Если код организации, который был введен в лицензию при не был найден в базе данных системы лицензирования, будет прислано соответствующее уведомление.

Подписанный файл лицензии `ИмяВашегоКомпьютера_license.dat` будет приложен к письму. Его необходимо извлечь из письма и поместить в каталог установки программы. В действие лицензия вступит после перезапуска программы. В подписанной лицензии нельзя менять название организации и имя пользователя, поэтому следует быть внимательным при их первоначальном вводе. Любое изменение файла лицензии приведет к утрате лицензии.

Если возникнет необходимость получить новую лицензию (например - расширить набор функций), следует удалить файл `ИмяВашегоКомпьютера_license.dat`. После этого, можно ввести новые регистрационные данные и заново отправить файл `ИмяВашегоКомпьютера_info.dat` разработчикам.

# Студенческая лицензия

Студенческая лицензия является бесплатной и позволяет пользоваться всеми функциями программы при расчете электрических сетей **объемом до 60 узлов**.

Для получения студенческой лицензии необходимо в диалоге О программе ввести код организации 11111. А в поле **Пользователь** заполнить название ВУЗ-а, и специальности.

**Студенческая лицензия позволяет использовать программу только для целей обучения.**

---

## Работа в демо-режиме

При отсутствии лицензии программа работает в демо-режиме. В этом режиме не доступны функции сохранения файлов на диск.

# RastrWin

## Начало работы

---

В разделе приведены основные сведения для начала работы с программой RastrWin - подготовка исходных данных, расчет режима и анализ результатов.

## Подготовка исходных данных для расчета

Перед проведением расчетов по программе надо подготовить исходные данные по схеме, нагрузкам и генераторам электрической сети в форме, понятной **Rastr**. Для этого необходимо:

- нарисовать схему с указанием всех узлов и ветвей;
- пронумеровать все узлы электрической сети, включая все промежуточные узлы. Например, электрическая станция может быть представлена двумя узлами - шины генераторного напряжения и шины за трансформатором. Узел в исходных данных программы соответствует электрическим шинам. Номер узла должен быть уникальным числом в диапазоне от 1 до 32000, сквозная нумерация необязательна. Для простоты ориентации в схеме узлам, относящимся к одному объекту, целесообразно давать похожие номера (7,17,107,1007 и т.д.). Выбранные номера узлов следует нанести на схему сети;
- для каждого узла определить его номинальное напряжение и нанести на схему;
- для каждого узла нагрузки определить активную и реактивную мощности потребления. Если исходные данные заданы активной мощностью и  $\cos \varphi$ , - рассчитать реактивную мощность;
- для узлов с синхронными машинами (генераторы, компенсаторы) определить активную мощность генерации, пределы регулирования реактивной мощности ( $Q_{min} - Q_{max}$ ) и заданный (фиксированный) ( $V_{зд}$ ) модуль напряжения.

Особенности задания исходных данных для таких узлов объясняются действием регуляторов возбуждения синхронных машин (СМ). Обычно СМ поддерживает неизменным модуль напряжения на шинах высокого напряжения (за трансформатором) или на шинах генераторного напряжения за счет регулирования реактивной мощности, выдаваемой СМ. Минимальная реактивная мощность

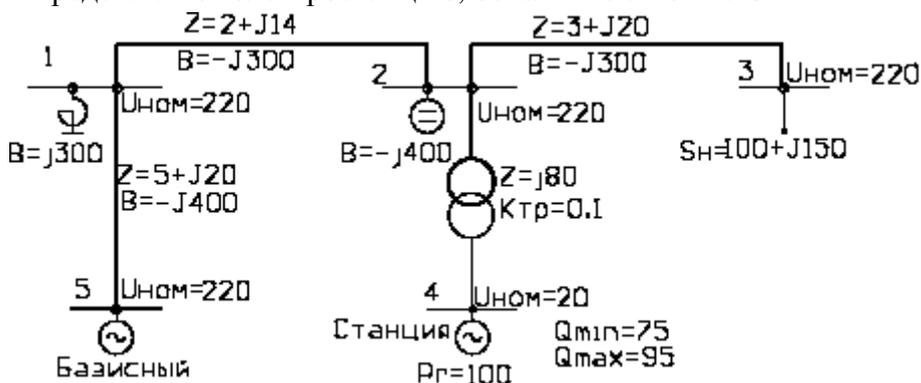
$$Q_{\min} \text{ соответствует } \cos \varphi = 0,96, \text{ а максимальная, как правило, } \cos \varphi = 0,85$$

(для некоторых турбогенераторов минимальное значение  $\cos \varphi = 0,80$ ). В ходе расчета режима **Rastr** контролирует реактивную мощность и при нарушении одного из заданных пределов фиксирует реактивную мощность на его значении и освобождает модуль напряжения;

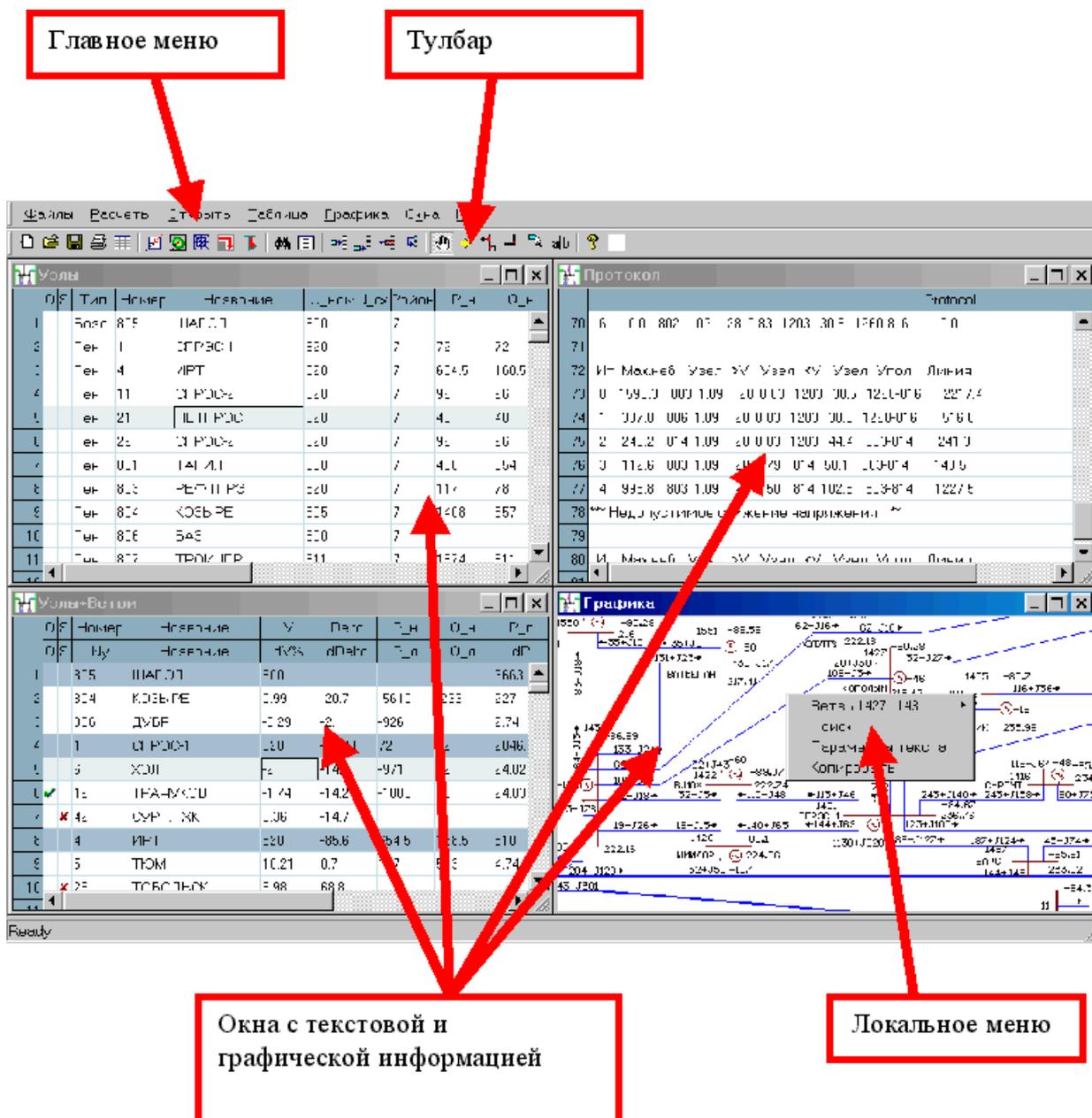
- при наличии в узле шунтов на землю - батареи статических конденсаторов (БСК) или шунтирующих реакторов (ШР) - определить их проводимость (в мкСм) и нанести на схему;
- для линий электропередач (ЛЭП) определить продольное сопротивление и проводимость на землю (проводимость задается в *микросименсах и емкостный характер со знаком минус*);

- для трансформаторов определить сопротивление  $R + jX$ , приведенное к стороне высокого напряжения, проводимость шунта на землю  $G + jB$  и коэффициент трансформации, равный отношению низшего номинального напряжения к высшему (т.о. коэффициент трансформации будет меньше единицы);
- автотрансформаторы и трехобмоточные трансформаторы представить по схеме звезда с промежуточным узлом и тремя ветвями, из которых две имеют коэффициенты трансформации;
- при наличии в сети группы параллельных линий желательно присваивать каждой из них свой номер в группе;
- определить номер балансирующего узла и его модуль напряжения.

Пример подготовленной схемы приведен на рис. В ней узел 5 - балансирующий, узлы 2 и 4 представляют электростанцию, остальные связи - ЛЭП.

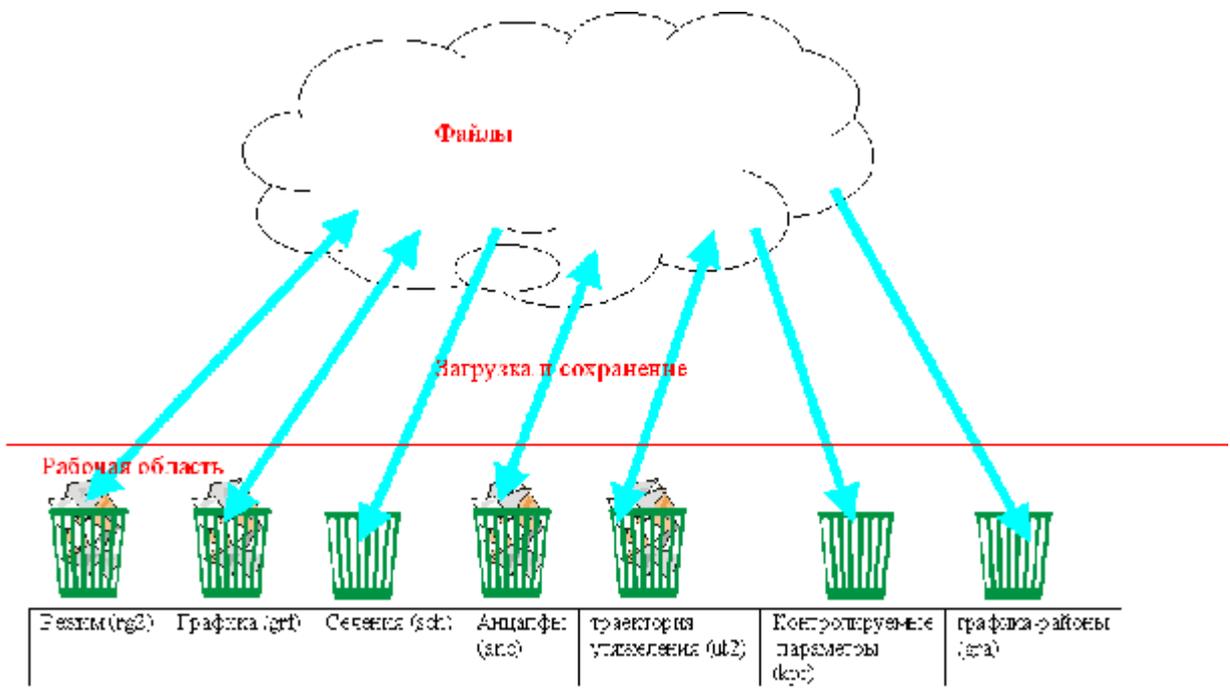


## Структура программы, загрузка и сохранение данных



Команды открытия окон с текстовой и графической информацией сосредоточены в меню **Открыть**. При проведении расчетов, загрузке файлов содержимое открытых окон автоматически обновляется. Во время работы программы можно одновременно открывать множество окон, но следует иметь в виду, что каждое открытое окно требует времени на свое обновление (которое может быть больше времени расчета режима) и поэтому не следует открывать большое число окон без необходимости.

Наиболее часто используемые команды доступны через главное меню, тулбар и клавиатуру (Например расчет режима).



Программа работает с загруженными в **Рабочую область** файлами. При работе программы одновременно может быть загружен только один файл выбранного типа (например загрузка файла режима, стирает режим ранее бывший в рабочей области). При загрузке файла выбирается его тип (по умолчанию, в графе **Тип файла** установлен тип - режим (rg2). Загрузка файлов разных типов не влияет друг на друга (например можно загрузить один файл графики и загружать различные режимы - при отображении в Окнах связь между графикой и режимом осуществляется по номерам узлов).

После выполнения коррекции данных, для их сохранения используются команды **Сохранить как** и **Сохранить Все**. Команда **Сохранить Все** производит сохранение данных под последним использованным именем, Поэтому при первоначальном вводе данных следует использовать команду **Сохранить Как**.

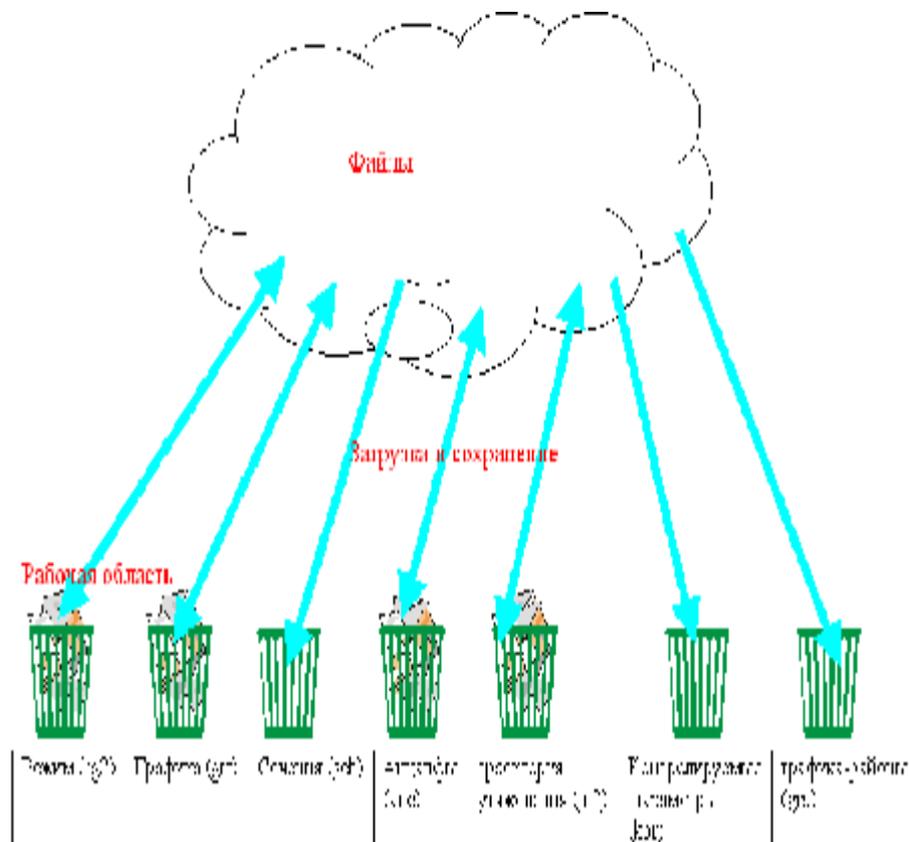
При выходе из программы автоматически сохраняется содержимое загруженных файлов, а при запуске восстанавливается.

Существует возможность сохранить и загрузить всю рабочую область, для этого **Тип Файла** следует выбрать - **прямая загрузка, без шаблона**. Во избежание путаницы, не рекомендуется давать таким файлам используемые в программе расширения типов файлов.

## Ввод данных по схеме сети

При вводе данных необходимо иметь схему, подготовленную в соответствии с предыдущим разделом.

Перед вводом новой схемы целесообразно выполнить команду **Файлы -Новый** и отметить галочкой тип файла **режим.rg2**. Это приведет к очистке памяти и обнулению числа узлов и ветвей:



Затем надо выбрать меню **Открыть - Узлы - Узлы** и **Открыть -Ветви- Ветви** . На экране появятся два окна, содержащие пустые таблицы для ввода узлов и ветвей.

Экранный редактор может находиться в двух режимах: просмотр и коррекция. В режиме просмотра блокированы все функции ввода и редактирования. По умолчанию при первом входе редактор находится в режиме просмотра. Переключателем между режимами является клавиша **F2** или **Enter**.

Для добавления, удаления строк и их дублирования предназначены команды из меню **Таблица (Вставить, Удалить, Добавить, Дублировать)**

## Исходные данные

Пример подготовки исходных данных для нарисованной схемы приведен в таблицах:

№	Тип	Идентификатор	Название	U_ном	F_д	Q_д	F_г	Q_г	U_нач	Q_нач	U_кон	Q_кон	U
1	ЛЭП	1		220						300	220		220
2	ЛЭП	2		220					400	220			220
3	ЛЭП	3		220	100	100							220
4	Тр-р	4	Станция	20			100		20	20	20	20	20
5	Тр-р	5	Базисный	2000									2000

№	OS	Тип	N_нач	N_кон	Название	R	X	B	Kт/г	P_нач	Q_нач	Na
1		ЛЭП	1	2	-	2	14	-300			7	
2		ЛЭП	2	3	-	3	20	-300			7	
3		ЛЭП	1	5	-Базисный	5	20	-400		-52	-197	
4		Тр-р	2	4	-Станция		80		0.1		-14	

Все номера узлов и ветвей должны быть положительными целыми числами в диапазоне от 1 до 2,147,483,647. Все названия не должны превышать в длину 256 символов.

Ввод схемы рекомендуется начать с данных по узлам. Минимально необходимой информацией для каждого узла является его номер (**Номер**) и номинальное напряжение (**U\_ном**). Для узлов нагрузки требуется дополнительно ввести активную и реактивную мощность потребления (**P\_н, Q\_н**). Для узлов с генераторами или компенсаторами необходимо дополнительно задать пределы изменения реактивной мощности (**Q\_min, Q\_max**), в графе **V\_зд** для этих узлов указать заданный (фиксированный) модуль напряжения, который будет выдержан, если позволят пределы регулирования реактивной мощности. Один из узлов должен быть назначен базисным (балансирующим). Для этого **Тип** этого узла надо выбрать - **База**. Остальные типы узлов (Нагрузка, Генератор) и ветвей (ЛЭП, Тр-р) выбираются программой автоматически при расчете режима. Список основных параметров, относящихся к узлу, приведен ниже:

**O**

- отметка узла (используется для сортировки, выборки, эквивалентирования и тд);

**S**

- состояние узла (включен/отключен);

**Район**

- номер района, к которому относится узел;

**Номер**

- номер узла;

**N\_схн**

- номер статической характеристики нагрузки (СХН):

**0**

- не задана;

**1,2**

- стандартны (защиты в программу);

**>2**

- задаются пользователем в таблице **Полиномы**.

Описание использования статических характеристик приведено в разделе

**Название**

- название узла;

**U\_ном**

- номинальное напряжение;

**P\_н, Q\_н**

- мощность нагрузки;

**P\_г, Q\_г**

- мощность генерации;

**Q\_min, Q\_max, V\_зд**

- пределы генерации реактивной мощности и заданный модуль напряжения, в узле фиксируется модуль **V\_зд**, если он не равен нулю и задано  $Q_{min} < Q_{max}$ ;

**G\_ш, B\_ш**

-проводимость шунта на землю (мкСм) (ШР или БСК);

**V, Delta**

- расчетный модуль и угол напряжения. Для базисных узлов - исходные данные, для остальных - расчетные величины;

Полное описание исходных данных и расчетных величин, относящихся к узлу приведено в разделе

Часть перечисленных параметров в таблице замаскирована (скрыта), изменить их видимость можно с помощью меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши на **заголовке** соответствующего столбца.

При вводе данных по ветвям (пункт меню **Ветви**) задаются номера узлов, ограничивающих ветвь. Разделение ветвей на ЛЭП и трансформаторы осуществляется программой по значению в поле **Кт/г** (коэффициент трансформации). Для ЛЭП это поле пустое или ноль, для трансформаторов - заполнено значением (даже если это единица!). При вводе данных о трансформаторных ветвях важен порядок задания номеров узлов, их ограничивающих. Первым (поле **Н\_нач**) должен стоять номер узла, к напряжению которого приведено сопротивление, чаще это узел высшего напряжения, тогда вторым (поле **Н\_кон**) будет номер узла низшего напряжения. Коэффициент трансформации - отношение напряжения узла **Н\_кон** к напряжению узла **Н\_нач**, таким образом, это чаще всего отношение низшего напряжения к высшему.

Список основных параметров, относящихся к ветвям, приведен ниже:

**O**

- отметка ветви (используется для сортировки, выборки и тд);

**S**

- состояние ветви (включена/отключена) ;

**N\_нач, N\_кон**

- номера узлов, ограничивающих ветвь;

**N\_п**

- номер ветви в группе параллельных;

**R, X**

-- соответствующие сопротивления;

**G, B**

- проводимости (мкСм). Для ЛЭП - общая проводимость шунтов П-образной схемы ( $B < 0$ ), для трансформатора - проводимость шунта холостого хода для Г-образной схемы ( $B > 0$ );

**K\_т/г, K\_т/i**

- вещественная и мнимая составляющая коэффициента трансформации;

**I\_доп**

- допустимый ток, используется для определения токовой загрузки;

Полное описание исходных данных и расчетных величин, относящихся к ветви приведено в разделе

Для большинства трансформаторов коэффициент трансформации совпадает с его вещественной частью (при отсутствии поперечного регулирования).

Следует соблюдать определенные правила ввода -- *нежелательно оставлять пустые строки*, а также узлы с не заданным или отрицательным номером и ветви, у которых не задан хотя бы один из узлов, ее ограничивающих. Эти строки необходимо удалять .

Программа проверяет корректность числовой информации. Программа не позволяет ввести в числовое поле букву или задать неправильный формат числа.

В ходе работы подготовки исходных данных можно использовать функциональные клавиши:

**TAB**

-- следующий столбец;

**Shift+TAB**

-- предыдущий столбец;

**PgDn**

-- лист вперед;

**PgUp**

-- лист назад;

**Ctrl+PgUp**

-- начало таблицы;

## Ctrl+PgDn

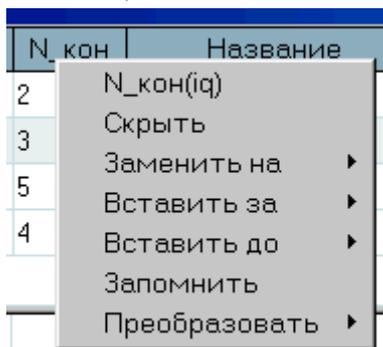
-- конец таблицы.

С помощью левой кнопки мыши осуществляется позиционирование курсора. Нажатие этой кнопки на заголовке столбца и последующее удержание с перемещением, позволяет переместить столбец таблицы.

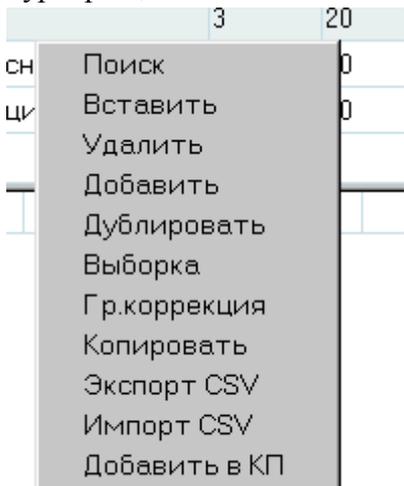
Двойной щелчок левой кнопки мыши на заголовке столбца позволяет сортировать данные по возрастанию или убыванию значений этого столбца.

Нажатие правой кнопки мыши может привести к появлению двух типов меню:

1) Меню заголовка столбца вызывается щелчком на заголовке столбца - позволяет провести действия по изменению таблицы (расположение и состав столбцов) и свойств данных (точность, название, формула):



2) Меню данных - команды, выполняемые из этого меню используют в качестве подсказки положение курсора. Например, поиск осуществляется по столбцу с установленным курсором;



Описание меню заголовка и меню данных приведено в разделе.

## Контроль исходной информации

Контроль исходной информации необходим для проверки допустимости и осмысленности введенных данных. Он выполняется программой автоматически перед расчетом режима (программа проверяет, какого рода коррекция сделана, и, в зависимости от того, что было изменено, запускает или не запускает контроль); но после первого ввода схемы, а также при наличии ошибок рекомендуется выполнить контроль, используя команду **Контроль** в меню **Расчеты**. Контролю подвергаются следующие характеристики:

- наличие изолированных узлов, т.е. узлов, с которыми не соединено ни одной ветви;

- наличие фрагментов сети, не связанных с балансирующим узлом;
- наличие ветвей, у которых отсутствует информация об узлах (или хотя бы об одном узле), ограничивающих эти ветви;
- соответствие коэффициента трансформации номинальным напряжениям узлов, ограничивающих трансформаторную ветвь.

При выявлении подобных ошибочных ситуаций узел или ветвь, введенные с ошибкой, *отключаются программой*.

Для исправления ошибок следует вернуться в экранный редактор, проверить наличие всех узлов и ветвей, правильность их номеров, соответствие номеров узлов начала и конца трансформаторных ветвей. Введенные с ошибками ветви или узлы, отключенные программой контроля, необходимо *включить*.

Для просмотра сообщений об ошибках, выявленных программой контроля, следует использовать протокол (**Открыть - Протокол**).

*Хотя отключенные при контроле изолированные узлы и ветви не приводят к ошибкам при расчете режима и в дальнейшем не выявляются программой контроля, следует избегать наличия в схеме таких объектов, так как это может привести к серьезным ошибкам при работе с графикой, делении схемы и в некоторых других ситуациях.*

## Расчет установившегося режима

Расчет установившегося режима (УР) можно выполнять после исправления всех ошибок, обнаруженных программой контроля. Для выполнения расчета УР надо перейти в меню **Расчет** и выбрать команду **Режим**. В процессе расчета в протокол выдается таблица сходимости, в которой отображаются величины, характеризующие итерационный процесс метода Ньютона:

Ит	Мах.неб.	Узел	>V	Узел	<V	Узел	Угол	Линия	F
0	3759.3	1150	1.00	1	1.00	1	0.0	2153-383	6556.4
1	565.2	1149	1.09	383	0.91	150	16.7	902-901	1066.9
2	318.7	1153	1.14	1118	0.89	322	18.7	902-901	108.2
3	497.0	1129	1.10	815	0.86	322	19.5	902-901	599.6
4	37.1	1129	1.10	815	0.86	322	19.5	902-901	27.7
5	0.1	718	1.10	815	0.86	322	19.5	902-901	0.1

**Ит**

-- номер итерации;

**Мах.неб**

-- значение и номер узла для максимального небаланса мощности( P или Q);

**>V**

-- максимальная величина и номер узла для превышения напряжения по

$$\left( \frac{V}{V_{ном}} \right)_{max}$$

отношению к номинальному -- ;

**<V**

--то же для снижения напряжения по отношению к номинальному;

**Угол**

-- значение и номер линии для максимального разворота угла (в градусах);

**F**

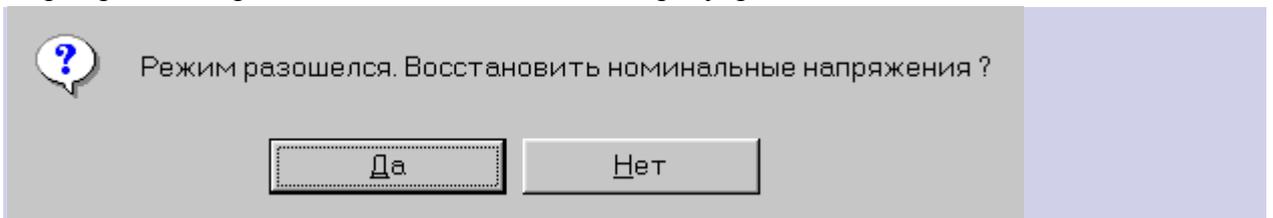
-- функция невязок (небалансов)

$$F = \sqrt{\sum_{i=1}^N \Delta P_i^2 + \lambda \sum_{i=1}^N \Delta Q_i^2}, \quad (1.1)$$

где  $\Delta P_i$ ,  $\Delta Q_i$  -- небалансы активной и реактивной мощности,  $\lambda$  -- коэффициент, используемый при выборе лучшей итерации.

При аварийном окончании Окно протокола "всплывает" на экране. Причины расходимости расчета, а также способы балансировки режима приведены в .

Перед расчетом режима возможно появление предупреждающего сообщения:



Это сообщение говорит о том, что в предыдущем расчете режим разошелся и начальное приближение плохое для текущего расчета. Рекомендуется восстановить номинальные напряжения в качестве начального приближения для текущего расчета.

Параметрами расчета режима можно управлять с помощью меню (**Расчеты - Параметры - Режим**) (см раздел), но не следует менять эти параметры без необходимости.

## Анализ полученных результатов

При расчете режима определяются только напряжения узлов, остальные расчетные величины (токи, потоки мощности и т.д.) определяются непосредственно перед их отображением по следующим формулам:

- для ЛЭП используется стандартная П-образная схема замещения, показанная на рис

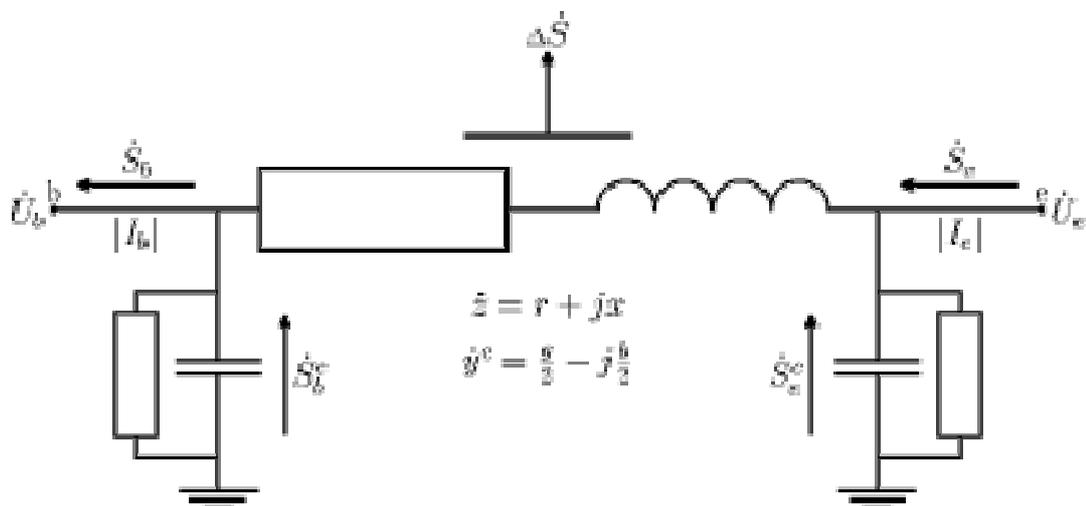


Схема замещения ЛЭП

•

- и для нее определяется:

$$\Delta \dot{U} = \dot{U}_e - \dot{U}_b, \quad \dot{i} = \frac{\Delta \dot{U}}{\dot{z}}, \quad |I| = \sqrt{I'^2 + I''^2},$$

$$\dot{I}_b^c = \dot{U}_b \cdot y_c, \quad \dot{I}_e^c = \dot{U}_e \cdot y_c,$$

$$\dot{I}_b = \dot{I} - \dot{I}_b^c, \quad \dot{I}_e = \dot{I} + \dot{I}_e^c,$$

$$|I|_b = \frac{\sqrt{I_b'^2 + I_b''^2}}{\sqrt{3}}, \quad |I|_e = \frac{\sqrt{I_e'^2 + I_e''^2}}{\sqrt{3}},$$

$$\dot{S}_b = \dot{U}_b \cdot \dot{I}_b, \quad \dot{S}_e = \dot{U}_e \cdot \dot{I}_e,$$

$$\dot{S}_b^c = \dot{U}_b \cdot \dot{I}_b^c, \quad \dot{S}_e^c = \dot{U}_e \cdot \dot{I}_e^c,$$

$$\dot{S}^c = \dot{S}_b^c + \dot{S}_e^c, \quad \Delta S = |I|^2 \cdot \dot{z}.$$

•

- для трансформатора используется стандартная Г-образная схема замещения и для нее определяется:

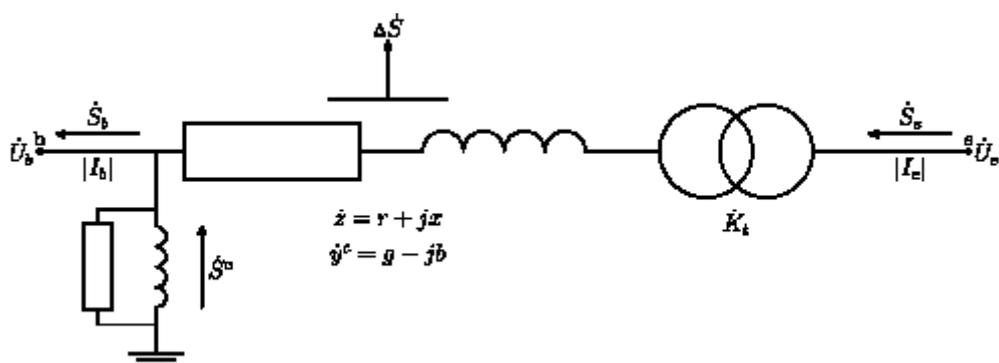


Схема замещения трансформатора

$$\Delta \dot{U} = \frac{\dot{U}_c}{K_t} - \dot{U}_b, \quad \dot{i} = \frac{\Delta \dot{U}}{z}, \quad |I| = \sqrt{I'^2 + I''^2},$$

$$\dot{I}_b^c = \dot{U}_b \cdot y_c,$$

$$\dot{I}_b = \dot{I} - \dot{I}_b^c, \quad \dot{I}_c = \frac{\dot{I}}{K_t},$$

$$|I|_b = \frac{\sqrt{I_b'^2 + I_b''^2}}{\sqrt{3}}, \quad |I|_c = \frac{\sqrt{I_c'^2 + I_c''^2}}{\sqrt{3}},$$

$$\dot{S}_b = \dot{U}_b \cdot \dot{I}_b, \quad \dot{S}_c = \dot{U}_c \cdot \dot{I}_c,$$

$$\dot{S}^c = \dot{U}_b \cdot \dot{I}_b^c, \quad \Delta \dot{S} = |I|^2 \cdot z.$$

Для анализа рассчитанных режимов в **Rastr** существуют различные формы представления результатов. Все они сосредоточены в меню **Открыть**. Основная форма выдачи - команда **Узлы+Ветви**. После перехода в это меню на экране появится таблица, организованная по форме узел + подходящие к нему ветви и для схемы с рисунка имеющая вид:

Узлы+Ветви												
	O	S	Номер	Название	V	Delta	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V_зд	Q
	O	S	Ny	Название	dV%	dDelta	P_л	Q_л	dP	dQ	I_л	F
1			1		191.04	0.52						
2			2		-2.92	0.2	-4	-82	0.42	2.92	247	-0
3			5	Базисный	4.07	-0.5	4	92	0.98	3.93	278	
4			2		184.61	0.72						
5			1		2.92	-0.2	3	89	0.42	2.92	280	-0
6			3		-8.97	-2.9	-103	-164	3.44	22.95	605	-0
7			4	Станция	15.2	11.6	100	60		31.88	364	
8			3		164.86	-2.21	100	150				
9			2		8.97	2.9	100	150	3.44	22.95	630	-0
10			4	Станция	21.5	12.33			100	91.8	21.5	75
11			2		-15.2	-11.6	-100	-92		31.88	3644	
12			5	Базисный	200				4.7	80.5		
13			1		-4.07	0.5	-5	-81	0.98	3.93	233	

В этой таблице каждая выделенная цветом строка абзаца содержит параметры узла, последующие -- параметры присоединенных к нему линий и трансформаторов.

В параметрах узла отображается номер, название, расчетный модуль (V) и фаза напряжения, нагрузка (P<sub>н</sub>, Q<sub>н</sub>), активная генерация (P<sub>г</sub>), расчетная реактивная генерация (Q<sub>г</sub>), заданные модуль напряжения (V<sub>зд</sub>) и пределы изменения реактивной генерации (Q<sub>min</sub>, Q<sub>max</sub>).

В строке параметров ветви, связанной с узлом, отображаются номер и название противоположного узла ветви, падение модуля и угла напряжения (dV%, dDelta) , переток

$$\dot{S}_b$$

мощность (P<sub>л</sub>, Q<sub>л</sub>) входящий в узел -- , продольные потери (dP, dQ) --  $\Delta S$ , модуль

$$|I|_b$$

тока (I<sub>л</sub>) -- , зарядную мощность ЛЭП или потери холостого хода трансформатора

(dP<sub>з</sub>, dQ<sub>з</sub>) --  $\dot{S}^c$ .

Правая кнопка мыши используется для быстрого перехода от одного узла к другому.

Нажатие ее в строке, содержащей номер узла, даже если это ветвь, приведет к появлению в составе локального меню возможности перехода на выбранный узел

## Анализ аварийного завершения расчета

При расчете режима возможна ситуация, когда балансировка режима не осуществлена (аварийное окончание расчета). Это может возникнуть в двух разных случаях: -- установившийся режим не существует либо режим существует, но итерационный процесс расчета расходится по тем или иным причинам. Расходимость итерационного процесса в последнем случае обычно связана с «плохим» начальным приближением модулей и углов напряжений. Такое начальное приближение может возникнуть в следующей ситуации: расчет режима завершился аварийно, но после коррекции исходных данных он повторяется. Тогда программа предлагает восстановить номинальные напряжения, при отрицательном ответе на этот вопрос программа будет начинать расчет, вероятно, с очень плохого начального приближения, что может привести к потере сходимости на первых итерациях.

Для улучшения начального приближение в **RastrWin** используется специальный стартовый алгоритм, основанный на методе Зейделя. В большинстве случаев он позволяет получить надежную сходимость при очень плохом начальном приближении. Но в достаточно редком случае задания отрицательных сопротивлений ветвей (это бывает при наличии в сети устройств продольной компенсации) стартовый алгоритм может привести к ухудшению сходимости и может быть отключен. (**Расчеты - Параметры - Режим - Стартовый алгоритм - Нет**)

Наиболее надежная сходимость достигается при начале расчета с номинальных напряжений (**Расчеты - Параметры - Режим - Плоский старт - Да**), но в этом случае затраты времени на расчет могут быть большими.

И, наконец, существуют достаточно экзотические режимы, в которых баланс может быть достигнут при значениях напряжений и углов, выходящих за допустимые границы.

В **Rastr** расчет режима прекращается по следующим причинам:

- напряжение в одном из узлов оказалось ниже, чем  $0.5U_{ном}$  ;
- напряжение в одном из узлов оказалось больше, чем  $2U_{ном}$  ;
- угол по одной из линий больше  $90^\circ$  ;

- число итераций превысило предельно допустимое.

Любое из перечисленных ограничений может быть изменено с помощью меню (Расчеты - Параметры - Режим ) .

В ситуации, когда режим не существует, предварительно следует проанализировать причину аварийного окончания. Недопустимое снижение напряжения обычно свидетельствует о дефиците реактивной мощности в районе узла с наибольшим снижением напряжения, недопустимое увеличение напряжения свидетельствует, наоборот, об избытке реактивной мощности, и, наконец, недопустимый угол по линии связан с недостаточной пропускной способностью данной линии по активной мощности.

Для устранения первых двух причин обычно фиксируют модуль напряжения в узлах с наибольшим отклонением напряжения от номинального. В этих узлах задаются достаточно большие диапазоны регулирования реактивной мощности, например,

$$Q_{\text{мин}} = -10000, Q_{\text{макс}} = 10000$$

и модуль напряжения соответственно на нижней либо верхней допустимой границе. После выполнения расчета генерация реактивной мощности в этих узлах показывает необходимую мощность компенсирующего устройства.

Для устранения последней из причин необходимо либо разгрузить линию с наибольшим углом по активной мощности, либо ее усилить (поставить параллельную, изменить сопротивление и т.п.).

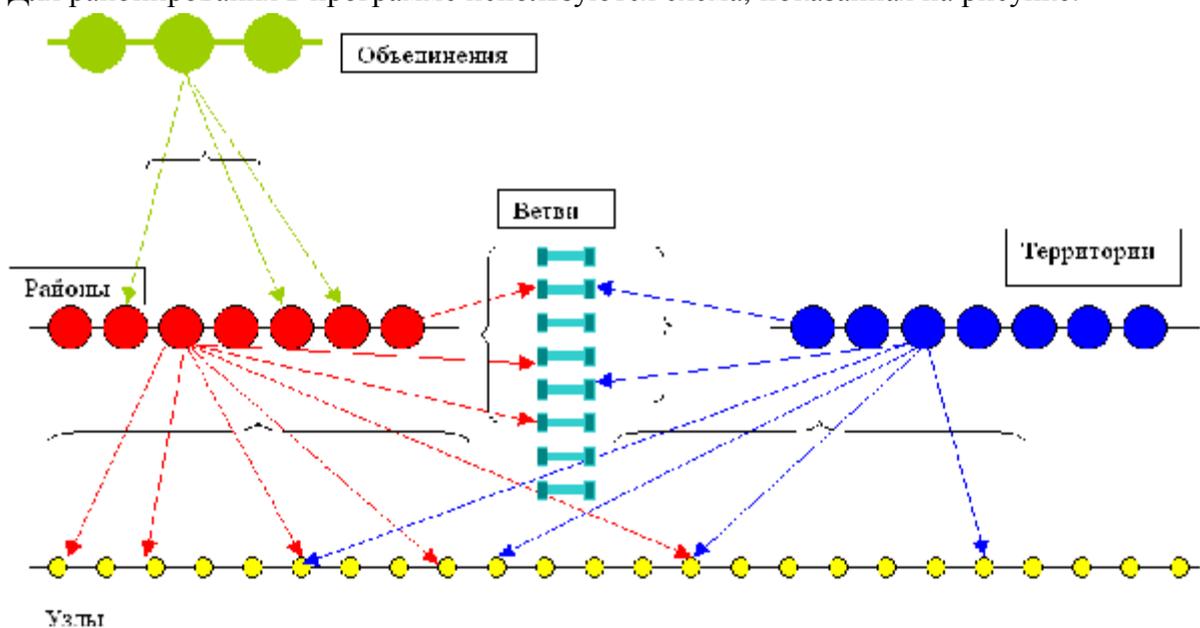
## Расчеты

Приведено описание всех расчетных функций программы RastrWin.

## Районирование

При расчете режимов больших схем энергообъединений необходимо иметь возможность анализировать балансы мощности отдельных районов и потоки между ними.

Для районирования в программе используются схема, показанная на рисунке:



Любой узел или ветвь можно отнести к **Району**, задав его номер в таблице Узлы или Ветви (столбец Район (на) ).

Любой узел или ветвь можно отнести к **Территории**, задав ее номер в таблице Узлы или Ветви (столбец Район2 (пра) ).

Любой район можно отнести к **Объединению**, задав его номер в таблице Районы (столбец Ноб (no)).

Отнесение потерь в ветвях к району осуществляется по следующим правилам:

1. Если в ветви задан номер Района, потери относятся к этому Району вне зависимости от районов узлов ее связывающих.
2. Если в ветви не задан номер Района, и она не является межсистемной (т.е. районы узлов ее связывающих совпадают), ее потери относятся к району узлов ее связывающих.
3. Если в ветви не задан номер Района, и она является межсистемной (т.е. районы узлов ее связывающих не совпадают), ее потери делятся между этими районами, в соответствии с заданным коэффициентом деления Кдел. Доля потерь  $K_{дел} \cdot dP$  относится к району узла конца ветви, а доля  $(1 - K_{дел}) \cdot dP$  к району узла начала ветви. Если Кдел не задан, его значение равно нулю и все потери относятся к району узла начала ветви.

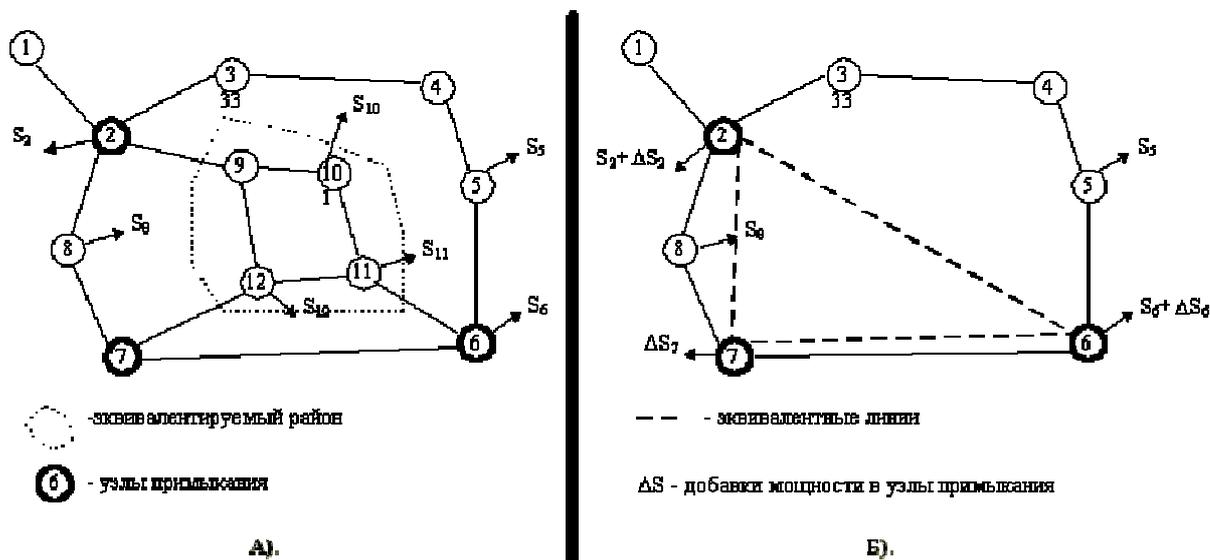
Отнесение потерь в ветвях к территории происходит по аналогичным правилам (используются поля Район2 и Кдел2).

Наиболее Удобно задать коэффициент деления потерь для Районов в таблице Районы+Ветви.

## Эквивалентирование

Эквивалентирование -- упрощение электрической сети -- используется для уменьшения размера (числа узлов и ветвей), удаления фрагментов сети, не имеющих большого значения, и т.п.

Основной принцип эквивалентирования таков: не должен измениться режим сохранившейся части схемы, т.е. в ней до и после эквивалентирования должны быть одни и те же напряжения узлов и мощности ветвей. Обычно эквивалентирование основано на известном преобразовании многолучевой звезды в многоугольник.



Электрическая сеть:(А) до и (Б) после эквивалентирования

Процесс эквивалентирования отображен на рис. 1. При эквивалентировании различают три группы узлов:

- эквивалентлируемые узлы -- т.е. узлы, удаляемые из схемы;
- сохраняемые узлы -- т.е. узлы, параметры которых остаются неизменными;
- узлы примыкания -- сохраняемые узлы, связанные хотя бы с одним из эквивалентлируемых. После выполнения эквивалентирования в узлах примыкания появляются дополнительные мощности нагрузки и генерации, активные и реактивные шунты и ветви между этими узлами.

Для получения эквивалента необходимо отметить либо эквивалентлируемые, либо сохраняемые узлы с помощью команд редактора (первое поле **О** в таблице узлов) индивидуально, либо **Групповая коррекция**, Установить требуемые параметры эквивалентирования (меню Расчет - **Параметры -Эквивалент**) и выполнить команду **Эквивалент** в меню **Расчет**.

Эквивалентирование требует предварительно сбалансированного режима; если режим не сбалансирован, автоматически выполняется предварительная балансировка.

Эквивалентирование не может быть выполнено для разошедшегося расчета режима.

Эквивалентная схема становится текущей, замещает исходную и является сбалансированной.

Следует заметить, что все методы эквивалентирования являются приближенными, что приводит к погрешностям при расчетах режимов, отличных от того, для которого выполнен эквивалент.

В программе реализованы следующие способы эквивалентирования:

1. Эквивалентирование в токах "-- основной способ. При его выполнении мощности эквивалентлируемых узлов заменяются узловыми токами:

$$\dot{I}_i = \frac{\dot{S}_i}{\dot{U}_i} . \quad (2.9)$$

2.

После эквивалентирования в узлах примыкания восстанавливаются мощности, в них включены мощности исключенных узлов и потери на их передачу.

Эквивалентирование выполняется отдельно для мощностей генерации и нагрузки.

Шунтовая часть эквивалентлируемых узлов и ветвей (генерация ЛЭП и шунты эквивалентлируемых узлов) разносятся в шунты узлов примыкания.

3. Эквивалентирование в шунтах "-- вспомогательный способ. Узловые мощности исключаемых узлов пересчитываются в шунты:

$$y_i = \frac{\dot{S}_i}{V_i^2} , \quad (2.10)$$

4.

и выполняется эквивалентирование. После этого шунты узлов примыкания отражают мощности эквивалентируемых узлов, эквивалентные мощности в узлах примыкания автоматически не восстанавливаются. Связано это с тем, что в этом случае невозможно различить, какая доля шунта в узле примыкания появилась от эквивалентирования реальных шунтов и емкостной проводимости линий на землю и какая от пересчета мощности. При необходимости можно пересчитать весь шунт в мощность, задав соответствующий параметр.

5.

6. Промежуточный способ - комбинация двух предыдущих:

$$\dot{I}_i = \frac{(1 - \alpha) \cdot \dot{S}_i}{\dot{U}_i}, \quad y_i = \frac{\alpha \cdot \dot{S}_i}{V_i^2} . \quad (2.11)$$

7.

8. Задаются доли  $\alpha$  мощностей нагрузки и генерации, пересчитывающихся в шунт. Выбор подходящего способа эквивалентирования зависит от поставленной цели и конкретной электрической сети. Все способы приводят к различным параметрам узлов примыкания и связей между ними и к сбалансированному режиму.

Следует избегать пересчета в шунты мощностей генерации (хотя такое возможно), т.к. это приводит в появлению отрицательных активных сопротивлений в эквивалентных ветвях.

Для настройки параметров эквивалентирования предназначена таблица

**Параметры - Эквивалент**, расположенная в меню **Расчет**:

Отмеченные узлы :	Эквивал.
Эквивалент узлов с фикс. V :	Разрешен
Учет потерь при разносе генерации :	Да
Доля нагрузки, пересчитываемая в шунт[0-1]:	0.00
Доля генерации, пересчитываемая в шунт[0-1]:	0.00
Удаление ветвей с сопротивлением большим:	1000
Коэф пересчета x для однородной сети:	-1.0
Пересчет шунтов в нагрузку в узлах примык. :	Нет

**Отмеченные узлы**

-- можно сохранить или эквивалентировать;

**Эквивалент узлов с фикс. V**

-- можно разрешить или запретить эквивалентирование узлов с фиксированным модулем напряжения. Следует учитывать, что исключение таких узлов может привести к значительным погрешностям;

**Учет потерь при разносе генерации:**

**Да** -- потери на передачу мощности учитывают в эквивалентной мощности генерации, баланс генерации не сохраняется; **Нет** -- потери на передачу учитываются в эквивалентной нагрузке, баланс генерации сохраняется;

**Доля нагрузки, пересчитываемая в шунт[0-1]**

, и

### Доля генерации, пересчитываемая в шунт[0-1]

, -- задают долю нагрузки и генерации, пересчитываемой в шунт (  $\alpha$  в ), 0 -- эквивалент в токах, 1 -- эквивалент в шунтах, при других значениях из диапазона [0 – 1]

используется промежуточный способ;

### Удаление ветвей с сопротивлением большим

-- позволяет удалять эквивалентные ветви с полным сопротивлением, большим заданного; Потоки мощности по удаляемым ветвям добавляются к нагрузке узла.

### Пересчет шунтов в нагрузку в узлах примык. :

**Нет** -- после эквивалентирования мощность, пересчитанная в шунт, обратно не восстанавливается. **Да** -- после эквивалентирования все шунты в узлах примыкания пересчитываются в соответствующую мощность;

## Контролируемые величины

Контролируемые величины используются при проведении различных вариантных и последовательных расчетов и позволяют проследить изменения практически любых величин, используемых в программе. Например, необходимо рассчитать серию режимов с различным составом включенных линий и контролировать ряд параметров режима (напряжения в некоторых точках, перетоки, токовую загрузку отдельных линий и тд). Наиболее часто таблица контролируемых величин используется при утяжелении. Контролируемые величины состоят из *описаний* и *значений*.

Для контроля какого-либо параметра, его надо внести в таблицу *описаний* контролируемых величин (таблица открывается **Открыть- Контр-е Величины - Описание**). Для простых *описаний* можно использовать локальное меню табличного редактора (**Таблица - Добавить в КВ**), курсор нужно предварительно установить на нужную величину ( например напряжение контролируемого узла). Добавляется не само значение, а его описание (например для узла, это номер узла и идентификатор поля (нп ну=1 v<sub>рас</sub> - расчетное напряжение узла 1) и тп ), это позволяет использовать описания контролируемых величин в различных схемах.

После формирования *описаний* контролируемых величин, данные о них можно сохранить на диск, используя тип файла - **контр-е величины.kpr** и в дальнейшем применять в расчетах.

Две команды, связанные с расчетом *значений* контролируемых величин находятся в меню **Расчеты - Контролируемые величины:**

**Очистить** - очистить таблицу *значений* и привести ее в соответствие с *описанием*.

**Добавить** - добавить значение контролируемых величин в таблицу *Значений* и открыть ее (вручную таблицу значений можно открыть: **Открыть- Контр-е Величины - Значения** ).

Обычная схема работы с таблицами контролируемых величин:

1. подготовить описание контролируемых величин или загрузить с диска (тип файла - **контр-е величины.kpr** ).
2. **очистить** таблицу значений
3. выполнить коррекцию режима ( отключить включить, изменить параметры, загрузить другой режим и тд)
4. **Добавить** контролируемое значение
5. перейти к п. 3 и тд

В более сложных ситуациях таблицу описаний контролируемых параметров можно формировать вручную:

**Номер** - уникальный номер контролируемой величины (обязательно !)

**Название** - появляется в заголовке таблицы *значений*

**Тип** - вид функции (Значение, Сумма, Минимум, Максимум, Среднее)

**Таблица** - идентификатор таблицы

**Выборка** - выборка строк из таблицы

**Формула** - формула, выполняемая над столбцами из выборки

**Точность** отображения в таблице значений

**Масштаб** отображения в таблице значений

Примеры задания выборок и формул приведены в разделе

Например, для контроля максимального отклонения напряжения в сети 500 кв:

Тип: Макс

Таблица: node

Выборка: uhom~500

Формула: otv

С составе RastrWin есть два макроса, которые могут использоваться в качестве основы автоматизации вариантных расчетов :

1) **Информация о файлах режима.rbs** - записывает в таблицу контролируемых значений общую информацию (число узлов, ветвей, суммарные мощности и потери ит д) по каждому режимному файлу, найденному в указанном каталоге. Макрос использует подготовленный файл контролируемых величин (common.kpr в каталоге RastrWin). Макрос можно модифицировать и использовать для получения заданного набора информации из множества файлов режима, находящихся в одном каталоге.

2) **Поочередное отключение отмеченных ветвей.rbs** - производит поочередное отключение отмеченных ветвей, расчет режима и добавляет значения в таблицу контролируемых значений (должна быть подготовлена пользователем заранее)

## Утяжеление

При утяжелении режима производится расчет серии установившихся режимов при изменении параметров в соответствии с заданной траекторией утяжеления. Критерием нахождения предельного режима является сходимостъ расчета режима. Дополнительным критерием нахождения предельного режима может служить достижение экстремума (максимума или минимума) по отмеченным контролируемым величинам (мощности по сечениям, потерям, напряжениями и тд).

Выполняется для определения предельных перетоков мощности по сечениям (наборам линий, без которых сеть разделяется на два несвязных района). Для расчета используется процедура, называемая утяжелением режима и заключающаяся в следующем:

- задается множество узлов, в которых будет осуществляться изменение параметров режима (изменение нагрузки, генерации, модуля напряжения для регулируемых узлов, угла напряжения для балансирующих узлов), со значениями их приращений. Это множество называется траекторией утяжеления;
- проводится серия расчетов режимов при последовательном изменении утяжеляемых параметров на заданную величину;

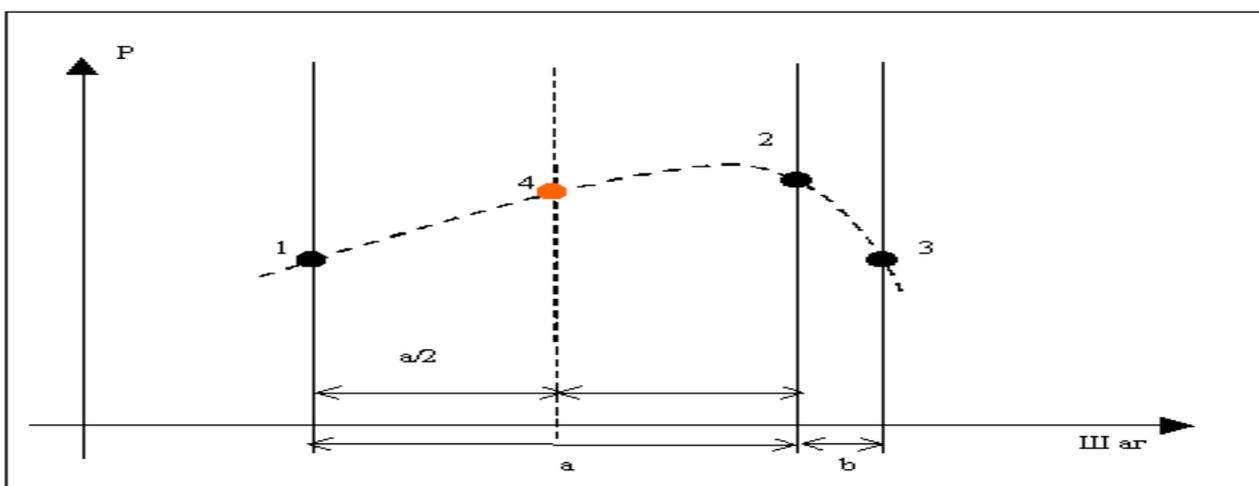
- при аварийном окончании одного из расчетов осуществляется возврат к последнему из сбалансированных режимов и следующее приращение выполняется на величину, в два раза меньшую предыдущей (деление шага пополам):



- последняя процедура повторяется до тех пор, пока не будет достигнут предельный режим с заданной точностью.

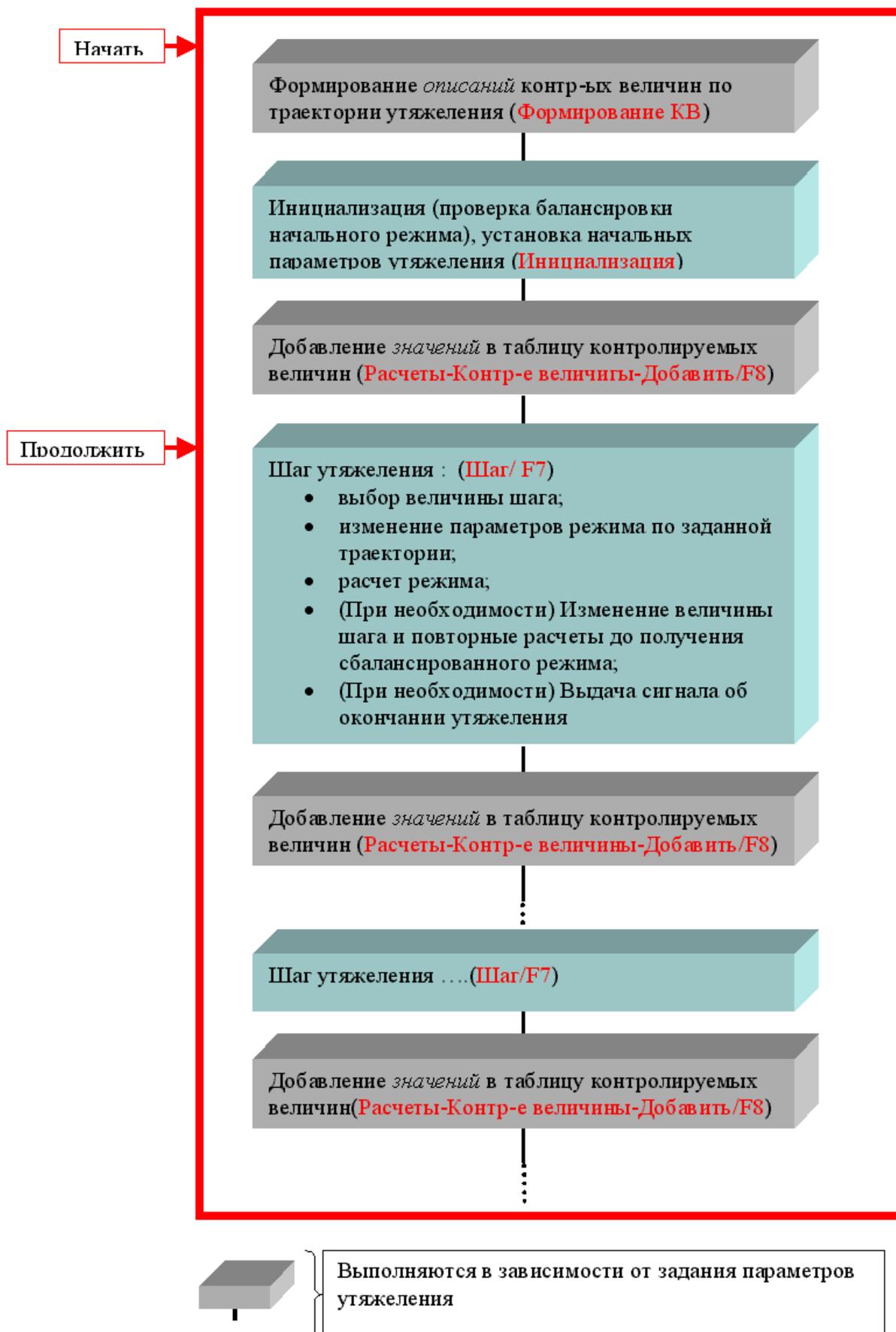
Для задания узлов, в которых осуществляется изменение параметров, может использоваться **траектория по районам**. В этом случае прирост мощности разбивается по узлам района пропорционально их доле в нагрузке района.

В программе предусмотрено 2 типа утяжеления: **Быстрое** и **Стандартное** (задается в параметрах утяжеления):



При **быстром** утяжелении изменение параметров узлов осуществляется во внутреннем цикле расчета режима. Поэтому предельный режим получается наиболее быстро. Но, при быстром утяжелении, критерием нахождения предельного режима может быть только сходимость расчета установившегося режима (нельзя определить экстремум по контролируемым величинам). Так же, при быстром утяжелении нельзя отследить изменение параметров в ходе утяжеления.

При **стандартном** утяжелении процесс расчета разбит на шаги, каждый из которых соответствует сбалансированному промежуточному режиму. После выполнения каждого шага возможно автоматическое занесение значений контролируемых величин в соответствующую таблицу, что позволяет отследить их изменение. Так же, после каждого шага может быть выполнен заданный макро, что позволяет дополнить траекторию утяжеления различными условными параметрами (например, отключить шунт, если напряжение в выбранных точках меньше заданной величины и тд). Сам процесс стандартного утяжеления можно разбить на следующие этапы:



Утяжеление можно проводить в **автоматическом** режиме с помощью команд **Начать** и **Продолжить**, а можно в **Пошаговом** режиме с помощью команд **Формирование КВ**, **Инициализация**, **Шаг**.

**Формирование КВ** - производится автоматическое формирование таблицы *описаний* контролируемых величин на основе заданной траектории утяжеления. В таблицу заносятся все величины, по которым задано ненулевое приращение. При необходимости можно отключить этот этап в автоматическом режиме, выполнить эту команду в ручном режиме и затем откорректировать по желанию.

**Инициализация** - выполняется перед началом утяжеления. Производится балансировка исходного режима и устанавливаются следующие параметры утяжеления:

Деление шага : Отключено

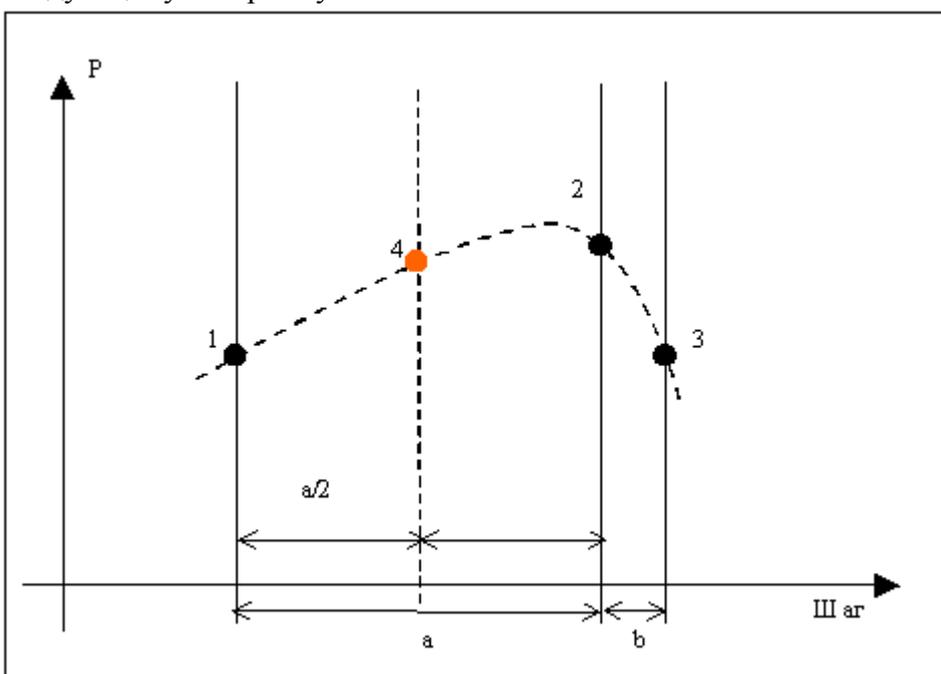
Текущий шаг : 1

Суммарный шаг: 0

При необходимости эти параметры можно задать вручную.

**Шаг** - основная команда при утяжелении режима. При ее выполнении получается новый сбалансированный установившийся режим. Параметры, входящие в траекторию утяжеления увеличиваются на заданную в ней величину, умноженную на величину текущего шага. Если полученный режим сходится, работа команды заканчивается. Если режим не сбалансирован, происходит откат к начальному режиму и деление величины текущего шага пополам. Процедура может повторяться до тех пор, пока полученные приращения параметров траектории, умноженных на величину текущего шага, не станут меньше заданных в параметрах утяжеления.

При использовании дополнительного критерия поиска предельного режима - экстремума по выбранным контролируемым параметрам, алгоритм выполнения команды **Шаг** другой. В этом случае на первом шаге утяжеления производится запоминание направление изменения контролируемого параметра ( увеличение или уменьшения), при последующих шагах производится контроль направления и при его смене осуществляется выбор шага по следующему алгоритму:



- 1) Рассматривается точка предполагаемого максимума (2) и две соседние точки (1,3)
- 2) Находится большее из расстояний ( $a$  или  $b$ ) и точка (4) на середине большего расстояния.
- 3) Выбирается шаг, таким образом, чтобы попасть в точку (4).
- 4) Рассчитывается режим в новой точке.

Такой алгоритм выполняется на каждом шаге утяжеления. Для его правильной работы необходимо, чтобы в контролируемые параметры попал не только сам контролируемый

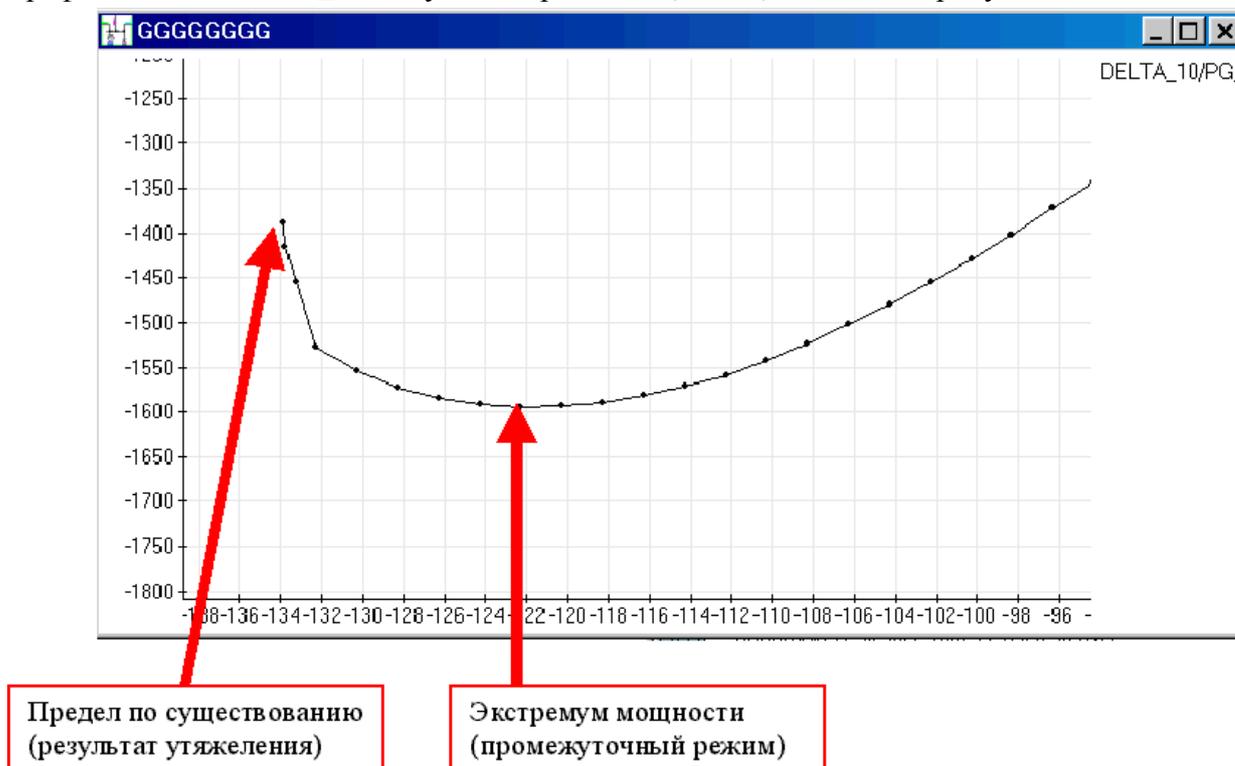
параметр, но и величина суммарного шага (при автоматическом формировании контролируемых параметров это делается, но при ручном это необходимо сделать).

Для отслеживания экстремума по выбранному параметру необходимо:

1. Сформировать контролируемые величины (**Формирование КВ**)
2. Отредактировать таблицу описаний контролируемых величин - добавить туда те величины, по которым осуществляется поиск экстремума (мощности сечений, генерации и тд). **Отметить** эти величины.
3. В параметрах утяжеления (**Расчеты-Параметры-Утяжеление**) отключить формирование описания контролируемых величин (**Форм КВ:Нет**), и включить поиск экстремума по контролируемым величинам (**Экстремум:Отмеч**)
4. Провести утяжеление в автоматическом или ручном режиме.

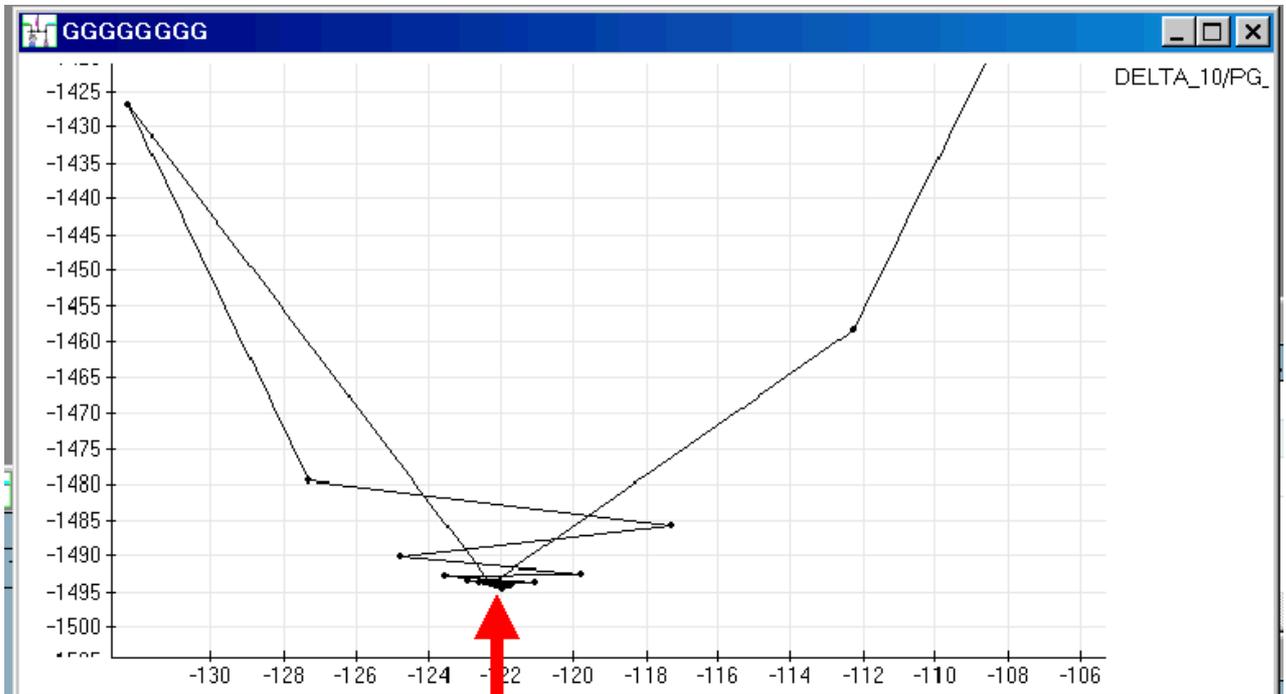
Наиболее часто поиск экстремума используется при утяжелении по углу. Для задания утяжеления по углу тип узла в траектории утяжеления (**Траектория - Приращения\_Узлы- Тип**) устанавливается **База**. В узле (-ах) задается приращение угла напряжения (dDelta).

График зависимости  $P_{ген}$  от угла напряжения (dDelta) показан на рисунке:



В этом случае использовалось обычное утяжеление без поиска экстремума, и расчет закончился в точке за пределом максимума передаваемой мощности.

При использовании поиска экстремума по  $P_{ген}$  процесс утяжеления выглядит следующим образом:



Экстремум мощности  
(результат утяжеления)

и результатом утяжеления является найденный экстремум.

## Вариантные расчеты

Тип файла варианты расчеты предназначен для формирования списка изменений параметров электрического режима (состояние ветвей и узлов, мощности, сопротивления). Обычно варианты расчеты используются для проведения серии расчетов с заранее известными изменениями параметров одного или нескольких режимов и контроля некоторых выбранных величин (с помощью таблицы контролируемые величины). Для подготовки списка вариантов расчетов необходимо:

1. Создать новый файл вариантов расчетов (**Файл - Новый - "вариант-е р-ты.vgn"**)
2. Открыть таблицы для подготовки списка вариантов расчетов. (**Открыть - Вариант. р-ты - Варианты\_Название и Варианты\_Содержание**)
3. При необходимости сохранить подготовленные варианты (**Файл - Сохранить как ...- тип файла : "вариант-е р-ты.vgn"**)

Таблица **Варианты\_Название** используется для задания нумерации, названия и состояния варианта, в ней:

**S** - состояние варианта (отключенный вариант исключается из списка изменений при текущем расчете)

**Номер** - уникальный номер варианта

**Название** - название варианта.

Таблица **Варианты\_Содержание** используется для описания изменений, вносимых в режим:

**S** - состояние изменения (отключенное изменение не вносится в режим);

**Номер** - номер варианта, которому соответствует данное изменение;

**Тип** - тип изменения (отключение линии, изменение параметров и и тд);

значения следующих параметров зависят от типа изменения

**Ny/N\_нач** - номер узла или номер начала линии;

**N\_кон** - номер конца линии;

**N\_п** - номер параллельной;

**Значение1, Значение2, Значение3** - значения изменяемых параметров;

Если значение не задано, параметр не изменяется. !!!!! (в отличие от большинства таблиц Rastr, где незаданное значение считается нулем, здесь нуль и пустое поле имеет различный смысл).

Тип изменения	Описание	Значения
Ветвь сост.	Отключение или включение ветви	Значение1=0 - Отключить Значение1=1 - Включить
Ветвь RXB	Изменение параметров ветви	Значение1 - R Значение2 - X Значение3 - B
Ветвь Kт/Напц	Изменение Kт или N_анцапфы	Значение1 - Kт Значение2 - N_анц
Ветвь N_реакт	Изменение числа реакторов на линии	Значение1 - Np- p_нач Значение2 - Np- p_кон
Узел сост.	Отключение или включение узла	Значение1=0 - Отключить Значение1=1 - Включить
Узел PQнаг	Изменение нагрузки узла	Значение1 - P_наг Значение2 - Q_наг
Узел PQген	Изменение генерации узла	Значение1 - P_ген Значение2 - Q_ген
Узел VQlim	Изменение заданного модуля и диапазонов реактивной мощности	Значение1 - V_зд Значение2 - Q_min Значение3 - Q_max
Узел BGш	Изменение параметров шунта в узле (постоянная часть)	Значение1 - V_зд
Узел N_реакт	Изменение числа реакторов в узле	Значение1 - Np-p

Пример заполнения таблиц варианты расчеты:

Варианты_Название			
	S	Номер	Название
1		1	Отключение 1-6
2		2	Изменение PG 803
3		3	Отключение 3 линий и изменение параметров

Варианты_Содержание									
	S	Номер	Тип	Ny/Nb	Ne	Np	значение	значение	значение
1		1	Ветвь сост.	1	6		0		
2		2	Узел PQген	803			2000		
3		3	Ветвь сост.	4	5		0		
4		3	Ветвь сост.	10	29		0		
5		3	Ветвь сост.	40	25		0		
6		3	Узел PQнаг	1676			200		
7		3	Узел VQlim	811			510	-800	800
8		3	Узел BGш	17				600	

Вариант 1 - Отключение ветви 1-6

Вариант 2 - Изменение P генерации узла 803

Вариант 3 - включает в себя отключение 3 линий, изменение нагрузки узла 1676, изменение заданного модуля напряжения и диапазонов реактивной мощности в узле 811 и изменение проводимости шунта в узле 17

Для обработки вариантов предназначен макрос **Вариантные расчеты** (Расчеты - Выполнить).

При запуске макрос запрашивает имя файла базового режима.

Действие макроса заключается в следующем:

- 1) Очистить таблицу значений контролируемых величин
- 2) Для каждого не отключенного варианта:
  - загрузить базовый режим
  - приложить изменения соответствующего варианта
  - рассчитать режим
  - добавить контролируемые значения в соответствующую таблицу.

## Отключаемые реакторы в узлах и линиях

В программе RastrWin существуют следующие типы реакторов в узлах и ветвях

1) В Узлах (таблица Шунты)

G\_ш, B\_ш - не отключаемый шунт (соответствует старой версии и импортируется из макета ЦДУ)

$G_{p-r}$ ,  $B_{p-r}$ ,  $N_{p-r}$  - соответственно проводимость одного и число отключаемых реакторов.

Общая проводимость шунта в узле ( $B_{расч}$ ) вычисляется по формуле:

$$B_{расч} = B_{ш} + N_{p-r} * B_{p-r}$$

В случае, когда число реакторов равно нулю (при ненулевой проводимости реактора), расчетное поле  $S_{p-r}$  показывает, что реактор отключен.

По умолчанию в таблице Шунты задана выборка (по ненулевой проводимости), при начальном вводе шунтов необходимо ее убрать.

2) В ветвях (таблица Линейные реакторы)

$N_{p-r\_нач}$  - число реакторов в начале линии

$G_{p-r\_нач}$ ,  $B_{p-r\_нач}$  - проводимость одного реактора

$N_{p-r\_кон}$  - число реакторов в конце линии

$G_{p-r\_кон}$ ,  $B_{p-r\_кон}$  - проводимость одного реактора

$S_{p-r\_нач}$  - признак переноса линейного реактора в узел при отключении линии

$S_{p-r\_кон}$  - признак переноса линейного реактора в узел при отключении линии

Потоки мощности в линии автоматически вычисляются с учетом этих реакторов

Признак переноса линейного реактора в узел срабатывает только для отключенной линии (для включенной его установка не приводит к изменению расчета). При отключении линии и установке признака переноса его проводимость (умноженная на число реакторов) добавляется к проводимости соответствующего узла.

## Сравниваемые данные

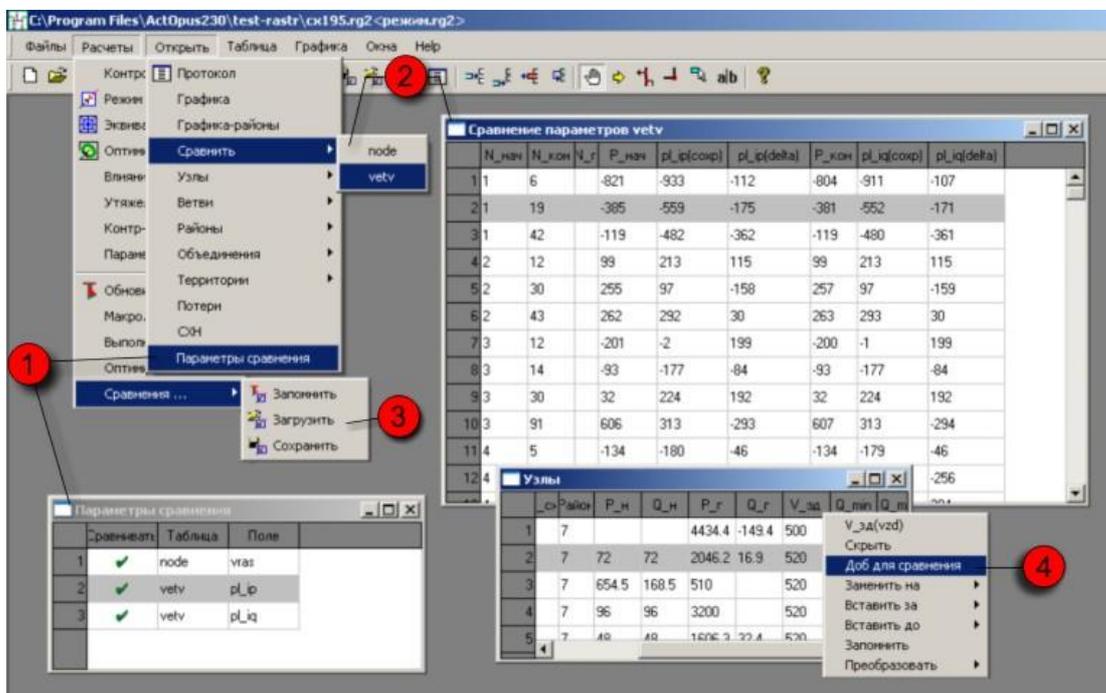
Сравниваемые данные используются при проведении различных вариантных и последовательных расчетов и позволяют проследить изменения любых величин, используемых в программе. Например, необходимо рассчитать серию режимов с различным составом включенных линий и сравнить с эталонным значением ряд параметров режима (напряжения, перетоки, токи).

Можно создавать различные наборы сравниваемых данных (исходные данные, результаты расчетов и ид), загружать и сохранять их на диск. Для этого имеется тип файла -

### **Сравниваемые данные.sv**

Для создания набора сравниваемых данных необходимо:

1. Выбрать **Файл - Новый - Сравниваемые данные.sv**
2. Добавить сравниваемую величину (нагрузка генерация и тд). Установить курсор мыши на заголовок нужной величины и в контекстном меню выбрать **Доб для сравнения** (4 - на рисунке). Также возможно непосредственное редактирование параметров сравнения с помощью таблицы **Параметры сравнения.** (1 - на рисунке)
3. Различные наборы сравниваемых данных могут сохраняться и загружаться, используя тип файла - **Сравниваемые данные.sv**



В меню **Расчеты - Сравнения** есть три команды (3 - на рисунке) :

- 1. Запомнить** - запоминает текущие значения сравниваемых данных и создает формы для сравнения (2 на рисунке). Для каждого параметра в списке сравниваемых
- 2. Загрузить** - загружает запомненные значения из диска
- 3. Сохранить** - сохраняет запомненные значения сравниваемых величин на диск в набор CSV-файлов.

При выборе имени файла он должен начинаться с буквы s ( как в предлагаемом шаблоне)

При работе со сравниваемыми данными различают 2 основные ситуации:

1. Сравнение осуществляется в пределах **одного** файла режима. В этом случае команды **Загрузить** и **Сохранить** не используются. В примере используются для сравнения нагрузка (**P<sub>наг</sub>**) и потребление (**P<sub>потр</sub>**). Их необходимо добавить для сравнения (**Доб для сравнения** в меню заголовка) и **Запомнить** их значения для последующего сравнения. В меню **Открыть-Сравнить** появится таблица

	№-р	P <sub>наг</sub>	P <sub>наг</sub> (сохр)	P <sub>наг</sub> (разность)	P <sub>потр</sub>	потр(сохр)	потр(разност)
1	1	1924	1924		1994	1994	
2	2	2801	2801		2832	2832	
3	3	1513	1513		1525	1525	
4	4	466	466		484	484	
5	5	233	233		236	236	
6	7	17177	17177		17834	17834	

поскольку в данный момент значения запомненных параметров (после название добавлен (сохр)) совпадают с текущими - разность равна нулю. Теперь можно проводить любые изменения в **загруженной** схеме ( менять нагрузку, отключать

ветви и тд) В таблице всегда будет отображены значения текущих, запомненных параметров и разность между ними

	№р+	Rнаг	Rнаг(сохр)	Rнаг(разность)	Rпотр	потр(сохр)	потр(разност)
1	1	1724	1924	200	1794	1994	201
2	2	2701	2801	100	2732	2832	100
3	3	1913	1513	-400	1923	1525	-398
4	4	436	466	30	452	484	32
5	5	203	233	30	206	236	30
6	7	16877	17177	300	17486	17834	349

Значения в таблице обновляются после расчета режима или выполнения команды обновить.

- Сравнение осуществляется между двумя различными режимными файлами. Файлы могут отличаться числом узлов, ветвей и тд. В этом случае для передачи **запомненных** значений величин от одного к другому режиму используются команды **Расчеты - Сравнения - Сохранить и Загрузить**. При выполнении загрузки используются ключевые поля (номера узлов, районов и тд).

## Односторонние отключения ЛЭП

Для моделирования одностороннего отключения ЛЭП изменено поле состояние линии:

	Q	S	Тип	N_нач	N_кон	Название	R	X	B	Kт/г	P_нач	Q_нач	Na
1			ЛЭП	1	6	СГРЭС-1 - ХОЛ	6.8	71	-890		-926	84	
2			ЛЭП	1	19	СГРЭС-1 - ТРАЧУКС	6.4	65.7	-820		-547	134	
3		✗	ЛЭП	1	42	СГРЭС-1 - СУРГ.НХК	1.5	14	-179		-455	183	
4			ЛЭП	2	12	МАГ - ПЫТЬ-ЯХ	1.6	15.5	-194		206	-11	
5			ЛЭП	2	30	МАГ - НЕЛЫМ	7.2	65.7	-878		108	159	
6		⬅	ЛЭП	2	43	МАГ - СУРГ.НХК	3.2	33	-412		289	31	
7			ЛЭП	3	12	ДЕМ - ПЫТЬ-ЯХ	7	74	-961		-19	96	
8		➡	ЛЭП	3	14	ДЕМ - ЛУГОВАЯ	6.9	68.5	-860		-189	175	
9			ЛЭП	3	30	ДЕМ - НЕЛЫМ	1.44	13	-176		189	37	

Как обычно, переключение между состоянием включено или отключено осуществляется щелчком мыши. Для доступа к дополнительному меню предназначен маленький треугольник в верхнем правом углу поля. При щелчке на нем появляется дополнительный список

1		ЛЭП	1
2		ЛЭП	1
3	▼	ЛЭП	1
4	■	ЛЭП	2
5	■	ЛЭП	2
6	■	ЛЭП	2
7		ЛЭП	3
8	■	ЛЭП	3
9	◀	ЛЭП	3

первое значение - ЛЭП отключена в начале (около узла указанного первым), второе - в конце.

Для отображения результатов одностороннего отключения предназначена форма **Ветви - Загрузка**

S	N_нач	N_кон	Название	Тип	P_нач	dP	P_кон	dDelta	Q_нач	dQ	Q_ш	Q_кон	Vнач	Vкон	dV%
2	1	19	СГРЭС-1 - ТРАЧУКС ЛЭП		→ -826	16.14	-810	11.5	◀ 122	165.73	-222.5	65	◀ 520	521.8	-0.35
3	1	42	СГРЭС-1 - СУРГ.НХ ЛЭП												
4	2	12	МАГ - ПЫТЬ-ЯХ ЛЭП		◀ -335	0.64	336	-1.1	◀ 25	6.16	-54.94	-24	▶ 531.7	532.7	-0.2
5	2	30	МАГ - НЕЛЫМ ЛЭП		◀ -240	1.49	242	-3.1	◀ 151	13.59	-251.64	-87	▶ 531.7	539	-1.45
6	2	43	МАГ - СУРГ.НХ ЛЭП			0.04	0	-0		0.4	-117.95	-118	▶ 536.9	533.2	0.72
7	3	12	ДЕМ - ПЫТЬ-ЯХ ЛЭП		→ -116	0.36	-115	1.7	◀ 100	3.81	-276.15	-172	▶ 539.4	532.7	1.32
8	3	14	ДЕМ - ЛУГОВАЯ ЛЭП		→ -0	0.39		0.2	◀ 254	3.91	-257.92		539.4	555.8	-3.21
9	3	30	ДЕМ - НЕЛЫМ ЛЭП		◀ -158	0.13	158	-0.4	▶ -7	1.16	-51.17	-57	▶ 539.4	539	0.07

Для корректного отображения результатов одностороннего отключения в таблицу Ветви (vetv) введены 2 новых поля Vнач и Vкон - напряжения в начале и конце ветви - для включенной ветви они совпадают с напряжениями соответствующих узлов, для односторонне отключенной - одно из них - напряжение на разомкнутом конце.

Для односторонне отключенной линии перенос линейного реактора в узел не осуществляется.

## Генераторы

Дополнительная (опционная) таблица **Генераторы**, предназначена для управления активной и реактивной генерацией и состоянием генератора. При отсутствии данных по Генераторам в узле модуль расчета режима использует заданный P\_ген в узле. При задании в узле хотя бы одного генератора, мощность генерации узла вычисляется как сумма мощностей включенных генераторов во время расчета УР. В одном узле может быть произвольное число генераторов.

Для подготовки информации по генераторам существует форма **Генераторы - Генераторы**.

S	N_арг	Название	N узла	P	Pmin	Pmax	Qmin	Qmax	N_PQ
1	1	Б1	1	1300	800	1200		800	
2	2	Б2	1	700	800	1200		750	2
3	3	Б1	803	600			-300	300	
4	4	Б2	803	600			133	567	1
5	5	Б3	803	600			-300	300	

S - состояние генератора (включен/отключен)

Название - название генератора

N узла - номер узла в который подсоединен генератор

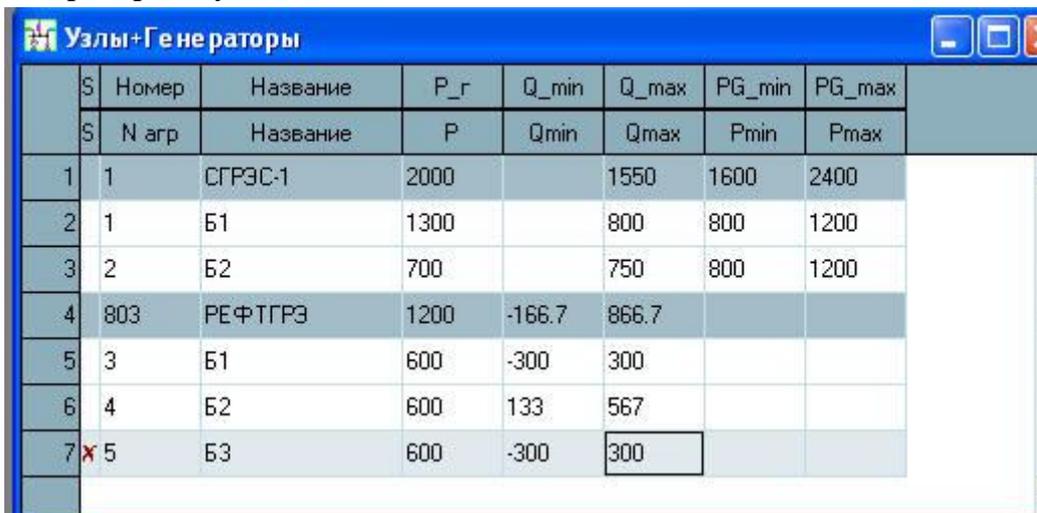
P - активная мощность генерации

P<sub>min</sub> - P<sub>max</sub> - Минимальная/максимальная активная генерация

Q<sub>min</sub>- Q<sub>max</sub> - Минимальная/максимальная реактивная генерация

N\_PQ - номер PQ-характеристики (диаграмма мощности генератора)

При расчете установившегося режима мощности **узла** (P<sub>ген</sub>, P<sub>G\_min</sub>, P<sub>G\_max</sub>, Q<sub>min</sub>, Q<sub>max</sub>) пересчитываются на основании заданных в таблице **генераторов** с учетом их состояния:



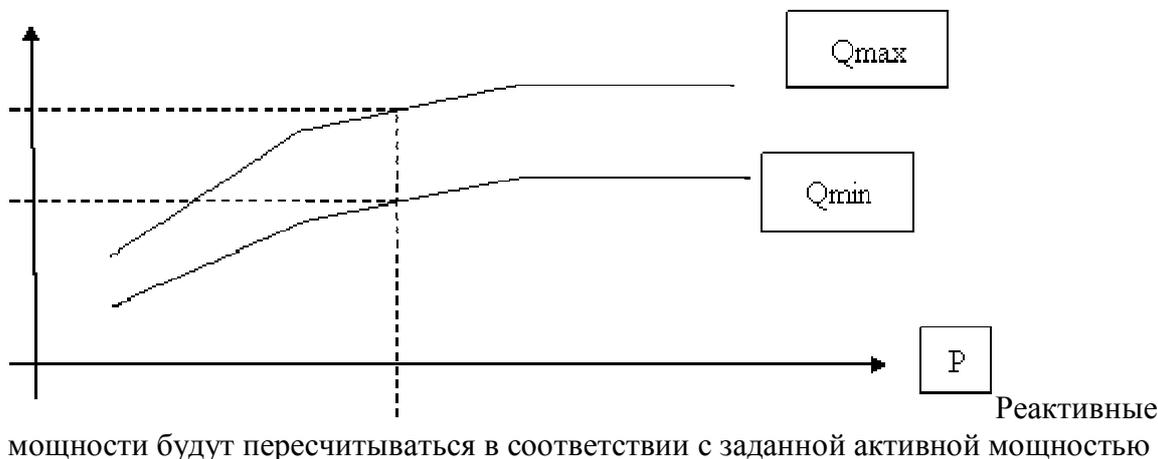
S	Номер	Название	P <sub>г</sub>	Q <sub>min</sub>	Q <sub>max</sub>	PG <sub>min</sub>	PG <sub>max</sub>	S	N агр	Название	P	Q <sub>min</sub>	Q <sub>max</sub>	P <sub>min</sub>	P <sub>max</sub>
	1	СГРЭС-1	2000		1550	1600	2400								
	2	Б1	1300		800	800	1200								
	3	Б2	700		750	800	1200								
	4	РЕФТГРЭС	1200	-166.7	866.7										
	5	Б1	600	-300	300										
	6	Б2	600	133	567										
	7	Б3	600	-300	300										

Дополнительно можно задать зависимость Q<sub>min</sub>/Q<sub>max</sub> генератора от его активной мощности P. В этом случае в графе N\_PQ нужно задать номер зависимости Q (P) и заполнить таблицу **Диаграмма PQ:**



	N	P	Q <sub>min</sub>	Q <sub>max</sub>
1	1	100	60	200
2	1	200	80	300
3	1	500	120	500
4	2	100		600
5	2	900		800

P  
Q<sub>max</sub>  
Q<sub>min</sub>



## Зависимость допустимого тока от температуры

Начиная с версии 2.22, вводятся зависимости допустимого тока от температуры. Ранее задаваемая колонка **I\_доп**, трансформируется в допустимый ток при температуре 25 С, (**I\_доп\_25**), вводится новая колонка **I\_доп\_расч** - расчетный допустимый ток, Также для каждой ветви задается **N** зависимости допустимого тока от температуры - сама зависимость задается в отдельной таблице - **График\_Доп\_от\_Т** и может быть задана индивидуальна для каждой линии. Температура провода может задаваться следующими возможными путями (в порядке понижения приоритета): Тс ветви, Тс района, Тс территории, Тс объединения, Тс схемы. Добавлена новая расчетная функция - **Расчеты - Доп.ток от Т**.

### 1. Задание допустимого тока при t=25 и зависимости его от температуры

	I_нач	N_кон	Название	I_нач	I_кон	Место	онтг	N_l(t)	Тс	доп_25	доп_рас	I_доп(25)
57	806	833	БАЗ - САЛДА	467	510	ВН		1		730	843.1	60.5
58	806	840	БАЗ - ВЛ БАЗ	292	0	ВН		1		730	843.1	34.6
59	807	808	ТРОИЦГР - СОКОЛ	222	291	ВН		1		730	843.1	34.5
60	807	836	ТРОИЦГР - ДУБР	598	656	ВН		1	40	730	598.6	109.6
61	808	809	СОКОЛ - ЕСИЛЬ	311	107	ВН		1		730	843.1	36.9
62	809	810	ЕСИЛЬ - ЦЕЛИН	740	836	ВН		1		730	843.1	99.2
63	810	811	ЦЕЛИН - ЭКИБАС	1268	1266	ВН		1		730	843.1	150.4
64	811	812	ЭКИБАС - ОМСК	1106	1070	ВН		1		730	843.1	131.1
65	811	831	ЭКИБАС - ЕРМАК	76	80	ВН		1		730	843.1	9.5
66	812	813	ОМСК - ЭКИБ	1017	980	ВН		1		730	843.1	120.6
67	812	831	ОМСК - ЕРМАК	1179	1225	ВН		1		730	843.1	145.3
68	813	837	ЭКИБ - КУРГАН	262	345	ВН		1		730	843.1	40.9
69	814	832	БАЗС - ЮЖН	1486	1504	ВН		1		730	843.1	178.4
70	815	1112	МАЯН.. - ОЖОГ	253	240	ВН		1		610	643.6	39.3
71	816	817	ПТЭЦ - ПЕТПАВ	1269	1273	ВН		1		610	643.6	197.8
72	816	1260	ПТЭЦ - ЗАРЯИНО	703	705	ВН		1		610	643.6	109.6

В Таблице **Токовая нагрузка ЛЭП** дополнительно задается:

$N_I(t)$  - номер зависимости допустимого тока от температуры (сама зависимость задается в таблице **График\_Доп\_от\_Т**)

$I_{\text{доп\_25}}$  - допустимый ток при температуре 25 (номинальный =1 в ое )

$T_c$  - температура для ветви.

расчетные величины:

$I_{\text{доп\_расч}}$  - расчетный допустимый ток

$I/I_{\text{доп}}(\%)$  - расчетная токовая загрузка

## 2. Определение температуры

Для определения температуры окружающей среды используется следующий алгоритм:

- если задана температура ветви ( $T_c$ ), то она используется при расчета ( Примечание. Для задания температуры ветви, равной нулю следует задавать небольшое положительное число)
- если задана температура района ( $T_c$ ), которому принадлежит узел начала ветви, то она используется при расчете.( Примечание. Для задания температуры района, равной нулю следует задавать небольшое положительное число)
- если задана температура территории ( $T_c$ ), которому принадлежит узел начала ветви, то она используется при расчете.( Примечание. Для задания температуры территории, равной нулю следует задавать небольшое положительное число)
- если задана температура объединения ( $T_c$ ), которому принадлежит узел начала ветви, то она используется при расчете.( Примечание. Для задания температуры объединения, равной нулю следует задавать небольшое положительное число)

Если температура нигде не задана - используется температура, заданная при вызове функции **Расчеты - Доп.ток от Т**.

Если не задан номер зависимости  $N_I(t)$  от температуры, то расчетный допустимый ток ( $I_{\text{доп\_расч}}$ ) равен заданному при  $t=25$  ( $I_{\text{доп\_25}}$ )

Зависимость допустимого тока от температуры задается в таблице **Расчеты - Доп.ток от Т**



	Num	$T_c$	$I_{\text{доп}}$
1	1	-5	1.29
2	1	5	1.2
3	1	15	1.11
4	1	25	1
5	1	35	0.88

Num - номер зависимости  $I_{\text{доп}}(t)$

$T_c$  - температура

$I_{\text{доп}}$  - допустимый ток в относительных единицах (=1 при  $t=25$ )

3. Расчет допустимого тока от температуры. Осуществляется при вызове функции **Расчеты - Доп.ток от Т**.

В таблице задается **Температура** - используется, если не задана температура ветви, района, территории, объединения. Аварийная нагрузка (%) - допустимый ток рассчитывается с учетом заданной аварийной нагрузки в процентах. Выборка - задает выборку ветвей, по которой пересчитывается допустимый ток.

## Структурный анализ потерь

Структурный анализ потерь выполняется по следующим характеристикам:

- тип потерь (нагрузочные, постоянные)
- тип оборудования (ЛЭП, трансформатор, реактор/БСК)
- номинальное напряжение
- район и объединение

Для анализа потерь по номинальным напряжениям используется таблица **Потери** (номинальные напряжения необходимо занести вручную или использовать макрос - **Номинальные напряжения**).

Таблица имеет вид:

	U_ном	dP	dP_ЛЭП	dP_Тр-р	Корона	XX_тр	dP_Ш-нт
1	6						
2	10	0.38	0.02	0.36			
3	15						
4	35	0.63	0.13	0.51	0		
5	110	638.67	630.88	7.79	-0		14.38
6	150	21.35	19.85	1.5	-0		5.79
7	220	615.41	506.59	68.19	40.63		13.27
8	330	400.99	359.76	41.23	-0		12.04
9	400	0.53		0.53			
10	500	519.85	406.49	25.74	87.62		5.48
11	750	68.39	59.82	8.57	0		

где:

**U\_ном** - номинальное напряжение;

**dP** - суммарные потери (нагрузочные и постоянные);  
**dP\_ЛЭП** - нагрузочные потери в ЛЭП;  
**dP\_Тр-р** - нагрузочные потери в Трансформаторах;  
**Корона** - постоянные потери в ЛЭП;  
**XX\_Тран** - потери холостого хода в трансформаторах;  
**dP\_Ш-нт** - потери в шунтах узлов;

Для анализа структуры потерь в районах Предназначена таблица **Районы+Потери**. Для анализа используются подготовленные в таблице **Потери** номинальные напряжения.

Таблица имеет вид:

Районы+Потери											
№п+	Район	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш		
			U_ном	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р		
174	510 Москва	100.15	100.15	94.37	5.78	-0	-0				
175	110		44.87	44.87		-0	-0				
176	220		54.4	49.5	4.9	-0	-0				
177	511 Тула	18.86	18.86	18.07	0.79	-0	-0				
178	110		9.67	9.67		-0	-0				
179	220		9.19	8.4	0.79	-0	-0				
180	512 ННовгр	40.5	40.5	39.53	0.97	0	0				
181	110		29.22	29.22		0	0				
182	220		11.28	10.31	0.97	0	0				
183	513 Иваново	6.02	6.02	5.84	0.18	0	0				
184	110		3.92	3.92	0.01	-0	-0				
185	220		2.1	1.92	0.18	0	0				
186	514 Владимир	16.3	16.3	15.36	0.94	0	0				

где :

**Dp** - Суммарные полные потери в районе;  
**dP\_нагр** - суммарные нагрузочные потери;  
**dP\_ЛЭП** - нагрузочные потери в ЛЭП;  
**dP\_Тр** - нагрузочные потери в Тр-рах;  
**dP\_пост** - суммарные постоянные потери;  
**Корона** - потери на корону в ЛЭП;  
**XX\_тр-ров** - потери холостого хода в трансформаторах;  
**dP\_Ш** - потери шунтов в узлах.

Аналогичная таблица имеется для объединений - **Объединения+Потери** :

Объединения+Потери										
N	Имя	dP	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX-тр	унт_узг	
	U_ном		dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р		
1	1	Урал	551.7	455.3	424.5	30.81	96.41	96.41		
2		110		159.71	159.71		-0	-0		
3		220		183.99	161.96	22.03	31.24	31.24		
4		500		111.6	102.82	8.78	65.18	65.18		
5	2	ОЭС Средней Волги	263.9	263.87	239.19	24.67	0	0		
6		110		55.86	55.81	0.04	0	0		
7		220		90.32	71.3	19.02	-0	-0		
8		500		117.7	112.08	5.61	0	0		
9	3	ОЭС Северного Кавказа	228	198.45	186.26	12.19	0	0		29.54
10		110		74.87	74.87		-0	-0		
11		220		43.28	36.89	6.39	-0	-0		
12		330		49.43	45.23	4.2	-0	-0		
13										

## Особенности расчета режима

### Учет ограничений по реактивной мощности

При расчете режима решаются уравнения баланса мощностей в полярных координатах:

$$\varphi_i = -g_{ii}V_i^2 + \sum_{j \in A_i} V_i V_j y_{ij} \sin(\delta_{ij} - \alpha_{ij}) - P_i^{\text{нагр}}(V_i, f) + P_i^{\text{ген}}(f) = 0, \quad i \in \overline{1, N}; \quad (2.0a)$$

$$\psi_i = -b_{ii}V_i^2 - \sum_{j \in A_i} V_i V_j y_{ij} \cos(\delta_{ij} - \alpha_{ij}) - Q_i^{\text{нагр}}(V_i) + Q_i^{\text{ген}} = 0, \quad i \in \overline{1, N_{\text{нагр}}}. \quad (2.06)$$

По способу задания исходных данных различают три типа узлов:

Дано	Найти	Тип
$P_i, Q_i$	$V_i, \delta_i$	Нагрузка, $PQ$ -тип.
$V_i, \delta_i$	$P_i, Q_i$	Балансирующий, $V\delta$ -тип.
$P_i, V_i$	$Q_i, \delta_i$	Идеальный генератор, $PV$ -тип.

Во время решения системы уравнения баланса активной мощности записываются для

узлов  $PQ$  и  $PV$ -типов. Уравнения баланса реактивной мощности записываются только для узлов  $PQ$

-типа. Соответственно, неизвестными являются углы напряжений в узлах

$PQ$ ,  $PV$ -типов и модули напряжений в узлах  $V\delta$ -типа и реактивная мощность в узлах  $V\delta$  и  $PV$ -типов определяется после окончания итерационного решения непосредственной подстановкой в найденных  $V$  и  $\delta$ .

Для реальных генераторных узлов принято моделировать действие автоматического регулятора возбуждения (АРВ) с помощью кусочно-линейной зависимости

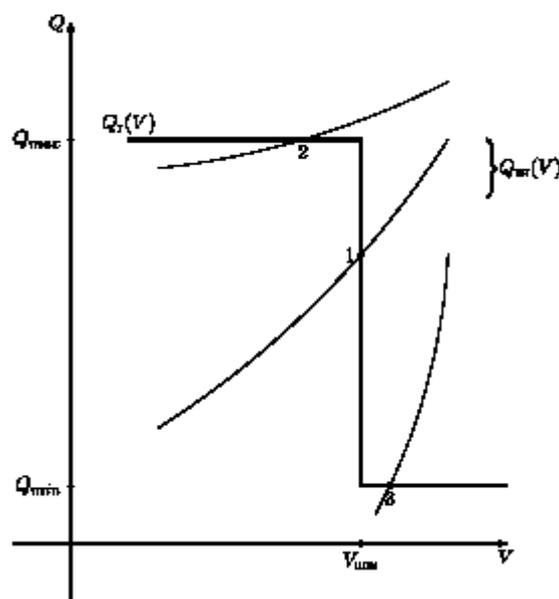
$$Q_g(V)$$

$$Q_{min}(V)$$

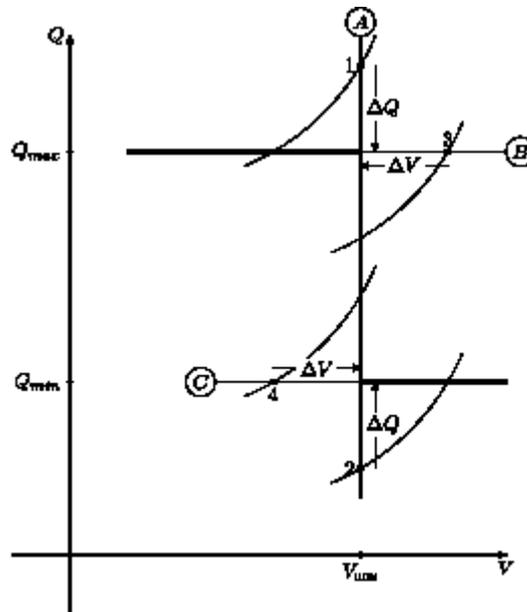
показанной на рисунке.. В соответствии с внешней характеристикой системы решение будет найдено в одной из точек 1, 2 или 3. Обычно, эту зависимость задают набором из 3 ограничений:

Такой генераторный узел моделируется тремя типами узлов:

1. Узел  $PV$ -типа -- прямая А на рис..
2. Узел  $PQ_{max}$ -типа с заданной реактивной мощностью  $Q = Q_{max}$  - прямая В на рис. .
3. Узел  $PQ_{min}$ -типа с заданной реактивной мощностью  $Q = Q_{min}$  - прямая С на рис. .



Кусочно-линейная зависимость реактивной мощности генератора от напряжения и возможные решения (1, 2, 3) при различных внешних характеристиках системы



Моделирование зависимости реактивной мощности генератора от напряжения  
 В зависимости от заданного начального приближения выбирается один из этих трех вариантов поведения узла. Затем проводится решение системы нелинейных уравнений. Полученное решение проверяется на соблюдение ограничений. В зависимости от текущего типа узла возможны четыре ситуации нарушения ограничений, показанные на рис.

1. Для узла  $PV$ -типа нарушение верхнего предела приводит к ограничению его реактивной мощности до  $Q = Q_{\max}$  и смене типа на  $PQ_{\max}$ . В таком узле появляется небаланс реактивной мощности, носящий характер ее дефицита. Смена типа --  $PV \rightarrow PQ_{\max}$ .
2. Для узла  $PV$ -типа нарушение нижнего предела приводит к ограничению его реактивной мощности до  $Q = Q_{\min}$  и смене типа на  $PQ_{\min}$ . В таком узле появляется небаланс реактивной мощности, носящий характер ее избытка. Смена типа --  $PV \rightarrow PQ_{\min}$ .
3. Для узлов  $PQ_{\max}$ -типа увеличение модуля напряжения выше заданного приводит к установке его напряжения  $V = V_{\text{ном}}$  и смене типа на  $PV$ . В таком узле и в связанных с ним узлах появляется небаланс реактивной мощности, носящий в целом характер ее избытка. Смена типа --  $PQ_{\max} \rightarrow PV$ .
4. Для узлов  $PQ_{\min}$ -типа уменьшение модуля напряжения ниже заданного приводит к установке его напряжения  $V = V_{\text{ном}}$  и смене типа на  $PV$ . В таком узле и в связанных с ним узлах появляется небаланс реактивной мощности, носящий в целом характер ее дефицита. Смена типа --  $PQ_{\min} \rightarrow PV$ .

Для обнаруженного нарушения ограничений производятся необходимые смены типов узлов и решение (  ) повторяется до тех, пока все ограничения не будут соблюдены.

Исходя из соображений надежности получения решения в первую очередь учитываются ограничения, ведущие к дефициту мощности (т.е. разрешаются смены типов

$$PQ_{\min} \rightarrow PV \quad PV \rightarrow PQ_{\max}$$

и

), а ограничения, ведущие к избытку (

$$PV \rightarrow PQ_{\min} \quad PQ_{\max} \rightarrow PV$$

,

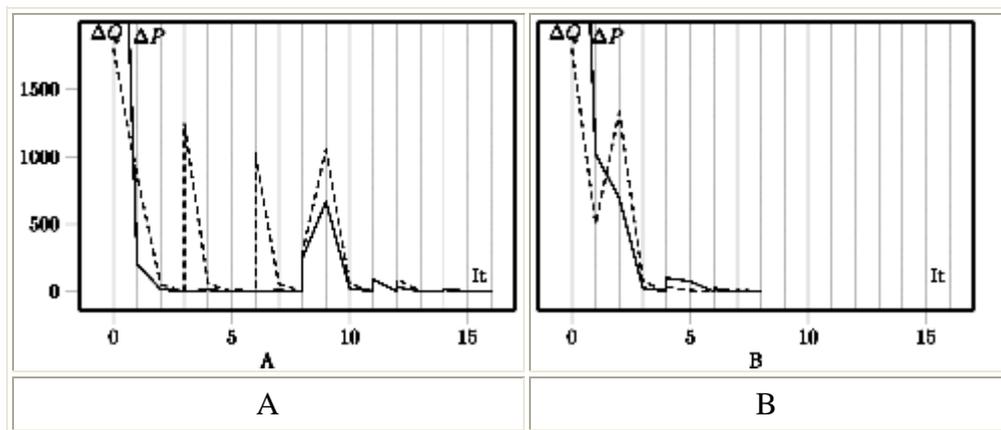
), учитываются только при отсутствии первых.

Нарушение ограничений в случаях 3 и 4 на рис.  является опасным для сходимости, поэтому при грубых их нарушениях эти ограничения учитываются сразу после их

$$PQ_{\max} \rightarrow PV \quad PQ_{\min} \rightarrow PV$$

обнаружения (  и ) в ходе итерационного процесса, не

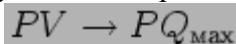
дожидаясь точного решения (  ). Более того, при очень грубых их нарушениях последняя итерация повторяется заново при измененных типах этих узлов.



Графики сходимости: (А)- без использования и (В)- с использованием стартового алгоритма

В качестве примера на рис. А показан типичный процесс сходимости без использования стартового алгоритма. Решение начинается с так называемого «плоского старта» -- номинальных модулей напряжений и нулевых узлов. Все генераторные узлы выбраны PV-типа. Решение выполняется за 3 итерации, затем проверяется соблюдение , обнаруживаются нарушенные ограничения типа 1 и 2 (рис. ) в 67 узлах, но смена типа

$$PV \rightarrow PQ_{\max}$$

производится только  и решение ( ) повторяется. На пятой итерации снова достигается сходимость, и снова появляются нарушенные ограничения типа 1 (в одном узле), на шестой итерации, наконец-то, остаются только нарушенные ограничения типа 2

$$PV \rightarrow PQ_{\min}$$

(в 40 узлах) и производится смена типа для них. После этого избыток реактивной мощности перераспределился на другие узлы и на 8-ой итерации были обнаружены нарушенные ограничения вида 2 и 3. На оставшихся итерациях происходит процесс учета небольших во величине нарушений ограничений.

Для сравнения приведен процесс сходимости той же задачи при использовании стартового алгоритма --рис.В. На первой итерации работает стартовый алгоритм, в ходе которого улучшается начальное приближение и генераторные узлы распределяются по типам ( PV

$$PQ_{\max}, PV, PQ_{\min}$$

, ). Со второй итерации включается основной метод решения, который после выполнения одной итерации обнаруживает грубо нарушенные

$$PQ_{\max} \rightarrow PV$$

ограничения и производит смену типов узлов в 2-х узлах, что приводит к увеличению небалансов на 3-ей итерации. Несмотря на это, итерационный процесс сходится к решению значительно быстрее, чем без использования стартового алгоритма. Это объясняется тем, что алгоритм в основном угадал распределение генераторных узлов по типам.

## Статические характеристики нагрузки

Обычно применяемое задание нагрузки *постоянной* активной и реактивной мощностью является лишь одним из возможных вариантов. В зависимости от характера потребителя различают следующие способы:

$$R = \text{const}, X = \text{const}$$

1. Нагрузка задана постоянным сопротивлением шунта. В этом случае мощность является квадратичной функцией от напряжения, и эта зависимость имеет вид:

$$P(V) = \frac{V^2}{R}, \quad Q(V) = \frac{V^2}{X}.$$

2. Нагрузка задана постоянным током  $I = \text{const}$ , тогда мощность является линейной функцией от напряжения:

$$P(V) = VI', \quad Q(V) = VI''.$$

$$P = \text{const}, Q = \text{const}$$

3. Нагрузка задана постоянной мощностью, т.е. мощность не зависит от напряжения.

Все эти варианты задания нагрузки обобщены в так называемой статической характеристике нагрузки по напряжению (СХН), имеющей вид:

$$P(V) = P_{\text{ном}} \left[ a_0 + a_1 \left( \frac{V}{V_{\text{ном}}} \right) + a_2 \left( \frac{V}{V_{\text{ном}}} \right)^2 \right]; \quad (2.2a)$$

$$Q(V) = Q_{\text{ном}} \left[ b_0 + b_1 \left( \frac{V}{V_{\text{ном}}} \right) + b_2 \left( \frac{V}{V_{\text{ном}}} \right)^2 \right], \quad (2.2b)$$

где  $a_0, a_1, a_2; b_0, b_1, b_2$  -- коэффициенты полинома СХН по активной и реактивной

мощностям; условие  $P = P_{\text{ном}}; Q = Q_{\text{ном}}$  при  $V = V_{\text{ном}}$  выполняется, когда

$$a_0 + a_1 + a_2 = 1 \quad b_0 + b_1 + b_2 = 1$$

и . Нагрузка, представленная в виде постоянных сопротивлений, в обобщенной характеристике соответствует ситуации (

$$a_0 = 0, a_1 = 0, a_2 = 1; b_0 = 0, b_1 = 0, b_2 = 1$$

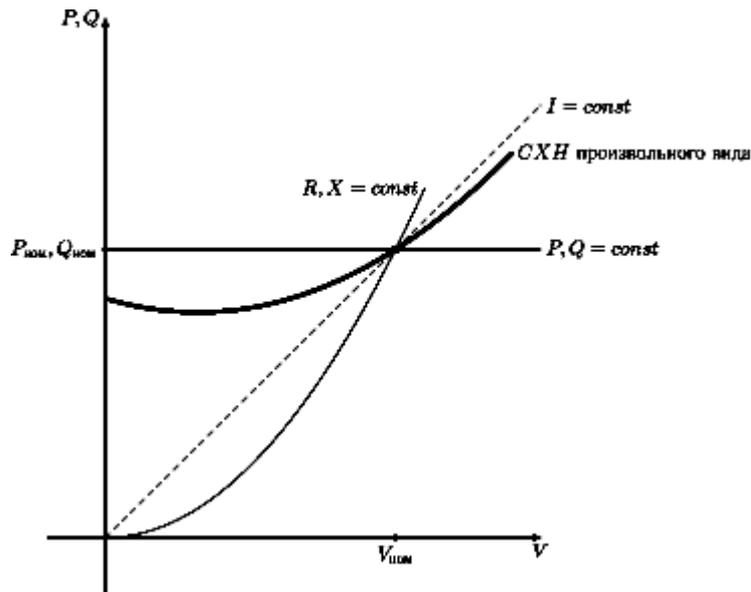
); постоянного тока "-- (

$$a_0 = 0, a_1 = 1, a_2 = 0; b_0 = 0, b_1 = 1, b_2 = 0$$

); постоянной мощности "-- (

$$a_0 = 1, a_1 = 0, a_2 = 0; b_0 = 1, b_1 = 0, b_2 = 0$$

).



Статические характеристики

Любым комбинациям перечисленных способов задания нагрузки соответствуют СХН со своими наборами коэффициентов. Сказанное иллюстрирует рис. .

При работе с программой **Rastr** статические характеристики нагрузки задаются следующим образом:

- в графе  $P_{\text{наг}}$ ,  $Q_{\text{наг}}$  таблицы **Узлы** задается номинальная мощность, т.е. мощность, соответствующая номинальному напряжению;
- в графе **СХН** задается номер статической характеристики. Каждый набор коэффициентов определяется своим номером;
- в таблице **Полиномы** задаются коэффициенты, соответствующие номерам статических характеристик.

Такой способ принят потому, что, как правило, в ЭС имеется большое количество одинаковых СХН. Не задаются коэффициенты для СХН с номерами 1 и 2, т.к. для них значения «защиты» в программу. Эти характеристики стандартны, используются для задания обобщенной типовой нагрузки, приведенной к напряжению 110 кВ (СХН 1) и 35 кВ (СХН 2), показаны на рис. и имеют вид:

СХН1:

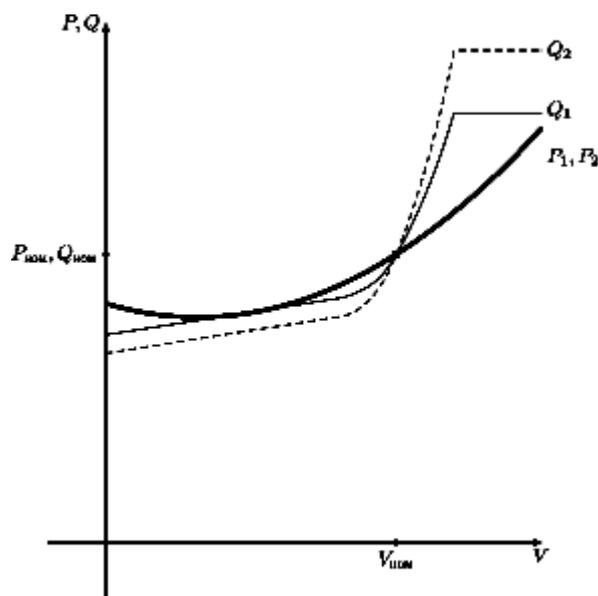
$$P(V) = P_{\text{ном}} \left[ 0.83 - 0.3 \left( \frac{V}{V_{\text{ном}}} \right) + 0.47 \left( \frac{V}{V_{\text{ном}}} \right)^2 \right];$$

$$Q(V) = Q_{\text{НОМ}} \begin{cases} \left[ 3.7 - 7 \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) + 4.3 \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right)^2 \right] & \text{если } 0.815 \leq \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) \leq 1.2 \\ \left[ 0.721 + 0.158 \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) \right] & \text{если } \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) < 0.815 \\ 1.49 & \text{если } \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) > 1.2 \end{cases}$$

СХН2:

$$P(V) = P_{\text{НОМ}} \left[ 0.83 - 0.3 \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) + 0.47 \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right)^2 \right];$$

$$Q(V) = Q_{\text{НОМ}} \begin{cases} \left[ 4.9 - 10.1 \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) + 6.2 \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right)^2 \right] & \text{если } 0.815 \leq \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) \leq 1.2 \\ \left[ 0.657 + 0.158 \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) \right] & \text{если } \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) < 0.815 \\ 1.708 & \text{если } \left( \frac{V}{V_{\text{НОМ}}} \right) > 1.2 \end{cases}$$



Стандартные статические характеристики

### Расчет режима с учетом частоты

При обычном расчете режима в электрической сети должен существовать хотя бы один узел, принимающий на себя возникающие небалансы мощности -- такой узел называется *балансирующим*. В то же время должен существовать хотя бы один узел с заданным углом

и модулем напряжения -- такой узел называется *базисным*. Обычно считается, что базисный и балансирующий узлы совпадают.

Такое правило, что один узел воспринимает на себя *все* небалансы мощности, далеко не всегда соответствует реальности. При задании нескольких балансирующих-базисных узлов возникает другая проблема: какой угол и модуль напряжения в них задать.

Поэтому в программе **Rastr** заложена дополнительная возможность расчета режима -- расчет режима с отклонением частоты. При включении этой возможности (**Учет частоты: Да** в меню **Параметры- Режим**) расчет режима проводится по отличному от стандартного алгоритму:

1. Балансирующий узел в электрической сети отсутствует. В то же время в сети должен быть задан базисный узел. Для этих целей используются стандартные средства. Но в обычном расчете значения  $P_{ген}$  и  $Q_{ген}$  для балансирующего узла определяются в ходе расчета режима, при использовании же расчета режима с учетом частоты базисный узел является обычным узлом в котором нужно *задать*  $P_{ген}$  и  $Q_{ген}$ .

2. Возникающие в сети небалансы мощности распределяются между выделенными генераторами по формуле:

$$P^{ген}(f) = P_{ген} - P_{ном} K_{ст} \Delta f^{0.5} . \quad (2.4)$$

3.

4. При этом учитываются диапазоны изменения генерирующей мощности:

$$P_{min} \leq P^{ген}(f) \leq P_{max} , \quad (2.5)$$

5.

6. где:

$$P^{ген}(f)$$

7.

8. --расчетная мощность генерации, используется в уравнении баланса активной мощности (**Pг\_расч**);

$$P_{ген}$$

9.

10. --генерация, заданная в соответствующей графе (**P\_г**) таблицы **Узлы**;

$$P_{ном}$$

11.

12. --генерация, использованная при расчете  $K_{ст}$  и заданная в соответствующей графе (**PG\_ном**) таблицы **Узлы**, если не задать эту величину, программа

$$P_{ном} = P_{ген}$$

принимает ;

$$P_{min} , P_{max}$$

13.

14. --диапазоны изменения генерации ( $PG_{min}, PG_{max}$ );

$$\Delta f^{д.г.} = \frac{(f - f_{ном})}{f_{ном}}$$

15.

16. --отклонение частоты от номинальной (отображается в **Параметры -Режим**);

$$K_{ст} = \frac{(P - P_{ном})/P_{ном}}{(f - f_{ном})/f_{ном}}$$

17.

18. --крутизна статической характеристики по частоте ( $K_{ст}$ ) генератора , если

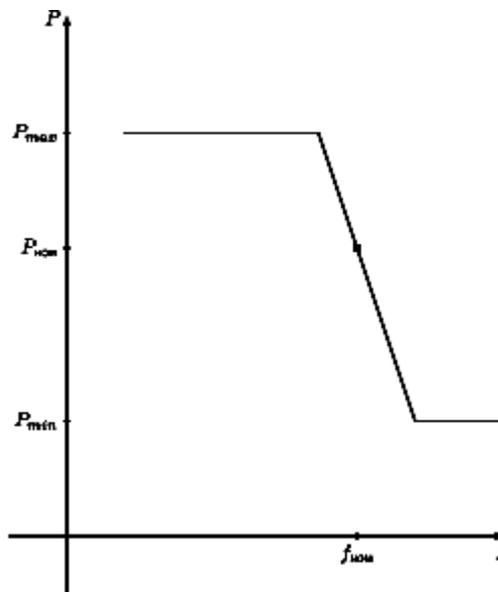
$$K_{ст} = 0$$

, генератор в регулировании частоты не участвует и мощность свою не меняет.

$$K_{ст} > 0$$

19. У генератора, участвующего в регулировании, должно быть .

Зависимость  $P$  от  $f$  для генерирующего узла показана на рис.



Статические характеристики генератора по частоте

20. Частотный эффект нагрузки учитывается путем введения обобщенной статической характеристики нагрузки по частоте и напряжению:

$$P^{наг}(V, f) = P_{наг} \left[ a_0 + a_1 \left( \frac{V}{V_{ном}} \right) + a_2 \left( \frac{V}{V_{ном}} \right)^2 - K_{ст} \Delta f^{д.г.} \right], \quad (2.6)$$

21.

22. где  $K_{ст}$  --крутизна статической характеристики по частоте нагрузки. В частном

$$P(V) = const$$

случае задания

$$P_{\text{наг}}(V, f) = P_{\text{наг}}(1 - K_{\text{ст}} \Delta f^{\text{о.с.}}) . \quad (2.7)$$

23.

$$K_{\text{ст}} < 0$$

24. Для учета частотного эффекта нагрузки задается ее  $K_{\text{ст}} < 0$ .  
 При расчете режима с учетом частоты в систему уравнений баланса мощности включаются все уравнения, в том числе и для *базисного* узла. За счет увеличения числа уравнений добавляется новая неизвестная -- отклонение частоты  $\Delta f^{\text{о.с.}}$ . После решения уравнений определяются модули и углы напряжений, а также отклонение частоты. Узлы, участвующие в регулировании частоты, берут на себя возникающие небалансы мощности в соответствии со своей  $P_{\text{ном}}$  и  $K_{\text{ст}}$ . При равенстве всех  $K_{\text{ст}}$  небалансы мощности распределяются *пропорционально*  $P_{\text{ном}}$  и  $K_{\text{ст}}$ . Чем больше  $K_{\text{ст}}$ , тем большую долю небалансов берет на себя этот узел.  
 Суммарная крутизна частотной характеристики может быть получена по формуле:

$$K_{\text{ст}}^{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^N K_{i,\text{ст}} P_{i,\text{ном}}}{P_{\Sigma}} .$$

Следует иметь в виду, что крутизна статической характеристики -- величина *обратная* статизму системы по частоте. Статизм системы достаточно хорошо известен и по нему можно приближенно задать  $K_{\text{ст}}$ . Например, если изменение нагрузки на 7% приводит к изменению частоты в 1Гц, то  $K_{\text{ст}} = 7 * 0.01 / (1/50) = 3.5$ . При этом, естественно, суммарная мощность энергосистемы должна совпадать с той, для которой подсчитан  $K_{\text{ст}}$ .  
 При просмотре результатов расчета во всех формах, включая графику, отображается *расчетная* мощность генерации и нагрузки. Для того, чтобы посмотреть распределение небаланса мощности между узлами, существует форма **Частота (Открыть - Узлы)** имеющая вид:

Частота														
	DS	Тип	Номер	Название	Kct	P_n	P_n_расч	P_расч-F	P_г	P_г_расч	P_г_расч-P_n	PG_ном	PG_min	PG_max
1		Ген	811	ЭКИБАС	-10	3637	3603	-34.14	5750	5750				
2		База	805	ШАГОЛ	100				4434.4	4500	66	5045		4500
3		Ген	11	СГРЭС-2	100	96	96		3200	3500	300	3200		
4		Ген	29	СГРЭС-2	100	96	96		2398.4	2624	225	2400		
5		Ген	1	СГРЭС-1	100	72	72		2046.2	2238	191	2040		
6		Ген	803	РЕФТГРЭ	100	117	117		1800	1969	169	1800		
7		Ген	807	ТРОИЦГР	100	1574	1574		1270	1389	119	1270		
8		Ген	1401	СГРЭС-1		43.2	43		1130.3	1130		1050		
9		Ген	831	ЕРМАК					1120	1120		1120		
10		Ген+	1140	ТТЭЦ-2		80.8	81		875	875		875		
11		Ген+	1521	Н.ВАРГР		244	244		806.9	807		800		
12		Ген	814	БАЗС		177	177		800	800		800		

**Kct** - крутизна статической характеристики по частоте генератора (положительна) или нагрузки (отрицательна). Если равна нулю - генератор(нагрузка) в регулировании частоты не участвуют

**P\_n** - номинальная мощность нагрузки (задается)

**P\_n\_расч** - расчетная мощности нагрузки (рассчитывается программой в зависимости от текущего напряжения и отклонения частоты)

**P\_n\_расч-P\_n** - разница между расчетным и номинальным значением нагрузки узла

**P\_г** - мощность генерации при номинальной частоте (задается);

**P\_г\_расч** - расчетная мощности генерации (рассчитывается программой в зависимости от текущего значения отклонения частоты)

**P\_n\_расч-P\_n** - разница между расчетным и значением генерации узла при номинальной частоте

**PG\_ном** - значение генерации, использованное при расчете Kct ( см. формулу)

**PG\_min, PG\_max** - пределы изменения расчетной генерации

В форме **Общие (Результаты-Окна)** приведена информация об отклонении частоты от номинальной - расчетное значение, полученное в ходе расчета режима:

Режим		
	Название	Значение
1	Точность расчета (dP)	1
2	Максимальное число итераций (It)	20
3	Стартовый алгоритм (Start)	Да
4	Плоский старт (Пл.старт)	Нет
5	Макс. допустимое снижение V (dV-)	0.5
6	Макс. допустимое превышение V (dV+)	2
7	Макс. допустимый угол по связи (dDelta)	90
8	Состояние расчета режима (Статус)	Нормаль
9	Учет частоты : (W)	Да
10	Отклонение частоты %: (dF)	-0.09

Следует иметь в виду, что при переходе от расчета с учетом частоты к обычному расчету будет получен несбалансированный режим в силу отличия расчетных и номинальных значений генерации и нагрузки. Для того чтобы этого избежать, следует воспользоваться групповой коррекцией для пересчета номинальных значений.

## Параметры расчета режима

Для управления параметрами расчета режима предназначена таблица, вызываемая Расчеты - Параметры- Режим:

Режим		
	Название	Значение
1	Точность расчета (dP)	1
2	Максимальное число итераций (It)	20
3	Стартовый алгоритм (Start)	Да
4	Плоский старт (Пл.старт)	Нет
5	Макс. допустимое снижение V (dV-)	0.5
6	Макс. допустимое превышение V (dV+)	2
7	Макс. допустимый угол по связи (dDelta)	90
8	Состояние расчета режима (Статус)	Нормально

Описание параметров в этой таблице:

### Точность расчета:

-- расчет нормально заканчивается, если небаланс активной и реактивной мощности в каждом узле становится меньше заданной величины. Рекомендуется

**[0.1 – 1]**

задавать в пределах МВт;

### Число итераций:

-- расчет аварийно заканчивается с выдачей соответствующего сообщения, если число проделанных итераций достигает заданной величины. Рекомендуется задавать в пределах **20 – 50** ;

**Стартовый алгоритм:**

**Да** -- для улучшения начального приближения перед запуском основного расчетного алгоритма используется стартовый алгоритм, основанный на методе Зейделя; **Нет** -- стартовый алгоритм не используется. По умолчанию задано **Да**.

**Плоский старт:**

**Да** -- расчет начинается с номинальных модулей и нулевых углов напряжений; **Нет** -- расчет начинается с текущего начального приближения. Если это приближение получено после аварийного завершения расчета, программа выдаст дополнительный запрос на расчет с плоского старта. По умолчанию задано **Нет**;

**Небаланс для контроля Q:**

-- задает максимальный небаланс активной и реактивной мощности, необходимый для контроля ограничений по реактивной мощности. Рекомендуется задавать в пределах от  $[1-10] \cdot \text{точность расчета}$ ;



**Мах. доп. V:**

-- максимально допустимое снижение напряжения по отношению к  $U_{\text{НОМ}}$ . Если в ходе расчета напряжение в каком либо узле снизится больше указанной величины, то расчет аварийно завершится. При этом будет выдано соответствующее сообщение с номером узла, имеющего наименьшее напряжение. Рекомендуется

$$[0.1 - 0.5] \cdot U_{\text{НОМ}}$$

задавать в пределах ;



**Мах. доп. V :**

--максимально допустимое превышение напряжения по отношению к  $U_{\text{НОМ}}$ . Если в ходе расчета напряжение в каком либо узле увеличится больше указанной величины, то расчет аварийно завершится. При этом будет выдано соответствующее сообщение с номером узла, имеющего наибольшее напряжение.

$$[2 - 5] \cdot U_{\text{НОМ}}$$

Рекомендуется задавать в пределах ;

**Мах. доп. угол по связи:**

--максимально допустимый угол по по ветви (в градусах). Если в ходе расчета угол по какой-либо линии станет больше указанной величины, то расчет аварийно завершится. При этом будет выдано соответствующее сообщение с номером ветви,

$$[90^\circ - 170^\circ]$$

имеющей наибольший угол. Рекомендуется задавать в пределах ;

**Учет частоты:**

**Да** --расчет режима производится с учетом частоты (см. п. ); **Нет** -- расчет производится по стандартному алгоритму. По умолчанию -- **Нет**;

**Сохранение лучшей итерации:**

**Да** -- при аварийном завершении расчета восстанавливается итерация с наименьшим значением  $F$  в формуле (); **Нет** --при аварийном завершении в результаты расчета попадает последняя итерация. По умолчанию --**Нет**;

**Коэф. Q при выборе л. и.:**

--коэффициент  $\lambda$  в формуле (  ). Задает долю небалансов реактивной мощности, учитываемых при подсчете  $F$ . Изменяется в пределах  $[0 - 1]$ . При  $\lambda = 1$  наименьшее значение  $F$  часто бывает на первой итерации, поэтому рекомендованное значение  $[0.5 - 0.7]$  ;

## Оптимизация режима по реактивной мощности

### Алгоритм оптимизации

Оптимизация режима по реактивной мощности выполняется для выбора модулей напряжения (  $V_i^r$  ) в узлах-источниках реактивной мощности (ИРМ) и коэффициентов трансформации (  $K_{ij}^r$  ) в трансформаторах, имеющих регулирование под нагрузкой (РПН) или вольтодобавочные трансформаторы (ВДТ). Обычно эти устройства используют для поддержания напряжений в заданных пределах:

$$V_i^{\min} \leq V_i \leq V_i^{\max} \quad (2.13)$$

и уменьшения потерь активной мощности. Решение этой задачи сводится к минимизации целевой функции:

$$\min F = \sum_{ij}^{N_e} \Delta P_{ij} + K_{III} \sum_i^N \delta V_i^2, \quad (2.14)$$

где:

$\Delta P_{ij}$

-- потери активной мощности в ветви  $i - j$ . Потери могут быть рассчитаны через модули и углы напряжений по концам ветви:

$$\Delta P_{ij} = (V_i^2 + V_j^2 - 2 \cdot V_i V_j \cos(\delta_i - \delta_j)) g_{ij}; \quad (2.15)$$

$N_e$

-- число ветвей, по которым минимизируются потери. Это могут быть все или только выбранные ветви. Возможна ситуация, когда это число равно нулю, и в этом случае потери не минимизируются;

$\delta V_i$

-- нарушение ограничений (  ), равное:

$$\delta V_i = \begin{cases} \frac{V_i - V_i^{max}}{V_i^{max}} & \text{если } V_i > V_i^{max} \\ 0 & \text{если } V_i^{min} \leq V_i \leq V_i^{max} ; \\ \frac{V_i - V_i^{min}}{V_i^{min}} & \text{если } V_i < V_i^{min} \end{cases} ; \quad (2.16)$$

### $K_{III}$

-- штрафной коэффициент, подбирается эмпирически.

Минимизация этой функции осуществляется изменением:

- модулей напряжений и реактивной мощности в узлах-ИРМ в заданных пределах:

$$Q_i^{Г, min} \leq Q_i^Г \leq Q_i^{Г, max} ; \quad (2.17)$$

$$V_i^{Г, min} \leq V_i^Г \leq V_i^{Г, max} . \quad (2.18)$$

•

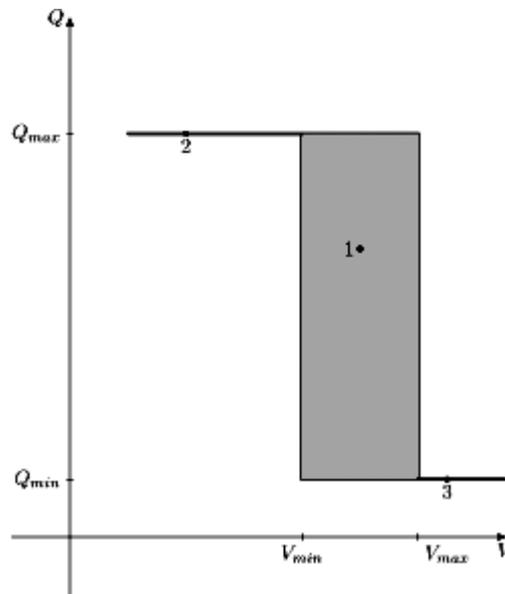
- Зависимость модуля напряжения от реактивной мощности имеет вид, показанный на рис. . Обычно решение находится внутри выделенного прямоугольника (точка 1). В некоторых ситуациях возможно решение в точках 2 или 3, при этом

нарушенные ограничения по напряжению учитываются в ();

- коэффициентов трансформации в трансформаторах с ВДТ или РПН в заданных пределах:

$$K_{ij}^{Г, min} \leq K_{ij}^Г \leq K_{ij}^{Г, max} . \quad (2.19)$$

•



Зависимость реактивной мощности ИРМ от напряжения

Для определения наилучших  $V_i^T$  и  $K_{ij}^T$  (независимые переменные) организуется итерационный процесс, на каждой его итерации определяется:

1. Допустимое направление максимального уменьшения целевой функции ():

$$\Delta \vec{S} = \begin{bmatrix} \Delta \vec{V}^T \\ \mu \cdot \Delta \vec{K}^T \end{bmatrix}, \quad (2.20)$$

- 2.

3. где:  $\mu$  -- весовой коэффициент, учитывающий различные физические единицы  $\Delta \vec{V}^T$  и  $\Delta \vec{K}^T$ .

4. Направление изменения зависимых переменных ( $\Delta Q$ ,  $\Delta V$ ,  $\Delta d$ ), необходимое для соблюдения () при изменении независимых переменных в направлении  $\Delta \vec{S}$ <sup>2,9</sup>;

5. Из условий не нарушения ()<sup>1</sup>, ()<sup>1</sup>, ()<sup>1</sup>, ()<sup>1</sup> находится максимальный допустимый шаг  $\lambda_{\text{доп}}$  в направлении  $\Delta \vec{S}$ .

6. Вычисляются значения функции  $F$  в трех точках  $F(\vec{S})$ ,  $F(\vec{S} + \lambda_{\text{доп}}/2 \cdot \Delta \vec{S})$ ,  $F(\vec{S} + \lambda_{\text{доп}} \Delta \vec{S})$ . Определяется  $\lambda_{\text{опт}}$ , соответствующий минимальному

значению функции  $F$  на интервале  $[0, \lambda_{\text{доп}}]$ . Если  $\lambda_{\text{опт}} = 0$ , то производится

$$\lambda_{\text{доп}} = \lambda_{\text{доп}}/2$$

деление шага пополам и на новом интервале вновь определяется  $\lambda_{\text{опт}}$ .

Процедура деления шага повторяется не более оговоренного в параметрах оптимизации числа раз и, если останется  $\lambda_{\text{опт}} = 0$ , то оптимизация прекращается.

7. Если ограничением шага послужило одно из ограничений (то есть  $\lambda_{\text{опт}} = \lambda_{\text{доп}}$ ) - производится смена набора независимых переменных;
8. Новые значения переменных;

$$\vec{S} = \vec{S} + \lambda \Delta \vec{S} \quad (2.21)$$

9.

10. Рассчитываются небалансы мощности по  и, в зависимости от их величины, досчитывается новый установившийся режим;

Помимо этого, через определенное число итераций проводится полная проверка набора независимых переменных для генераторных узлов типа  $PQ_{\text{max}}$ ,  $PQ_{\text{min}}$ . Им присваивается тип  $PV$  и находится знак  $\Delta V^r$ . Если приращение  $V^r$  направлено вне допустимой области, определяемой -, то  $PQ_{\text{max}}$  либо  $PQ_{\text{min}}$ -тип восстанавливается и  $PV$ -тип сохраняется в противном случае.

Окончание оптимизации определяется по величине межитерационного снижения потерь:

$$e_1 = \left| \frac{\Delta P_{\Sigma}^{k+1} - \Delta P_{\Sigma}^k}{\Delta P_{\Sigma}^k} \right| < \epsilon_1, \quad (2.22)$$

где  $K$ -- номер итерации, и штрафной составляющей:

$$e_2 = \left| \frac{\Pi_{\Sigma}^{k+1} - \Pi_{\Sigma}^k}{\Pi_{\Sigma}^k} \right| < \epsilon_2, \quad (2.23)$$

где:  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ -- заданные точности. В связи с тем, что длина шага на отдельной итерации может быть очень малой из-за ограничений, что приведет к неоправданно малому снижению потерь и штрафной составляющей на итерации, соблюдение условий -



требуется на некотором числе смежных итераций, задаваемых дополнительным параметром  $K_{доп}$ .

## Исходные данные, параметры и результаты

Для проведения оптимизации в исходных данных должны быть заданы узлы-ИРМ и регулируемые трансформаторы. Узел считается источником реактивной мощности, если в

нем задано  $Q_{мин} < Q_{макс}$  и  $U_{мин} \leq U_{ном} \leq U_{макс}$ . В таком узле программа *может* изменять заданный модуль напряжения ( $U_{ном}$ ).

Ветвь считается регулируемым трансформатором, если в ней задано

$K_{т,мин} \leq K_{т/в} \leq K_{т,макс}$ . В такой ветви программа *будет* изменять коэффициент трансформации

Узлы считаются контролируемыми по напряжению, если в них задано  $U_{мин} < U_{макс}$ . В таких узлах расчетное напряжение в исходном режиме может не попадать в диапазон  $U_{мин} \div U_{макс}$ . Тогда в ходе оптимизации будет осуществлен ввод режима в допустимую область.

Для изменения параметров оптимизации предназначена таблица **Параметры - Оптимизация** в меню **Расчеты**:

Оптимизация		
	Название	Значение
1	Минимизация потерь в ветвях (МинDP)	Все
2	Участие ИРМ в регулировании (ИРМ)	Да
3	Регулирование ИРМ/ТРАНСФ. (Регулир)	ИРМ+ТРАНСФ.
4	Расчет анцапф (Анцапф)	Да
5	Мин снижение потерь (dPmin)	0.1
6	Минимальное снижение штрафа (dSmin)	0.1
7	Число итераций с мин снижением (It_min)	5
8	Миксим число итераций (It)	150
9	Штрафной коэффициент (K_штраф)	90
10	Коэффициент Kтр (K_ктр)	20

### Миним. потерь по ветвям:

**Все** -- минимизируются потери во всех ветвях сети; **Отмеч.**--минимизируются потери только в отмеченных ветвях; **Нет**-- потери не минимизируются, происходит только ввод в допустимую область;

### Участие ИРМ в регулир.:

**Все**-- все ИРМ участвуют в минимизации целевой функции; **Отмеч.**-- только отмеченные;

### Регулирование ИРМ/ТРАНСФ.:

-- задает параметры регулирования:

**ИРМ+ТРАНСФ.**

-- в регулировании принимают участие и ИРМ, и регулируемые трансформаторы;

**ИРМ**

-- только ИРМ;

**ТРАНСФ.**

-- только трансформаторы;

**Расчет анцапф:**

Да -- после оптимизации выполняется округление полученного коэффициента трансформации до значения ближайшего положения РПН или ВДТ (анцапфы); Нет

-- расчет анцапф не производится ;

**Мин межитерационное снижение потерь:**

-- точность оптимизации по потерям, параметр  $\epsilon_1$  в формуле ()<sup>13</sup>, определяет окончание оптимизации;

**Мин межитерационное снижение штрафа:**

-- точность оптимизации по напряжению, параметр  $\epsilon_2$  в формуле ()<sup>13</sup>, определяет окончание оптимизации;

**Число итераций с мин снижением:**

--число смежных итераций  $K_{\text{доп}}$ , на которых должно соблюдаться ()<sup>13</sup> и ()<sup>13</sup> для успешного окончания оптимизации;

**Максимальное число итераций:**

-- максимальное число итераций, выполняемых в ходе оптимизации,  $[100 - 200]$  ;

**Число итераций для смены базиса:**

-- число итераций, через которое выполняется полная проверка базиса для генераторных узлов;

**Штрафной коэффициент:**

$K_{\text{ш}}$  в формуле ()<sup>13</sup>, значение штрафного коэффициента определяет соотношение между потерями и нарушенными ограничениями по напряжению. Чем больше коэффициент, тем «жестче» после оптимизации будут выдержаны ограничения ()<sup>13</sup>, но большие коэффициенты могут привести к очень медленной сходимости,  $[20 - 500]$  ;

**Сдвиг предела по V:**

-- задает сдвиг пределов напряжений ()<sup>13</sup> в относительных единицах  $[0 - 0.1]$  ;

**Множитель градиента по Kт:**

-- коэффициент  $\mu$  в ()<sup>13</sup>, подбирается экспериментально в пределах  $[1 - 10]$  , влияет на скорость сходимости;

**Число делений шага на итерации:**

-- максимальное число делений шага  $\lambda_{\text{доп}}$  пополам при определении  $\lambda_{\text{опт}}$ , при превышении которого фиксируется окончание оптимизации с нулевым шагом  $[3-10]$ ;

В ходе оптимизации в протоколе работы отображается таблица:

Ит	Потери	Штраф	Огр.шага	dV%	Узел	dVs%	Узел	dKt%	Тр-р
0	985.90	0.00	Qmax 1670	0.37	1440	0.00	0	0.71	19-1516
1	978.91	0.00	Qmax 1605	0.53	1440	0.00	0	0.74	19-1516
2	970.43	0.00	Qmax 1112	0.10	1440	0.00	0	0.13	17-1513
3	968.84	0.00	Vmax 11	0.50	1440	0.00	0	0.59	17-1513
4	961.67	0.00	Qmax 804	0.42	1440	0.00	0	-0.46	20-1520
5	956.65	0.00	Vmax 803	0.02	1440	0.00	0	0.03	803-854

В ней:

**Ит**

-- номер итерации;

**Потери**

-- текущие потери мощности;

**Штраф**

-- текущий штраф;

**Огр.шага**

-- причина ограничения шага  $\lambda$ . Может быть одно из ограничений: (тогда указывается конкретное ограничение с номером узла или ветви) либо оптимум в данном направлении. Последняя причина обычно проявляется вблизи оптимального режима.

**dV%, Узел**

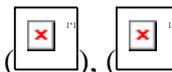
"-- наибольшее приращение модуля напряжения в узле-ИРМ на итерации (в о.е.);

**dVs% ,Узел**

"-- наибольшее приращение модуля напряжения в узле с нарушенными ограничениями по напряжению (штрафная составляющая) на итерации (в о.е.);

**dKt% ,Тр-р**

"-- наибольшее приращение коэффициента трансформации в регулируемом трансформаторе на итерации (в о.е.).



Нормальное окончание оптимизации -- соблюдение условий ( ), ( ). Возможны следующие ненормальные окончания процесса оптимизации:

**Нулевой шаг - оптимизация прекращена**

-- для устранения этой причины необходимо либо уменьшить штрафной

$K_{ш}$

коэффициент , либо увеличить число делений шага. Во многих случаях данное сообщение свидетельствует о найденном оптимуме с машинной точностью и практически является нормальным окончанием оптимизации.

**Превышено предельное число итераций**

-- необходимо либо увеличить максимальное число итераций, либо уменьшить

$\epsilon_1$   $\epsilon_2$   $K_{дрп}$

точность расчета, задаваемую , и .

**Аварийный расчет УР - оптимизация прекращена**

-- в ходе оптимизации потеряна сходимость расчета установившегося режима. Такое сообщение может появиться в случае если исходный режим далек от допустимого.

Результаты оптимизации представлены двумя таблицами, доступными через меню

**Открыть- Оптимизация:**

## 1. Результаты оптимизации по узлам.

В этой таблице поле **Тип** задает тип узла: ИРМ "--источник реактивной мощности, Кон "-- узел, контролируемый по напряжению; V и Q "-- расчетное напряжение и реактивная генерация; dV "-- нарушение ограничений по напряжению;

## 2. Результаты оптимизации по Ктр

В ней отображается расчетный коэффициент трансформации (Ктр) и, если задана информация по анцапфам, соответствующий ему номер анцапфы.

## Расчет анцапф

Коэффициент трансформации, используемый при оптимизации, является промежуточной расчетной величиной. В технологических задачах используют номер положения отпайки РПН или ВДТ, называемый анцапфой.

В программе **Rastr** в исходных данных вместо коэффициента трансформации можно задавать тип регулируемого трансформатора и номер анцапфы.

Задание и расчет анцапф выполняется следующим образом:

1. В таблице **Анцапфы** задать информацию для каждого *типа* регулируемого трансформатора.
2. В таблице **Ветви** в поле **ВД** указать номер *типа* регулируемого трансформатора.
3. При изменении номера анцапфы (задается в поле **Нанс**) происходит *автоматическая коррекция* коэффициента трансформации
4. В ходе оптимизации режима определяется наилучший коэффициент трансформации. Для автоматического определения соответствующего ему номера анцапфы необходимо задать в таблице **Параметры О Расчет анцапф: Да**. В этом случае найденные коэффициенты трансформации *округляются* до значения, соответствующего ближайшей анцапфе, и полученный номер анцапфы заносится в поле **Нанс** таблицы **Ветви**.

Таблица **Анцапфы** хранится в *отдельном* файле соответствующего типа .

В таблице **Анцапфы** размещена следующая информация:

**Нбд**

-- номер типа регулирования трансформатора в базе данных;

**Название**

-- его название (необязательно);

**ЕИ**

-- единицы измерения шага отпайки ( % или **кВ**), если это поле не заполнено, предполагаются %, если в это поле занести любой символ, отличный от % и пробела, будут предполагаться **кВ**;

**+—**

-- порядок нумерации анцапф:  $\begin{matrix} + \\ + \end{matrix}$  "-- анцапфы нумеруются, начиная от

максимальной положительной добавки,  $\begin{matrix} - \\ - \end{matrix}$  "-- от максимальной отрицательной (по

умолчанию задается  $\begin{matrix} + \\ + \end{matrix}$  );

**Тип**

-- тип регулирования. По умолчанию добавка напряжения осуществляется к напряжению **V(рег)**; если задать 1, то добавка будет осуществляться к обоим напряжениям (например при регулировании в нейтрали);

**Кнейтр**

-- число анцапф в нейтральном положении (с нулевой добавкой), по умолчанию 1.

**V(нр)**

-- напряжение нерегулируемой ступени;

**V(рег)**

--напряжение регулируемой ступени;

**Напс**

--число анцапф с шагом, заданным в следующей колонке;

**Шаг**

--величина шага (% или **кВ** в зависимости от поля **ЕИ**).

Порядок следования пар **Напс** - **Шаг**-- от наибольшего минуса к наибольшему плюсу.

Типы регулирования могут быть следующими:

1. Добавка производится только к напряжению **V(рег)**, коэффициент трансформации рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{\text{тр}} = \frac{U_{\text{рег}} \pm n \cdot \Delta U}{U_{\text{нр}}} .$$

Обычно это РПН с регулированием на средней стороне.

2. Добавка производится к обоим напряжениям, коэффициент трансформации рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{тр}} = \frac{U_{\text{рег}} \pm n \cdot \Delta U}{U_{\text{нр}} \pm n \cdot \Delta U} .$$

Обычно это ВДТ с регулированием в нейтрали.

3. Добавка напряжения *следующей* фазы производится к обоим напряжениям, коэффициент трансформации рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{тр}} = \frac{U_{\text{рег}} \pm n \cdot \Delta U \angle 120^\circ}{U_{\text{нр}} \pm n \cdot \Delta U \angle 120^\circ} ,$$

Коэффициент трансформации  $K_{\text{тр}}$  комплексный. Обычно это ВДТ с регулированием в нейтрали, вольтодобавка берется от соседней фазы

4. Добавка напряжения *предыдущей* фазы производится к обоим напряжениям, коэффициент трансформации рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{тр}} = \frac{U_{\text{рег}} \pm n \cdot \Delta U \angle -120^\circ}{U_{\text{нр}} \pm n \cdot \Delta U \angle -120^\circ} ,$$

Примеры:

1. Трансформатор с РПН  $500/230 \pm 8 * 1.4\%$ , анцапфе с номером 1 соответствует  $+8 * 1.4\%$  положение, в нейтральном положении одна анцапфа.  
 $230/121 \begin{matrix} +8*1.56\% \\ -8*1.5\% \end{matrix}$
2. Трансформатор с РПН, анцапфе с номером 1 соответствует  $-8 * 1.5\%$  положение, в нейтральном положении 3 анцапфы.  
 $220/110 \pm 24.2$
3. Трансформатор с ВДТ, общая вольтодобавка кВ, ближайшая к нейтральной добавка кВ и, в нейтральном положении 2 анцапфы, регулирование в нейтрали, нумерация начинается от добавки  $\pm 24.2$ .  
 $\pm 1.86 \pm 9 * 2.48$
4. Трансформатор с ВДТ, общая добавка кВ от предыдущей фазы  $\pm 20$  ( $-120^\circ$  угол).

№д	ЕИ	+/-	Кнейт	Тип	V(нр)	V(рег)	Нанц	Шаг	Нанц	Шаг	Нанц	Шаг		
1	%	+	1	500	230	8	-1.4	8	1.4					
2	%	-	3	230	121	8	-1.5	8	1.56					
3	кВ	+	2	1	220	110	9	-2.48	1	-1.86	1	1.86	9	2.48
4	кВ	+	1	3	500	230	10	-2	10	2				

## Расчет влияния изменения параметров режима

При анализе установившихся режимов часто необходимо оценивать изменения режима при изменении исходных данных, а также решать обратную задачу "-- определить, каким образом изменить исходные данные, чтобы получить требуемый режим .

Эта задача решается с помощью команды **Влияние**, расположенной в меню **Расчеты**.

Данная команда предназначена для оценки влияния изменения исходных данных (узловые мощности, модули напряжения в узлах PV-типа) на изменение расчетных параметров (перетоки мощности, напряжения), либо для определения, каким способом можно изменить расчетный параметр (переток, напряжение). Таким образом решается 2 задачи:

### 1. Возмущения

--- определение, к чему приведет изменение исходных данных. (мощности нагрузки и др);

### 2. Реакция

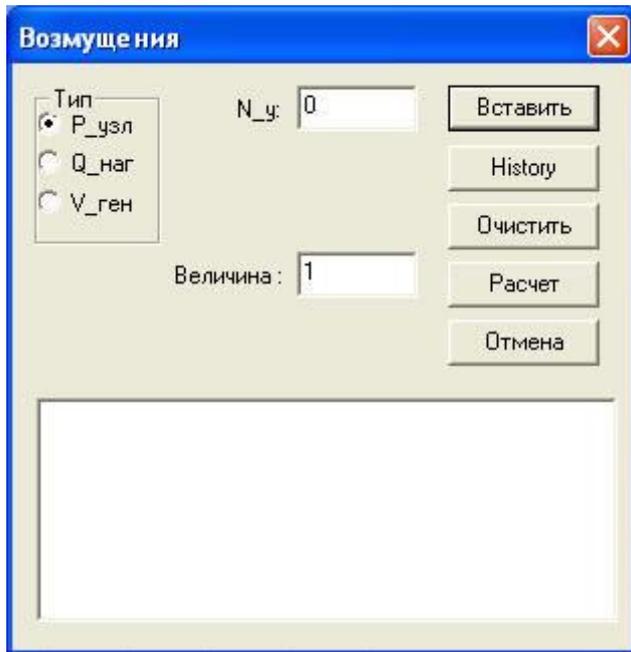
-- определение, каким способом можно изменить расчетный параметр (поток в линии и др);

Особенностями таких расчетов являются:

1. Необходим предварительно рассчитанный режим, называемый *базовым*.
2. Данные задаются и результаты отображаются в форме *отклонений* параметров от базовых значений.

3. Для расчетов используется упрощенная (линеаризованная) модель режима, не учитывающая изменение потерь мощности и наличие пределов регулирования реактивной мощности.
4. Все узлы схемы делятся на 2 типа - активные и пассивные, к активным относятся узлы с заданными пределами регулирования реактивной мощности, в которых в базовом режиме удержан заданный модуль напряжения (узлы PV-типа), к пассивным относятся узлы без пределов регулирования Q и узлы, в которых модуль напряжения в базовом режиме не удержан (узлы PQ, PQ<sub>max</sub>, PQ<sub>min</sub>-типа).

После выбора команды **Возмущения** на экране появляется диалоговое окно:



Для расчета возмущений необходимо задать тип возмущения:

**P\_узел** - изменение узловой мощности P(+ увеличение нагрузки, - увеличение генерации);

**Q\_наг** - изменение узловой мощности Q ( в узлах нагрузки);

**V\_ген** - изменение напряжения узла с заданным модулем:

Величина возмущения задается в поле **Величина**, а номер узла в поле **N\_у**.

После подготовки возмущения его необходимо запомнить с помощью кнопки **Вставить**. Затем можно вставить следующее возмущение (число возмущений не ограничено). После вставки необходимого числа возмущений запускается **Расчет**.

После расчета на экран выдаются 2 формы:

Узлы_Возмущения										
OS	Тип	Юме	Название	V	dV_P	Qr	dQ	Delta	dDelta_f	
1	Нагр	2001	ПОЛИМЕР	232.76	-0.004			-48.11	-2.029	
2	Нагр	1938	КНЯЖЕВО	230.66	-0.102			-37.6	-1.704	
3	Нагр	1926	ЗАВОД	223.81	-0.158			-39.17	-1.662	
4	Нагр	1740	ИЛЬКОВО	233.08	-0.026			-47.63	-1.992	
5	Ген	1730	ЛУГОВ	237.2		-11	3.097	-44.17	-1.982	
6	Нагр	1724	КРГП31,2	229.07	-0.017			-51.81	-1.992	
7	Нагр	1722	ЯГОД	233.45	-0.002			-46.24	-1.983	
8	Нагр	1720	КАРТОПЬ	223.97	-0.009			-55.5	-1.985	
9	Нагр	1716	ХОРААЖ	229.89	-0.018			-51.22	-1.99	
10	Нагр	1714	ВАНДМТО	228.42	-0.013			-52.37	-1.992	
11	Ген	1712	КРАСЛЕН	230		43	0.551	-49.32	-1.993	
12	Нагр	1710	НОВАЯ	228.47	-0.008			-51.75	-1.985	
13	Нагр	1709	КГП3-4,5	230.43	-0.016			-51.36	-1.99	
14	Нагр	1708	КРГП3-3	228.74	-0.008			-51.51	-1.993	
15	Нагр	1706	СОТНИК	236.76	-0.005	15		-44.23	-1.984	

Первая показывает изменение модуля напряжения (dV\_P), реактивной генерации (dQ) и угла напряжении (dDelta\_P) в узлах сети.

Ветви_Возмущения										
OS	N_нач	N_кон	Название	P_нач	d_Pл_нач	P_кон	d_Pл_кон	d_Qл_нач	d_Qл_кон	
1	804	805	КОЗЫРЕ - ШАГОЛ	3458	103.846	3549	109.41	-36.724	12.733	
2	802	804	ИСЕТЬ - КОЗЫРЕ	1347	52.402	1385	55.439	-14.469	16.054	
3	5	803	ТЮМ - РЕФТГРЭ	135	49.779	136	49.99	-1.13	1.161	
4	28	837	ТОБОЛЬСК - КУРГА	497	44.793	512	47.435	-12.146	13.374	
5	4	28	ИРТ - ТОБОЛЬСК	641	44.63	642	44.792	-13.907	-12.18	
6	4	5	ИРТ - ТЮМ	-177	37.846	-176	37.528	5.89	3.826	
7	4	91	ИРТ - ОСИННИК	-320	17.524	-317	17.315	6.989	6.123	
8	30	90	НЕЛЫМ - ЧЗЭС-500	124	8.283	125	8.291	-1.553	-1.409	
9	3	30	ДЕМ - НЕЛЫМ	223	8.106	224	8.126	1.978	2.236	
10	3	14	ДЕМ - ЛУГОВАЯ	-172	6.51	-171	6.456	0.754	0.551	
11	807	836	ТРОИЦГР - ДУБР	514	6.279	517	6.357	-1.147	-0.194	
12	816	817	ПТЭЦ - ПЕТПАВ	475	6.118	480	6.228	1.635	2.086	
13	5	1131	ТЮМ - ТЮМЕНЬ	-99	5.191	-99	5.188	2.401	2.201	
14	1131	1140	ТЮМЕНЬ - ТТЭЦ-2	108	5.19	109	5.202	2.228	2.298	
15	812	831	ОМСК - ЕРМАК	1057	2.934	1107	3.235	-1.705	1.027	

Вторая показывает изменение потоков мощности (d\_Pл\_нач, d\_Qл\_нач, d\_Pл\_кон, d\_Pл\_кон) на линиях.

После выбора команды **Реакция** на экране появляется диалоговое окно:

The dialog box titled "Реакция" contains the following elements:

- Тип:** A list of radio buttons for selecting the reaction type:  $V_{наг}$  (selected),  $Q_{ген}$ ,  $\Delta$ ,  $P_{лин}$ ,  $Q_{лин}$ ,  $dP$ , and  $dP''$ .
- Inputs:** Four text boxes for numerical values:  $N_{у/N_{нач}}$  (0),  $N_{кон}$  (0),  $N_{р}$  (0), and **Величина** (1).
- Buttons:** A vertical stack of buttons on the right: **Вставить**, **History**, **Очистить**, **Расчет**, and **Отмена**.

Для расчета реакции необходимо задать тип:

**V\_наг** - изменить напряжение нагрузки ( $N_{у}$ );

**Q\_ген** - изменить генерацию  $Q$ , узла с фиксированным  $V$  ( $N_{у}$ );

**Delta** - изменить угол напряжения ( $N_{у}$ );

**P\_лин** - изменить поток в линии ( $N_{нач}$ - $N_{кон}$ - $N_{р}$ );

**Q\_лин** - изменить поток в линии ( $N_{нач}$ - $N_{кон}$ - $N_{р}$ ); величина изменения задается у узла  $N_{нач}$ , направление потока от  $N_{нач}$  к  $N_{кон}$ ;

**dP** - изменить потери в сети (коэффициенты относительных потерь ) (---):

**dP''** - изменить коэффициенты относительных потерь ( $N_{у}$ );

Величина реакции задается в поле **Величина**.

После подготовки реакции его необходимо запомнить с помощью кнопки **Вставить**. Затем можно вставить следующее воздействие (число не ограничено). После вставки необходимого числа воздействий запускается **Расчет**.

После расчета на экран выдается форма:

Узлы_Реакция							
	OS	Тип	Номер	Название	d_P	d_Q	d_V
1		База	805	ШАГОЛ			
2		Ген	1	СГРЭС-1	-0.581		-0.286
3		Ген	4	ИРТ	-0.524	-0.031	
4		Ген	11	СГРС-2	-0.577	-0.012	
5		Ген	21	НВТГРЭС	-0.598		-0.37
6		Ген	29	СГРЭС-2	-0.584	-0.008	
7		Ген	801	ТАГИЛ	-0.807		-0.162
8		Ген	803	РЕФТГРЭ	-0.754		1.65
9		Ген	804	КОЗЫРЕ	0.004		0.569
10		Ген	806	БАЗ	-0.854		0.003
11		Ген	807	ТРОИЦГР	-0.011		-0.025
12		Ген	809	ЕСИЛЬ	-0.04		0.062
13		Ген	811	ЭКИБАС	-0.081		0.049
14		Ген	812	ОМСК	-0.104		-0.103
15		Ген	813	ЭКИБ	-0.129		-0.312

## Пользовательский интерфейс

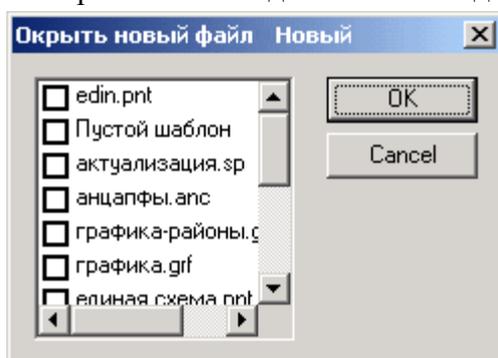
### Главное меню

---

#### Файлы

##### — Новый

Используется для создания нового файла заданного типа (или нескольких типов). При выборе этой команды появляется диалоговое окно:



содержащее список установленных в программе типов файлов и, дополнительно, строку **Пустой шаблон**. При выборе одного или нескольких типов файлов, содержимое соответствующих данных очищается, дополнительно в рабочей области создается описание данных. Содержимое рабочей области, не соответствующее типу файла, не изменяется. Команда **Новый** также создает пустую структуру данных по данному типу файла.

При выборе - **Пустой шаблон** - вся рабочая область полностью очищается( удаляются не только данные, но и их описание). При выборе нескольких типов файлов они создаются последовательно (если выбран **пустой шаблон** он всегда первый ).

 — **Загрузить**

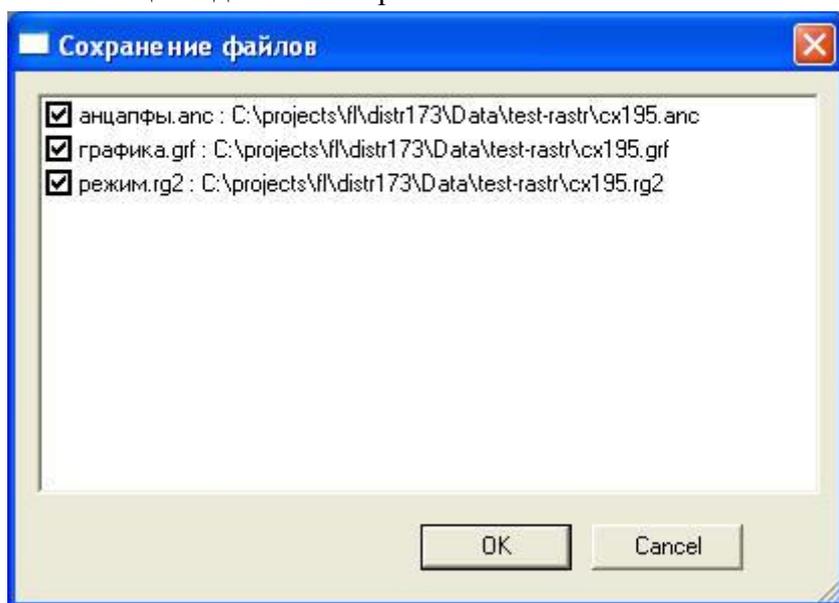
Используется для загрузки файла в рабочую область. При выборе этой команды появляется стандартное диалоговое окно открытия файла. В пункте **Тип Файлов** необходимо выбрать тип загружаемого файла. Это может быть один из установленных в программе шаблонов типа файла, либо один из старых файлов DOS-версии (**rge, sxe**). При выборе типа **Все- без шаблона** содержимое рабочей области полностью замещается содержимым загружаемого файла.

 — **Сохранить**

Используется для сохранения **всех** ранее загруженных файлов каждого типа. Программа Rastr держит в своей памяти таблицу соответствия между шаблоном типа файла и последним загруженным с помощью него файлом:

Тип файла	Последний загружаемый файл по этому шаблону
имя-шаблона	имя-файла
...	...
без шаблона	имя файла

эта таблица выдается на экран



в соответствии с этой таблицей сохраняются все файлы соответствующих типов, загруженные ранее в текущем сеансе работы.

Убрав "птичку" перед названием файл можно отказаться от его сохранения.

**Файлы старого формата (rge, sxe) не сохраняются этой командой**

### — Сохранить как

Используется для сохранения файла из рабочей области. При выборе этой команды появляется стандартное диалоговое окно сохранения файла. В пункте **Тип Файлов** необходимо выбрать тип сохраняемого файла. Это может быть один из установленных в программе шаблонов. При выборе типа **Все - без шаблона** содержимое рабочей области полностью сохраняется в файле.

### — Сохранить шаблон

Сохраняются описание типов файлов (шаблоны), содержащие описания данных (точность, заголовок, формула и тд). В дальнейшем, **ВСЕ** загружаемые файлы соответствующего типа будут иметь сохраненное описание данных.

### — Дополнительно

Выполняется похожая на **Загрузить** команда. Разница заключается в том, как обрабатывается содержимое существующих данных в рабочей области и загружаемом файле.

**Присоединить** - содержимое таблиц загружаемого файла присоединяется в конец аналогичным таблицам рабочей области без контроля совпадения ключевых полей.

**Объединить** - содержимое таблиц загружаемого файла объединяется с аналогичными таблицами рабочей области по значениям ключевых полей. Если значение ключевых полей загружаемого файла отсутствует в таблице рабочей области, данные присоединяются в конец таблицы в рабочей области.

**Обновить** - содержимое таблиц рабочей области обновляется по аналогичным таблицам загружаемого файла по значениям ключевых полей. Если значение ключевых полей загружаемого файла отсутствует в таблице рабочей области, данные игнорируются.

При использовании дополнительных команд загрузки, даже при задании типа файла - **Без шаблона -Все** содержимое рабочей области не переписывается (в этом случае в качестве шаблона используется сам загружаемый файл).



### — Печать

Выполняет распечатку содержимого текущего активного табличного или графического окна. Для печати графики необходимо предварительно выделить область печати. При печати текстового окна сохраняются все установки таблицы (размер шрифта, цвета и тд). Число листов при печати таблицы зависит от ее числа строк и столбцов. При печати графики число листов определяется значением параметра **Полос** в таблице **Графика - Параметры -Общие**.

**Настройка принтера** - позволяет определить размеры рабочей области листа при печати.

### Настройки программы

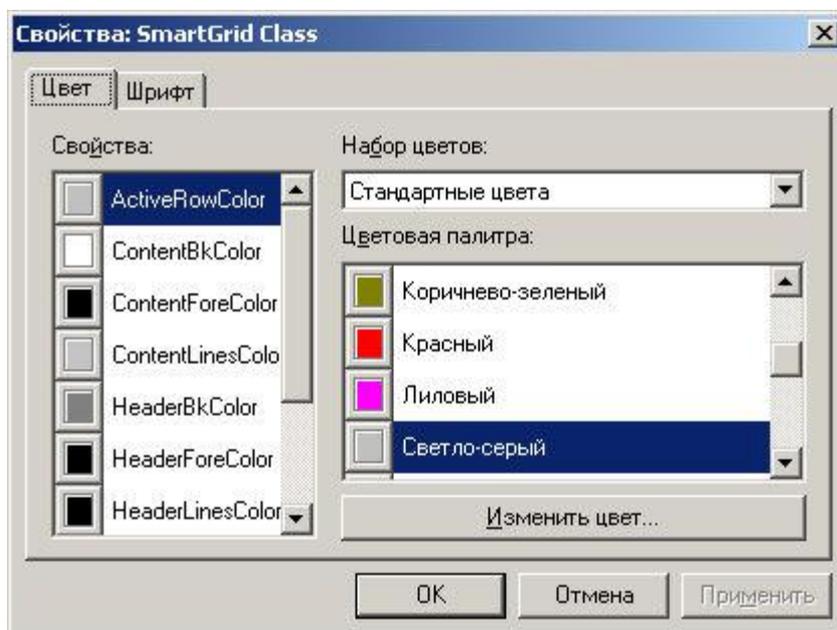


#### — Данные

Вызывает диалоговое окно изменения структуры базы данных.

**Формы** - вызывает диалоговое окно изменения/добавления формы для табличного отображения.

**Таблица**- вызывает диалог для изменения вида табличного отображения



можно изменить цвета и шрифт используемые для оформления таблиц на экране. Результаты запоминаются в файле rastrwin.ss - при удалении этого файла таблицам возвращается исходный вид.

**Печать базы** -отладочная печать структуры базы в протокол.

**Последние** - содержит список четырех ранее загруженных/сохраненных файлов вместе с их шаблонами (шаблон указывается в угловых скобках). Может быть использован для повторной загрузки этих файлов.

**Импорт**

**Экспорт** - вызывает макро-процедуру чтения или записи файла в **формате ЦДУ**, или в формате CSV

Для экспорта импорта в формате ЦДУ используются макро экспорта - **toCDU.rbs**, импорта - **fromCDU.rbs**

## Расчеты

**Контроль** - выполняет проверку исходных данных для расчета режима.

 **Режим** - расчет установившегося режима методом Ньютона.

 **Оптимизация** режима по реактивной мощности и напряжениям.

 **Эквивалентирование** электрической сети.

**Влияние** - расчет сетевых коэффициентов

**Утяжеление** - подменю для команд утяжеления режима

**Контр-е величины** - подменю для команд работы с контролируемыми величинами

**Параметры** - подменю с формами для отображения и коррекции параметров работы расчетных программ.

 **Обновить** - служит для обновления содержимого открытых окон при изменении данных, связанных формулами. Обновление открытых окон автоматически происходит при выполнении любого расчета (режим, оптимизация и тд) и при загрузке файла.

**Пример использования:** в программе открыто два окна - **Узлы** и **Ветви**.

После изменения названия узла в таблице **Узлы**, необходимо отобразить изменения названий в таблицы **Ветви**. Так как название ветви задано формулой (по названиям узлов, соединяющих ветвь), для его обновления в открытой таблице **Ветви** используется команда **Обновить**.

**Макро** - вызывает диалоговое окно создания, редактирования и выполнения макрокоманд. (см. раздел Макро)

**Выполнить** - дополнительное меню для выполнения макрокоманд. При запуске программа сканирует директорию %Rastr%/macro и имена всех файлов с расширением **rbs** заносит в это меню. Пользователь может помещать в это меню часто используемые макро.

По умолчанию в это меню внесены макро:

**Сформир. связи р-нов** - формирует связи районов в виде таблицы. Этой таблицей пользуются при выполнении **Графика-районы** и **Районы+связи**

**Сохранить отмеченные** - сохраняет отмеченные узлы и ветви в CSV-файле.

**Восстановить отмеченные** - восстанавливает отмеченные узлы и ветви из CSV-файла.

**Сечение по отмеченным** - создает сечение по отмеченным ветвям (удобно отмечать в графике). По умолчанию направление ветви в сечении совпадает с номерами начала и конца ветви, для изменения на противоположное необходимо отметить узел конца.

**Отметить линии в сечении** - отмечает линии, входящие в выбранное сечение - полезно для визуализации сечения на графике и в формах Ветви.

**Анализ** - для текущей схемы выдает в протокол работы общую информацию по ней - число узлов, ветвей, суммарные мощности и тд.

**Задать потребление района** - запрашивает номер района и желаемое потребление в нем. Макро выполняет групповую коррекцию активной и реактивной мощности нагрузки, затем выполняется расчет режима. При несовпадении потребления выполняется дополнительная коррекция и расчет режима и тд. (до 10 итераций) процесс коррекции выдается в протокол.

**Изменить мощность сечения** - запрашивает номер сечения и желаемый переток в нем. Для изменения перетока используются только генераторные узлы ( это правило достаточно легко изменить в самом макро).

Распределение мощности между узлами осуществляется по коэффициентам влияния. После изменения мощности производится расчет режима и повторное распределение мощности (итерационно) , итерационный процесс заносится в протокол.

**Перенумерация узлов по списку** - перенумерация узлов по файлу списку узлов, структура файла совпадает с DOS версией. Например:

```
1=100 4=7440 7=21 100-200=+1000 150=700
200=800
```

**и т.д Узел 1 будет перенумерован в 100 , 4 в 7440 , 7 в 21, узлы с номерами от 100 до 200 увеличат номер на 1000, 150 в 700 и т.д.**

В процессе коррекции осуществляется контроль существования старого и нового номера. Коррекция производится для всех номеров ссылающихся на этот узел (см ссылки) - ветви, графика, сечения ( в общем все, что загружено).

**Вариантные расчеты** - проводит серию вариантных расчетов

**Сохранить районирование** - сохраняет всю информацию о районировании схемы в текстовый файл

**Загрузить районирование** - загружает всю информацию о районировании из текстового файла

## Открыть

Используется для открытия окна в табличном или графическом виде.

### — Протокол

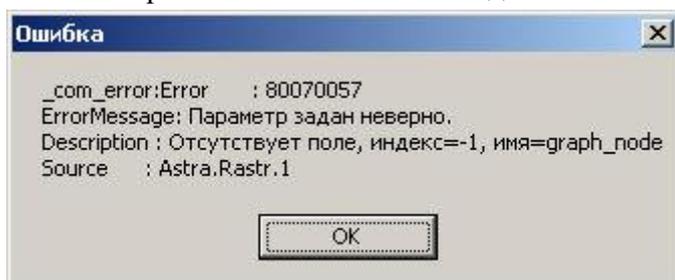
служит для открытия протокола работы программы. В протокол заносятся сообщения о ходе выполнения, таблица сходимости для расчетов, результаты работы макросов.

**Графика** - используется для открытия графического окна.

**Графика-районы** - используется для открытия графического окна в котором в виде узлов изображаются районы, а в виде ветвей - связи между ними. Связи районов должны быть предварительно сформированы с помощью команды (**Расчеты- Выполнить - Сформировать связи районов**)

Остальные пункты этого меню являются динамически настраиваемыми и их содержание определяется списком загруженных форм.

Перед открытием окна необходимо загрузить или создать структуры данных отвечающие за их отображение. Если этого не сделать появится сообщение



Описание поставляемого набора форм приведено в разделе Стандартные формы

## Графика

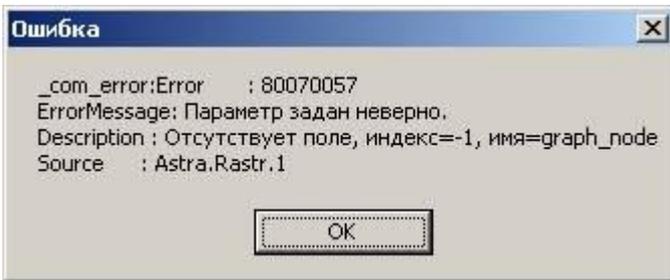
Используется для манипуляции данными текущей открытой графики (узлы или районы) .

Для открытия графического окна необходимо выполнить команду **Открыть - Графика** или **Открыть - Графика-районы**.

Перед открытием графического окна необходимо выполнить одно из следующих действий:

1. Загрузить графическую схему с старом (схе) формате.
2. Загрузить файл в новом формате (Графика или Графика-районы)
3. Выполнить команду меню Файл – Новый и выбрать шаблон пустого графического файла (Графика или Графика-районы).

Если при открытии графики вы получаете окно следующего содержания:



Это означает, что в рабочей области отсутствует необходимая для инициализации графики информация и необходимо выполнить одно из вышеперечисленных действий.

Для использования **Графика-Районы** необходимо подготовить форму **Районы** и сформировать связи между районами (с помощью команды **Расчеты - Выполнить - Сформировать связи между районами**

При работе с графикой можно открывать несколько графических окон. Изменения, проводимые в одном окне, автоматически отображаются в других.

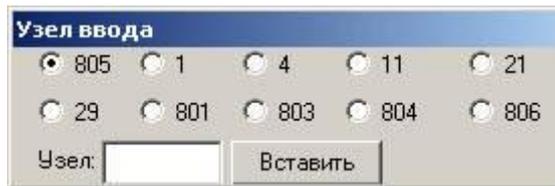
**Состояние.** В зависимости от выбранного состояния графика может находиться в одном из следующих режимов:

 — **Просмотр**

при нажатой левой кнопке мыши и движении мыши схема перемещается, при движении мыши вверх-вниз с нажатой кнопкой **Ctrl** схема изменяет масштаб. Правая кнопка – вызов контекстного меню.

 — **Ввод**

позволяет ввести узел в графическую схему. При установке мыши на уже введенный узел и перемещении при нажатой клавише производится коррекция его местоположения. Для ввода нового узла используется дополнительное немодальное диалоговое окно :



Узел предлагаемый к вводу отмечен \* . Для ввода узла, не попавшего в список, ввести его номер и нажать **Вставить**.

Для ввода всех смежных узлов захватить мышью узел (нажать левую кнопку) и нажать клавишу "Пробел"

Для изменения ориентации шины узла в процессе перемещения используются модификаторы **Shift** (горизонтально) **Alt**(вертикально) и **Ctrl** (зафиксировать).

Для **удаления** узла из графической схемы используется **Правая** кнопка мыши.

 — **Излом**

используется для создания редактирования места излома на линии. Захватить мышью точку на ветви и переместить в нужное место. На линии может быть не более 4 изломов

 — **Присоединение**

используется для редактирования места присоединения ветви или изображения фигуры к узлу. Для применения захватить мышью нужный объект и переместить в нужное место.

 — **Текст**

используется для редактирования места расположения текстовых надписей. Захватить мышью нужную надпись и переместить в нужное место. Для изменения размера – нажать Ctrl, для изменения угла – Пробел. Для **удаления** текстового окна - **Правая** кнопка мыши. Для восстановления удаленного окна необходимо переключиться на фоновый план и удалить текст с фонового плана.

#### — Надпись

используется для ввода и редактирования текстовых надписей.

#### — Поиск

для поиска нужного узла ввести его номер

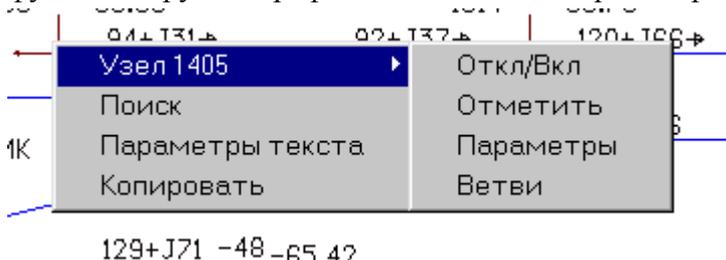
**Выделить** - для печати необходимо предварительно выбрать рамкой прямоугольную область. В программе запоминается *последний* выделенный участок. Затем выбрать команду **Печать**. Будет осуществлена печать выделенного фрагмента с разбивкой на листы в соответствии с параметром **Полос** (Графика – Параметры – Общие).

**Фоновый план** - этот переключатель предназначен для восстановления удаленных окон текста.

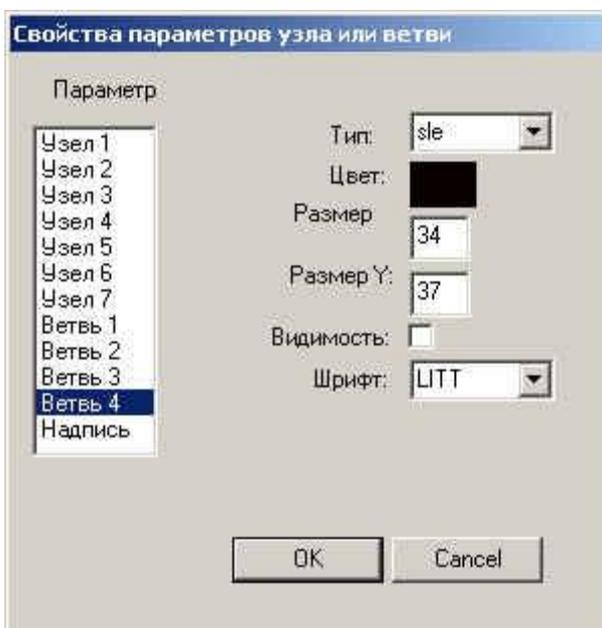
**Экспорт DXF** - используется для вывода текущего графического окна в файл формата DXF (AutoCad)

## Локальное меню графики

Локальное меню в графике используется для выполнения часто встречающихся функций и для связи между графическим и табличным представлением. Локальное меню функционирует в Графика - Состояние - Просмотр.



Если курсор мыши перед вызовом локального меню указывает на линию или ветвь, оно содержит номер этого узла или линии. Локальное меню позволяет провести некоторые действия с этим объектом - отключить или включить, отметить или убрать отметку, или вызвать различные таблицы, связанные с этим узлом или ветвью. Для узла можно вызвать форму Узлы, с выборкой "ну=номер узла", или форму Ветви, с выборкой "ip=номер узла / iq=номер узла". Для ветви можно вызвать форму Ветви, с выборкой "ip=номер начала & iq=номер конца", или форму Узлы с выборкой "пу=номер начала | пу=номер конца" . Диалог **Поиск** позволяет найти в графике нужный узел по его номеру. Если узел найден, он размещается в центре экрана.



Диалог **Параметры текста** позволяет изменить некоторые параметры текстовых надписей при узле ( Узел 1-7) или ветви (Ветвь 1-4). Все изменения этих параметров касаются только текущего *открытого* окна и не сохраняются в базе. Это позволяет получить несколько открытых окон с различным составом параметров текста. Для сохранения параметров текста следует пользоваться **Графика- Общие - Текст** - в этом случае изменение параметра автоматически производится во всех окнах.

**Копировать** - копирует предварительно выделенный прямоугольный участок (**Графика - Выделить**) в буфер обмена Windows (формат WMF), этот участок можно вставить в виде картинки в большинство Windows приложений.

## Контекстные макросы

Контекстные макросы выполняются в зависимости от положения курсора и выделенного поля в табличном или графическом редакторе.

При работе в текстовом редакторе в макрос передается:

- номер строки, где установлен курсор (aRow )
- имя столбца, где установлен курсор (aCol)

В текущей версии доступны следующие макросы:

- 1) Таблица Узлы:

база	СУО	ШАГ	УЛЛ	СУУ	Г	У	В	С	Т	У	У	У
Ген	1	СГРЭС-1	520	7	72	721	2000	667.6	520	0		
Ген	4	ИРТ	520	7	654.5	168.5	510		520			
Ген	11	СГРЭС-2	520	1	7	16	96	3200	520			
Ген	21	НВТГРЭС	520	7	18	48	1606.3	33.2	520			
Ген	29	СГРЭС-2				96	2398.4		520			
Ген	801	ТАГИЛ				554		619.2	500			
Ген	803	РЕФТГРЭ				78	1300	638.4	520	1		
Ген	804	КОЗЫРЕ				557		1083.3	505	-2		
Ген	806	БАЗ					365	23.9	500	-1		
Ген	807	ТРОИЦГР										
Ген	809	ЕСИЛЬ								-8		
Ген	811	ЭКИБАС								-1		
Ген	812	ПМСК								-1		

- Поиск
- Вставить
- Удалить
- Добавить
- Дублировать
- Открыть
- Макрос**
  - Включить с ветвями
  - Включить остров
  - Отметить остров
  - Отметить связанные узлы
  - Отметить выделенные
- Выборка
- Гр.коррекция
- Копировать
- Экспорт CSV

**Включить с ветвями** - Включает узел и смежные ветви

**Включить остров** - Включает узел и все отключенные смежные узлы и ветви

**Отметить остров** - Отмечает узел и все смежные, границей являются отмеченные ветви.

% Команда позволяет отметить электрически связанный фрагмент, границей которого являются отмеченные линии.

**Отметить связанные узлы** - отмечает смежные узлы.

**Отметить выделенные** - отметить узлы, попавшие в прямоугольное выделение.

## 2) Таблица Ветви

2	43	МАГ - СУРГ.НХК	3.2	33	-412	307				
3			7	74	-961	9				
3			6.9	68.5	-860	-19				
3			1.44	13	-176	227				
3			1.2	12.5	-150	323				
4						26				
4						35				
4						32				
5			10	90	-1151	-19				
5			8.3	75.6	-970	57				
5			4.27	37.8	-1885	-43				
6			5.4	54	-677	-37				
6			3.8	40	-461	394				
6	31	ХОЛ - МУРАВЛ	4.45	40.6	-520	-30				
7	18	ТАРК - КИРИЛ	9.2	94	-1132	383				

**Переставить N\_нач <=> N\_кон** - переставить местами начало и конец ветви

**Добавить в сечение** - добавить ветвь в сечение

**Отметить выделенные** - отметить ветви, попавшие в прямоугольное выделение.

Дополнительный макрос - **Убрать отметку** - убирает отметку узлов или ветвей.

Появляется только если курсор находится в колонке **О** (отметить)

## Окна

Данное меню содержит стандартный менеджер открытых окон, который позволяет организовать расположение окон на экране и переключаться между ними.

## Грид (таблица)

### Таблица

Используется для манипуляции данными текущей открытой таблицы.

Большинство команд этого меню доступно также через локальное меню таблицы.

 **Вставить** пустую строку перед текущей.

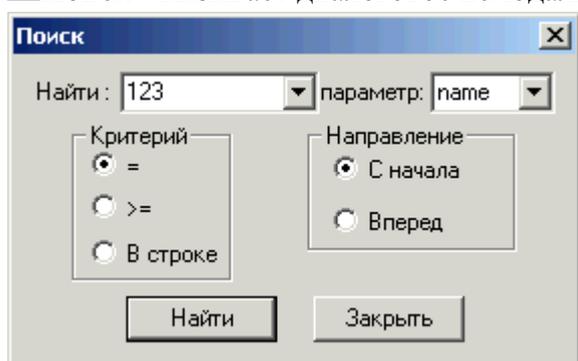
 **Добавить** пустую строку в конец таблицы.

 **Удалить** текущую строку.

 **Дублировать** текущую строку.

Для управления столбцами таблицы предназначено локальное меню заголовка таблицы.

 **Поиск** - вызывает диалоговое немодальное окно поиска элемента в таблице.



В окне редактирования **Найти** необходимо ввести строку поиска. В окне **параметр** необходимо выбрать имя поля данных по которому осуществляется поиск (по умолчанию в этом окне выводится имя поля данных в котором был установлен курсор перед поиском). Переключатель **Критерий** позволяет выбрать условие окончания поиска:

= - точное совпадение строки поиска с искомым выражением

>= - поиск прекращается, если значение в строке больше или равно искомому выражению

**В строке** - поиск подстроки для строк с названиями

**Направление** - задает начало поиска

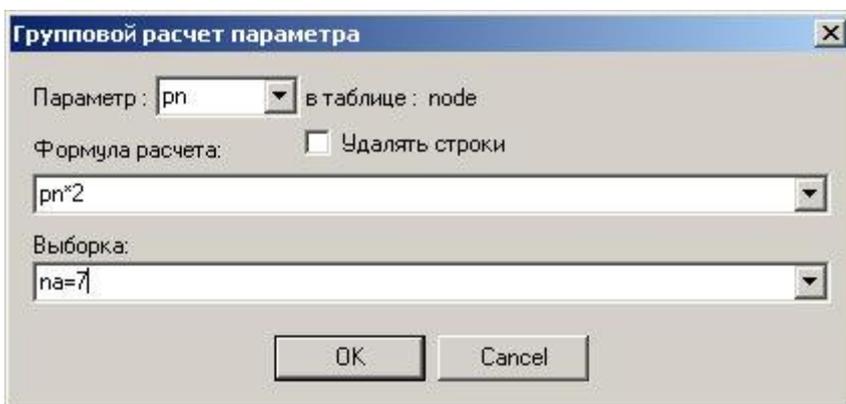
**С начала** - поиск выполняется с начала таблицы

**Вперед** - поиск выполняется с текущей строки

При поиске ветви по номерам узлов ее связывающих, необходимо установить курсор в поле номер узла начала линии (ip) и в диалоговом окне набрать номера узлов связывающих ветвь.

**Выборка** - вызывает диалоговое окно задания выборки. Выборка задается в виде формулы, если значение этой формулы для строки таблицы данных не равно нулю строка отображается, и не отображается в противном случае.

**Гр. коррекция** - вызывает диалоговое окно групповой коррекции данных.



**Параметр** - задает имя корректируемого параметра.

**Формула** - формула для пересчета параметра

**Выборка** - задает выборку, по которой производится коррекция.

**Удалять строки** - при установке этой галочки удаляются все строки по выборке, формула в этом случае значения не имеет.

**Ссылки** - при включении этого режима ( помечается галочкой в меню) при изменении основного параметра изменяются и все ссылающиеся на него элементы (см. Ссылки)

**Пример:** при изменении номера узла в таблице **Узлы** с помощью простой или групповой коррекции **при включенных ссылках одновременно** изменяется соответствующий номер узла, соединяющего ветвь в таблице **Ветви** ( так как номера узлов связывающих линию ссылаются на номер узла в таблице **Узлы**). Если в этот момент загружена графика поменяются номера узлов и в графике.

## Локальное меню таблицы

При работе в табличном представлении используются следующие функции:

**Сортировка** - двойной щелчок мыши на заголовке соответствующего столбца приводит к сортировке по возрастанию или убыванию величины в этом столбце. Сортировка в сдвоенной таблице осуществляется раздельно по основной и вспомогательной таблице.

**Изменение ширины столбца** - установить мышь в заголовке на границе между столбцами - нажать - передвинуть - отпустить.

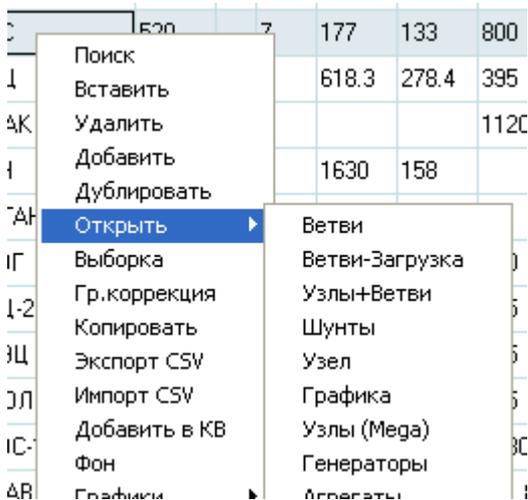
**Изменение высоты всех строк** - становить мышь на границе между строками - нажать - передвинуть - отпустить.

**Перемещение столбца данных в другое место таблицы** - нажать левую кнопку на заголовке столбца данных (курсор изменит вид) - переместить мышь на другой столбец и отпустить.

Переход между режимами редактирования и просмотра - **F2** или **Enter**.

Для изменения шрифта, цветов фона и строк используются Меню - Файлы -Настройка - Таблица

**Локальное (контекстное) меню таблицы** появляется с помощью щелчка правой кнопки мыши на **столбце данных** (не на заголовке !):



Большинство команд этого меню доступно через главное меню - Таблица.

Команда **Открыть** открывает новое окно с таблицей и выборкой, соответствующей положению курсора, при необходимости это меню можно настроить

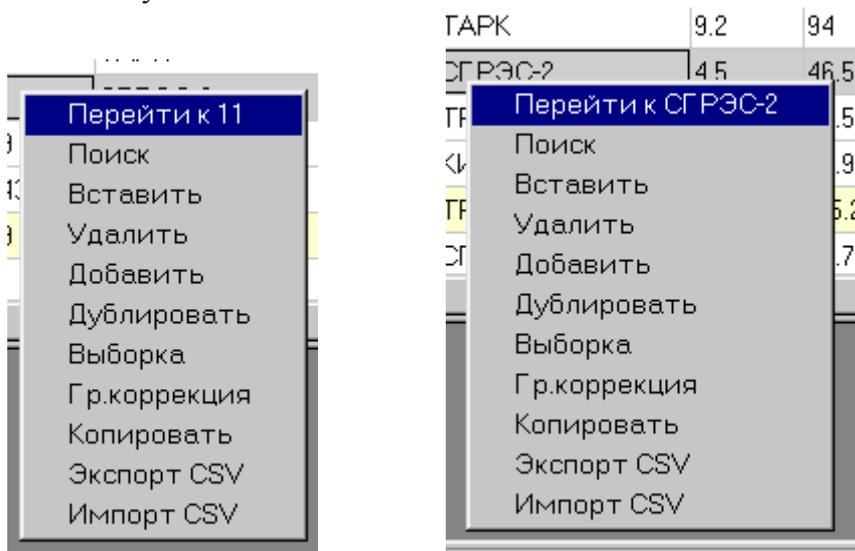
Команда **Копировать** помещает содержимое таблицы в буфер обмена Windows (формат буфера обмена оптимизирован для MS Excell)

Команды **Экспорт CSV** и **Импорт CSV** вызывают диалоговые окна сохранения/загрузки содержимого таблицы в/из CSV файл(а) и предназначены для обмена информацией со внешними программами.

Команда **Добавить в KB** - описана в разделе **Контролируемые величины**

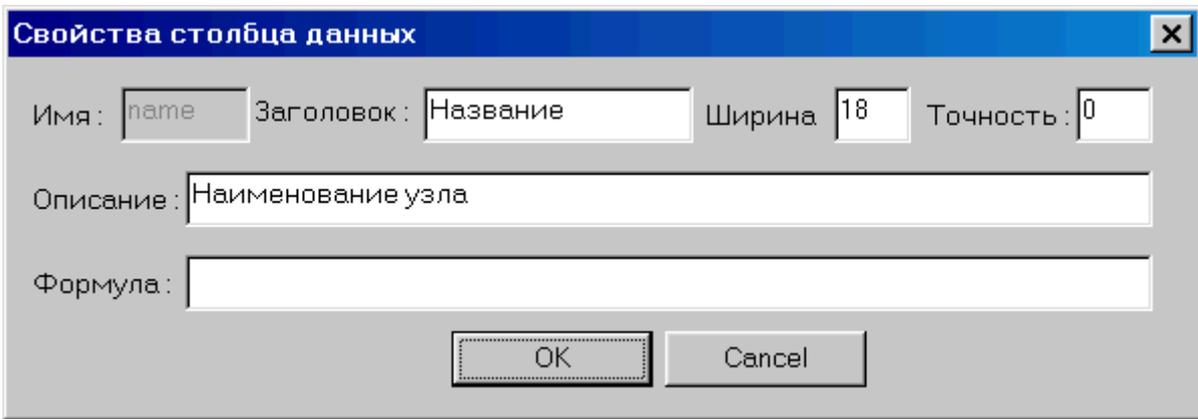
Команда **Фон** - описана в разделе Управление цветом фона полей и строк

При работе со сдвоенными формами типа **Узлы+Ветви** локальное меню дополняется командами перехода к основной форме при вызове локального меню на номере или названии узла:



**Локальное (контекстное) меню заголовка таблицы** появляется с помощью щелчка правой кнопки мыши на столбце **заголовка данных** :





позволяющий изменить некоторые свойства данных (точность, формула, заголовки). Для изменения остальных свойств, а также для **сохранения проведенных изменений на диске** предназначен диалог Настройки - Данные.

Команда **Преобразовать** предназначена для преобразования кодировки символьной информации.

**DOS ->WIN** - преобразует русские символы из кодировки DOS в кодировку WIN

**LAT ->RUS** - преобразует символьные строки содержащие смешанные (русские и латинские) буквы в русский регистр. Т.е. буквы, имеющие одинаковое написание (например, А (русская) и А (латинская)) но разную кодировку, преобразуются в русские. Такая команда полезна для перекодировки схем, ведущих свое происхождение от ЕС-ЭВМ (там буквы имеющие одинаковое написание имели одинаковую кодировку), обычно эти схемы имеют название заглавными буквами. Перекодировка необходима для выполнения команд поиска.

Команда **Доб для сравнения** описана в разделе Сравнение данных

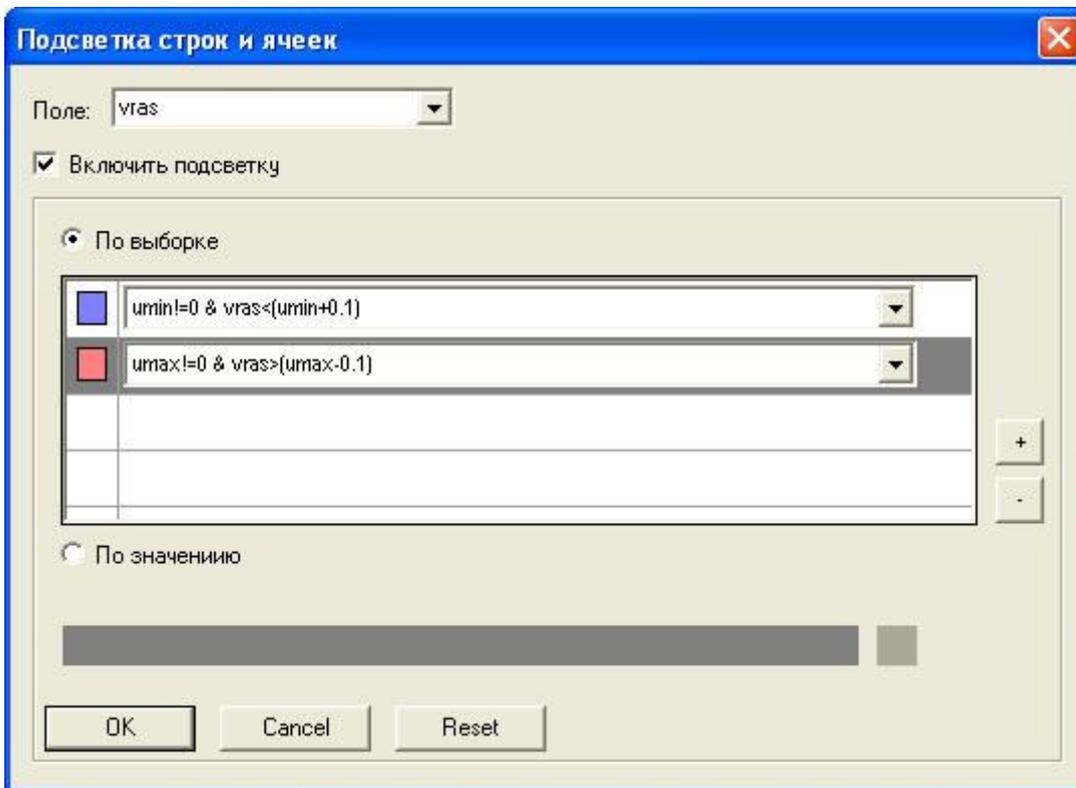
## Управление цветом фона полей и строк

При работе в таблицами можно выделять цветом фона отдельные поля и строки в зависимости от состояния параметров режима. Для доступа к настройкам фона, существует пункт **Фон** в локальных меню таблицы ( для задания фона строки **в целом**) и заголовка таблицы (для задания фона **отдельного поля**).

Для управления фоном существует два способа:

- 1) Градиентная заливка в зависимости от значения параметр. (подобная используемой в графике).
- 2) Раскраска заданным цветом, при условии выполнения заданной выборки ( или нескольких выборок).

Рассмотрим раскраску заданным цветом (вариант 2) на примере расчетного модуля напряжения ( поле **V** в таблицы узлы) с целью выделить напряжения меньше минимального или большие максимально допустимого. Из заголовка столбца выбираем пункт **Фон**:



Включаем подсветку и задаем ее по выборке. Задаем первую выборку для выделения напряжений меньше минимального:

$umin \neq 0 \ \& \ vras < (umin + 0.1)$

Первая составляющая нужна для не выделения напряжений с незадаанным  $umin$ .

Выбираем цвет выделения (сиреневый). Аналогично задаем выборку для выделения напряжений больших максимального:

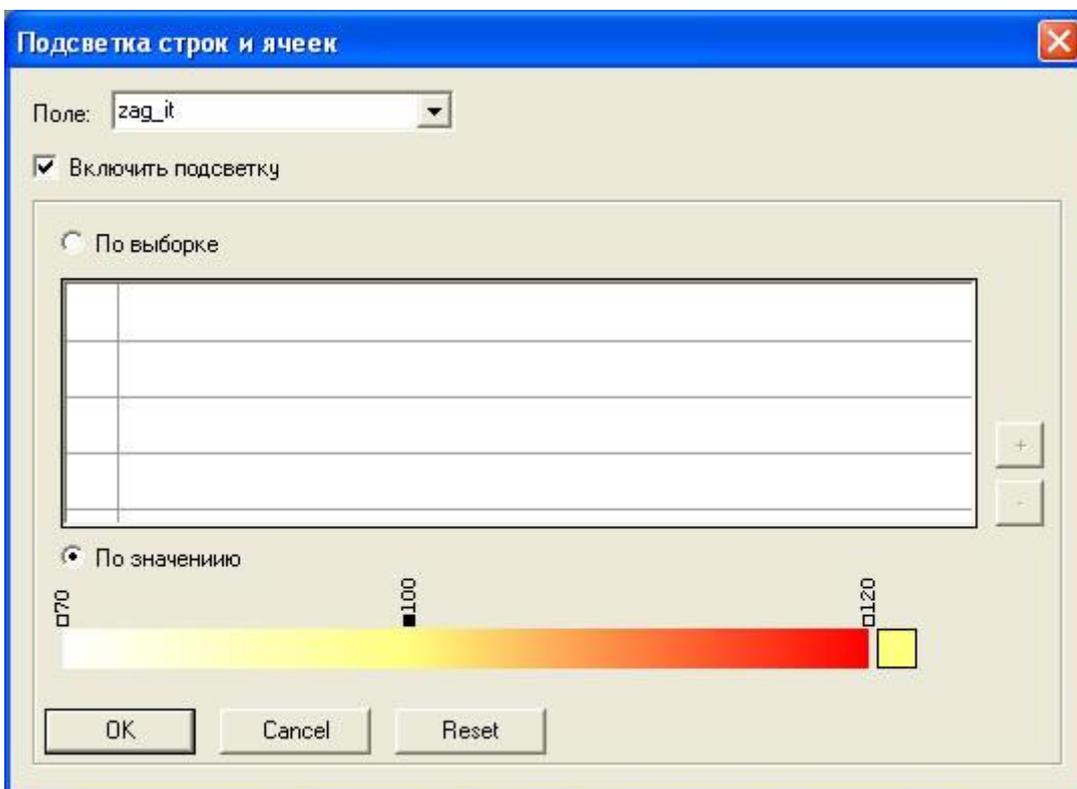
$umax \neq 0 \ \& \ vras > (umax - 0.1)$

В результате напряжения, выходящие за допустимые границы, будут выделены во всех формах:

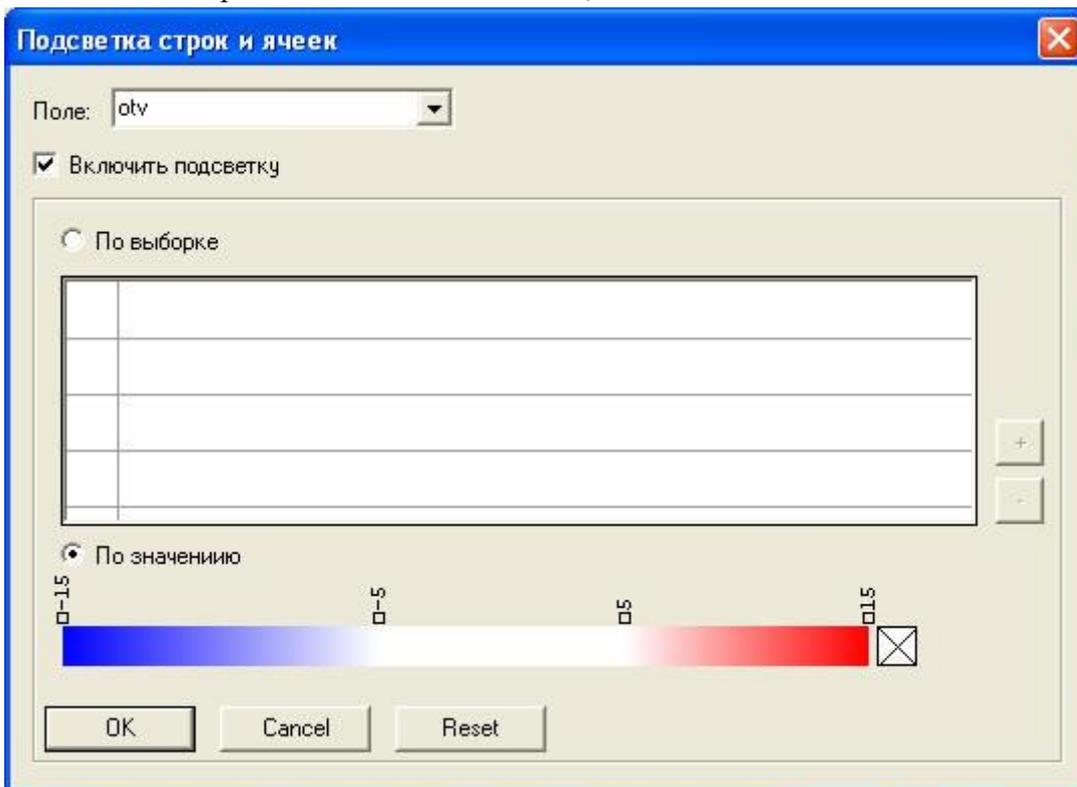
Узлы																
	Q/S	Тип	Юме△	Название	U_ном	_с*	Район	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q_max	U_min	U_max
138		Нагр	853	ИРБИТ220	230		7	99.7	44.3						198	242
139		Нагр	840	ВЛ БАЗ	520		7								450	525
140		Ген	837	КУРГАН	505		7	405	210		-346.1	505	-2000	2000	450	525
141		Нагр	836	ДУБР	499		7	375	262						450	525
142	✓	Нагр	833	САЛДА	497		7	386	115						500	525
143	✓	Ген	832	ЮЖН	500		7	1630	158		8.7	500		1000	500	525
144		Ген	831	ЕРМАК	520		7			1120	-141	520	-500	500	450	525
145		Нагр	825	РУДН	223		7	115	26						198	242
146		Нагр	820	БАЗ	223		7	650	211						198	242
147		Нагр	819	КР.СЛОБ	230		7	94.3	53.4						198	242
148		Нагр	817	ПЕТПАВ	237		7	73	14						198	242
149		Ген+	816	ПТЭЦ	236		7	618.3	278.4	395	400	235.9	-400	400	198	242
150		Нагр	815	МАЯН..	230		7	87.9	74						198	242
151		Ген	814	БАЗС	520		7	177	133	800	399.3	519.9	-400	400	450	525
152		Ген	813	ЭКИБ	520		7	79	235		255.8	520	-500	1000	450	525
153		Ген	812	ОМСК	520		7	1100	500		680.5	520	-1000	1000	450	525
154		Ген	811	ЭКИБАС	520		7	3637		5750	-98.2	520	-1000	1000	450	525
155		Нагр	810	ЦЕЛИН	502		7	415	190						450	525
156		Ген	809	ЕСИЛЬ	520		7	760	380		407.6	520	-800	800	450	525
157		Нагр	808	СОКОЛ	501		7	98	412						450	525
158		Ген+	807	ТРОИЦГР	511		7	1574	511	1270	700	511		700	450	525
159		Ген	806	БАЗ	500		7			365	23.9	500	-1000	1000	450	525
160		База	805	ШАГОЛ	500		7			5201.9	-41.8	500			450	525
161		Ген	804	КОЗЫРЕ	505		7	1408	557		1691.4	505	-2000	2000	450	525
162		Ген	803	РЕФТГРЭ	520		7	117	78	1200	736.3	520	-166.7	866.7	450	525
163		Нагр	802	ИСЕТЬ	498		7	306	159						450	525
164		Ген	801	ТАГИЛ	500		7	400	554		619.2	500		1000	450	525
165	✓	Нагр	91	ОСИННИК	520		7								450	525
166		Нагр	90	УЗОС-500	520		7								450	525

В стандартной поставке RastrWin аналогичная схема выделения принята для всех параметров, имеющих двухсторонние границы - **V, Q<sub>г</sub>, P<sub>сеч</sub>, K<sub>тр</sub>, P<sub>г</sub>**.

Раскраску по градиенту рассмотрим на примере допустимой токовой загрузки трансформатора:



Подсветка осуществляется в соответствии со значением параметра загрузки трансформатора : до 70% подсветки нет, от 70-до 100 плавный переход в желтый; от 100 до 120 плавный переход от желтого в красный. Для редактирования значений используется двойной щелчок мыши, для создания нового - двойной щелчок мыши в нужном диапазоне. Для редактирования цвета - выделить требуемую точку ( черный прямоугольник, на рис в точке 100) и двойной щелчок на прямоугольнике с цветом. В стандартной поставке похожая схема используется для подсветки параметра dV% ( отклонение напряжения от номинального ):



В этой схеме отклонения до  $\pm 5\%$  не подсвечиваются, от 5 до 15 плавный переход в синий (для понижения) или в красный (для повышения).

Результат:

N_нач	N_кон	Название	I_нач	I_кон	Место	штг	I_доп	I_доп%
1	2	МАГ - МАГИСТ	689	1565	ВН		700	98.4
2	3	ДЕМ - ДЕМЬЯН	390	887	ВН		700	55.7
3	5	ТЮМ - ТЮМЕНЬ	94	213	ВН		700	13.4
4	6	ХОЛ - ХОЛМОГ	704	1600	ВН		700	100.5
5	7	ТАРК - ТАРКО-С	849	1930	ВН		700	121.3
6	9	БЕЛ - БЕЛОЗ	539	1225	ВН		700	77
7	9	БЕЛ - БЕЛОЗЕРН	373	847	ВН		700	53.3
8	10	СИБ - СИБИР	495	1124	ВН		700	70.7
9	10	СИБ - СИБИР	253	575	ВН		700	36.1
10	12	ПЫТЬ-ЯХ - ПЫТЬЯХ	756	1719	ВН		700	108.1
11	14	ЛУГОВАЯ - ЛУГОВ	283	643	ВН		700	40.4
12	17	ВАРЬЕГ - ВАРЬЕГ-2	903	2051	ВН		700	128.9
13	18	КИРИЛ - КИРИЛ	741	1683	ВН		700	105.8
14	19	ТРАЧУКОВ - ТРАЧУ	921	2094	ВН		700	131.6
15	20	КУСТ - КУСТОВ	627	1426	ВН		700	89.6
16	21	НВТГРЭС - Н.ВАРГ	212	482	ВН		700	30.3
17	22	СОМКИНО - СОМКИ	723	1644	ВН		700	103.3
18	25	КИРПИЧ - КИРПИЧ	335	762	ВН		700	47.9
19	27	ТБТЭЦ-2 - ТБТЭЦ	176	401	ВН		700	25.2
20	28	ТОБОЛЬСК - ТОБОЛ	176	401	ВН		700	25.2

S	Номер	Название	U_ном	V	dV%
1	1605	УРЕНГОЙ	220	236.33	7.42
2	14	ЛУГОВАЯ	512	537.92	5.04
3	23	НЯГГРЭС	510	539.12	5.71
4	815	МАЯН..	230	217.46	-5.45
5	819	КР.СЛОБ	230	212.89	-7.44
6	825	РУДН	223	211.31	-5.07
7	1203	ИШИМ	230	205.31	-10.74
8	1260	ЗАРЯИНО	230	205.85	-10.5
9	1301	ЧЕСНОК2	220	235.72	7.15
10	1501	КВАРЦ	220	234.31	6.51
11	1508	ТОПАЗ	220	234.51	6.59
12	1513	ВАРЬЕГ-2	230	218.08	-5.18
13	1526	ГКС-3	230	217.48	-5.44
14	1550	ТАВРИЧ	207	221.37	6.89
15	1568	ГКС..	230	214.77	-6.62
16	1579	ГАЛИНА	230	207.43	-9.81
17	1675	Ю.ХАРАМП	230	217.65	-5.37
18	1680		225	238.3	5.91
19	1720	КАРТОПЬ	240	224.29	-6.47
20	1926	ЗАВОД	209	221.23	5.9

Заданные параметры автоматически сохраняются в файле background.form (в каталоге шаблон). Для отказа от использования цветовой раскраски необходимо отключить птичку с этого файла (Файл-Настройки-Данные- При запуске).

## Выделение прямоугольного фрагмента

Для выделения прямоугольного фрагмента в табличном редакторе есть 4 способа:

- 1) Выделение путем перемещения мыши с нажатой левой кнопкой
- 2) При нажатой клавише Shift сначала отмечается левый-верхний угол затем правый нижний.
- 3) Щелчок правой кнопкой на номере строки - выделяется вся строка
- 4) Щелчок правой на левом верхнем углу таблицы - выделяется вся таблица.

С выделенным участком можно выполнять следующие действия:

- 1) Копировать в буфер обмена (команда копировать в локальном меню)
- 2) Динамический обмен с MS Excel - перенести в Excel при нажатой кнопке Ctrl
- 3) Выполнять контекстные макросы.

## Формы

Формы - это отображение части информации из таблицы базы данных на экране. Форма представляет собой набор правил отображения и редактирования таблицы данных. Форма

это визуальное представление таблицы данных. По сути дела форма определяет, какие поля из таблицы выводить, в какой последовательности и как разрешать доступ на редактирование. Форма имеет свое название и связь с таблицей данных, которая отображается через эту форму. Если для таблицы отсутствует форма, визуальный просмотр ее невозможен.

Одну или несколько форм можно сохранить в коллекции в виде файла на диске. В программе доступно несколько стандартных коллекций форм. Пользователь может редактировать существующие и создавать свои формы и сохранять их в коллекции. Для этого предназначен диалог Настройки-Формы и контекстное меню, вызываемое на заголовке открытой формы.

## Диалог формы

Форма:  из

	Имя	равниван	Доступ
1	ny - Номер	Налево	Чтение/За
2	name - Название	Налево	Чтение/За
3	uhom - U_ном	Налево	Чтение/За
4	vras - V	Налево	Чтение/За
5	otv - dV%	Налево	Чтение/За

Поля:

Выборка:

Связать с  по выборке

Присвоение

Добавить в меню:   Вертикально

Подменю:  в коллекцию:

Предназначен для создания, удаления, изменения, сохранения и загрузки текущего набора экранных форм, отображаемых в меню Расчеты-Параметры, Открыть, Графика-Параметры.

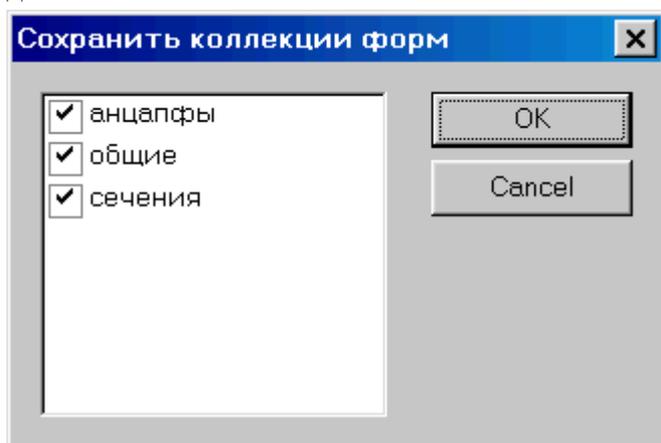
Правый верхний ряд кнопок предназначен для выполнения операций:

**Закреть** - закрывает диалог (кнопка недоступна, если проведены изменения, но не применены или отменены)

**Применить** - запоминает проведенные изменения.

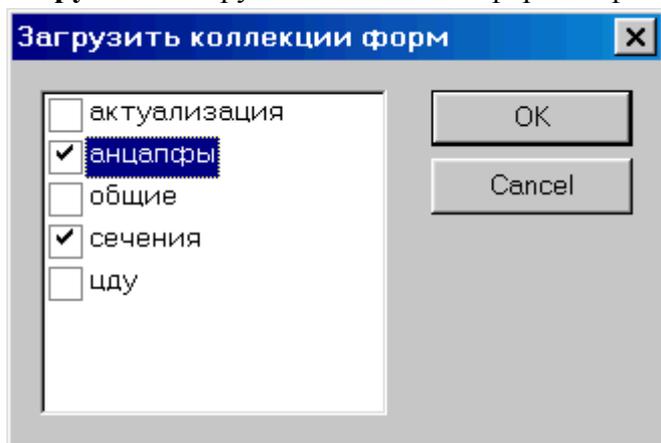
**Отменить** - отменяет проведенные изменения

**Сохранить** - сохраняет коллекцию форм на диске, принадлежность формы к коллекции определяется значением поля **в коллекцию ...** в диалоге . При сохранении вызывается диалог:



необходимо отметить сохраняемые коллекции форм.

**Загрузить** - загружает коллекцию форм из файла. Вызывается диалог



после активизации данного диалога из памяти программы удаляются все имеющиеся формы, загружаются выбранные коллекции и создается соответствующее меню.

**При запуске** - определяет какие коллекции форм загружать при запуске программы.

Верхняя рамка **Формы** позволяет выбрать форму для изменения, **Добавить** новую форму (после этого необходимо выбрать таблицу из которой создается форма, и задать имя формы), или **Удалить** существующую.

Центральная таблица предназначена для размещения столбцов формы. По каждому столбцу можно выбрать:

**Имя** - имя столбца данных или пустой столбец (empty - используется для в сдвоенных формах).

**Выравнивание** - влево или вправо в таблице

**Доступ** - чтение/запись или только чтение

Для вставки, удаления и добавления столбцов формы используются кнопки с аналогичным названиями.

**Выборка** - позволяет задать начальную выборку, использующуюся при открытии формы.

**Добавить в меню** - позволяет выбрать одно из трех меню в которое добавляется форма (форму можно не добавлять в меню).

**Подменю** - задает название подменю в которое собираются близкие по смыслу формы.

**в коллекцию** - задает имя коллекции (файла) в которую будет помещена форма при ее сохранении.

Ряд кнопок **Связать с .....** по выборке ..... присвоение .... предназначен для создания двойных форм.

## Создание двойной формы

Двойные формы применяются для отображения в одном окне информации из разных таблиц связанной между собой.

Примеры - Узлы и связанные с ним ветви, Районы и межсистемные ветви и тд.

Рассмотрим конструирование двойных форм на примере Узлы+ветви.

Такая форма реально конструируется из двух форм: первая - главная (Узлы+ветви) - обычно выделена цветом. Вторая - подчиненная (\_Ветви2). Для связи главной и подчиненной формы используется выборка. Для формы узлы и ветви выборка такая выборка должна иметь вид:

```
ip=1|iq=1 для узла 1 ip=2|iq=2 для узла 2
```

и т.д.

Чтобы обеспечить универсальность задания выборки для каждого узла, выборка хранится в таблице узлы в виде столбца, задаваемого формулой:

```
"ip="+str(ny)+" | iq="+str(ny)
```

Т.е. выборка для каждого узла вычисляется по формуле (сложение строк). В таблице **node** выборка хранится под именем **najact** и оно указывается в поле **по выборке** в окне диалога.

Вторая проблема при создании формы Узлы+ветви связана с необходимостью отличить узел начала и конца линии. Для этого в таблице **vetv** создан специальный столбец **\_tmpny** и для всех ветвей попавших в выборку осуществляется присвоение :

```
_tmpny=ny
```

Эта строка задается в окне диалога. Временному полю (\_tmpny) в таблице **vetv** (Ветви) присваивается значение номера узла (ny) по которому будет проходить выборка. Таким образом можно отличить номер начала и конца ветви. В таблице **vetv** создано ряд специальных полей, заданных формулами вида:

```
if(_tmpny=ip) iq:ip if(_tmpny=ip) #plb:-#ple if(_tmpny=ip)  
#qlb:-#qle
```

и тд. Таким образом в форме будут отображаться необходимые величины в зависимости от того, для какого узла была сформирована выборка.

## Стандартные формы

Набор поставляемых форм меняется в зависимости от версии и может изменяться самим пользователем. Рекомендуется сохранять пользовательские формы в отдельные файлы, не совпадающие с стандартными наборами.

Набор: **Общие** - содержит наиболее часто используемые формы для расчета режима и графики. Эти формы сгруппированы в трех главных меню: **Открыть**, **Расчеты** - **Параметры** и **Графика** - **Параметры**, формы, расположенные в двух последних меню предназначены для настройки параметров расчетных и графических программ и описаны в соответствующих разделах.

В меню **Открыть** расположено большинство форм, связанных с расчетом и анализом режима:

Подменю **Узлы** - собраны формы, связанные с узлами сети - общая форма **Узлы**, специализированные формы - анализ отклонений напряжений **Напряжения** ( в этой

таблице по умолчанию задана выборка - отображать узлы с отклонением напряжения больше 5%); **Ген. узлы** - для узлов с заданным модулем напряжения и пределами по реактивной мощности (задана выборка по типу узла); **Шунты** - информация о шунтах в узлах (задана выборка по

отображению узлов с ненулевыми проводимостями шунтов на землю). **Небалансы** - информация о небалансах мощности. **Узлы - СХН** - информация о разнице между номинальной и расчетной нагрузкой узла при наличии ненулевой статической характеристики нагрузки. Сдвоенная форма **Узлы+Ветви** предназначена для одновременного отображения узла и связанных с ним ветвей.

Подменю **Ветви** - собраны формы, связанные с ветвями сети - общая форма **Ветви**, специализированные формы для анализа токовой загрузки ЛЭП и трансформаторов и для анализа загрузки ЛЭП по активной и реактивной мощности.

Подменю **Районы** - собраны формы, связанные с районами - общая форма **Районы**, сдвоенная форма **Районы+Ветви**, предназначенная для анализа межсистемных потерь и перетоков и задания коэффициентов деления потерь на межсистемных линиях, а также сдвоенная форма **Районы+Связи** для анализа суммарных межсистемных перетоков (для правильного пользования этой таблицей необходимо создать специальную таблицу - связи имитирующую суммарные связи между районами - для этой цели можно воспользоваться макросом **Сформир. связи р-нов**, расположенном в меню **Расчеты - Выполнить**.

Подменю **Объединения** (объединения районов по номеру объединения в таблице районы) - собраны формы, связанные с Объединениями - общая форма **Объединения** и сдвоенную таблицу **Объединения - Районы**

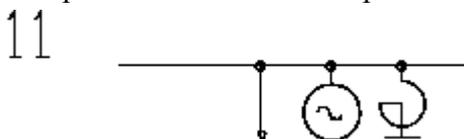
Набор: **Сечения** - для задания сечения используются две формы - **Сечения** и **Гр.Линий** - задающие ветви, входящие в сечение. Для формирования сечения удобно пользоваться макросом **Сечение по отмеченным** - создает сечение по отмеченным ветвям.

Хотя во всех формах возможна коррекция данных, очень рекомендуется вставку и удаление соответствующих объектов проводить в общих формах ( например удаление строки в форме **Шунты** приведет к удалению узла )

## Графика

### Основные графические примитивы

В программе **Rastr** принято изображать узел в виде горизонтальной либо вертикальной линии с отходящими ветвями и символическими изображениями в виде фигуры нагрузки, генерации и реактора(или батареи конденсаторов). Из рис. видно, что шина узла разбита на секции, к каждой из которых можно подключить несколько присоединений ветвей или фигур. Обычно стараются к каждой секции подключать не более 2-х присоединений, например, при горизонтальной ориентации шины -- верхнее и нижнее.

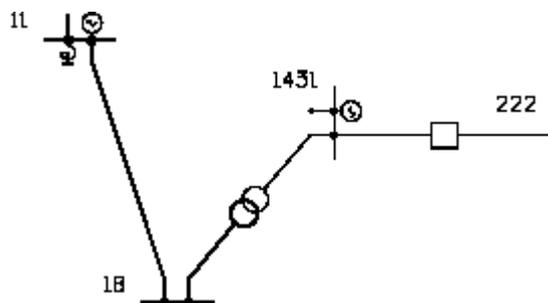


Изображение узла в виде шины

Символические изображения нагрузки генератора и реактора могут иметь две возможных ориентации относительно шины узла (например, выше и ниже при ее горизонтальном расположении) и быть присоединенными к любой ее секции.

Для ветвей принято три различных способа отображения, показанных на рис.: в виде простой ломаной линии для ЛЭП, в виде ломаной с двумя пересекающимися

окружностями для трансформаторов и в виде ломаной с прямоугольником для выключателя.



Различные изображения ветвей

Каждая ветвь может иметь не более 4 изломов, причем начальный и конечный излом создаются автоматически в ходе выполнения команды **Ввод**.

Для повышения наглядности схемы предусмотрены различные способы выделения ее элементов:

#### цвет

-- может использоваться для разделения номинальных напряжений, районов, отмеченных узлов или линий, а также в процессе подготовки схемы для выделения узлов;

#### толщина

-- может использоваться для разделения номинальных напряжений;

#### сплошные или пунктирные

линии используются для разделения включенных и отключенных элементов.

Текстовое поле может заполняться расчетной информацией, связанной с узлом, ветвью или представлять собой просто надпись. Все текстовые поля прорисованы векторными шрифтами, свободно масштабируемыми по ширине и длине, поворачиваемыми в произвольном направлении. Предусмотрено несколько начертаний шрифтов.

## Согласование расчетной и графической схемы

Перед запуском графики необходимо загрузить расчетную схему. **Rastr** для упрощения подготовки графической схемы извлекает из расчетной следующую информацию:

- топологию электрической сети -- то есть, для каждого узла информацию о том, с какими другими узлами он связан;
- тип ветви (трансформатор, ЛЭП, выключатель);
- наличие в узле нагрузки, генерации, шунта на землю.

Графическая схема дополняет расчетную, и в ней хранится следующая информация:

- для каждого узла ЭС:
  - номер узла;
  - мировые координаты изображения узла;
  - характеристики изображения узла -- длина и ориентация шины, места присоединения и ориентация изображений нагрузки, генератора, реактора;
  - характеристики текстовых окон, связанных с узлом;
- для каждой ветви:
  - номера узлов, связывающих ветвь;
  - относительные координаты точек излома (не более четырех);

- характеристики текстовых окон, связанных с ветвью.

Характеристики текстовых окон включают в себя:

- тип отображаемой информации из расчетной схемы ;
- относительные координаты окна (задаются относительно некоторых точек узла или ветви, к которой относится данный текст);
- угол поворота, размер, цвет, шрифт;

При подготовке новой графической схемы необходимо задать координаты узлов (с помощью команды **Ввод**), то есть задать пространственное размещение узлов электрической сети, задать точки изломов ветвей и расположить окна отображения текстовой информации.

При прорисовке графической схемы на экране информация о самих значениях параметров, отображаемых в текстовых окнах, запрашивается из расчетной схемы. Состояние линий и узлов (включено или отключено) также берется из расчетной схемы. Как видно из изложенного, единственной информацией, связывающей расчетную и графическую схемы, является *номер узла*. Поэтому графическая схема лишь в некоторой степени зависит от расчетной, и многие изменения в расчетной не приводят к изменениям в графической. Например, изменения режима и состояния линий или узлов никак не влияют на информацию, хранимую в графической схеме, хотя и приводят к изменениям на экране.

В то же время любое изменение нумерации узлов в расчетной схеме приводит к потере информации в графической схеме.

При загрузке уже готовой графической схемы происходит процесс сверки расчетной и графической схем. Графическая схема при этом играет подчиненную роль и процесс сверки может приводить к существенным изменениям в ней:

- узлы, присутствующие в графической, но отсутствующие в расчетной, выбрасываются из графической схемы;
- ветви, присутствующие в графической, но отсутствующие в расчетной, выбрасываются из графической схемы;
- ветви, присутствующие в расчетной, но отсутствующие в графической, создаются автоматически;
- проверяется наличие в узле генерации, нагрузки, реактора -- при отсутствии вводится запрет на их изображение.

Помимо основной информации, связанной с узлами и ветвями, в графической схеме хранится информация о способах графического выделения районов и номинальных напряжений узлов. Она также приводится в соответствие с текущей расчетной схемой.

Следует иметь в виду, что даже простая загрузка и сохранение графической схемы может привести к существенным изменениям в ней из-за процедуры согласования.

Таким образом, одна расчетная схема может иметь несколько графических представлений и, наоборот -- для нескольких расчетных можно использовать одну и ту же графическую.

## **Подготовка графической схемы**

Как уже отмечалось в п. подготовка графической схемы осуществляется на основе предварительно загруженной расчетной и заключается в последовательном выполнении следующих операций:

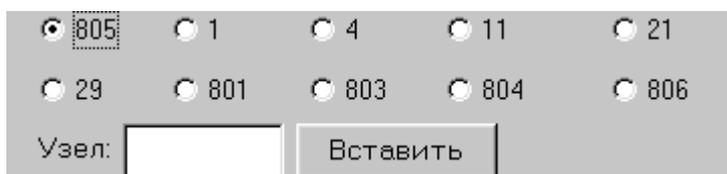
- расстановка узлов в пространстве на условно бесконечной доске;
- улучшение внешнего вида схемы путем изменения точек присоединения ветвей и фигур к узлу и создания изломов ветвей;
- расстановка окон отображения текстовой информации;
- ввод поясняющих надписей;

Исходя из особенностей хранения графической схемы, рекомендуется эти действия выполнять именно *в указанной последовательности*.

Основная команда для ввода узлов -- **Ввод**. Она используется как для ввода, так и для перемещения узла.

## Расстановка узлов

После выбора режима **Ввод** появляется список узлов, рекомендуемых для ввода. Первый из них отмечен:

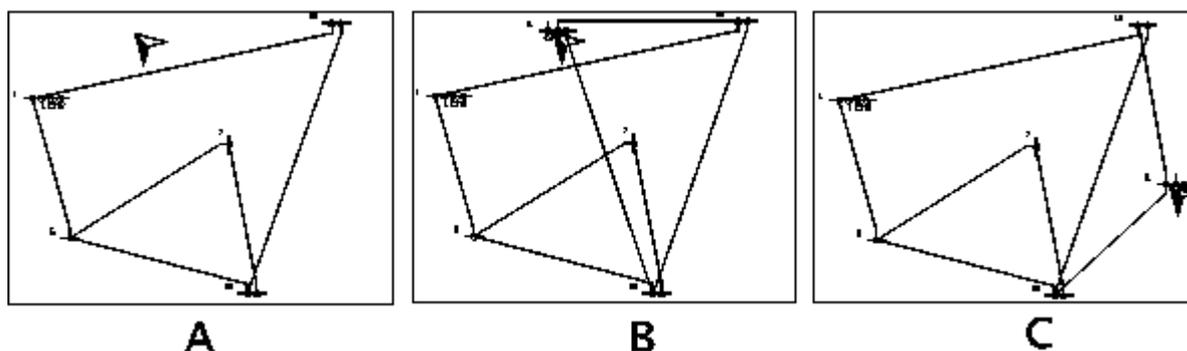


Для ввода другого узла из списка необходимо щелкнуть мышью на нем. Для выбора узла, не попавшего в список, ввести его номер и щелкнуть мышью на слове **<Вставить>**.

Список узлов будет изменяться после ввода каждого нового узла или изменения отображаемого участка схемы. В списке в первую очередь появляются узлы, связанные с отображенными на экране, это сделано с целью ускорения ввода *связанного* куска схемы.

При вводе узла используется широко известная технология drag'n'drop, что в приблизительном переводе означает: нажми - перемести - отпусти. Для ввода выбранного узла необходимо переместить мышью на «чистое» (т.е. не содержащее ранее введенного узла) место экрана и *нажать* левую кнопку мыши -- на экране появится узел вместе с подходящими к нему ветвями от ранее введенных узлов. Затем, *не отпуская левую кнопку*, переместить мышью вместе с узлом (а также подходящими к нему линиями) в желаемое место экрана и только затем *отпустить левую кнопку*.

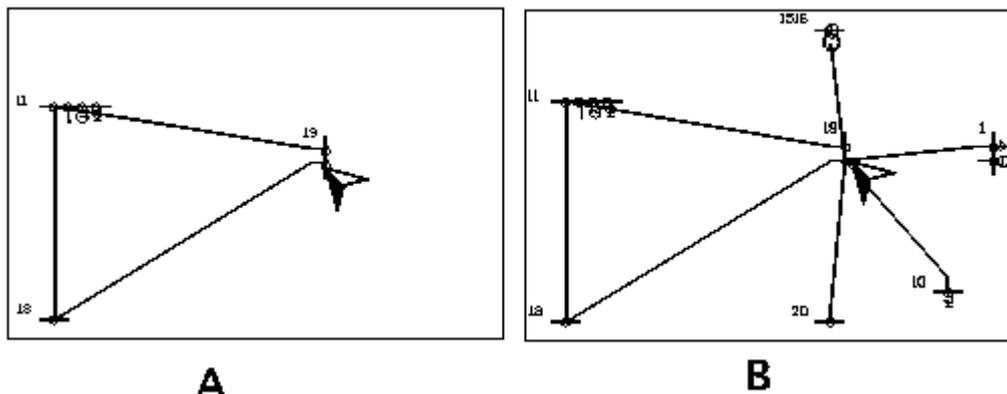
Для перемещения по экрану ранее введенного узла необходимо переместить указатель мыши на этот узел и нажать левую кнопку. Данный узел будет **захвачен** и будет перемещаться с мышью до тех пор, пока не будет отпущена кнопка мыши. Пример ввода нового узла показан на рис..



Ввод узла 11 в схему: (А) установить курсор; (В) Нажать левую клавишу мыши; (С) Переместить и отпустить левую клавишу

Более точно под узлом здесь понимается описывающий его шину прямоугольник шириной в одну секцию, при попадании мыши в который осуществляется не ввод нового узла, а перемещение старого.

В процессе ввода схемы те узлы, у которых еще остались не введенные «соседи», выделяются цветом. Для быстрого одновременного ввода *всех* узлов, связанных с выбранным, необходимо **захватить** этот узел и нажать клавишу **Пробел** -- все связанные с ним узлы будут введены и прорисованы по кругу вокруг него (см. рис.).



Ввод в схему смежных с узлом 19: (А) захватить узел; (В) нажать пробел

Затем вновь введенные узлы можно передвинуть на более удобные места.

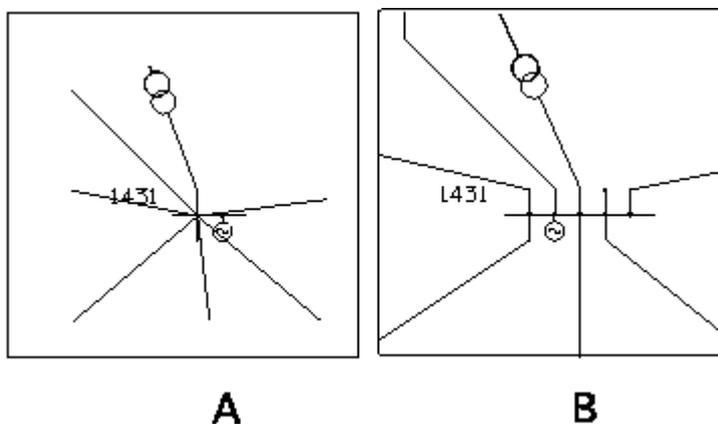
Узел можно удалить, щелкнув на нем **правой** кнопкой мыши.

Для определения расстояния между узлами следует руководствоваться прорисовываемыми во время перемещения прямоугольниками, которые показывают места отображения текстовой информации. На каждой ветви отображается два прямоугольника, и узлы не стоит располагать слишком близко, когда прямоугольники накладываются друг на друга, и слишком далеко -- в этом случае схема оказывается неинформативной и неудобной для работы.

При начальном вводе узлов не следует сразу стремиться улучшить внешний вид узла, лучше сначала ввести все узлы, а затем приступить к «наведению блеска».

### Улучшение внешнего вида схемы

Во время перемещения узла по экрану программа стремится динамически оптимизировать внешний вид узла путем размещения присоединений ветвей и фигур на различные секции, создания начальных изломов на подходящих ветвях и изменения ориентации шины узла (см. рис.).

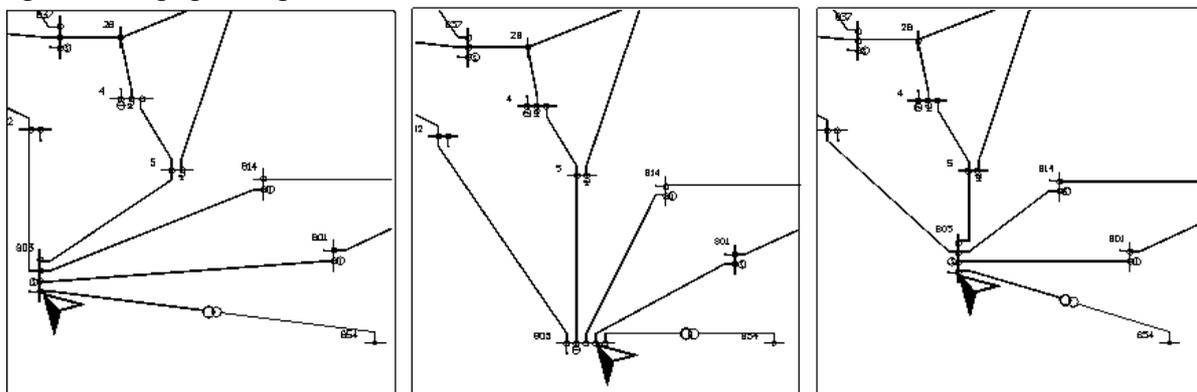


**Figure:** Узел 1431: (А) до и (В) после оптимизации

Процесс оптимизации узла и линии происходит по следующему алгоритму:

- если подходящие к узлу ветви расположены преимущественно в горизонтальном положении, выбирается вертикальная ориентация шины, в противоположном случае -- горизонтальная;
- для каждой ветви, подходящей к узлу, рассчитывается ее угол относительно центрального узла и, в зависимости от текущей ориентации шины, выбирается номер секции. Например, при горизонтальной ориентации шины ветви с углами от 0 до  $180^\circ$  присоединяются к верхним секциям. Ветви сортируются по возрастанию угла, ветвь с наименьшим углом присоединяется к самой правой секции, следующая "-- к расположенной левее секции и так далее, причем длина шины изменяется автоматически. Ветви с углами от 180 до  $360^\circ$  присоединяются к нижним секциям аналогичным образом;
- на свободные секции размещаются изображения нагрузки, генерации, реактора; при отсутствии места длина шины увеличивается;
- создаются изломы на участках ветвей, подходящих к узлу (создание или изменение изломов на противоположной стороне ветви не производится);
- создаются окна для отображения текста, принадлежащего узлу и подходящим к нему линиям (описано ниже).

Процесс оптимизации повторяется при каждом изменении положения узла и проиллюстрирован рис:



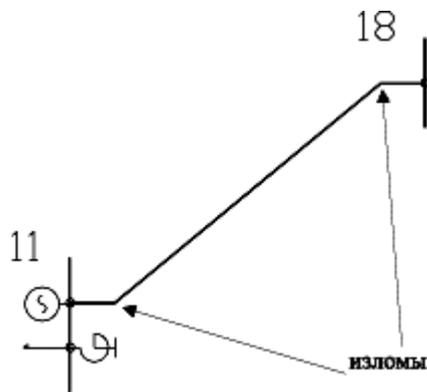
Оптимизация узла 803 во время его перемещения

Оптимизацию во время перемещения можно запретить полностью --клавиша **Ctrl** -- или частично -- клавиша **Alt** для принудительной горизонтальной ориентации шины и клавиша **Shift** для вертикальной.

Обычно эти клавиши используются в том случае, когда оптимальное расположение узла на экране не совсем совпадает с предложенным программой, поэтому обычно, перемещая узел по экрану, добиваются наилучшей ориентации шины и расположения присоединений, затем нажимают **Ctrl** (возможно в комбинации с **Alt** или **Shift**), а затем перемещают узел в нужное место.

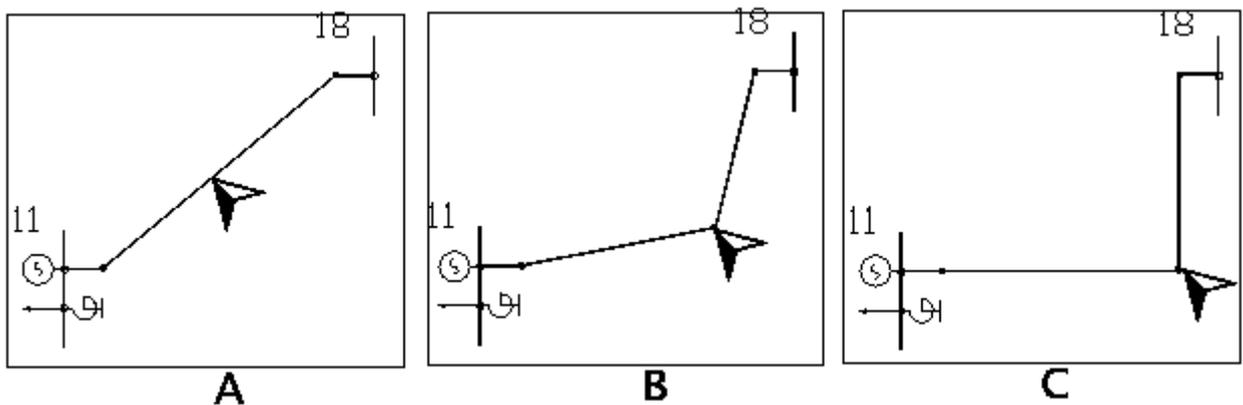
При оптимизации программа создает на каждой ветви два излома, показанных на рис.. Для добавления новых изломов, изменения места уже имеющих и удаления ненужных служит режим **Излом**. Начальный и конечный излом ветви имеют дополнительные особенности:

- координаты этих изломов задаются относительно координат узлов начала и конца ветви;
- координаты окон текста, размещенных на ветви, задаются относительно координат этих изломов;
- угол текста при ветви выбирается программой по прямой между начальным/конечным и следующим/предыдущим изломами.



Стандартные изломы ветвей

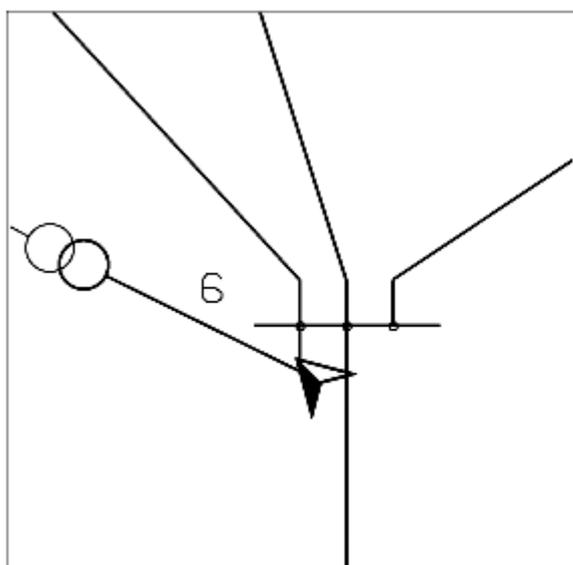
Таким образом, начальный и конечный изломы не мешают при перемещении узлов, связывающих эту ветвь. Иная ситуация с двумя дополнительными изломами, которые можно создать с помощью команды **Излом**: координаты этих изломов привязаны к координатам узла начала и при перемещении одного из узлов, соединяющих ветвь, изменяются пропорционально изменению расстояния между узлами. Такой алгоритм не всегда дает хороший результат, поэтому рекомендуется *не перемещать узлы после создания дополнительных изломов*.



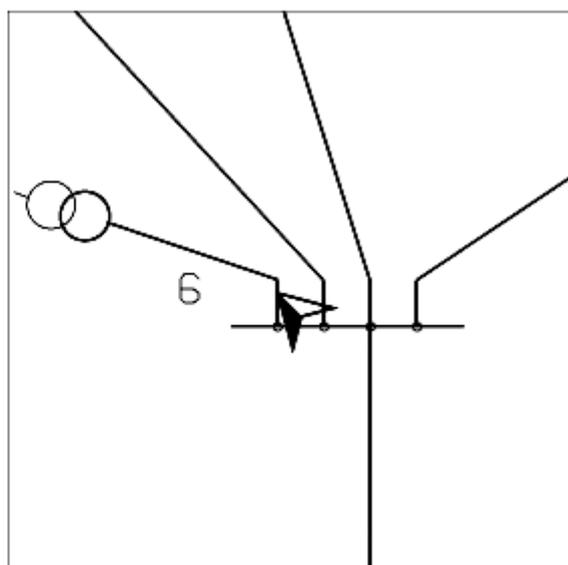
Создание излома: (А) указать ветвь и нажать левую кнопку; (В) переместить мышью; (С) добиться желаемого положения излома и отпустить левую кнопку

Для создания нового излома с помощью команды **Излом** необходимо переместить мышью на участок линии, где предполагается его создать, нажать *левую* кнопку мыши, переместить мышью (место излома будет перемещаться вместе с мышью), добиться нужного положения и отпустить левую кнопку мыши (см. рис.). Редактирование уже существующего излома выполняется аналогично, только необходимо указать мышью точку излома. Для удаления точки излома надо выбрать ее мышью и совместить с другой точкой излома. Следует иметь в виду, что точка излома может быть создана и на прямой линии.

Вместе с изломами для улучшения внешнего вида узла используется режим -- **Присоединение**. Нужно переместить мышью на место присоединения к шине узла изображения нагрузки, генератора, реактора или ветви, нажать левую кнопку мыши, переместить мышью в нужное место вдоль шины узла и отпустить кнопку мыши.

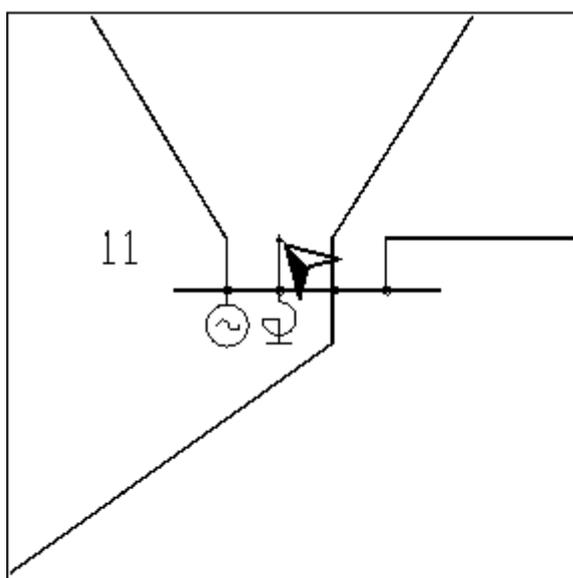


**A**

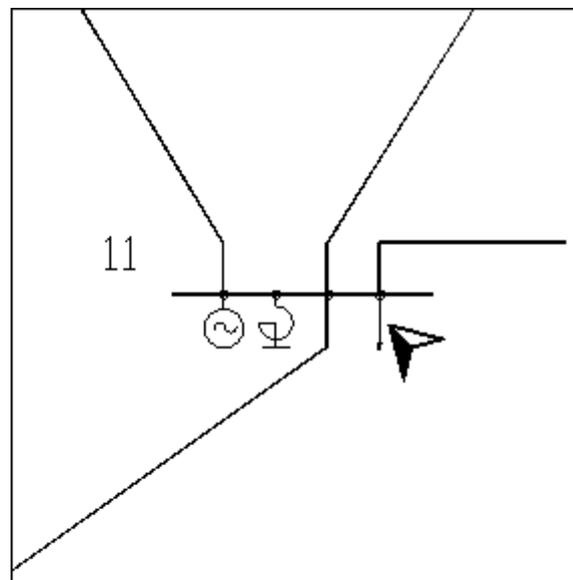


**B**

Изменение места присоединения ветви: (A) указать место присоединения и нажать левую кнопку; (B) переместить мышь, добиться желаемого положения и отпустить левую кнопку



**A**

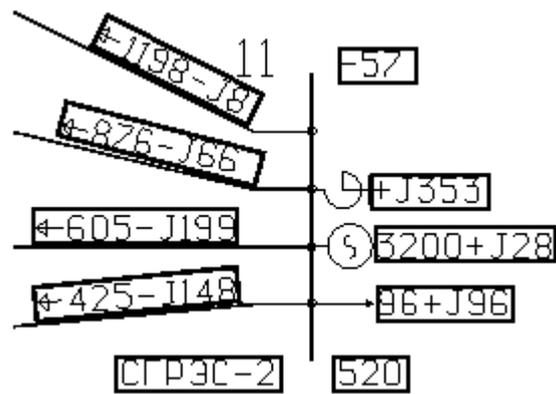


**B**

Изменение места присоединения нагрузки: (A) указать место присоединения и нажать левую кнопку; (B) переместить мышь, добиться желаемого положения и отпустить левую кнопку

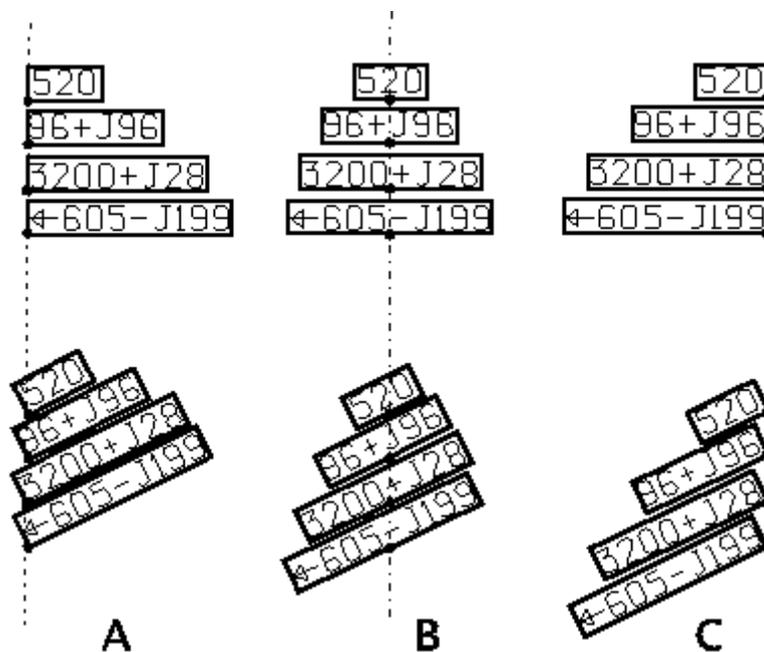
## Расстановка окон отображения текстовой информации

После того как схеме сети придан достаточно элегантный внешний вид, можно приступить к улучшению расположения текстовых окон, если конечно на схеме осталось место для изображения их. Конкретные значения (мощности, токи, сопротивления), отображаемые в текстовых окнах в момент ввода, представляют интерес только местом, ими занимаемым. Точнее, текстовому окну соответствует описывающий прямоугольник, показанный на рис..



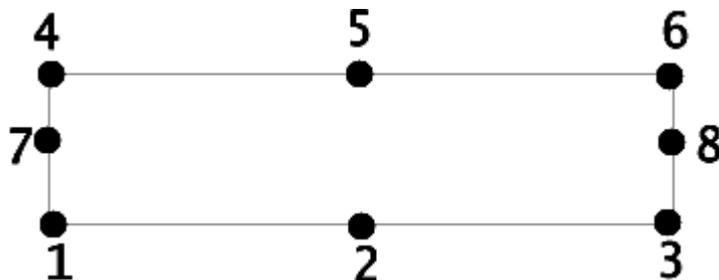
Размещение текста

У каждого текстового окна существует, так называемая, «нулевая» точка, координаты которой не изменяются и при изменении размеров текстового окна, и при различных поворотах окна. На рис. показаны возможные преобразования окна для трех различных «нулевых» точек.



«Нулевая» точка текста: (А)внизу слева; (В) внизу в середине; (С) внизу справа

В общем случае в текстовом окне в качестве «нулевой» может быть одна из 8 точек, показанных на рис. .



Возможные положения «нулевой» точки

Назначение «нулевой» точки осуществляется **Rastr** автоматически в зависимости от типа и местоположения окна. С узлом связано 7 текстовых полей, пронумерованных в соответствии с рис. .

Текст							
	Тип	РазмерX	РазмерY	Цвет	Шрифт	Идмос	авл
1	ny	34	37	■	ЛПТТ	Да	
2	name	34	37	■	ЛПТТ	Да	
3	vras	34	37	■	ЛПТТ	Да	
4	sn	34	37	■	ЛПТТ	Да	
5	sg	34	37	■	ЛПТТ	Да	
6	ssh	34	37	■	ЛПТТ	Да	
7	delta	34	37	■	ЛПТТ	Да	
8	slb	34	37	■	ЛПТТ	Да	✓
9	sle	34	37	■	ЛПТТ	Да	✓
10	sle	34	37	■	ЛПТТ	Нет	✓
11	sle	34	37	■	ЛПТТ	Нет	✓
12	sle	34	37	■	ЛПТТ	Нет	✓
13	sle	34	37	■	ЛПТТ	Нет	✓
14		200	200	■	ЛПТТ	Да	

Из них 4 поля с номерами 1, 2, 3, 7 отображаются всегда, поле 4 --при наличии в узле нагрузки, поле 5 -- генерации и 6 -- шунта на землю (реактора или конденсатора). Относительные координаты каждого из окон отсчитываются от различных точек привязки внутри узла. Соотношение между точкой привязки, «нулевой» точкой и координатами текста показано на рис. .

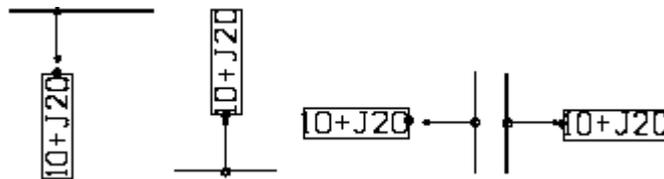


Точка привязки, «нулевая» точка и координаты текста для окна при узле 11

Свойства окон текста при узле по умолчанию					
	Тип по умолчанию	Привязка	«нулевой» точки	Распол.	Наличие
1	Номер	Левый верхний угол шины узла	3	Гориз.	Всегда
2	Название	Левый нижний угол шины узла	6	Гориз.	Всегда
3	Мод. V	Правый верхний угол	1	Гориз.	Всегда

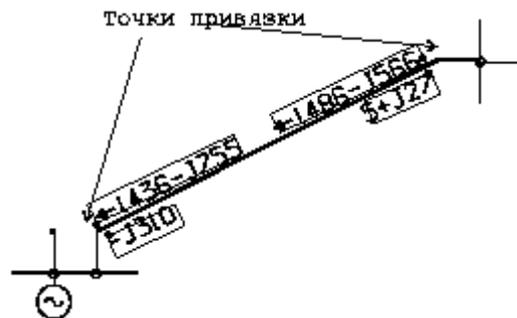
		шины узла			
4	Нагрузка	Изображение нагрузки	2,5,7,8	Гориз./Верт.	$P_{\text{наг}}, Q_{\text{наг}} \neq 0$
5	Генерация	Изображение генерации	2,5,7,8	Гориз./Верт.	$P_{\text{ген}}, Q_{\text{ген}} \neq 0$
6	S шунта	Изображение шунта	2,5,7,8	Гориз./Верт.	$P_{\text{шунт}}, Q_{\text{шунт}} \neq 0$
7	Угол	Правый нижний угол шины узла	4	Гориз.	Всегда

Для окон 4-6 выбор ориентации текста и «нулевой» точки зависит от ориентации шины узла и расположения соответствующей фигуры относительно этой шины. Возможные варианты показаны на рис.. Следует отметить, что координаты текста во всех показанных вариантах не изменяются.



Изменение «нулевой» точки окна 4 при различных положениях изображения нагрузки.  
Точка привязки здесь -- в районе стрелки нагрузки

Для ветви предусмотрено 4 окна текста с номерами от 8 до 13. Точкой привязки для первых двух является начальный излом ветви, остальных "-- конечный. Нулевые точки для окон показаны на рис..



Размещение окон текста при ветви. Точки привязки -- начальный и конечный излом  
Все сказанное относится к автоматическому размещению окон текста. Часть характеристик можно менять при использовании режима **Текст**. В основном он используется для изменения координат окна текста. Для этой цели необходимо выбрать команду **Текст**, переместить указатель мыши на выбранное окно текста и нажать **левую** кнопку мыши, переместить указатель мыши вместе с текстом в нужное место экрана и отпустить левую кнопку.

Во время перемещения можно использовать клавишу **Пробел** для изменения ориентации текста в окне. Текст, связанный с узлом, можно ориентировать горизонтально и вертикально. Текст, связанный с ветвью, можно дополнительно ориентировать вдоль любого из изломов, последовательно нажимая клавишу **Пробел**.

Во время перемещения также возможно менять размер текста. Для этого необходимо нажать **Ctrl** и перемещать мышь вправо для увеличения размера и влево -- для уменьшения, после отпущения **Ctrl** программа перейдет в режим перемещения текста.

Для изменения только ширины текста вместо клавиши **Ctrl** следует использовать **Alt**, а высоты -- **Shift**, в этом случае мышью нужно перемещать вверх-вниз.

И, наконец, щелчок **правой** кнопкой мыши на выбранном текстовом окне приводит к его удалению. Окно не удаляется совсем, а переходит на фоновый план. Для его восстановления необходимо переключиться на фоновый план (**Графика - Фоновый план**) -- все удаленные окна станут видны, щелкнуть на восстанавливаемом окне **правой** кнопкой мыши -- окно удалится с фонового плана и восстановится на основном.

Команда **Текст** работает с конкретным текстовым окном, для изменения свойств группы текстовых окон необходимо пользоваться командами **Графика - Параметры - Текст**

## Ввод дополнительных надписей

При необходимости можно ввести дополнительные надписи на схеме с помощью команды **Надпись**. Для этого после выбора данной команды следует установить курсор мыши в желаемое место на схеме, щелкнуть **левой** кнопкой и ввести необходимый текст (не более 80 символов). Набираемый текст будет отображаться на рабочем поле экрана (в текущем масштабе) и в строке ввода дополнительной информации. После окончания ввода текста следует нажать **Enter** или **л**

Для изменения уже введенной надписи нужно щелкнуть на ней **левой** кнопкой мыши. В строке ввода дополнительной информации появится эта надпись, используя стандартные средства управления, ее можно исправить и нажать **Enter** для завершения работы. Для удаления надписи нужно стереть ее содержимое

Надпись представляет собой обычное текстовое окно. И, подобно ранее описанным текстовым окнам, может быть передвинуто, развернуто или увеличено, уменьшено с помощью команды **Текст**.

Для изменения характеристик надписи до ее создания следует пользоваться установками команды **Общие** в меню **Устан.**

## Расчеты

Подготовленную графическую схему можно использовать для быстрой коррекции исходных данных расчетной схемы. Изменения вносятся в текущую расчетную схему, и графическое представление схемы играет роль удобного интерфейса для изменения данных.

Все команды для изменения расчетных величин используются в режиме **Просмотра** и вызываются через локальное меню по щелчку на узле или ветви правой кнопкой мыши.

Три команды этого меню -- **Вкл/Откл**, **Парам**, **Отметить** -- предназначены для коррекции имеющихся исходных данных. Команда **Вкл/Откл** предназначена для изменения состояния (включено, отключено) узла или ветви сети. Изменение состояния отображается изменением типа линий со сплошной (включено) на пунктирную (отключено).

Команда **Параметры** используется для изменения расчетных параметров узла или ветви.

Следует также отметить, что при изменении параметра  автоматически изменяется коэффициент трансформации.

Команда **Отметить** работает подобно команде **Вкл/Откл**, но позволяет отметить узлы или ветви схемы.

# Градиентная подсветка элементов схемы

Градиентная подкраска областей позволяет визуально оценить изменение величины того или иного параметра расчетной схемы. Элементы сети на графической схеме подсвечиваются сплошным цветом (для узлов и линий) либо градиентом (только для линий) в соответствии с заданной градиентной шкалой. Градиентная шкала устанавливает соответствие между величиной параметра и цветом. На рисунке 1 приведен пример, демонстрирующий подсветку шин и линий по величине отклонения номинального напряжения. Шкала цветов и соответствующих им значений представлена на рисунке 2.

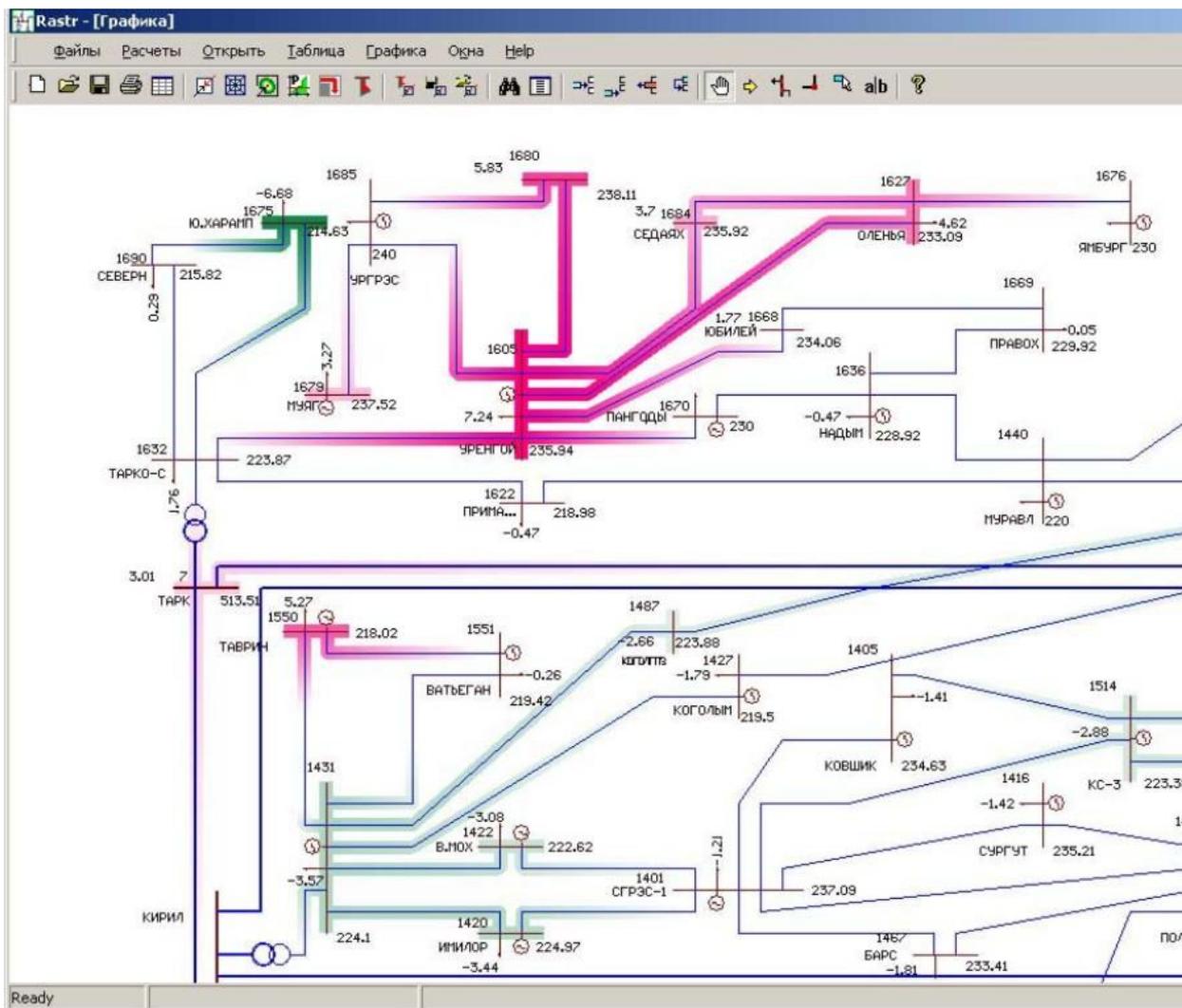


Рис. 1.

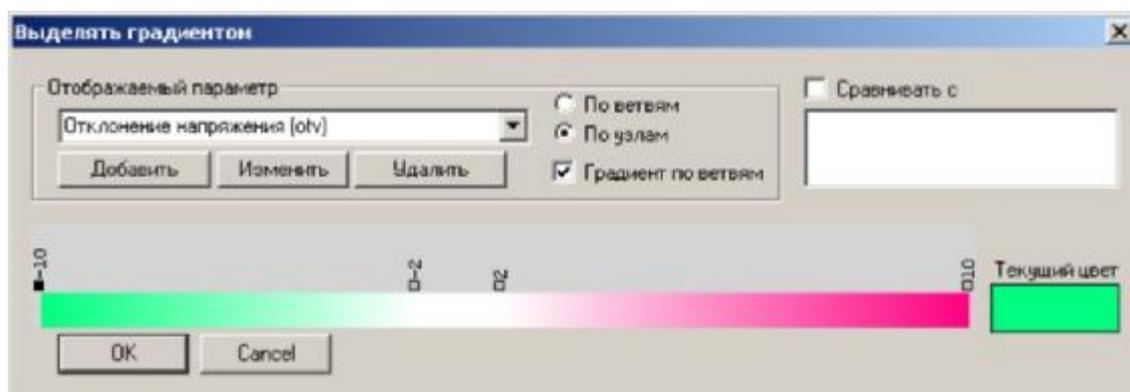


Рис. 2.

В соответствии со шкалой каждому значению отклонения напряжения от номинала (например параметр  $otv$  задан в процентах) соответствует определенный цвет:

- Отклонению напряжения ниже -7 процентов от номинала и выше 7 процентов соответствуют цвета зеленый и красный, заданные соответственно в крайней левой и правой частях шкалы.
- Для диапазона от -7 до -2 процентов цвет определяется из линейной функции зависимости цвета от значения. Например, для значения отклонения -3 процента цвет будет немного отличаться от белого. Для диапазона от 2 до 7 цвет определяется аналогично.
- Диапазон от -2 до 2 процентов определен равномерным цветом, совпадающим с цветом фона (для данного примера белый). Это определяет некоторую зону нечувствительности. То есть элементы схемы для всех отклонений напряжения в этом диапазоне не подсвечиваются.

В примере на представленном участке графической схемы для узлов кроме номера и названия отображается также расчетный модуль напряжения и значение параметра отклонения напряжения от номинала. Видно, что шины узлов 1605 и 1680 подкрашены более насыщенным красным цветом, так как им соответствуют наибольшие для данного участка превышения номинального напряжения - соответственно 7.24 и 5.83 процента. Для узла 1675 значение напряжение заниженное (-6.68 процента), поэтому соответствующая шина выделена темно-зеленым цветом. Для узла 1431 отклонение напряжения составляет -3.57%, поэтому цвет имеет менее насыщенный зеленый оттенок. Для разных мониторов и выставленных уровней яркости этот цвет воспринимается по-разному и может слиться с цветом фона.

Выше градиентной шкалы (рисунок 2) в окне установлена галочка на переключателе "градиент по ветвям". В этом режиме каждая линия подкрашивается градиентом, который определяется цветом шины узла начала и конца линии. В примере включение этого режима позволяет наглядно определять не только узлы расчетной схемы, в которых значение напряжение значительно отклоняется от номинала, но и области, которые образуют эти узлы. Из рисунка 1 видно, что узлы 1680, 1605 и 1627 образуют такую область.

Пользователь может менять число точек фиксированного цвета (их в примере 4), цвет и значения. Эти операции осуществляются при помощи двойного щелчка мыши на существующей точке. В появившемся окне можно изменить числовое значение, либо удалить эту точку, нажав на кнопку "удалить". При двойном щелчке между точками фиксированного цвета появляется диалоговое окно, которое позволяет ввести значение новой точки. Новое значение должно лежать в диапазоне между значениями соседних точек. Удалять можно все точки, кроме первой.

При указании точки фиксированного цвета щелчком мыши цвет кнопки под надписью "текущий цвет" устанавливается в соответствии с цветом выбранной точки. Нажав на эту

кнопку можно изменить цвет, соответствующей точке. Если нажать на правую кнопку мыши, то выбранный цвет точки станет совпадать с текущим цветом фона. Для рассмотренного примера цвет фона является белым, поэтому с тем же результатом для точек -2 и 2 можно было указать этот цвет. Однако в этом случае при изменении цвета фона все значения в диапазоне от -2 до 2 стали бы выделяться на общем фоне, что непременно потребовало бы их коррекцию, поэтому указание того, что цвет точки фиксированного цвета совпадает с цветом фона, является более предпочтительным решением.

С помощью левой кнопки мыши можно перемещать любую точку фиксированного цвета (кроме первой и последней) в диапазоне между соседними точками. Эта операция не приводит к изменению их цвета и соответствующих им значений, а служит для удобства формирования шкалы. Например, это может потребоваться при вставке новой точки на место между двумя близкорасположенными точками.

Меню настроек (рисунок 2) вызывается через контекстное меню нажатием правой кнопки мыши. Ниспадающее меню под надписью "отображаемый параметр" позволяет выбрать любую из доступных конфигураций.

Группа кнопок Добавить/Изменить/Удалить позволяет пользователю добавлять или удалять новых схемы раскраски. При нажатии на кнопки "Добавить" и "Удалить" появляется диалоговое окно (рисунок 4), через которое пользователь может добавить новую конфигурацию или изменить существующую.

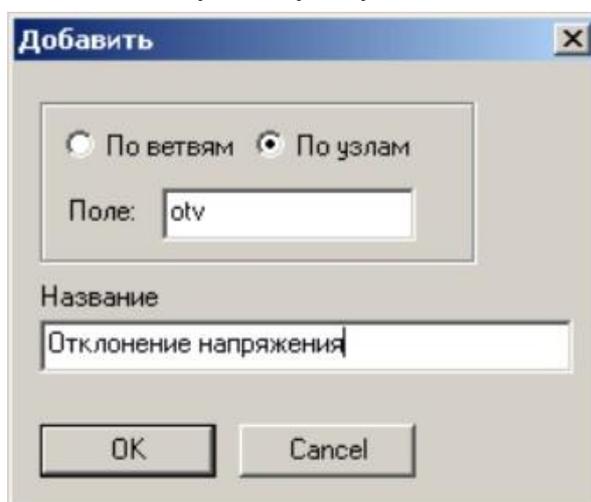


Рис. 4.

Градиентную подсветку можно линий применять только для параметров узлов. При подсветке параметра ветви значение цвета фиксировано, и вся линия закрашивается им одним.

Для описанного примера на градиентной шкале задавались абсолютные значения показателя. Существует другой режим, для которого градиентная шкала задает цвета для процентных отклонений от величин, указанных в перечне. . Режим включается переключателем "сравнивать с". Пользователь может добавлять, модифицировать и удалять значения из этого списка двойным щелчком левой кнопки мыши через появляющееся меню диалога. Алгоритм расчета отклонения следующий: по значению показателя производится поиск ближайшего значения из списка, и от него рассчитывается процентное отклонение. Для этого отклонения из градиентной шкалы определяется искомое значение цвета. При использовании этого режима следует учитывать то, что возможны ошибочное определение ближайшего значения списка, если параметр сильно отклонился от "своего" значения.

Практическое применение описанного режима не так очевидно, как основного, однако может потребоваться, например, при желании пользователя подсветить область,

соответствующую определенному номеру одного или нескольких районов. Конфигурация на рисунке 5 реализует подсвечивание шин узлов сети, относящихся к районам номер 4 и 7, синим цветом.

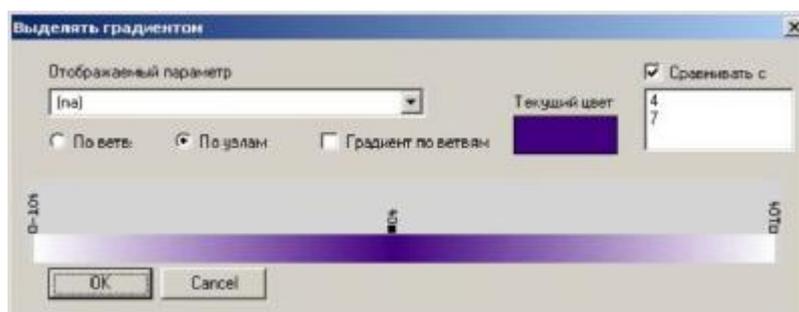


Рис. 5.

## Настройка графической схемы

При работе с графикой **Rastr** возможно достаточно гибкое изменение различных параметров, влияющих на детали отображения графической схемы.

Все функции настройки внешнего вида графики собраны в меню **Графика -Параметры**. Команды этого меню вызывают соответствующие таблицы с различными настройечными параметрами.

Команда **Текст** предназначена для изменения свойств текста при узле и ветви. Две команды -- **Район** и **Напряжения** задают различные способы выделения районов и номинальных напряжений. Команда **Общие** -- различные параметры, общие для всей схемы. .

При выборе команды **Текст** на экране появляются таблица, показанные на рис

Текст							
	Тип	РазмерX	РазмерY	Цвет	Шрифт	Идимость	авл
1	ny	34	37	■	ЛИТТ	Да	
2	name	34	37	■	ЛИТТ	Да	
3	vras	34	37	■	ЛИТТ	Да	
4	sn	34	37	■	ЛИТТ	Да	
5	sg	34	37	■	ЛИТТ	Да	
6	ssh	34	37	■	ЛИТТ	Да	
7	delta	34	37	■	ЛИТТ	Да	
8	slb	34	37	■	ЛИТТ	Да	✓
9	sle	34	37	■	ЛИТТ	Да	✓
10	sle	34	37	■	ЛИТТ	Нет	✓
11	sle	34	37	■	ЛИТТ	Нет	✓
12	sle	34	37	■	ЛИТТ	Нет	✓
13	sle	34	37	■	ЛИТТ	Нет	✓
14		200	200	■	ЛИТТ	Да	

При узле существует 7 (1-7) окон текста, при ветви -- 4 (8-13) последнее - свойства надписи.

В таблицах можно изменить следующие параметры окон текста:

**Тип**

-- задается имя физической величины, отображаемый в окнах текста.

**Цвет**

-- цвет текста в окне.

**Разм X, Разм Y**

-- размер текста в относительных единицах;

**Видим**

-- позволяет управлять видимостью на экране данного окна;

**Шрифт**

-- задает вид шрифта для текста, по умолчанию используется шрифт LITТ, при смене шрифта необходимо изменить размер текста.

**Направление**

-- позволяет изобразить стрелку, указывающую направление (обычно по потоку активной мощности).

Перетоки мощности при отображении в окне снабжаются стрелкой, указывающей направление потока *активной* мощности.

При выборе физической величины, отображаемой в окне, следует иметь в виду, что число ноль не отображается, а получить его можно в результате округления. Например, если при отображении коэффициента трансформации оставить точность равной нулю, ничего показано не будет, так как коэффициент трансформации меньше единицы.

Команда **Напряжение** задает способы выделения различных номинальных напряжений.

После ее выбора на экране появляется таблица. В ней содержатся все номинальные напряжения, присутствующие в данной схеме. Для изменения доступны следующие параметры:

**Толщина**

-- толщина линии в диапазоне от 1 до 7;

**Цвет**

-- цвет узла или линии;

**Видимость**

-- позволяет изменять видимость узлов и ветвей данного номинального напряжения.

Команда **Район** задает способы выделения районов сети. После ее выбора на экране появляется таблица, в ней содержатся все районы, присутствующие в данной схеме. Для изменения доступны следующие параметры:

**Цвет**

-- цвет узла или линии;

**Видимость**

-- позволяет изменять видимость узлов и ветвей данного района.

Команда **Общие** задает общие настройки графической схемы. После выбора команды на экране появляется таблица:

Общие		назначение
	Название	
1	Цвет узла (Цв_узла)	
2	Цвет ветви (Цв_ветви)	
3	Цвет выделенного узла (Цв_выд_узла)	
4	Цвет выделенной ветви (Цв_выд_ветви)	
5	Цвет отмеченного узла (Цв_отм_узла)	
6	Цвет отмеченной ветви (Цвет_отм_ветви)	
7	Цвет ветви (Цв_ветви)	
8	Фон экрана (Фон)	
9	Выделение напряжения тощиной (U-толщина)	Да
10	Выделение напряжения цветом (U-цвет)	Нет
11	Выделение районов цветом (Р-цвет)	Нет
12	Число полос при выводе на печать (Полос)	

В можно изменить следующие параметры:

#### Цвет узла, Цвет линии

-- задает цвет узла или линии по умолчанию;

#### Разделение напряжений по толщине

--выделять (**Да**) или не выделять (**Нет**) различные номинальные напряжения толщиной изображений узла и ветви (сами значения задаются командой **Напр**);

#### Разделение напряжений по цвету

--выделять (**Да**) или не выделять (**Нет**) различные номинальные напряжения цветом изображений узла и ветви (сами значения задаются командой **Напр**);

#### Разделение районов по цвету

--выделять (**Да**) или не выделять (**Нет**) различные районы цветом изображений узла и ветви (сами значения задаются в таблице, вызываемой командой **Районы**);

#### Выделение неполных узлов

--узлы у которых остались не введенные смежные узлы, называются неполными и могут выделяться цветом;

#### Цвет выделенного узла

-- цвет неполных узлов (см. выше)

#### Цвет отмеченного узла

и

#### Цвет отмеченной линии

-- цвет отмеченного узла и линии;

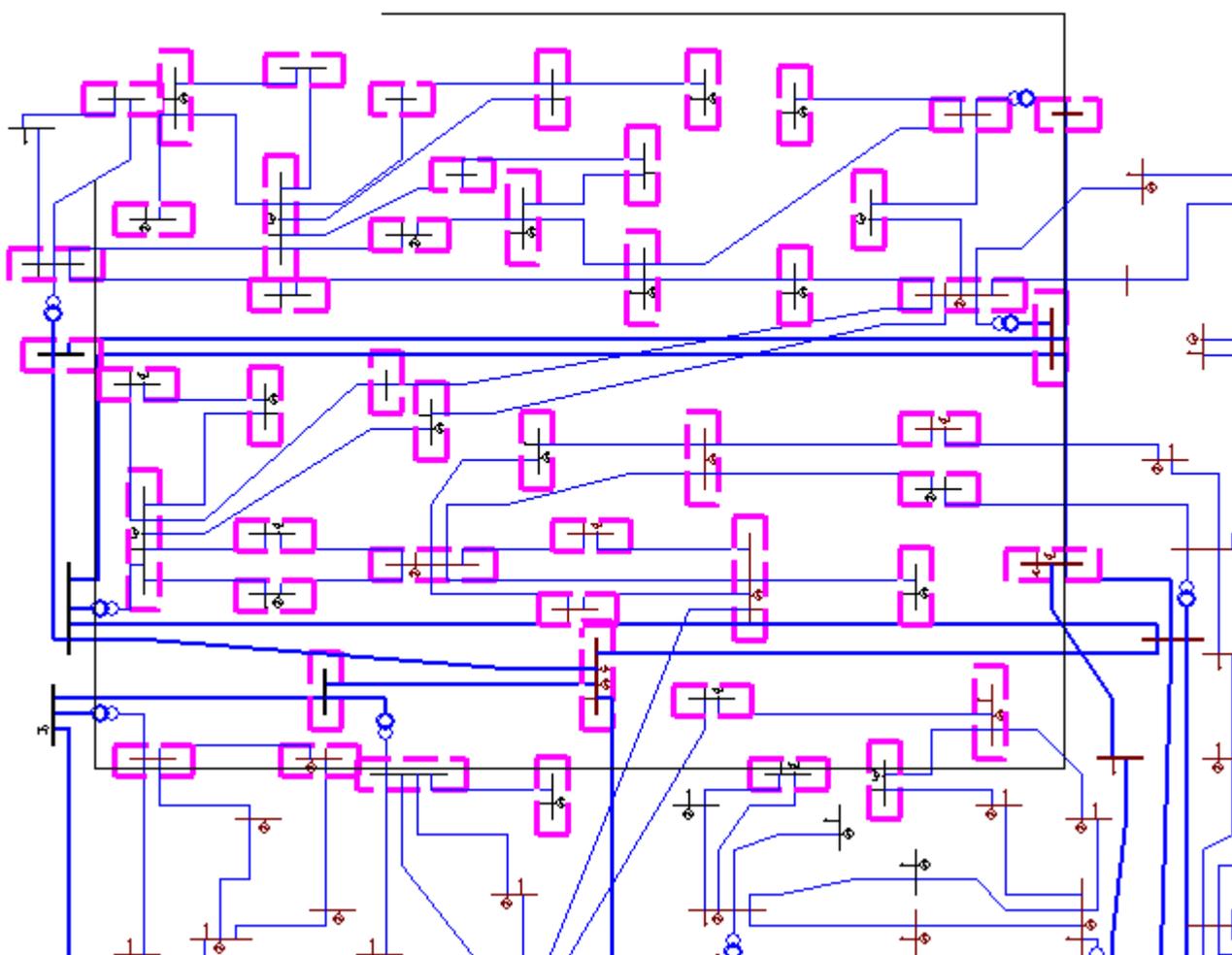
Нетрудно заметить, что существует несколько различных таблиц, задающих цвет узла и ветви в зависимости от различных и, часто, противоречивых условий. Окончательный цвет узла и линии на экране определяется по следующему алгоритму:

- установить цвет по таблице **Общие** п.1-2;
- если задано разделение напряжений по цвету (п.4 таблицы **Общие**), установить цвет в соответствии с таблицей **Напр**;
- если задано разделение районов по цвету (п.5 таблицы **Общие**), установить цвет в соответствии с таблицей **Районы**;
- если узел или линия отмечен, установить цвет в соответствии с п. 8-9 таблицы **Общие**;

- если узел требует выделения, установить цвет выделенного узла (задается в строке 7 таблицы **Общие**);
- отобразить узел или ветвь на экране, используя полученный цвет;

## Выделение куска графической схемы

Для выделения куска графической схемы необходимо перейти в режим Графика - Выделить



При выделении рамкой узлы, попавшие в нее отмечаются прямоугольником. Используя выделение с помощью **Shift** (работает как переключатель) можно убрать выделение с отдельных узлов и добавить выделение для узлов не попавших в прямоугольную область. Прямоугольная рамка (черная) по прежнему используется для указания области печати и копирования.

С выделенными узлами можно проделать следующие действия:

- 1) **Отметить**, используя команду из локального меню (правая кнопка)
- 2) **Сдвинуть**. Для этого необходимо перейти в режим **Ввода**
- 3) Выполнить **контекстный макрос**.

# Графические флаги

Графический флаг представляет из себя векторный рисунок с текстом, располагающийся в произвольном месте графической схемы. С помощью графических флагов возможно выводить на схему значения различных обобщенных параметров, что позволяет существенно повысить информативность графической схемы.

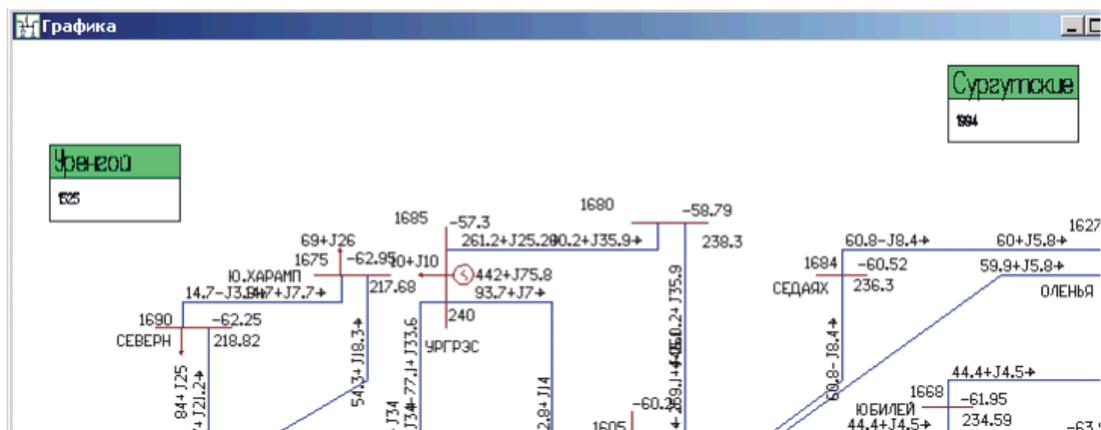


Рис. 1.

На рисунке представлен фрагмент окна графики с двумя флагами, в которых выводится текст с названием района и величины его потребления. На схеме пользователь может произвольно расположить флаги для всех районов. Следует обратить внимание, что фоновые рисунки у каждого флага из этой группы одинаковы. Исходя из этого в настройках флагов (см. рисунок 2) для каждой группы указывается выборка, по которой определяется запись в таблице со значениями, которые подставляются в каждый экземпляр флага.

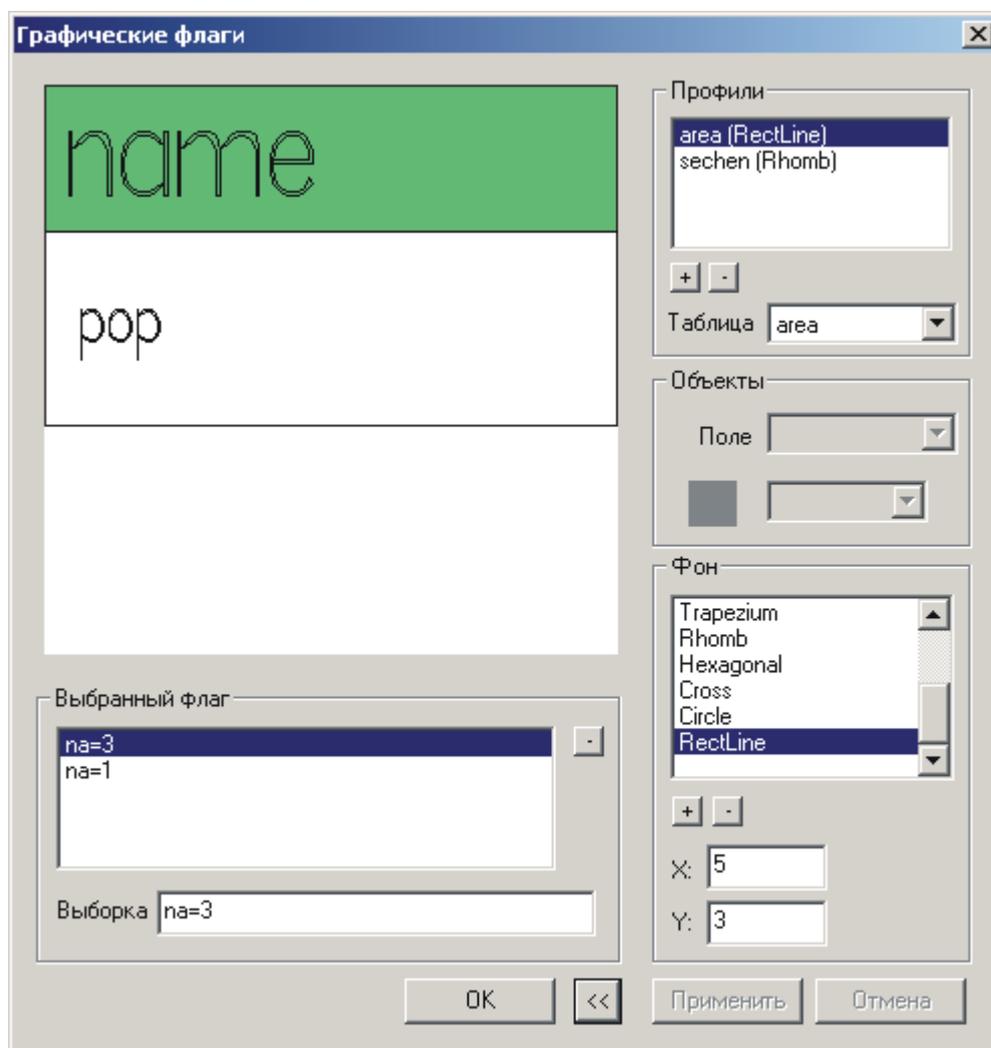


Рис. 2.

Эти выборки приведены в списке Выбранный флаг. Окно настроек флагов доступно через контекстное меню графики "Флаги".

Для создания нового флага необходимо последовательно выполнить три шага:

1. Выбрать из списка или создать новый фон флага (кнопка +).
2. На основе фона создать новый профиль (кнопка +), для которого указывается привязка к таблице и список полей.
3. Создать экземпляры профиля, для каждого из которых указав уникальную строку выборки. Экземпляры создаются перетаскиванием (с удерживанием кнопки shift) на графическую схему рисунка профиля.

При открытом окне настроек окно графической схемы остается доступным, при этом по щелчку левой кнопки мыши на графической схеме можно производить выбор экземпляров профиля.

Новый фон можно импортировать (поддерживается формат Windows metafile \*.wmf). Файлы этого формата можно создать при помощи практически любого редактора векторной графики (например CorelDraw). При импорте алгоритм разбивает объекты на две группы примитивов - прямая линия и эллипс. Заливки игнорируются, пользователь может самостоятельно произвести заливку объекта (через контекстное меню, доступное при щелчке правой кнопки мыши на рисунке фона). Для импортируемого фона следует изменить размеры объекта (поля X и Y), которые задаются в логических единицах графики.

Следует учитывать, что программы векторной графики используют различные подходы к формированию содержимого экспортируемого wmf-файла. В частности, эллипс (или окружность) могут быть заменены множеством отрезков прямой по ее касательной, толстая линия может быть заменена прямоугольником с заливкой и т.д. Разумеется, это существенно снижает качество фонового рисунка и скорость его вывода на экран. В связи с этим можно советовать альтернативный способ формирования фоновых рисунков через прямую модификацию данных таблицы, где хранится информация по примитивам (таблица graph2\_block):

Num	x	y	stroutline	sthash	desc
1	4	2	121.0:1.0:5.0:1:-1:121.0:5.4:0.5:0:1:-1:124:0.5:4:1.5:0:1:-1:124:1.5:1:1.5:0:1:-1:121.1.5:1:2.0:1:-1:121.2:0:1:0:1:-1:120.1:1:0:0:1:-1:121.0:1:0.5:		Arrow left
2	2	4	122.1:1.5:1.0:1:-1:121.5:1:1.5:4.0:1:-1:121.5:4.0:5:4.0:1:-1:120.5:4.0:5:1.0:1:-1:120.5:1.0:1:0:1:-1:120.1:1.0:0:1:-1:121.0:2:1:0:1:-1:122.1:		Arrow top
3	4	2	123.2.3:1.5:0:1:-1:123.1.5:0:1.5:0:1:-1:120:1.5:0:0.5:0:1:-1:120:0.5:3.0:5:0:1:-1:123.0:5:3.0:0:1:-1:123.0:4.1.0:1:-1:124.1.3.2.0:1:-1:125:		Arrow right
4	2	4	120:3.0:5:3.0:1:-1:120.5:3.0:5:0:0:1:-1:120.5:0:1.5:0:0:1:-1:121.5:0:1.5:3.0:1:-1:121.5:3.2.3.0:1:-1:122.3.1:4.0:1:-1:121.4.0:3.0:1:-1:120:		Arrow bottom
5	4	3	120:0.4.0:1514015:1:-1:124.0.4.3.1514015:1:-1:124.3.0:3.1514015:1:-1:120:3.0:0:1514015:1:-1:		Rect
6	4	4	123.3e-002:4.3.22e-002:4:1447187:1:-1:123.22e-002:4.2.44e-002:4:1447187:1:-1:122.44e-002:4.8.14e-003:4:1447187:1:-1:128.14e-003:4.0:3:		Trapezium
7	3	3	121.5:0.3:1.5:1514015:1:-1:123.1.5:1.5:3.1514015:1:-1:121.5:3.0:1.5:1514015:1:-1:120.1.5:1.5:0:1514015:1:-1:		Rhomb
8	3	4	121.5:0.2.25:0.5:1514015:1:-1:122.25:0.5:3:1.1514015:1:-1:123:1.3:2:1514015:1:-1:123:2.3:3:1514015:1:-1:123:3.2.25:3.49:1514015:1:-1:122:		Hexagonal
9	3	3	121.99:2.98:1.01:2.98:1514015:1:-1:121.01:2.98:1.01:1.99:1514015:1:-1:121.01:1.99:1.51e-002:1.99:1514015:1:-1:121.51e-002:1.99:1.51e-00		Cross
10	10	3	220:0.3:3:0:1:-1:		Circle
11	5	3	120:0.5.0:1514015:1:-1:125.0.5.3.1514015:1:-1:125.3.0:3.1514015:1:-1:120:3.0:0:1514015:1:-1:120:1.28:5.1.28:0:1:-1:		RectLine

Рис. 3.

Список примитивов закодирован текстовой строкой в поле stroutline. Каждый примитив описывается группой атрибутов. Группы разделены друг от друга символом ';' (на рисунке 3 для последней записи цветом выделены группы). Внутри группы используется этот же разделитель. Ниже представлена расшифровка объекта группы:

1 цифра	Тип объекта (1-отрезок, 2-эллипс)
2 цифра	Флаг масштабируемости примитива (1-линия масштабируется при изменении масштаба всего объекта, 2 - не масштабируется)
Дробное число	Координата x1 (левая)
;	
Дробное число	Координата y1 (верхняя)
;	
Дробное число	Координата x2 (правая)
;	
Дробное число	Координата y2 (нижняя)
;	
Целое число	Цвет линии
;	
Целое число	Толщина линии
;	
Целое число	Индекс позиции блока, описывающего заполнение объекта (или -1 если без заливки). Алгоритм прорисовки выводит

объекты последовательно в соответствии с их порядком в поле stroutline, при этом если для примитива встречается ссылка на заливку, то она производится перед выводом следующего примитива, который может ограничить область заполнения.
---

Для эллипса координаты определяют прямоугольник, в который он вписан, для отрезка - координаты начала и конца.

Конечно, приведенный способ описания фоновых рисунков может показаться неудобным. В следующих версиях RastrWin возможно добавление функциональности, которое позволит визуально производить операции по их формированию и модификации.

При создании нового профиля через выпадающий список следует задать ссылку на таблицу, к которой будут применяться выборки экземпляров флага. Далее для профиля следует добавить ссылки на поля (на рисунке 2 это поля name и pop таблицы area).

Действия добавления и удаления ссылок на поля, а также изменения положения вывода текста, поворота и размера осуществляются визуально при помощи левой кнопки мыши и контекстного меню, доступного по щелчку правой кнопки мыши на окне с изображением фона объекта.

## **Сечения.**

Допустим, пользователь добавил графический флаг, который несет на себе функцию представления сечения (возможно, с указанием обобщенных параметров, например, перетока). Для повышения наглядности предлагается обозначить на схеме линии, которые входят в состав этого сечения.

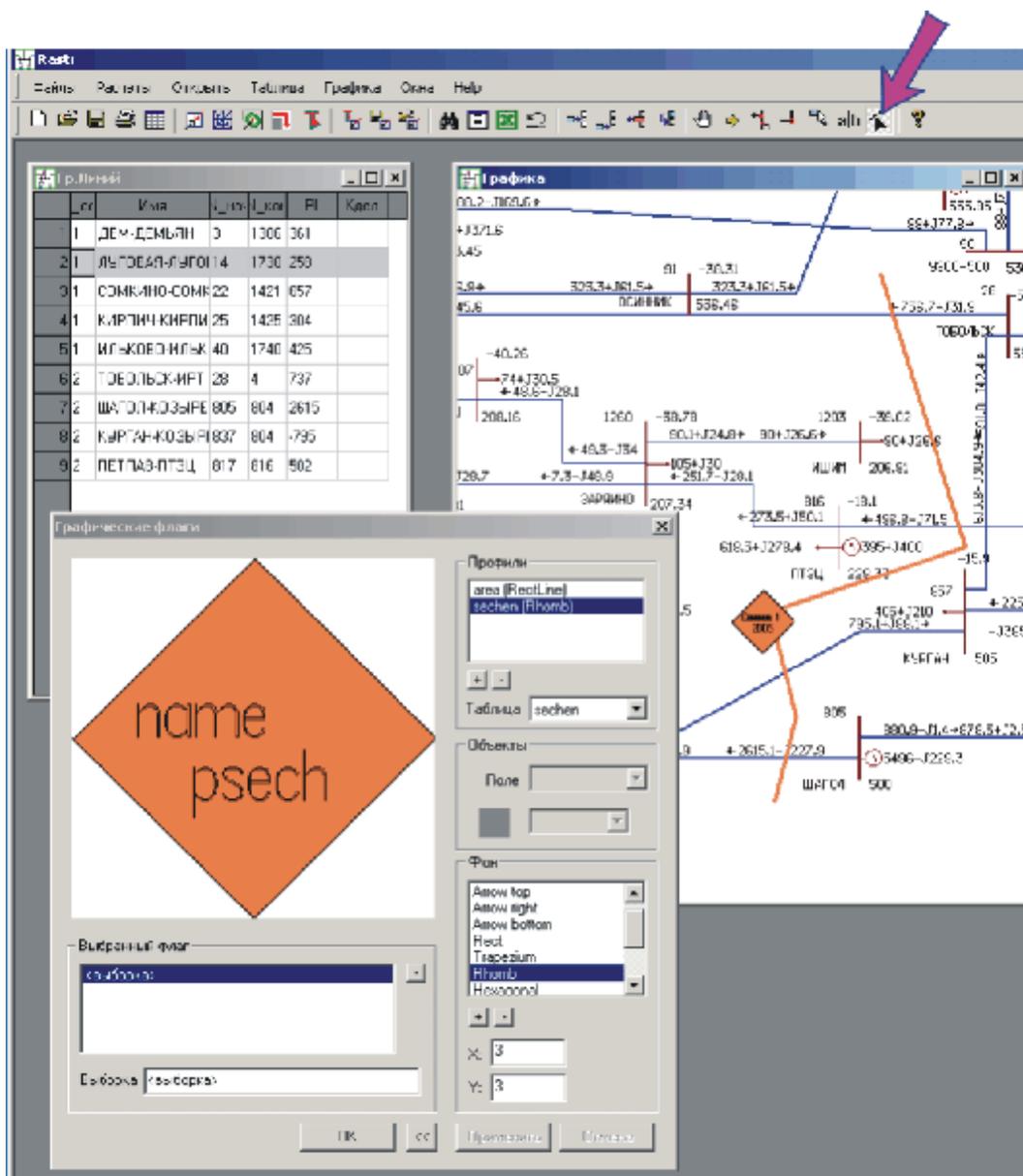


Рис. 4.

На рисунке приведен пример для сечения, состоящего из четырех ветвей. От флага отходят ломаные линии, которые пересекают соответствующие ветви схемы. Для создания и редактирования линий предусмотрен специальный режим графики, который активируется нажатием кнопки панели инструментов (указан стрелкой на рисунке 4).

## Элемент управления Селектор ("Дерево")

После версии Барс 1.20 в составе оболочки RastrWin/ActOpus/Bars введен элемент управления селектор, позволяющий представить связи элементов данных в базе в виде древовидной структуры. Другим названием селектора является название "Дерево". Селектор предоставляет удобные средства для навигации по объектам базы данных и сложные механизмы выборок в основных таблицах оболочки и в мегагриде (при работе под управлением драйвера мегаточки).

Селектор организует данные в виде структуры, которая называется **дерево**. Дерево может состоять из одного или нескольких **уровней**, связанных иерархически. Уровень представляет собой ссылку на таблицу с данными, список ключевых полей из этой таблицы ("свои ключи") и список ключевых полей родительской таблицы данных

("родительские ключи"). Ключевыми полями могут быть любые поля целого типа. В любом дереве есть корневой уровень, который не имеет родительского уровня. Каждый уровень может быть связан только с одним родительским уровнем. Количество дочерних уровней не ограничивается.

Уровень может иметь атрибут "скрытый", может содержать произвольную выборку по таблице, на которую ссылается и может определять правила наименования объектов из таблицы с данными.

Селектор позволяет хранить несколько вариантов деревьев для различных задач, которые заранее настраиваются и сохраняются для дальнейшего использования. В селекторе имеется инструмент для настройки деревьев, что позволяет пользователям самостоятельно создавать новые и редактировать существующие деревья.

## Работа с селектором

Для того, чтобы вывести окно селектора следует использовать команду "Селектор" меню "Открыть".

В процессе работы с селектором пользователь может выбрать необходимое дерево и, ориентируясь на иерархическую структуру, выбирать требуемые объекты. При этом доступен механизм перехода в таблицы данных и в таблицы мегагрида.

С помощью мыши можно сворачивать и разворачивать отдельные ветви дерева точно так же, как в проводнике Windows производится управление деревом каталогов. Элементы дерева можно разделить на заголовки уровней и названия объектов базы данных. Заголовок уровня является корнем для списка элементов и позволяет сгруппировать элементы для более удобного доступа.

При нажатии правой кнопки мыши на названии объекта становится доступным контекстное меню, в котором перечислены названия форм, в которых выбранный объект может быть отображен. Например, объект из таблицы данных "Узлы" может быть отображен в формах "Узлы", "Узлы+Ветви", и т.д. Через разделитель в контекстном меню

перечислены названия форм, которые можно открыть относительно выбранного объекта по контекстной выборке. Система контекстных выборок используется для перехода между формами в оболочке программы и также используется в селекторе. Если селектор устанавливает связь по таблице контекстных выборок, он отображает возможные варианты контекстных переходов. Для объекта из таблицы "Узлы" будут доступны переходы на таблицу "Ветви" с выборкой номеров начал-концов ветви по данному узлу и т.д.

При нажатии правой кнопки мыши на заголовке уровня в контекстном меню выбор переходов отсутствует, поскольку заголовок уровня не содержит информации о выбранном объекте в таблице данных.

Дополнительно в меню доступны пункты:

"Загрузить" - позволяет выбрать из дополнительного меню желаемое дерево из списка уже подготовленных и сохраненных деревьев.

"Показывать список" - включает или выключает отображение в верхней части окна селектора выпадающего списка подготовленных деревьев. Выбор из списка требуемого дерева позволяет быстро переключать отображаемое селектором дерево.



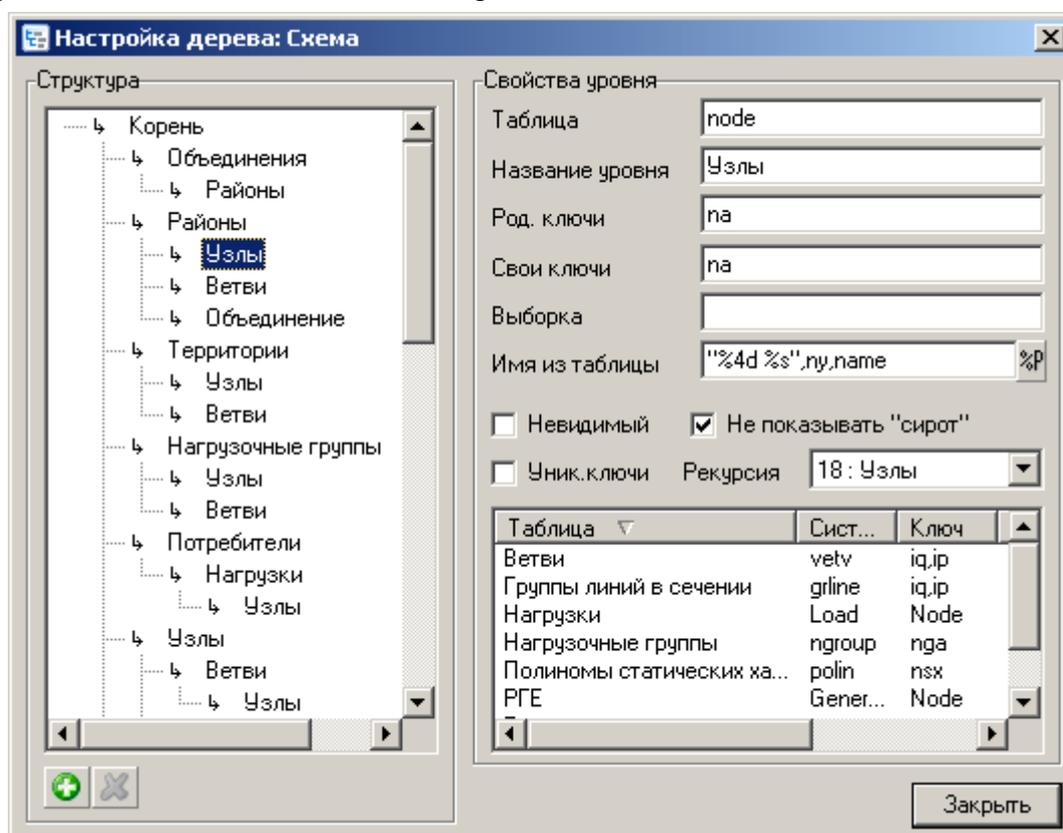
"Настройка" - открывает диалог настройки текущего дерева.

При любых изменениях данных в базе селектор сворачивает дерево и выводит в своем приглашении окне приглашение для обновления данных. Достаточно щелкнуть в указанном месте окна селектора и дерево вновь отобразится. Такие действия селектора объясняются тем, что при изменении данных возможно потребуется перестроить дерево, что при сложных системах уровней может занимать существенное время. Для того, чтобы этого избежать, селектор перестраивает дерево по инициативе пользователя в момент, когда дерево необходимо.

Также для ускорения работы селектор реально не строит дерево целиком и сразу, а отображает разворачиваемые ветви только по мере необходимости (когда их разворачивает пользователь). Поэтому когда при изменениях данных или настроек дерево перестраивается, оно сворачивается до уровней, следующих за корневым.

## Настройка селектора

Для настройки селектора существует специальный диалог, в котором пользователь может создать новое или изменить существующее дерево. Диалог появляется по команде "Настройка" контекстного меню селектора.



Диалог настройки дерева

В диалоге настройки селектора три основных области: структура дерева, свойства уровня и список дочерних таблиц текущего уровня.

Структура дерева представляет собой иерархию уровней, из которой селектор строит дерево, заполненное объектами из базы данных. Стрелка в начале описания уровня означает, что все атрибуты уровня заданы корректно. В случае, если таблица, к которой относится уровень отсутствует, вместо стрелки выводится зачеркнутый квадрат. Если нарушена связь между уровнями, у дочернего уровня выводится красный крестик. Уровни можно сворачивать и разворачивать в окне структуры как в обычном дереве. При выборе

некоторого уровня, в области свойств уровня и в списке дочерних таблиц выводится информация об этом уровне.

Существуют кнопки "Добавить новое дерево" и "Удалить дерево". Первая кнопка создает новое дерево, название которого пользователь должен ввести в появившемся диалоге запроса. Вторая - удаляет текущее дерево и вводит в селектор следующее доступное дерево. Все деревья с помощью этой кнопки удалить нельзя, хотя бы одно должно оставаться.

Свойства уровня включают следующие атрибуты:

**Таблица** — системное имя таблицы, данные которой представлены в уровне.

**Название уровня** — заголовок уровня, выводимый в окне селектора (любая строка символов)

**Род. ключи** — список ключевых полей родительской таблицы уровня, разделенный запятыми.

**Свои ключи** — список ключевых полей в таблице уровня.

**Выборка** — выражение, определяющее множество данных, которые уровень выбирает из своей таблицы. Выборка по синтаксису идентично стандартным выборкам в формах оболочки.

**Имя из таблицы** — правило, по которому формируются названия объектов из таблицы уровня в окне селектора. В простейшем случае достаточно указать имя поля, значение которого будет определять название объекта. Кроме того, можно создавать более сложные названия элементов используя стандартную строку форматирования. При этом может быть использован синтаксис вида "форматная\_строка", список полей. В форматной строке используется расширение формата ввода  $%[x_1|x_2|...|x_n]r$ , которое позволяет задать картинку из определенного набора  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Эта картинка будет отображена в названии объекта.  $x_1, x_2, \dots, x_n$  это номера картинок, разделенные символом "|". Список доступных картинок можно увидеть нажав на кнопку **%p**, расположенную рядом с полем ввода "Имя из таблицы". На приведенном рисунке сформировано название уровня "Узлы" с использованием поля `pu` (номер узла) и поля `name` (название узла).

**Невидимый** - отключает отображение уровня в окне селектора. Невидимый уровень может иметь дочерние уровни, что позволяет использовать его в иерархии. Этот атрибут полезен для построения деревьев, в котором таблицы связаны не напрямую, а через цепочку таблиц, причем эту цепочку отображать не нужно. Невидимый уровень может иметь только один дочерний уровень, что связано со специфическим применением таких уровней.

**Уникальные ключи** — позволяет исключить из уровня объекты с одинаковыми ключами, заданными в поле "Свои ключи". Эта опция полезна при объединении нескольких подуровней с выборками. Например, если к уровню "РГЕ" прикрепить два уровня "Блоки" с разными выборками, опция "Уникальные ключи" позволит исключить одинаковые блоки из обеих выборок и сделать так, что каждый блок в уровне встречается только 1 раз.

**Не показывать сирот** — отключает отображение объектов из уровня в случае, если у них нет дочерних объектов. Например, если к району не отнесено ни одного узла, название района выводится не будет. Этот атрибут при работе селектора не действует на уровни, которые в иерархии являются конечными (в противном случае эти уровни не будут видно вообще).

**Рекурсия** — выпадающий список, позволяющий задать уровень, на который осуществляется переход при двойном щелчке на данном уровне. Уровень, на который может быть сделан переход должен быть построен только из той таблицы, из которой построен данный уровень. Таким образом с уровня, построенного из таблицы "ветви" можно перейти только на другой уровень также построенный из таблицы "ветви". При переходе на уровне, на который делается переход становится объект, идентичный объекту

с которого был сделан переход. Рекурсия удобна для быстрого перехода из одного представления объекта в другое. Например, ветви могут входить и в структуру узла, и в список межсистемных связей района, и в сечения. С использованием рекурсии можно переходить от ветви, которая представлена в структуре узла в сечение, а из него - в межсистемные связи района. При активизации выпадающего списка в окне структуры дерева в названии уровней отображаются номера. Они позволяют точно определить на какой уровень может быть сделан переход, даже если уровни называются одинаково. Любые изменения атрибутов в свойствах уровня немедленно отражаются в окне структуры дерева. Следует обращать внимание на символы уровней. Символ отличный от стрелки указывает на ошибку (см. выше).

Уровни в окне структуры дерева можно перетаскивать мышью. При перемещении уровня все его дочерние уровни также перемещаются. Перемещения в пределах окна структуры позволяют изменить иерархию дерева. При перемещении крест в символе курсора означают, что селектор не может автоматически определить ключевые поля для соединения родительской и дочерней таблиц в уровнях. Перетаскивание в этом случае возможно, но скорее всего придется вручную установить ключевые поля в свойствах уровня после перетаскивания. Перечеркнутый круг означает, что перетаскивание невозможно и не будет выполнено. Например, нельзя перетащить родительский уровень и сделать его подчиненным одному из его же дочерних.

Перетаскивание уровней возможно не только в пределах окна структуры, но и между окном структуры и окном списка дочерних таблиц. Перетаскивание уровня из структуры в список дочерних таблиц удаляет уровень и все его дочерние уровни. При таком перетаскивании курсор мыши превращается в мусорную корзину. При перетаскивании элемента из окна дочерних таблиц создается новый уровень, который пользователь может присоединить к любому уровню структуры. При перетаскивании курсор мыши с помощью индикаторов показывает возможный результат присоединения. Ключи нового уровня автоматически, когда это возможно, настраиваются на родительскую таблицу. К корневому уровню структуры может быть присоединена любая таблица без исключений, поскольку ключей у корневого уровня структуры нет.

В списке дочерних таблиц отображается список таблиц, которые могут быть автоматически присоединены к выбранному в структуре уровню в качестве дочернего уровня.

## **Подробный пример простой настройки селектора**

Предположим что задача - настроить дерево для отображения РГЕ, в которых независимо структурированы блочная и неблочная части. Один из вариантов решения приведен ниже. Большинство настроек выполняется автоматически.

1. Входим в настройку дерева и создаем новое дерево (кнопка "Добавить новое дерево"). Называем его "РГЕ - состав оборудования". В результате действий окно структуры очищается и в нем присутствует только корневой элемент.
2. Находим в списке дочерних таблиц таблицу "РГЕ" и перетаскиваем на корневой элемент структуры. Новый уровень "РГЕ" становится текущим и в списке дочерних таблиц остаются только те, которые связаны с таблицей РГЕ (системное название "Generator").
3. На уровень РГЕ из списка таблиц перетаскиваем таблицу "Блоки". Эту операцию проделываем два раза, поскольку один уровень блоков будет представлять блочную часть, а второй будет служить связкой с котлоагрегатами неблочных частей. В первой таблице в свойствах уровня вносим выборку  $BoilerUnit=0$ , а во второй -  $BoilerUnit!=0$ . Таким образом в первом уровне блоков будут только те, которые не связаны с котлоагрегатами, а во втором - только связанные с ними. Второй уровень должен быть скрыт, так как служит

- не для отображения, а для связи с дочерним уровнем, поэтому ставим галочку "Невидимый". Можно назвать первый уровень "Блочная часть" в поле "Название уровня".
4. На второй уровень блоков перетаскиваем таблицу "Котлоагрегаты" из списка дочерних таблиц. Уровень можно назвать "Неблочная часть".
  5. К уровню "Котлоагрегаты" перетаскиваем таблицу "Блоки" из списка дочерних таблиц. Называем уровень "Генераторы"
  6. Нажимаем кнопку "Закрыть" (при этом настройка будет сохранена в системном шаблоне) и оцениваем результат непосредственно в селекторе.

## Множественные и непарные ключи

Ключевые поля, указываемые в свойствах должны иметь тип "Целый" и следовать парами : Родительский-Свой. Большинство связей удастся построить единственной парой, однако допустима комбинация дочерних и родительских ключей в виде "один ко многим" или "много к одному". Например, если родительская таблица "Узлы" а дочерняя "Ветви", номер узла в таблице "Узлы" является единственным ключом таблицы. В таблице "Ветви" ключей два: номер узла начала ветви и номер узла конца. В этом случае селектор будет выбирать все ветви, которые имеют номер узла начала или номер узла конца, равный номеру родительского узла. Если необходимо выбирать только ветви, начинающиеся в данном узле, нужно указать соответствующее свое ключевое поле : номер узла начала. Обратная ситуация: родительская таблица "Ветви" (с двумя ключами), дочерняя - "Узлы" (с одним ключом). Селектор будет выбирать в этом случае оба узла в качестве дочерних объектов. Указав единственный родительской ключ в ветвях, получим в дочерних объектах либо узел начала, либо узел конца.

## Протокол

---

Протокол — специальное окно, в котором отображается ход выполнения некоторого процесса. Протокол имеет древовидную структуру и позволяет представить процесс в виде последовательности стадий и событий. Событием называется запись в протоколе, не имеющая вложенных стадий. Вложенные стадии можно раскрывать или сворачивать. Стадии могут быть закрытыми и открытыми. Закрытые стадии считаются завершенными и события в них после закрытия попадать не могут. Такие стадии, в случае успешного, завершения по умолчанию сворачиваются. События в протоколе разделены по степени важности и отображаются значками:



— Стадия успешно завершена. Означает, что во всех вложенных стадиях и в данной стадии нет ошибок, предупреждений и сообщений. Другой значок в стадии выводится в случае, если в стадии или во вложенных стадиях есть события отличные, от сообщений. Значок стадии, в таком случае, отображает событие с наибольшей важностью в данной стадии. При этом в заголовке стадии указывается общее количество ошибок, предупреждений или сообщений. Кроме того, в некоторых случаях, может отображаться полное время выполнения стадии.



— Информационное сообщение. Используется для вывода справочной информации.



— Сообщение. Используется для вывода событий, на которые следует обращать внимание. Важность сообщения ниже, чем важность предупреждения. Как правило, сообщение предназначено для информирования пользователя о некотором действии, которое предпринял расчетный блок.



Предупреждение. Предназначено для информирования пользователя об отклонениях от нормального процесса. Предупреждение выводится расчетным блоком в случае, если возникла ошибочная ситуация, но существует возможность "исправить" ошибку по некоторому правилу.

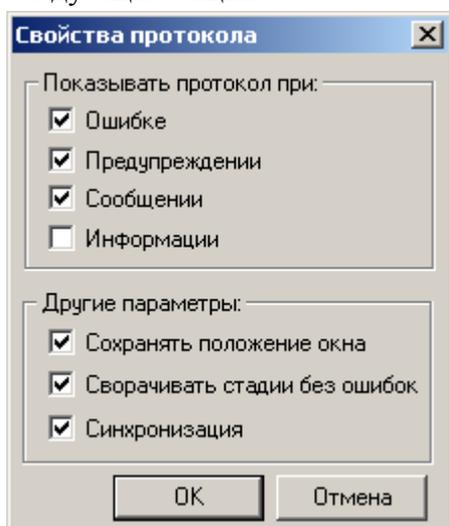


Ошибка. Требуется вмешательство пользователя, поскольку правил для устранения ошибки не найдено. При ошибке процесс работы, как правило, не прерывается. Таким образом, пользователь может не последовательно устранять ошибки, а оценить их количество и характер сразу после окончания процесса.



Системная ошибка. Программа не смогла распределить память, открыть файл, выделить ресурсы и т.п. В таких случаях дальнейшее выполнение процесса невозможно или не имеет смысла.

Протокол работает в отдельном окне. Кроме, собственно, протокола в окне имеются кнопки "Закрыть" и "Очистить". Вторая кнопка удаляет из протокола все закрытые стадии. Поведением окна протокола можно управлять с помощью диалога настройки. Вызвать его можно с помощью пункта "Настройка протокола..." контекстного меню (правая кнопка мыши на протоколе). В диалоге настройки пользователь может определить следующие опции:



Показывать протокол при ошибках/предупреждениях/сообщениях. Протокол может быть показан автоматически (даже если он был закрыт) при возникновении определенных событий.

Сохранять положение окна — заставляет окно протокола возникать в том месте, где в последний раз оно было закрыто или включена эта опция. Весьма удобная опция для систем с двумя мониторами.

Сворачивать стадии без ошибок — позволяет сделать дерево протокола более компактным за счет сворачивания стадий, в которых отсутствуют ошибки, предупреждения и сообщения.

Синхронизация. Расчетный блок и протокол могут работать в двух режимах: синхронном и асинхронном. В синхронном режиме расчетный блок ожидает, пока протокол отобразит событие. При этом расчетный блок выполняет работу несколько медленнее, но пользователь может наблюдать за его работой в реальном времени. В асинхронном режиме протокол не задерживает работу расчетного блока, накапливая события в собственном буфере. Протокол отображает события постепенно, с некоторой задержкой. В связи с этим возможны неприятные визуальные артефакты, такие как "замораживание" дерева при большом количестве событий (50-100 событий в секунду, в зависимости от производительности системы). Расчет в таком случае заканчивается раньше, чем протокол успеет отобразить все события. В заголовке окна протокола в асинхронном режиме

отображается количество событий, накопленных в буфере. Пользователь может выбирать наиболее подходящий режим с помощью этой опции.

## **Рабочие области**

Зачастую пользователю ПО бывает удобно определенным образом расположить и настроить окна внутри рабочей области программы, чтобы вся необходимая информация одновременно была представлена на экране. Существует возможность сохранить созданную конфигурацию окон, восстановить любую из сохраненных конфигураций, а также скопировать созданные конфигурации на другую машину при переносе ПО или для работы другого пользователя. Эту возможность реализует механизм рабочих областей (присутствует в ПО RastrWin с версии 2.24).

В основе механизма рабочих областей лежит запоминание и восстановление расположения окон и основных настроек, индивидуальных для каждого окна. Для каждого окна вне зависимости от его типа запоминается расположение, состояние видимости и положение относительно других окон в плоскости экрана. Окна, кроме того, подразделяются по типу, от которого зависит объем и вид запоминаемых настроек.

### **Таблица**

Запоминается набор отображаемых полей, настройки выборки и/или параметры автовыборки.

### **Мегагрид**

Запоминаются все настройки конфигуратора мегагрида с учетом текущих изменений (выборки, изменения режима отображения), а также параметры автовыборки.

### **Графики**

Запоминается привязка каналов графика в базе данных и его фиксации, атрибуты отображения канала графика (цвет, толщина, тип линии, тип графика), алгоритм построения графика и дополнительная служебная информация.

### **Графическая схема**

Запоминается кадр графической схемы (координаты и масштаб) и параметры текущей автовыборки.

### **Селектор**

Запоминается только расположение окна. Настройки отображения дерева не сохраняются, поскольку они могут содержаться только внутри базы данных.

### **Постадийный протокол**

Запоминается только расположение окна.

### **Окно макро**

Запоминается последний загруженный макрос.

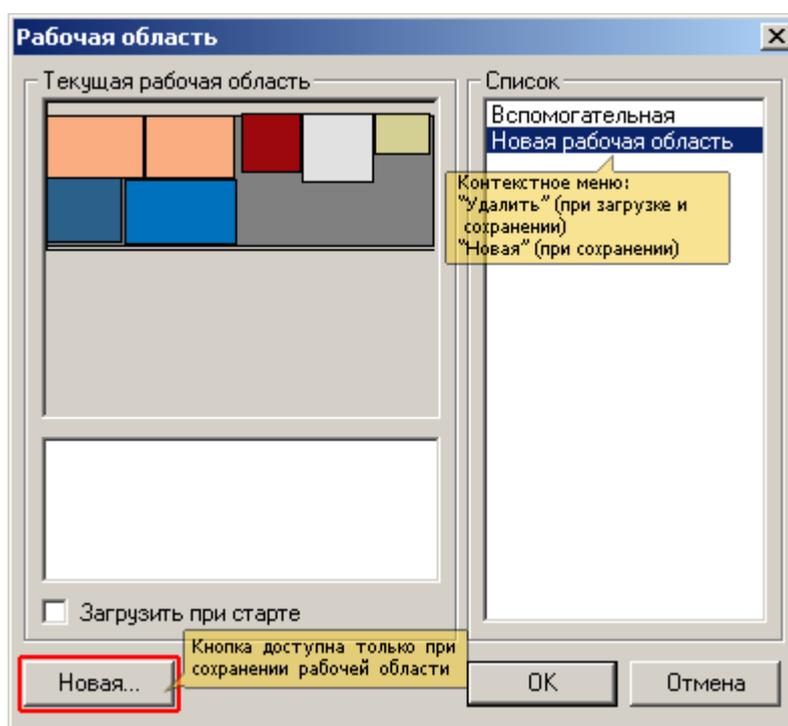
## Окно истории

Запоминается только расположение окна.

Все что запоминается для окна каждого типа при восстановлении рабочей области так же восстанавливается. Это позволяет практически полностью восстановить рабочее место пользователя после последнего сеанса работы с ПО. Вариантов рабочих областей может быть сохранено неограниченное количество. Каждый вариант может быть восстановлен по выбору пользователя.

Описание рабочих областей сохраняется в файле workspaces.xml, который создается в каталоге установки ПО. Этот файл можно скопировать на другую машину, чем обеспечить возможность работы с уже созданными рабочими областями.

Для управление рабочими областями существует две команды в меню "Окна" — "Сохранить область" и "Загрузить область". При выполнении команд выводится диалог управления рабочими областями:



Диалог управления рабочими областями

Диалог один и тот же для обеих команд. При загрузке рабочей области пользователь может выбрать из списка требуемую рабочую область, при сохранении может выбрать область, поверх которой будет записана текущая конфигурация или нажать кнопку "Новая...". При нажатии на эту кнопку будет запрошено имя новой рабочей области. Если при в момент сохранения рабочей области ни одной рабочей области еще не было сохранено, диалог не будет показан. Вместо него будет выведен запрос имени новой рабочей области.

В диалоге имеется список сохраненных рабочих областей. При выборе требуемой области отображается информация о ней: схематическое представление расположения окон, комментариев, и признак загрузки этой рабочей области при старте. В окне схематического представления расположения окон работает всплывающая контекстная подсказка, которая позволяет при наведении курсора получить в информации о типе и названии окна. Окна представлены разными цветами, в соответствии с их типом.

При отображении используется следующая цветовая схема кодирования типов окон.

	— Таблица
	— Мегагрид
	— Графики
	— Графическая схема
	— Селектор
	— Постадийный протокол
	— Окно макро
	— Окно истории

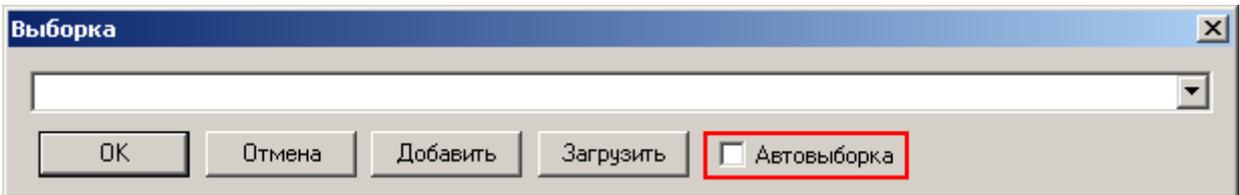
В окне комментария можно ввести текст произвольной длины, который позволит описать рабочую область. Ввод текста может быть выполнен как в режиме загрузки, так и в режиме сохранения области. Признак загрузки при старте можно выставить у любой рабочей области. При этом у всех остальных областей он будет сброшен. В xml-файле описания конфигураций рабочих областей признак загрузки может быть установлен у нескольких рабочих областей (например в результате ручного редактирования). При старте будет загружена первая обнаруженная в файле рабочая область с установленным признаком.

В списке рабочих областей работает контекстное меню, которое позволяет в режиме загрузки удалить выбранную область, а в режиме сохранения как удалить, так и добавить новую область. Добавить новую область можно так же при помощи кнопки "Новая" (доступна только при сохранении).

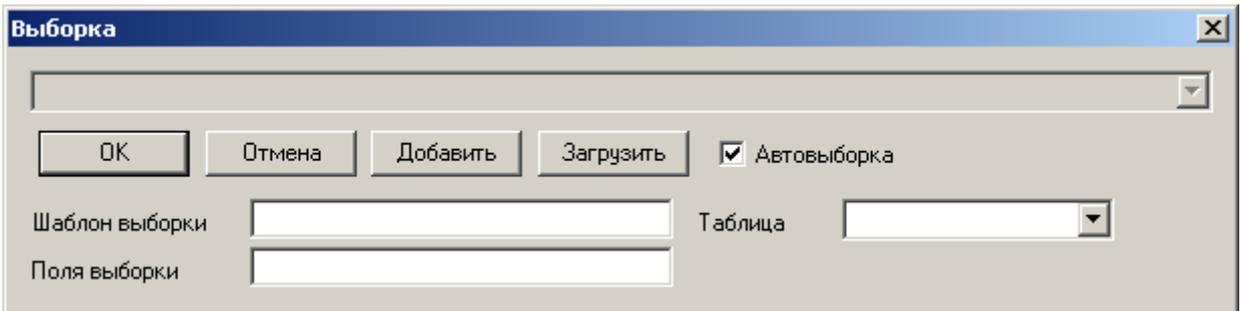
## Автовыборка и зависимые таблицы

Все табличные формы просмотра и формы мегагрида поддерживают возможность ввода выборки, что позволяет отфильтровать нужные для просмотра данные. Выборка использует достаточно простой синтаксис с использованием логических операторов и переменных, представляющих названия таблиц и полей встроенной БД. Функция автоматической выборки позволяет сделать выборку универсальной и автоматически обновлять содержимое табличной формы отображения при перемещении курсора или выделения в элементах управления. Рассмотрим простой пример. Имеется две формы: "Узлы" и "Ветви". В форме "Ветви" сделаем выборку, которая позволяет отобразить только те ветви, которые относятся к узлу номер "1". Вид выборки: "ip=1|i<sub>q</sub>=1" ("номер узла начала ветви равен 1 или номер узла конца ветви равен 1"). Было бы удобно построить из этих двух форм систему, в которой при выборе определенного узла в форме "Узлы", содержимое формы "Ветви" обновлялось с новой выборкой, то есть все время отображались ветви, соединенные с выбранным узлом. Это легко организовать с использованием автовыборки. Отличие автовыборки от простой выборки, задаваемой одним простым выражением, в том, что автовыборка задается двумя параметрами, первый из которых — шаблон выборки, а второй — поля родительской таблицы, значения которых должны быть подставлены в шаблон. Приведенная выше выборка может быть переведена в автовыборку путем задания шаблона "ip=%d|i<sub>q</sub>=%d" и списка полей "ny,ny" ("ny" — название поля с номером узла в таблице "Узлы"). Шаблон использует синтаксис стандартной строки форматирования, описанный в соответствующем разделе.

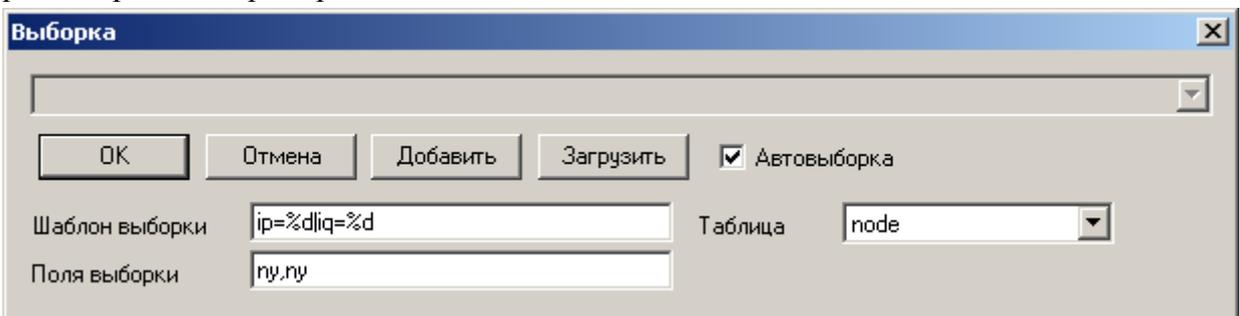
Для работы с автовыборками диалог "Выборка" имеет расширение:



При включении переключателя "Автовыборка" становятся доступными дополнительные параметры выборки:



В режиме автовыборки ввод простой выборки недоступен. Вместо этого можно ввести шаблон, поля и выбрать таблицу, на положение курсора в которой будет реагировать автовыборка. Ниже представлены правильно заполненные параметры автовыборки для рассмотренного примера:



Теперь при выборе узла в форме "Узлы" в форме "Ветви" автоматически будет обновляться содержимое, по введенной выборке. Если открыть еще одну форму "Узлы", форма "Ветви" будет реагировать на изменение положения курсора в обеих формах "Узлы". Таким образом, автовыборка управляется любой формой, которая отображает данные указанной в автовыборке таблицы. Свойством управления автовыборкой обладает также "Селектор".

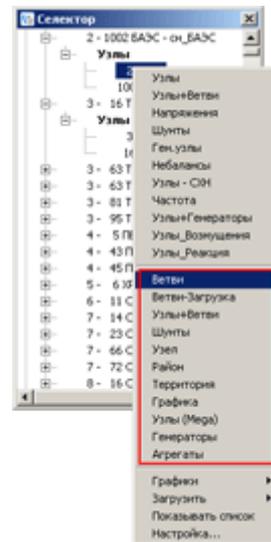
Автовыборка может быть сделана с помощью контекстных меню. Эти меню доступны в таблицах и мегагриде. При этом автовыборка будет сделана в открываемой таблице автоматически. При открытии таблицы автовыборка будет сделана относительно элемента, на котором установлен курсор. Таблица, из которой было выполнено контекстное меню будет называться родительской, таблица которая была открыта по контекстному меню будет называться дочерней. Автовыборку можно в любой момент переключить в обычный режим, для этого нужно в дочерней таблице выбрать пункт "выборка" контекстного меню и отключить режим "Автовыборка". Дочерняя таблица перестанет реагировать на перемещение курсора в родительской таблице и станет обыкновенной таблицей. При желании режим автовыборки можно таким же образом включить снова. Если требуется открыть таблицу без режима автовыборки, при выборе пункта контекстного меню, открывающего конкретную таблицу, нужно удерживать нажатой клавишу Ctrl. Открытая по этой команде таблица будет содержать простую выборку.

Элемент управления "Селектор" также поддерживает возможность открытия таблиц с автовыборкой, однако структура контекстного меню селектора немного отличается от

структуры форм: формы, которые можно открыть в режиме автовыборки отражаются в меню ниже чем "родные" формы выбранного элемента.

№	Тип	Знач	Название	U_кон	Q_кон	P_н	Q_н
1	Нагр	2153	БЕРКУТ	520	99		
2	Нагр	178	Плюс		17		
3	Нагр	177	Вставить		18	3.1	0.9
4	Нагр	177	Удалить		18	3.1	0.9
5	Нагр	177	Добавить		18	36	2.1
6	Нагр	177	Макрос		21	2	
7	Нагр	177	Выборка		20	3	1
8	Нагр	177	Гр.коррекция		17	1	5.8
9	Нагр	177	Экспорт CSV		17	43.2	18.8
10	Нагр	176	Импорт CSV		17	1.9	1
11	Нагр	176	Добавить в KB		17	1.9	1
12	Нагр	176	Фон		17	4.6	2.9
13	Ген	176	График		17	4.6	2.9
14	Нагр	1765	УСПЕШНОК	11			
15	Нагр	1764	КИМПЕРС	22			
16	Нагр	1763	ЦЕНТРАЛЬ	11			2.2
17	Нагр	1762	ЦЕНТР220	22			
18	Ген	1761	СОКОЛ	22			1.3
19	Нагр	1760	КАМАРЫ	11			2.5
20	Нагр	1759	МАШИНОК	22			8.6
21	Нагр	1758	ЛИСАКОВ	115	17	37.5	-2.8

Контекстное меню выбора дочерней формы в формах и мегагриде



Контекстное меню выбора дочерней формы в селекторе

В поставке программного обеспечения имеется множество предварительно настроенных контекстных переходов между таблицами, в том числе и довольно сложные. Пользователи могут создавать собственные контекстные переходы, в таблице "Настройки программы\Настройки\Связи форм".

## Мегагрид

Мегагрид служит для представления данных мегаточки.

Конфигуратор мегагрида позволяет добавлять, изменять любые настройки каждого мегагрида, а также осуществлять их привязку к элементам меню. В качестве базовых знаний, необходимых пользователю для настройки мегагрида, является представления о принципах работы мегаточки, а именно, разновидности (типы) таблиц в рамках этой технологии и механизм операций чтения и записи мегаточки.

Содержимое мегагрида формируется из одной постоянной таблицы и группы таблиц, являющихся переменными N и T-таблицами и таблицами, содержащих данные по интегральным ограничениям. Описание технологии мегаточки дает полное представление о взаимодействии постоянных таблиц с переменными. По этим же правилам формируются привязки в мегагриде. Описание хранения интегральных ограничений выходит за рамки этой технологии, поэтому оно будет рассмотрено ниже.

Мегагрид позволяет просматривать срезы трехмерной таблицы, выполненных по измерению, заданному объектами постоянной таблицы. Например, если мегагрид **Агрегаты** имеет в постоянную таблицу **Агрегаты (Generator)**, то соответствующее измерение мегагрида имеет размерность, равную числу агрегатов в этой таблице. Второе измерение определяется числом точек загруженной мегаточки. Третье измерение равняется сумме числа полей всех переменных таблиц, привязанных к постоянной для конкретного мегагрида.

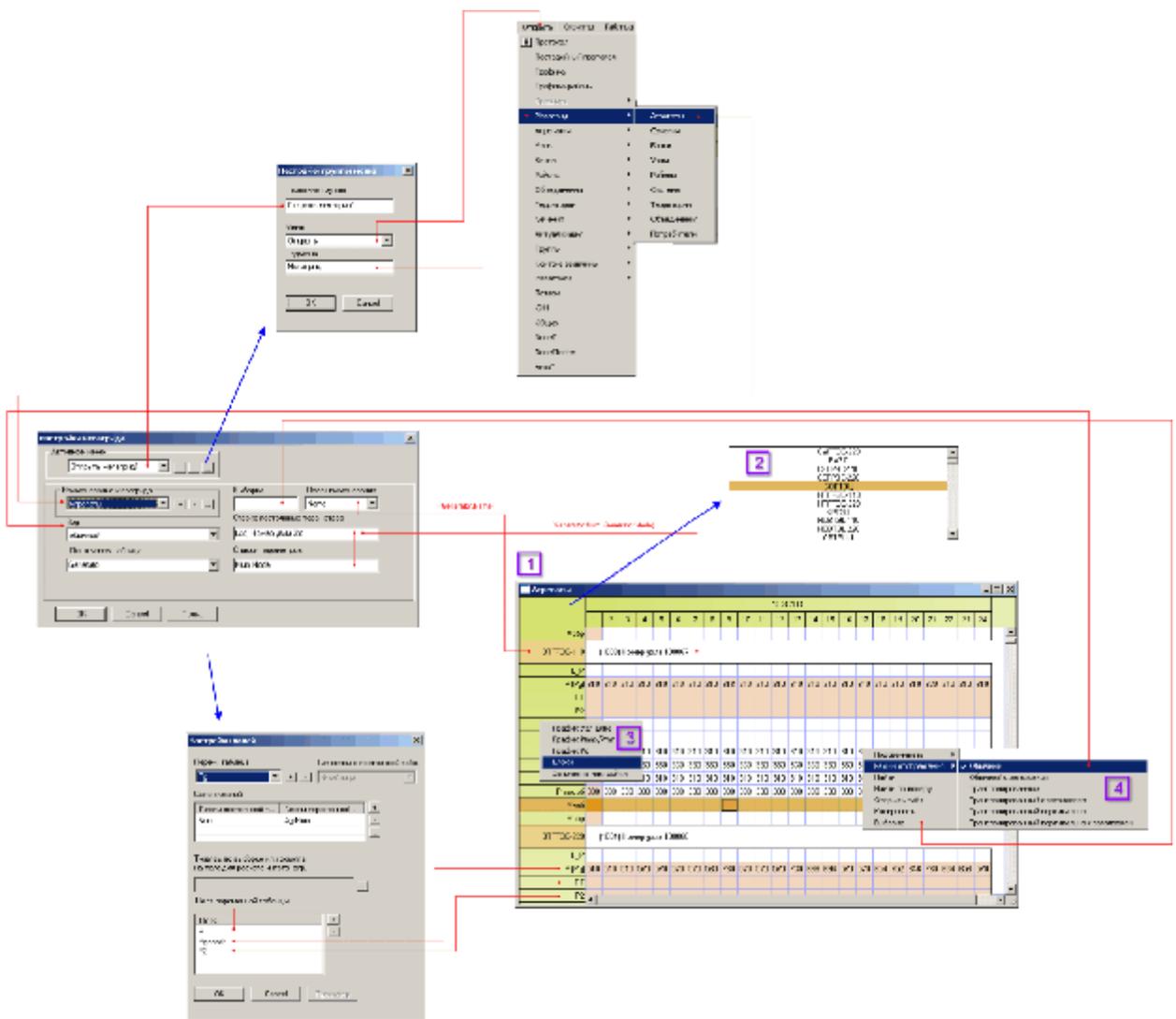


Рис. 1.

По аналогии с настройками обычных форм (представлениями таблиц), описываемый конфигуратор представляет собой настройки форм (доступных через меню файлы-настройки программы-формы).

Для конфигурирования настроек служит ряд пользовательских форм. При нажатии на меню **настройки мегагрида** панели инструментов открывается главное окно настроек.

Пользователь может разместить форму мегагрида в любом из трех доступных групп меню:

1. расчеты - параметры
2. открыть
3. графика-параметры (отсутствует в Bars и Actopus)

Для каждой из представленных групп меню допускается указывать до одного подменю. Например, изначально все формы мегагрида располагались в подменю **Мегагрид** меню **Открыть**. Доступ к окну настройки группы меню осуществляется через кнопки **Добавить** и **Редактировать** окна настроек мегагрида.

Все мегагриды группируются по привязке к конкретному разделу меню. В списке **Наименование мегагрида** перечислены все мегагриды, привязанные к текущему разделу меню.

Для каждого мегагрида среди всех доступных таблиц обязательно указывается постоянная таблица и форма отображения при открытии. Последняя может принимать шесть значений:

1. Обычный (по умолчанию)
2. Обычный с заголовком
3. Транспонированный
4. Транспонированный с заголовком
5. Транспонированный вертикально
6. Транспонированный вертикально с заголовком

В каждом из режимов мегагрид полностью сохраняет свою функциональность, меняется лишь форма представления данных. В зависимости от разрешения монитора, соотношения числа полей второго и третьего измерения, а также предпочтений пользователя можно устанавливать тот или иной вид просмотра. Его можно также менять в процессе просмотра через контекстное меню (4).

Из списка полей строкового типа указанной постоянной следует выбрать необязательное поле наименования объекта, значение которого будет идентифицировать запись постоянной таблицы и присутствовать в списке быстрой навигации (2). При помощи окна быстрой навигации можно производить быстрое перемещение по объектам постоянной таблицы. Окно становится доступно при двойном щелчке мышью в левой части заголовка мегагрида.

Строке постоянных параметров, записанной параметризованной в формате С-строки, соответствует строка параметров, в которой через запятую перечислены поля постоянной таблицы. Например, для каждой записи постоянной таблицы в строку постоянных параметров (%d) **Номер узла %d** соответственно подставляются значения полей **Num** и **Node**. Если для РГЕ ВТГРЭС-110 поле **Num** (номер агрегата) равняется 1003, а **Node** (номер узла, в котором представлен агрегат) равняется 100067. После подстановки строка будет иметь вид **(1003) Номер узла 100067**.

В поле выборка можно задать постоянную выборку для постоянной таблицы. Для мегагрида **Агрегаты** по выборке **Num=1003 | Num=1004** доступны будут два агрегата с полным набором параметров для каждого.

При нажатии на кнопке **Поля..** открывается окно настроек полей. Для заданной постоянной таблицы в окне настроек мегагрида в окне настроек полей следует указать набор переменных T и N-таблиц, таблиц интегральных ограничений, указать привязки к постоянной таблицы (для всех типов таблиц, кроме T). Для каждой переменной таблицы следует указать множество полей. Последние и являются отображаемыми полями мегагрида.

Для N-таблиц и таблиц интегральных параметров задание связей ключей обязательно, для T-таблиц оно не имеет смысла (см. технологию мегаточки).

Мегагрид позволяет связать по выборке любую постоянную таблицу T-таблицей.

Например, для мегагрида **Агрегаты** постоянная таблица **Generator** имеет поле **Node**, которое является номером узла расчетной схемы. Пользователь в качестве переменной таблицы может указать таблицу **NodeT** и по выборке **Node = node.ny** получить доступ к полям таблицы node (и соответствующим им полям таблицы **NodeT**). При формировании мегагрида нужная запись T-таблицы определяется через таблицу смещений **nodeindex** и постоянную таблицу **node** по равенству текущего значения **Node (Generator.Node)** и значения **node.ny**. Как можно догадаться, неявно указывается, что **node** - постоянная таблица T-таблицы **NodeT**. Для редактирования ссылки привязки открывается специальная форма, которая не позволит пользователю указать несуществующие поля или таблицы.

Если постоянная таблица мегагрида сохраняется в T-таблице, то при ее указании в настройках полей связь указывать не нужно, при формировании мегагрида запись определяется только через таблицу смещений.

Интегральные поля, которые задаются на интервал, отображаются в мегагриде особым образом (рисунок 2). В отличие от обычных параметров из Т и N-таблиц, для интегральных параметров пользователь может визуально менять временные границы путем простого перетаскивания при помощи левой кнопки мыши. При перетаскивании, также как и для модификации значений, производятся соответствующие изменения в таблицах интегральных параметров.

ТЗЦ-8	(5059) Номер узла 510428									
L_P	0	517.3	578.5	1996.1	1893	805.7	628.3	2780.1	2688	2828.3
P (PIntegral)	/888					4/1296				
P (Pg)	60	60	102	102	102	102	102	102	102	102

Рис. 2.

Еще одна отличительная черта интегральных параметров - для них можно задавать ссылку на поле из N или T-таблицы, присутствующее в мегагриде, для расчета суммы в заданном временном промежутке. Сумма рассчитывается мегагридом с начала суток и отображается через дробную черту. При редактировании заданного значения интегрального параметра оно недоступно.

Во время работы с мегагридом можно заметить, что некоторые ячейки подсвечиваются цветом (по умолчанию розоватым), тогда как остальные ячейки остаются белыми (рисунок 3). Розовым цветом подсвечиваются все значения, для которых в таблицах соответствуют записи. Так как значения N-таблиц хранятся в изменениях, то, как показано на примере, для задания графика ограничений Pmin на период с 13 по 15 точку включительно достаточно задать значение на 13 точку, для точек 14 и 15 значения будут взяты с точки 13. Очевидно, такая организация хранения существенно уменьшает требования к памяти, необходимую для хранения информации, и, самое главное, ускоряет работу с данными. Однако при работе с данными мегагрида пользователю не надо задумываться об этом и режим по умолчанию подсветки значений в базе можно отключить через контекстное меню (см. рисунок), либо включить подсветку изменений. В последнем режиме будут подсвечиваться только те значения, которые отличаются от соответствующего значения предшествующей точки.

Агрегаты														
	3.8.2005													
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
ТЗЦ-8	(5060) Номер узла 510440													
L_P	520.7	587.1	2023.7	1918.6	816.8	637	2818.1	2725.2	2869	644	571	554.1	530.5	525.
P (Pg)	60	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
ПГ						✓	✓	✓						
P2	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Pmin	60	60	60	60	60	75	75	75	60	60	60	60	60	60
Pmax	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Pmin тех														
Pmax тех														
Pmin об	60	60	60	60	60	75	75	75	60	60	60	60	60	60
Pmax об	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Pmin тепл														

"Опорные" значения  
N - таблицы

Рис. 3.

Через элемент меню **открыть табл** (4, рисунок 1) для N-таблиц пользователь может открыть по выборке таблицу с записью, в которой хранятся значение активной ячейки. Для ускорения работы с данными поддерживается визуальное копирование значений. При удерживании левой кнопки мыши и перетаскивании ее в направлениях изменений номеров точек появляется полоса, которая ограничивает границы копирования. После отпускания кнопки мыши все значения, которые попали в указанный диапазон, будут равняться значению, с ячейки которого было инициализировано копирование. Кроме этого, при нажатии быстрой клавиши **F3** значение активной ячейки будет скопировано на все соответствующие значения до конца суток.

Копирование (меню **Копировать** 4, рисунок 1) позволяет сохранить содержимое мегагрида в буфере обмена с последующим импортом в другую программу, например, MS Excel.

Для быстрой навигации по записям постоянной таблицы кроме указанного списка быстрой навигации пользователь может обнаружить объект по названию (меню **Найти**), либо по номеру. Поиск по номеру означает поиск по первому из ключевых полей постоянной таблицы. Для большинства постоянных таблиц первое ключевое поле является единственным и идентифицирует номер объекта.

## Клавиатура

Комбинация	Назначение
Ctrl+N	Новый файл
Ctrl+O	Загрузить файл
Ctrl+S	Сохранить файл
Ctrl+P	Печать
Ctrl+I	Вставить строку
Ctrl+A	Добавить строку
Ctrl+D	Удалить строку
Ctrl+R	Дублировать строку
F4	Поиск
F5	Расчет режима
F6	Следующее окно
F7	Выполнить шаг утяжеления
F8	Добавить значения в таблицу контролируемых величин
F9	Пересчитать допустимые токи
Shift+F6	Предыдущее окно

Комбинации клавиатуры WINDOWS для работы с открытыми окнами

Ctrl + TAB	Переход в предыдущее окно - Или - Переходы в другие она при повторных нажатия клавиши TAB с удерживанием клавиши Ctrl
CTRL + F4	Закрытие текущего окна
Shift+10	Локальное меню

Графика

Комбинация	Назначение
Ins, Del	Увеличить или уменьшить масштаб
Home,End,PgUp, PgDn	Перемещение по схеме
Ctrl+1,Ctrl+2 ...Ctrl+0	Запомнить кадр 1,2, ...0
1,2,... 0	Восстановить кадр 1,2,...0

## Примеры выборок и формул

### 1. Выборки

1. Как и в ДОС- версии выборку можно задавать диапазонами и номерами узлов, районов, сечений и тд.:

**=1, 2, 100-200**

применение такой выборки в таблице **Узлы** приведет к выборке узлов с номерами 1,2 и в диапазоне от 100 до 200 включительно. Такие выборки можно задавать в любых таблицах (для поиска используется ключевое поле). Для отличия старого и нового формата в начале таких выборок ставится знак равно (=).

2. Выборка задается в виде формулы - если значение этой формулы не равно нулю - объект попал в выборку, и если равно нулю - не попал. Например, для просмотра только отключенных узлов необходимо задать выборку в виде:

**sta**

здесь **sta** - это имя поля состояние узла (посмотреть имя любого поля можно просто щелкнув правой кнопкой на заголовке этого поля, имя указывается в скобках). Состояние узла имеет значение  $sta=0$  для включенных и  $sta=1$  для отключенных. Поэтому в выборку в данном случае попадут только отключенные узлы. (Все сказанное распространяется и на ветви, где есть аналогичное поле состояние с тем же названием).

Подобным образом можно посмотреть только отмеченные узлы или ветви:

**sel**

где **sel** - имя поля отметка (0 - не отмечен, 1- отмечен). Данная выборка покажет только отмеченные узлы или ветви. (Узел или ветвь можно отметить визуально в формах или графике).

Аналогично:

**nsx**

- узлы с ненулевой статической характеристикой

**pn**

- узлы с ненулевой активной мощностью нагрузки.

**bsh**

- узлы с ненулевым шунтом на землю.

**1**

- выбрано все

3. Выборка с операцией сравнения. Операции сравнения - >(больше) <(меньше) !=(не равно) =(равно) ~(приблизненно равно) имеют результат равный 1, если сравнение выполняется и равный 0 - если не выполняется. Например:

**pn>100**

использование такой выборки приведет к изображению узлов с активной мощностью нагрузки больше 100.

**uhom~ 220**

- узлы с номинальным напряжением приближенно равным 220

**na=1**

- узлы с номером района равным 1

**dp>10**

- ветви с потерями больше 10

**tip>1**

- узлы с фиксированным модулем напряжения ( генераторы имеют тип 2,3,4)

**tip=1**

- трансформаторы. (tip=0 - ЛЭП и tip=1 - трансформаторы)

4. Выборка с логическими операциями. Можно использовать три логические операции - ! (отрицание - логическое НЕ), & (логическое И), | (логическое ИЛИ). Например:

**!sta**

- НЕ отключенные узлы или ветви ( т.е включенные)

**pn>100 | qn>80**

- активная мощность нагрузки больше 100 ИЛИ реактивная мощность нагрузки больше 80

**r<0 | x<0**

- ветви с активным сопротивлением меньше нуля ИЛИ с реактивным сопротивлением меньше нуля

**nsx & qn**

- узлы с сxn не равной нулю И реактивной мощностью нагрузки не равной нулю

**nsx & (qn | pn) & tip!=2**

- узлы с сxn не равной нулю И с активной ИЛИ реактивной мощностью нагрузки не равной нулю И тип не равен генератор. В последнем примере приведены скобки изменяющие порядок выполнения операций.

5. Выборка с функциями. В некоторых случаях используются встроенные функции. Например:

**abs(otv) >5**

- отклонение напряжения от номинального (otv) по модулю (abs) больше 5

6. Выборка с использованием операции ссылка. Операция ссылка позволяет получать значения данных из других таблиц. Например, в таблице ветви, номера узлов ее связывающих (ip,iq), являются ссылкой на соответствующий номер узла в таблице ветви. Например;

**abs(ip.delta - iq.delta) > 0.1**

- выбрать ветви у которых разность углов по концам по модулю больше 0.1 рад. В этой формуле delta - угол напряжения узла.

**ip.na !=iq.na**

-выбрать все межсистемные ветви (ветви, соединяющие разные районы)

**ip.uhom~500**

- выбрать ветви с номинальным напряжением в начале ветви приближенно равным 500

## 2. Групповая коррекция

При групповой коррекции необходимо задать корректируемый параметр, выборку и формулу коррекции.

1. Увеличение параметра  $P_{наг}(pn)$  в 1.2 раза

```
pn*1.2
```

2. Увеличение  $N_{района}(na)$  на 10000

```
na+10000
```

3. Пересчет реактивного сопротивления пропорционально активному (устанавливаем курсор на реактивное сопротивление):

```
r*5
```

## 3. Данные, заданные формулой

Данные, заданные формулами достаточно широко применяются в программе. Для того, чтобы ввести данные с формулой нужно добавить столбец данных в соответствующую таблицу (Настройка - Данные) и ввести формулу. Для быстрой коррекции формулы можно пользоваться локальным меню заголовка таблицы.

Данные, заданные формулой автоматически вычисляются при их использовании.

1. Мощности шунта узла ( $psh, qsh$ ) заданы формулами

```
qsh*vras*vras
```

```
bsh*vras*vras
```

т.е. проводимость шунта умножить на квадрат расчетного напряжения. Реально, такие данные вычисляются при их использовании.

2. В свою очередь данные, заданные формулой, можно также использовать в других формулах, например, расчете инъекции мощности в узле используется формула:

```
pn-pg+psh
```

Здесь важно чтобы не получился бесконечный цикл расчета.

3. В формулах можно использовать различные функции, например, расчет  $\cos_{pi}$  нагрузки

```
cos(atan2(pn,qn))
```

здесь функция  $atan2$  вычисляет арктангенс отношения  $pn/qn$ .

4. В формулах можно использовать операцию **if** (если), например расчетная генерация узла ( $pgr$ ) вычисляется по формуле

```
if(sta) 0:pg
```

если выражение в скобках после **if** не равно нулю то результатом будет выражение до **:**, если равно то после **:** В данном примере, если узел отключен ( $sta=1$ ), то расчетная генерация равна 0, и равна номинальной генерации ( $pg$ ) в противном случае.

Пример расчета падения напряжения по ветви:

```
if(ktr=0) (ip.vras-  
iq.vras)/ip.uhom*100:(ip.vras*ktr-  
iq.vras)/iq.uhom*100
```

- если коэффициент трансформации ветви равен нулю падение напряжения вычисляется без его учета.

5. При вычислении формул используется два фундаментальных типа данных - **строки** и **числа**. До сих пор рассматривались числа. Строковые константы заключаются в двойные апострофы.

Например результатом формулы с числовыми константами:

```
123+20.5
```

будет 143.5. Результатом такой же формулы со строковыми константами:

```
"123"+"20.5"
```

будет 12320.5 - то есть строки просто склеились.

Формулы со строками достаточно часто используются в программе, например название линии складывается из названий связывающих ее узлов

```
ip.name+" - "+iq.name
```

можно изменить название ветви, таким образом, чтобы в него попадало номинальное напряжение начала линии:

```
ip.name+" - "+iq.name + "_" +str(ip.uhom)
```

здесь используется новая функция: **str** - преобразует число в строку.

6. Часто в формулах используется функция **cmplx** - образовать строку в форме комплексного числа (именно строку), например полное сопротивление линии Z:

```
cmplx(r,x)
```

7. Функция **sum** - суммирует результаты вычислений по формуле для набора заданного выборкой. Например, для вычисления суммарной генерации района используется формула

```
sum("node","pgr","na="+str(na))
```

в функции **sum** 3 строковых параметра: 1-ый название таблицы ("node"), 2-й - расчетная формула ("pgr"), третий - выборка. Суммируются данные по всем узлам попавшим в выборку "na="+str(na) - перед вычислением суммы вычисляются все строковые константы в нее входящие. Таким образом выборка для каждого номера района будет своя.

Пример, вычисление ранга узла (число подходящих к нему ветвей):

```
sum("vetv","1","ip="+str(ny)+" | iq="+str(ny))
```

## Динамический обмен с MS Excel

### Интеграция с Microsoft Excel

Электронные таблицы Microsoft Excel являются одним из самых удобных и распространенных инструментов анализа исходных данных и результатов расчета в электротехнических задачах. Программное обеспечение на платформе RastrWin позволяет передавать в Excel как непосредственно данные, путем копирования таблиц через буфер обмена, так и путем связи через механизм "данных реального времени" — ДРВ. Эта возможность введена в Excel начиная с версии 10 (Office 2002) и является удачной заменой уже устаревшему механизму DDE. При использовании ДРВ в Excel передаются не сами данные, а ссылки, которые позволяют получить значения данных с помощью внешней программы. Значения данных, полученные с помощью формулы ДРВ являются совершенно стандартными значениями, которые могут быть обработаны всеми доступными функциями Excel.

Сценарий при использовании ДРВ в общем случае следующий:

В ячейку (или ячейки) вводится формула "ДРВ" (или "RTD" в английской версии — от Real Time Data). Одним из параметров формулы является программный идентификатор внешней программы, которую Excel должен использовать для получения данных. В формулу можно ввести до 28 параметров, которые используются для указания того, какой именно параметр нужно поместить в ячейку

Excel запускает программу с указанным идентификатором (или обращается к экземпляру уже запущенной программы) и передает ей параметры, указанные в формуле. Важной особенностью механизма ДРВ является то, что Excel не ожидает ответа от программы сразу, а вместо этого ожидает от программы уведомления о том, что данные готовы и их можно забирать. Это позволяет передавать данные в Excel асинхронно, то есть не затрачивая время на ответ от внешней программы. До тех пор, пока внешняя программа не уведомила Excel о готовности данных и не передала их ему, в ячейках с введенной формулой выводится значение "#Н/Д" (нет данных).

Внешняя программа, используя полученные параметры обращается к источнику данных, который может быть вообще говоря любым: базой данных, веб-сервисом, и в том числе — встроенной БД RastrWin. Если программа успешно получает данные, она может уведомить об этом Excel и передать затребованные данные. При этом внешняя программа не нагружает встроенную БД RastrWin интенсивными выборками данных, поскольку, как уже было сказано работа механизма ДРВ построена асинхронно. Внешняя программа может повторно уведомлять Excel об изменении данных, заставляя его таким образом обновлять данные. Частота уведомлений, конечно, не может быть настолько высокой, чтобы с полным правом назвать механизм ДРВ действительно работающим в реальном времени, однако для задач построения отчетов частоты обновления 1 раз в 5 с вполне достаточно.

Если формула удаляется из ячейки, Excel уведомляет об этом внешнюю программу и более не обращается к данным, которые были описаны параметрами формулы. Если в рабочей книге введены несколько одинаковых формул, Excel обращается к внешней программе только один раз, используя кэширование.

У механизма ДРВ есть несколько ограничений. Во-первых данных могут быть переданы только в Excel, но не обратно. Во-вторых, в механизм ДРВ крайне неудачно организована работа с передачей массивов. Формула ДРВ является так называемой volatile-формулой (или "непостоянной" формулой). Если говорить более точно, Excel считает, что эта формула не зависит от значений аргументов и пытается вычислить ее значение всякий раз, когда оно требуется для расчетов в рабочей книге. "Непостоянными" формулами являются, например, формулы возвращающие текущее время, случайное число, индекс ячейки и некоторые другие. Если такая формула используется в формуле массива или сама возвращает массив, для каждого элемента массива формула вычисляется заново и (что совсем уже странно) массив заново должен быть передан на рабочий лист заново. Это делает работу с массивами гораздо более медленной, чем передача того же объема данных в виде отдельных ячеек. В-третьих, предложенный механизм не позволяет динамически менять структуру таблиц на рабочем листе Excel, то есть нельзя сделать таблицу с переменным количеством строк или столбцов.

Первое ограничение не столь важно для построения отчетов в Excel, и поэтому серьезной проблемой не является. Второе ограничение конечно более существенно и делает особенно неудобной передачу данных графиков из мегаточки. Однако работа с формулами массивов требует специфического ввода (с использованием комбинации Ctrl-Shift-Enter), и не обеспечивает простого редактирования формул. Поэтому можно считать передачу данных в виде отдельных ячеек можно считать компромиссом. Третье ограничение конечно серьезно сужает возможности построения отчетов, но обойти его невозможно.

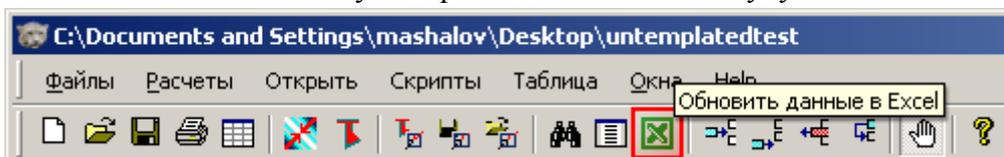
Для работы с ДРВ в комплект ПО входят два модуля. Первый модуль обеспечивает функции сервера, той самой внешней программы с которой работает Excel. Второй — дополнительная надстройка к Excel, которая позволяет существенно упростить действия пользователя при вводе формул.

Самый простой вариант работы по привязке данных к Excel таков:

Пользователь выделяет в таблице ПО необходимый блок данных, значения которых он желает передать в Excel.

Путем перетаскивания, пользователь перемещает выделенный блок на рабочий лист Excel. Как уже было сказано, в Excel передаются значения данных, а ссылки на эти значения. При завершении перетаскивания в дело вступает надстройка к Excel. Переданные из ПО ссылки преобразуются надстройкой в формулы рабочего листа. Если блок данных, выделенный пользователем не содержит ключевых полей, они автоматически добавляются в блок данных и передаются в Excel в виде значений (данный режим может быть отменен, см. ниже). Именно эти значения используются для формирования ссылок на данные в БД.

Пользователь нажимает кнопку "Обновить данные в Excel". При этом запускается механизм ДРВ и Excel получает значения из таблицы. При любых изменениях данных достаточно нажать кнопку еще раз и данные в Excel будут обновлены.



Более сложный вариант работы может потребовать от пользователя ручного ввода данных непосредственно с помощью формул ДРВ. От пользователя при этом так же потребуются определенный навык работы с выборками и умение определять названия требуемых таблиц и полей. Общий синтаксис формулы

```
=ДРВ("Rastr.RTD";"";"КОД_ОПЕРАЦИИ";"ИСТОЧНИК";"ИМЯ_ТАБЛИЦЫ";"ИМЯ_ПОЛЯ";"ВЫБОРКА"[;"НОМЕР_ТОЧКИ")
```

Все параметры должны быть заключены в кавычки, поскольку трактуются функцией как строки. Первые два параметра всегда постоянные - это имя сервера (ProgID), который передает данные в Excel и название сервера (машины) на котором он должен быть запущен. Параметры должны иметь значения соответственно "Rastr.RTD" и "".

Параметр "КОД\_ОПЕРАЦИИ" в текущей версии программы может иметь значения "V" - значение из таблицы и "MT" - значение из таблиц мегаточки. Первый параметр позволяет извлечь любое значение из любой таблицы. Второй обеспечивает удобный способ извлечения графиков параметров, находящихся под управлением драйвера мегаточки. При использовании кода операции "MT" требуется указывать номер точки (он не нужен при операции "V").

Параметр "ИСТОЧНИК" позволяет выбрать собственно источник, из которого сервер ДРВ должен получить данные. Чаще всего этот параметр должен иметь значение "\$1", что позволяет получать данные из запущенного на данный момент экземпляра программы "Барс", "RastrWin" и др. Если необходимо работать с несколькими экземплярами Excel и несколькими экземплярами ПО, требуется назначить в этот параметр идентификатор источника. Более подробно об этом ниже.

Параметры "ИМЯ\_ТАБЛИЦЫ" и "ИМЯ\_ПОЛЯ" и "ВЫБОРКА" определяют какое именно значение должно быть передано в формулу ДРВ. Имя таблицы и имя поля должны быть указаны в виде системных наименований таблиц. Выборка должна соответствовать стандартному синтаксису выборок. Если выборке соответствуют несколько записей, будут возвращены данные по первой попавшейся записи (не гарантируется что по первой по порядку), поэтому при работе выборок нужно стараться делать так называемые

уникализирующие выборки. Это такие выборки, которые возвращают одну запись.

Проверить выборку можно непосредственно в таблице с данными.

При работе с кодом операции "V" будет передано значение непосредственно из заданной таблицы и заданного поля. Пример формулы, которая возвращает расчетное напряжение узла с номером 3:

=ДРВ("Rastr.RTD";"";"V";"\$1";"node";"vras";"ny=3")

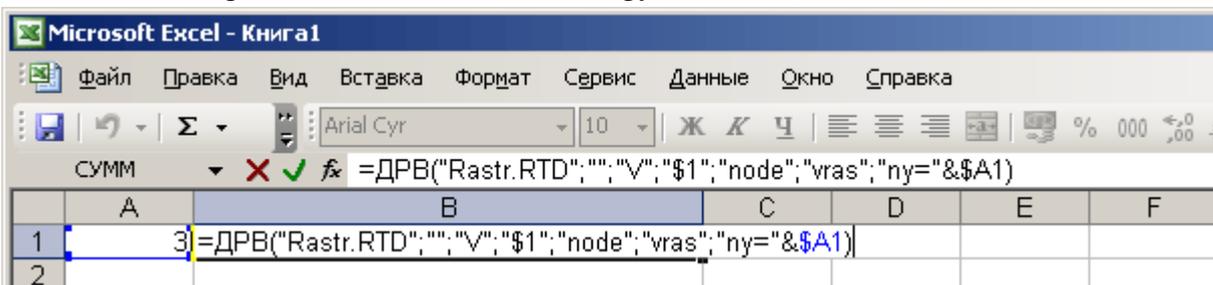
Используя код операции "MT" можно эту же формулу заставить вернуть значение из любой доступной точки, необходимо только добавить требуемый номер (в данном случае — 6):

=ДРВ("Rastr.RTD";"";"MT";"\$1";"node";"vras";"ny=3";"6")

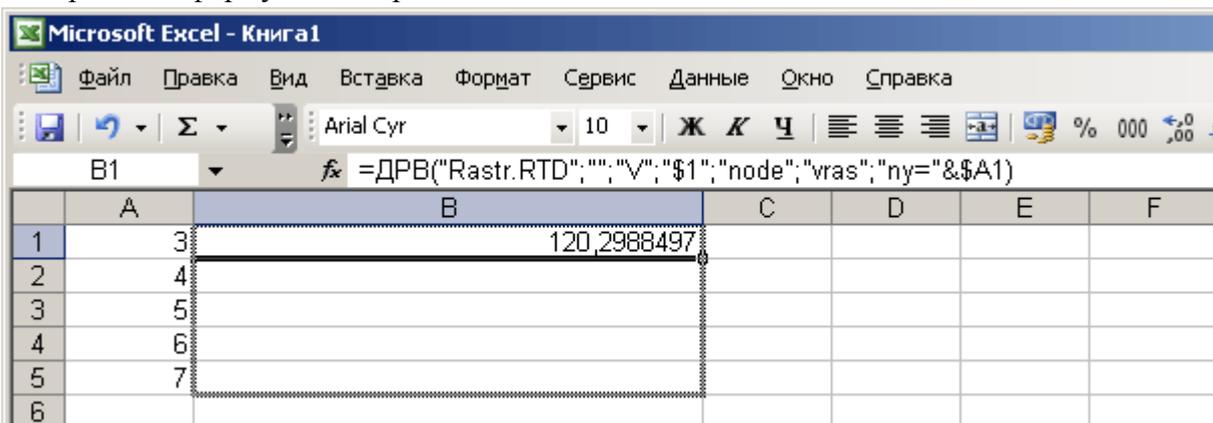
Таким образом, функция с кодом операции "MT" возвращает данные не из заданной таблицы, а из таблицы переменных данных, привязанной к заданной через механизм мегаточки.

Наиболее эффективным способом привязки к данным можно считать ввод в значения выборок значений из ячеек рабочего листа. Например, в рассмотренном примере можно вести номера узлов в столбец А, а формулы поместить в столбец В. Формулу можно изменить следующим образом:

=ДРВ("Rastr.RTD";"";"V";"\$1";"node";"vras";"ny="&\$A1) (вместо символа конкатенации (объединения строк) & можно использовать функцию СЦЕПИТЬ)



Мы ввели в выборку ячейку А1, в которой поместили значение 3. Теперь мы можем в столбце А ввести любые номера узлов, и получить напряжения по ним путем простого копирования формулы по строкам столбца В.



Работу с данными мегаточки можно продемонстрировать на этом же примере, слегка изменив формулу и добавив номера точек в верхней строке. Обратите внимание, что для того, чтобы впоследствии правильно скопировать формулу, с помощью знаков \$ в ссылках на ячейки мы отменяем привязку для выборки номера узла к столбцу, а для номера точки — к строке.

	A	B	C	D	E	F
1			1	2	3	4
2	3	=ДРВ("Rastr.RTD";"";"MT";"\$1";"node";"vras";"ny="&\$A2;B\$1)				
3	4					
4	5					
5	6					
6	7					

Введенную формулу копируем по строкам с введенными номерами узлов и по столбцам с номерами точек.

	A	B	C	D	E	F
1			1	2	3	4
2	3	120,2986654	120,2987	120,2988	120,2988	120,2988
3	4	117,2	117,2	117,2	117,2	117,2
4	5	219,6	219,6	219,6	219,6	219,6
5	6	512,9919837	512,9921	512,9923	512,9923	512,9925
6	7	219,2503532	219,2191	219,179	219,1617	219,127

Ну и наконец, в существующую таблицу добавим имена узлов. Для этого вставим столбец после столбца А и введем формулу:

=ДРВ("Rastr.RTD";"";"V";"\$1";"node";"name";"ny="&\$A2)

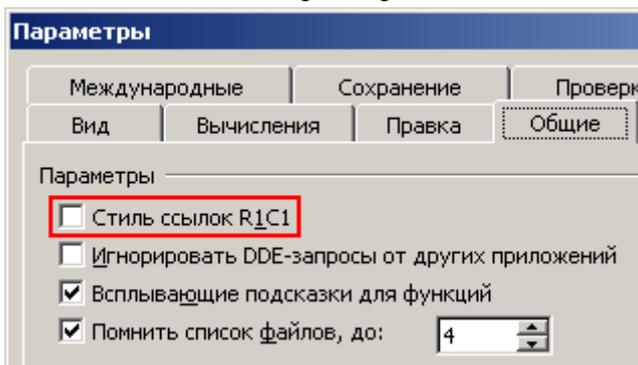
Формулу скопируем на все строки с номерами узлов. На рисунке показана формула и результат работы.

	A	B	C	D	E	F
1			1	2	3	
2	3	=ДРВ("Rastr.RTD";"";"V";"\$1";"node";"name";"ny="&\$A2)	120,2986654	120,2987	120,2988	120,2988
3	4	КрГРЭС-2 (ТГ1,2,4-8)	117,2	117,2	117,2	
4	5	КрГРЭС-2 (ТГ9,10)	219,6	219,6	219,6	
5	6	Итатская-500	512,9919837	512,9921	512,9923	512,9925
6	7	Камала-220	219,2503532	219,2191	219,179	219,127

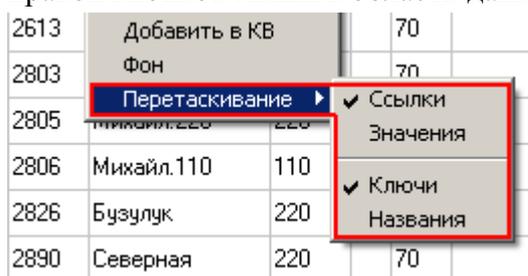
При работе механизма ДРВ, реализованного в ПО RastrWin есть возможность поддерживать одновременную передачу данных в несколько экземпляров Excel из нескольких экземпляров ПО. Эта возможность не так часто необходима, но может в определенных случаях пригодиться. Для того, чтобы механизм ДРВ получил информацию откуда и куда передавать данные, нужно использовать параметр формулы "ИСТОЧНИК".

Параметр представляет собой идентификатор, используемый при передаче данных. Оболочка RastrWin может указать в какой конкретно экземпляр Excel нужно передать данные. Если понадобится на один рабочий лист поместить данные из разных экземпляров программы, в ячейки можно ввести формулы с параметром ИСТОЧНИК "\$1" и "\$2". В программе следует использовать команду в скрипте вида

CreateObject("Rtdserver.AstraServer.1").ServeRTD Rastr, X в первом экземпляре где X - в первом экземпляре программы имеет значение "\$1", а во втором — "\$2". Точно также можно передавать данные из одного экземпляра программы в разные экземпляры Excel. Скрипт используется потому, что кнопка передачи данных в интерфейсе программы всегда посылает данные на экземпляр, отмеченный как \$1 и не позволяет выбрать другой источник. В качестве источника можно также указать путь к файлу с данными. В этом случае сервер ДРВ автоматически загрузит этот файл и извлечет требуемые Excel данные. Следует иметь в виду, что модуль, обеспечивающий выполнение преобразование перетаскиваемых в Excel данных требует, чтобы ссылки во всех формулах вводились в стиле "A1" (а не в стиле "R1C1"). Модуль автоматически при запуске Excel пытается установить нужный стиль формул. Текущий стиль формул можно выяснить на вкладке "Общие" диалога "Параметры" (вызов диалога "Сервис"/"Параметры").



При перетаскивании данных можно настроить способ передачи данных. Для настройки предназначен пункт "Перетаскивание" контекстного меню таблицы (меню вызываемое правой кнопкой мыши в области данных таблицы).



В нем всегда представлены пункты "Ссылки" и "Значения". Если галочкой отмечен первый пункт будет работать перетаскивание ссылок, по которым, с помощью описанного выше механизма, возможно обновление данных в Excel. Если отмечен пункт "Значения", при перетаскивании будут переданы непосредственно значения полей, и обновление будет невозможно. Однако таким образом можно передать данные в любую программу, которая может работать с перетаскиванием.

Если отмечен пункт "Ссылки" то можно еще выбрать в этом же меню способ привязки данных к ключам базы данных. Если отмечен пункт "С ключами", при перетаскивании будут перенесены значения ключевых полей таблицы (например, номера узлов, номера районов и т.д.) и к этим значениям уже будут привязаны формулы данных реального времени. Следует иметь в виду, что если выделенная для перетаскивания область таблицы не содержит ключевых полей, их значения все равно будут автоматически добавлены к перетаскиваемому блоку, поэтому в Excel таблица может содержать больше колонок, чем было задумано перенести. Если отмечен пункт "Без ключей", привязка формул реального времени осуществляется жестко прямо в выражении формулы и дополнительных колонок не возникает. Режим "С ключами" полезен, когда предусматривается добавить или отредактировать на листе Excel расчетные выражения путем копирования формул. Режим "Без ключей" позволяет быстро вставить нужный блок данных на лист с возможностью обновления, но при этом подразумевается что состав данных блока не будет изменяться

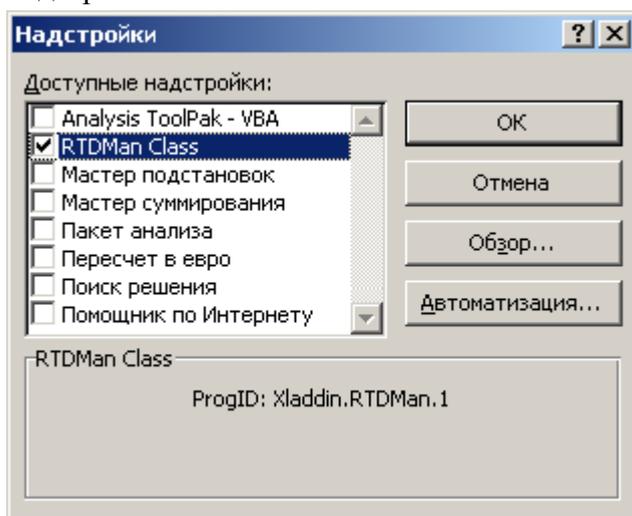
(его конечно можно изменить вручную, но менее удобно чем при наличии ключевых полей).

Отмеченные пункты можно менять путем переключения на другие пункты. Например, для переключения из режима "Ссылки" в режим "Значения" нужно выбрать пункт "Значения". При этом галочка переместиться на пункт "Значения". Установленные режимы перетаскивания действуют глобально для всех таблиц и сохраняются в реестре.

## Возможные проблемы при установке расширений MS Excel

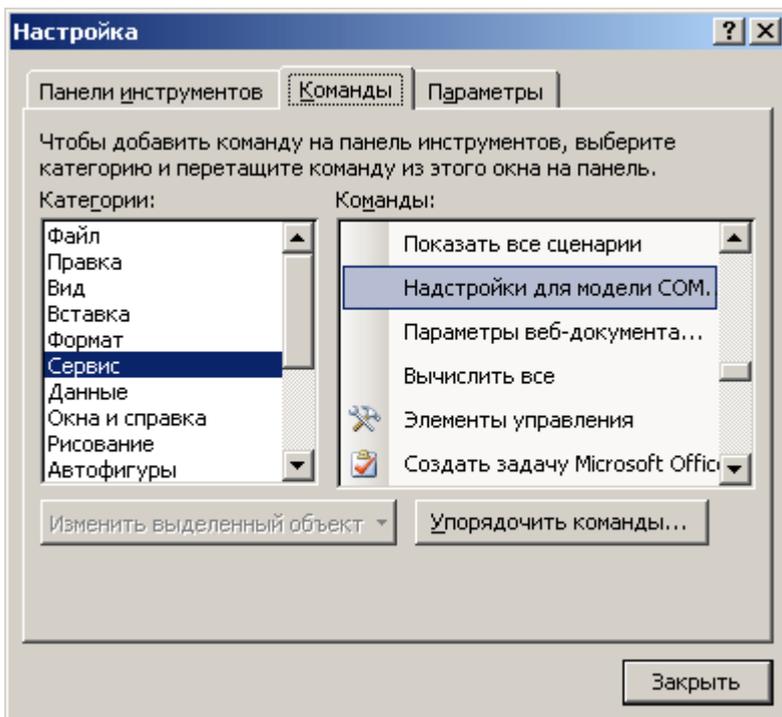
Несмотря на то, что при установке ПО стандартным способом все изменения в системе, необходимые для интеграции с MS Excel выполняются автоматически, возможны ситуации, когда пользователю потребуется выяснить, правильно ли установлен модуль поддержки передачи данных в Excel. Это потребуется только в том случае, если при перетаскивании данных вместо "Н/Д" или реальных данных выводятся "непонятные" значения ячеек. Неправильная установка теоретически возможна со версиями MS Excel более новыми чем 11 (Office 2003). Версии более ранние чем 10 (Office 2002) не поддерживают механизм ДРВ.

Модуль который обеспечивает совместную работу с Excel имеет название xladdin.dll и расположен в каталоге установки ПО. Помимо того, что модуль является COM-сервером и выполняет соответствующую саморегистрацию при установке ПО, для интеграции с Excel он выполняет дополнительную регистрацию, требуемую для всех расширений MS Office. Модуль одновременно является надстройкой автоматизации (automation addin), что позволяет использовать нестандартные формулы, и COM-расширением (COM-addin), что позволяет обрабатывать "перетаскивание" данных из таблиц ПО. Убедиться в том, что модуль правильно зарегистрирован как надстройка автоматизации можно открыв диалог "Настройки" MS Excel (меню "Сервис"/"Настройки..."). Если модуль зарегистрирован правильно, в доступных надстройках должна присутствовать активизированная надстройка "RTDMan Class".

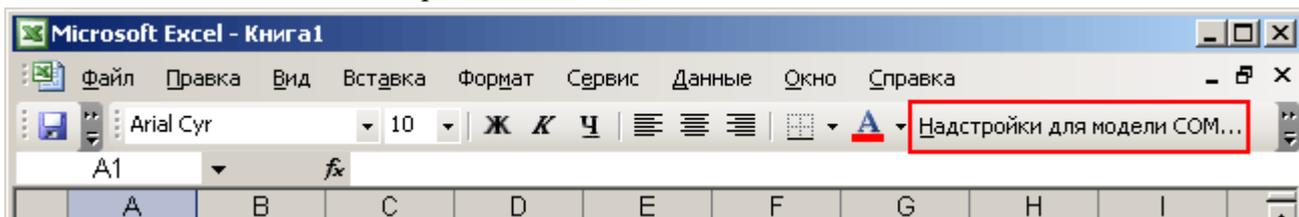


В случае, если модуль не значится в списке надстроек, можно вручную ввести его туда с помощью кнопки "Автоматизация...". При нажатии на нее, будет выведено окно, в котором перечислены все COM-серверы, установленные на машине. Необходимо выбрать из списка "RTDMan Class" (при этом он будет внесен в список доступных надстроек) и активизировать, установив галочку рядом с его названием. В том, что модуль правильно зарегистрирован в качестве COM-расширения можно, к сожалению, только довольно изощренным способом, который изложен ниже.

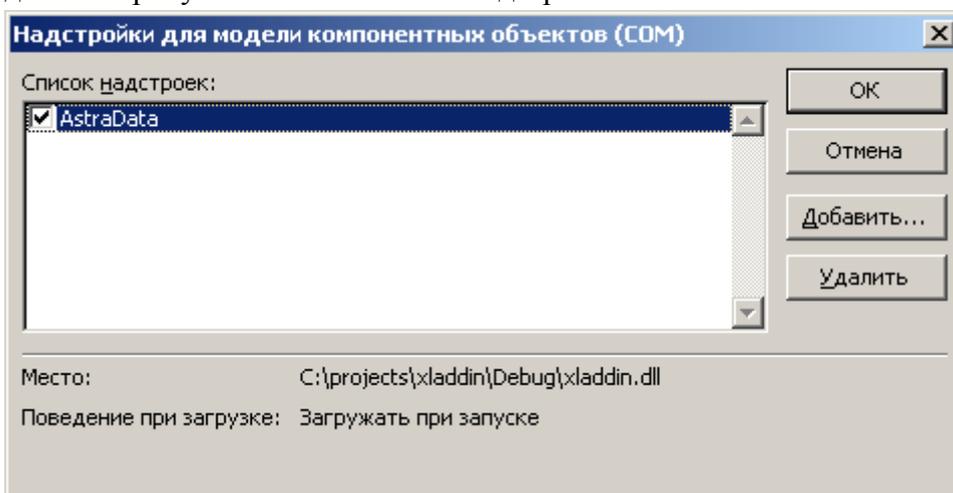
Необходимо открыть диалог MS Excel "Настройка" (меню "Сервис/Настройка") и войти на вкладку "Команды". В списке "Категории" нужно найти категорию "Сервис". При активизации этой категории в списке "Команды" нужно найти команду "Надстройки для модели COM...".



Эту команду нужно перетащить на любую из панелей инструментов MS-Excel (панели инструментов - это те что с кнопками). В результате на выбранной панели должна появиться новая кнопка "Надстройки для модели COM...".



Теперь на эту кнопку можно нажать (все предыдущее проделывалось только затем чтобы как-то можно было вызвать нужную команду) и получить список надстроек, в котором должна присутствовать активная надстройка "AstraData".



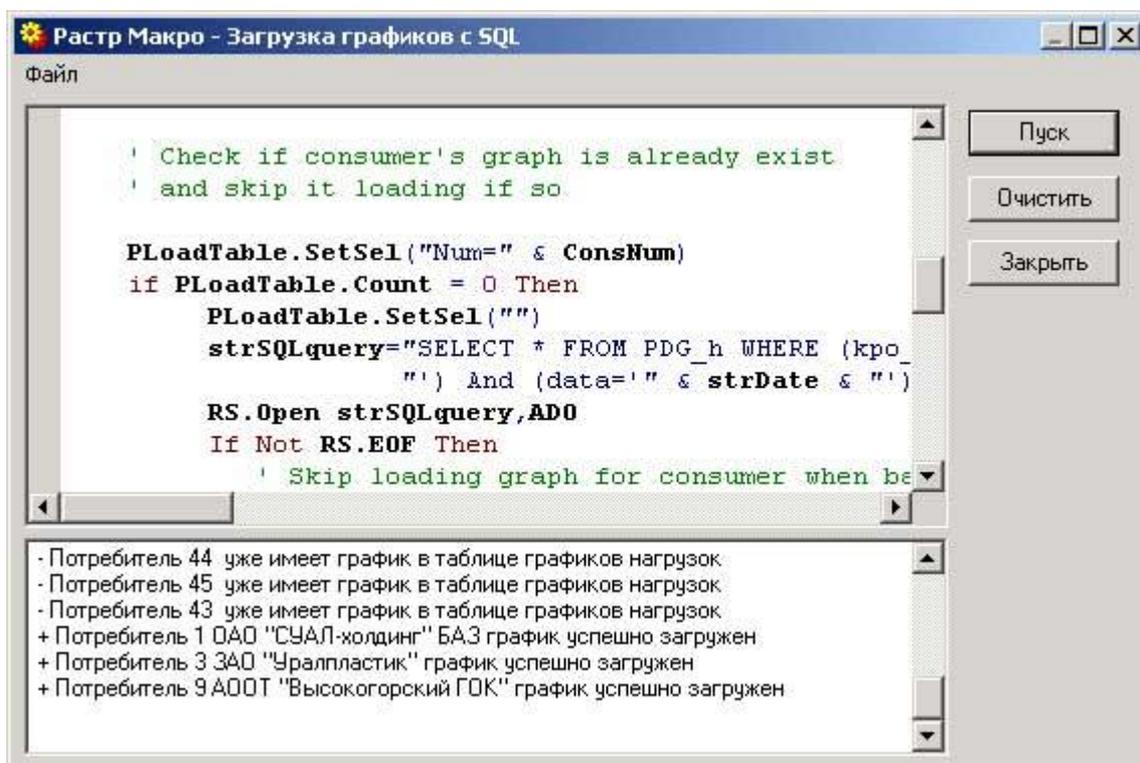
Если надстройки с таким названием нет, можно добавить ее вручную с помощью кнопки "Добавить...", которая позволяет выбрать файл надстройки. Необходимо просто найти в каталоге установки ПО файл xladdin.dll и выбрать его.

# Программный интерфейс

## Макро

Макро используются для автоматизации выполнения нескольких последовательных операций, для упрощения выполнения некоторых операций, и для написания пользовательских программ

## Диалог для макро



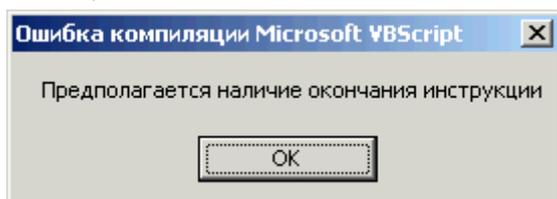
Для вызова диалога работы с макро необходимо выполнить команду Расчет - Макро в главном меню.

В **верхнем окне** диалога отображается текущий текст макро.

В **нижнем окне** отображается ход выполнения макро. В это окно выводятся протокольные сообщения программы и сообщения, сгенерированные макро с помощью команды printp.

Меню **Файл** служит для загрузки, сохранения и создания нового файла с макрокомандами. По умолчанию расширение файла с макро - **rbs** -файл с макро имеет текстовый тип и может быть создан внешним *текстовым* редактором.

Команда **Пуск** служит для запуска макропроцедуры на выполнение, перед выполнением выполняется синтаксический контроль макро, при нахождении ошибки на экран выдается сообщение:



содержащее описание ошибки и текстовый курсор в верхнем окне устанавливается в место обнаружения ошибки.

Команда **Очистить** используется для очистки содержимого нижнего окна с результатами работы макро.

Команда **Закреть** закрывает диалог и возвращает в главное меню.

## Основы VBScript

**Visual Basic Script Edition** - подмножество языка Visual Basic, разработанного фирмой Microsoft для использования с в качестве языка сценариев выполнения (замена bat-файлов), а также возможно встроить VBScript непосредственно в пользовательскую программу в качестве среды автоматизации.

Обычно VBScript уже установлен в системе (он входит в состав Internet Explorer начиная с версии 4.0).

Для запуска программы с VBScript необходимо подготовить текстовый файл (с расширением vbs) на выполнение он запускается как exe-файл - щелчком мыши.

Особенности запуска макро из Rastr отражены в следующем разделе.

Подробная документация по VBScript (на английском языке) находится на сайте <http://msdn.microsoft.com/scripping>

Возможен запуск макроса из MS Excell с использованием VBA (примеры находятся в каталоге MACRO)

Ниже приведен пример простейшего макро на VBScript

```
'Простой макрос
delta=57.23
ind=0
dir="C:\tmp\"
d=delta+20.3
file=dir & "a.dat"
```

В макросе есть **переменные** - delta, ind, dir, d, file. **Константы** - 57.23 , 0, "C:\tmp\" , 20.3, "a.dat", **операции** - =(присвоение), +( сложение чисел ), &(сложение строк) и также **комментарий** к программе - строка, начинающаяся с символа - '

```
' макрос с массивами
Option Explicit                'требуется обязательное
объявление всех переменных
dim a,b,i                      'объявление переменных
a=Array(100,200,500,100)      ' задание начальных значений
элементов массива
b=0
for i=0 to UBound(a)-1        ' цикл от 0 до верхней границы
массива
b=b+a(i)                      ' суммирование
next
```

В этом макросе показано, как задавать **массивы** данных (a), как обращаться к элементам массива (a(0) , a(1) и тд), как узнать верхнюю границу массива - UBound(a), как организовать повторение вычислений в **цикле** for .. next. Дополнительно, показано использование Option Explicit - эта опция требует обязательного объявления всех используемых в макро переменных, что позволяет избежать ошибок.

```
' макрос с логикой
If f<49.5 then
```

```

a=f+sin(delt)
ElseIf f>50.5 then
a=f+cos(delt)
Else
a=f
End If

```

В этом макросе показано использование логики if ... elseif ... else end if позволяющей изменить порядок вычисления по условию.

Наиболее ценным свойством VBScript является возможность работы с внешними **объектами**. Наиболее известные из них - все составляющие MS Office (Excel, Word и тд). Программа Rastr также организована в виде объекта. С объектом можно производить различные действия (загрузить файл, отобразить рисунок и тд) с помощью **методов**, объекты также имеют **свойства** с которыми можно манипулировать (получать и устанавливать значения).

```

Set fso = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
Set fldr = fso.CreateFolder("C:/MyTest")
MsgBox "Создана папка: " & fldr.Name

```

Пример работы с объектом типа "Scripting.FileSystemObject" (файловая система). Вызов системной функции CreateObject создает объект **fso** требуемого типа. Вызов **метода** CreateFolder создает папку с требуемым именем и возвращает новый объект **fldr** - папку. Далее печатается одно из **свойств** объекта папка - его имя **Name**.

## Примеры макросов в Rastr'e

Все приведенные макросы могут быть использованы для решения конкретных задач путем копирования в окно диалога Макро. Макросы состоят собственно из тела макроса (от строки Sub до строки End Sub) и его вызова (имя макроса и параметры через запятую). Для использования макроса параметры заменяются на нужные в конкретной задаче.

1. Групповая коррекция. При проведении коррекции в больших объемах, или однотипной коррекции в разных файлах удобно сделать следующий макрос:

```

r=setlocale("en-us")
Sub GrCor(tabl,param,viborka,formula)
    Set ptabl=Rastr.Tables(tabl)
    Set pparam=ptabl.Cols(param)
    ptabl.SetSel(viborka)
    pparam.Calc(formula)
End Sub
'
' Вызываем процедуру коррекции для разных ситуаций:
'GrCor имя-таблицы, имя-параметра, выборка, формула

GrCor "node","pn","na=1","pn*1.15" ' увеличиваем нагрузку в
районе 1 на 15%
GrCor "node","qn","na=1","pn*1.15"
GrCor "node","pq","na=2","pn*0.95"
GrCor "node","qg","na=2","pn*0.95"
GrCor "node","nsx","na=3","3"

```

Если нужно только корректировать нагрузку района на заданный коэффициент (активную и реактивную пропорционально), то можно сделать следующий макрос

```

r=setlocale("en-us")

```

```

Sub CorPQN(raion,koeff)
  Set ptabl=Rastr.Tables("node")
  Set ppn=ptabl.Cols("pn")
  Set pqn=ptabl.Cols("qn")
  ptabl.SetSel("na="&raion)
  ppn.Calc("pn*"&koeff)
  pqn.Calc("qn*"&koeff)
End Sub
'
' И вызывать его так:
CorPQN 1,1.15 ' умножаем P и Q района 1 на 1.15
CorPQN 3,0.9  ' умножаем P и Q района 3 на 0.9

```

Макрос легко адаптировать к изменению и генерации и нагрузки:

```

r=setlocale("en-us")
Sub CorPQ(ng,raion,koeff)
  Set ptabl=Rastr.Tables("node")
  Set ppn=ptabl.Cols("p"&ng)
  Set pqn=ptabl.Cols("q" &ng)
  ptabl.SetSel("na="&raion)
  ppn.Calc("pn*"&koeff)
  pqn.Calc("qn*"&koeff)
End Sub
'
' И вызывать его так:
CorPQ "n",1,1.15 ' умножаем нагрузку("n") P и Q района 1
на 1.15
CorPQ "g",2,0.95 ' умножаем генерацию("g") P и Q района 2
на 0.9

```

2. Задание нужного потребления района. Изменить нагрузку района таким образом, чтобы выдержать заданное потребление (потребление – это нагрузка плюс потери). Реактивная нагрузка изменяется пропорционально активной:

```

r=setlocale("en-us")
Sub CorPotr(raion,potr)
  max_it=10 ' максимальное число итераций
  eps=0.001 ' точность расчета
  reac_p=True ' менять реактивное потребление
пропорционально
  Set pnode=Rastr.Tables("node")
  pnode.SetSel("na="&raion)
  Set pn=pnode.Cols("pn")
  Set qn=pnode.Cols("qn")
  Rastr.printp "Район=" & raion
  Rastr.printp "Задано потребление=" & potr
  for i=1 to max_it
    pop=Rastr.Calc("val","area","pop","na="&raion)
    coef=potr/pop
    Rastr.printp "Текущее потребление =" & pop

```

```

Rastr.printp "Отношение заданное/текущее =" & koef
if( abs(koef -1) > eps) then
    pn.Calc("pn"&koef)
    if(reac_p) then qn.Calc("qn"&koef)
    kod=Rastr.rgm("")
    if(kod <> 0) then
        Rastr.printp "-----Аварийное завершение
расчета режима----- "
        exit sub
    end if
else exit sub
end if
next
end Sub

'Макрос можно вызывать так:
'
'CorPotr 1,2000 'Потребление в районе 1 сделать равным 2000
'CorPotr 7,17000 'Потребление в районе 7 сделать равным 17000

```

Так как потери в районе меняются нелинейно, используется итерационная процедура. задается максимальное число итераций (10) и точность расчета (0.001 - отношение заданного к расчетному потреблению). Мощности узлов в районе изменяются пропорционально отношению заданного и расчетного потребления. Производится расчет режима. Результаты выполнения макро для тестовой схемы:

```

Район=1
Задано потребление=2000
Текущее потребление =2219.1337961166
Отношение заданное/текущее =0.901252553361102

```

Ит	Мах.неб.	Узел	>V	Узел	<V	Узел	Угол
Линия							
0	26.5	1440	1.07	1605	0.87	1203	24.5
811	48.7						812-
1	14.6	1418	1.07	1605	0.87	1203	24.5
811	42.1						812-
2	3.7	802	1.07	1605	0.88	1203	24.3
811	2.4						812-
3	72.6	4	1.07	1605	0.88	1203	24.3
811	0.0						812-
4	0.9	4	1.07	1605	0.89	1203	24.3
811	0.2						812-

```

Текущее потребление =2004.12509379647
Отношение заданное/текущее =0.997941698445252

```

Ит	Мах.неб.	Узел	>V	Узел	<V	Узел	Угол
Линия							
0	0.9	4	1.07	1605	0.89	1203	24.3
811	0.9						812-

```

Текущее потребление =2000.15714284794

```

Отношение заданное/текущее =0.999921434749013

Диалоговая версия этого макроса находится в меню **Выполнить**. Она отличается вызовом макроса :

```
n=Rastr.SendCommandMain(8,"Введите номер района","",0)
pop=Rastr.SendCommandMain(8,"Введите новое потребление","",0)
```

```
CorPotr n+0,pop+0
```

3. Разгрузка заданного сечения на требуемую величину. При разгрузке используются только генераторные узлы ( tip >1). В целях упрощения пределы (P\_min и P\_max) не контролируются. Разгрузка осуществляется по критерию - минимальное изменение мощности генерации. Исходная генерация запоминается в массиве pg\_nom.

```
r=setlocale("en-us")
Sub KorSech(ns,newp)
    viborka="tip>1 &!sta & abs(dr_p) >0.01"    ' Выборка для
узлов участвующих в регулировании
    eps=1
    Set grline=Rastr.Tables("grline")
    Set node=Rastr.Tables("node")
    Set pg=node.Cols("pg")
    Set pg_nom=node.Cols("pg_nom")
    Set ip=grline.Cols("ip")
    Set iq=grline.Cols("iq")
    pg_nom.Calc("pg")
    For inini=1 to 10
        ps=Rastr.Calc("sum","sechen","psech","ns="&ns)
        Rastr.printp " Мощность сечения = " & ps
        if ( abs(ps-newp) < eps ) then exit sub
        Rastr.sensiv_start ""
        grline.SetSel("ns="&ns)
        k=grline.FindNextSel(-1)
        While k <>-1
            i=ip.Z(k)
            j=iq.Z(k)
            Rastr.sensiv_back 4,1.,i,j,0
            k=grline.FindNextSel(k)
        Wend
        Rastr.sensiv_write ""
        Rastr.sensiv_end
        Set dr_p=node.Cols("dr_p")
        db=Rastr.Calc("sum","node","dr_p",viborka)
        if ( abs(db) < 0.000001 ) then
            Rastr.printp "Невозможно изменить мощность по
сечению"
            exit sub
        end if
        rd=(ps-newp)/db
        node.SetSel(viborka)
        pg.Calc("pg + dr_p*"&rd)
        kod=Rastr.rgm("")
        if(kod <> 0) then
```

```

Rastr.printp "-----Аварийное завершение
расчета режима----- "
    exit sub
end if
next
End Sub
'
'
' Макрос вызывается так:
KorSech 1,1500 'Изменить мощность сечения 1 до величины 1500
'

```

Аналогично вызов макроса через диалог:

```

' Вызов макроса через диалог
n=Rastr.SendCommandMain(8,"Введите номер сечения", "",0)
pop=Rastr.SendCommandMain(8,"Введите новую мощность
сечения", "",0)
KorSech n+0,pop+0

```

В макросе используется расчет коэффициентов влияния. Изменения мощностей узлов происходят в соответствии с коэффициентами влияния. При необходимости выборку

```
viborka="tip>1 &!sta & abs(dr_p) >0.01" ' 
```

**Выборка для узлов участвующих в регулировании**

можно изменить желаемым образом, например:

```
viborka="sel &!sta & abs(dr_p) >0.01" ' Выборка
для узлов участвующих в регулировании
```

в этом случае в регулировании мощности сечения принимают только отмеченные узлы. При необходимости более детального анализа можно создать форму (на базе Узлы или Ген узлы), на которую вывести исходную генерацию (pg\_nom) и коэффициенты влияния (dr\_p, dr\_q, dr\_v).

## Макросы, выполняемые при старте и завершении программы

При запуске программы выполняется макрос start.rbs :

```

dir=Rastr.SendCommandMain(3,"","",0)
prog=Rastr.SendCommandMain(5,"","",0) 'Имя головной программы
if prog="Rastr" then
Rastr.NewFile dir&"SHABLON\Режим.rg2"
Rastr.SendCommandMain 4,dir&"common.fm", "",0
end if
if prog="ActOpus" then
Rastr.NewFile dir&"SHABLON\Режим.rg2"
Rastr.NewFile dir&"SHABLON\Актуализация.SP"
Rastr.NewFile dir&"SHABLON\Сечения.sch"
Rastr.SendCommandMain 4,dir&"common.fm", "",0
Rastr.SendCommandMain 4,dir&"Linkor.fm", "",1
Rastr.SendCommandMain 4,dir&"Сечения.fm", "",1
'Rastr.SendCommandMain 4,dir&"моиформы.fm", "",1

```

```
end if
```

В этом макросе определяется, какие шаблоны и формы загружаются при запуске программы. Ядро комплекса может работать с несколькими головными программами (в приведенном примере – Rastr и ActOpus) и в зависимости от этого загружать соответствующий набор шаблонов и форм. Для загрузки шаблонов используется метод Rastr.NewFile а для загрузки и присоединения форм Rastr.SendCommandMain с первым параметром = 4 (последний параметр определяет загружаются (0) или присоединяются(1) формы).

## COM интерфейсы программы Rastr

### Объект Rastr

Основной объект в astra.dll. При работе во встроенных макросах уже создан, при работе во внешней среде должен создаваться обычным образом, например в VBScript:

```
Set Rastr=WScript.CreateObject("Astra.Rastr")
```

Следует помнить, что при работе с макросами, использующими astra.dll через позднее связывание (скриптовые языки), все символические константы должны заменяться соответствующим числовым значением.

#### Методы

#### **Load RG\_KOD, name, shabl**

загрузить файл данных **name** в рабочую область в соответствии с шаблоном типа **shabl**, если поле **shabl** пусто, то загружается **name** без шаблона, если пусто поле **name**, загружается только шаблон.  
RG\_KOD - определяет режим загрузки, при наличии таблицы в рабочей области и может быть одним из следующих:

- RG\_REPL=1 - таблица в рабочей области замещается (соответствует режиму Загрузить в меню);
- RG\_ADD=0 - таблица добавляется к имеющейся в рабочей области, совпадение ключевых полей не контролируются (соответствует режиму Присоединить в меню);
- RG\_KEY=2 - заменить данные в таблице имеющие одинаковые ключевые поля, если ключ не найден, данные игнорируются (соответствует режиму Обновить в меню);
- RG\_ADDKEY=3 - заменить данные в таблице имеющие одинаковые ключевые поля, если ключ не найден, данные вставляются (соответствует режиму Объединить в меню);

#### Примеры:

```
Rastr.Load RG_REPL, name, " "
```

загружается копия файла **name** в рабочую область. Предыдущее содержимое рабочей области полностью очищается.

```
Rastr.Load RG_KEY, " ", shab
```

структура рабочей области дополняется структурой шаблона **shabl**. Существующие данные не изменяются.

```
Rastr.Load RG_REPL, name, shabl
```

Данные из файла **name** загружаются в рабочую область. Шаблон **shabl** используется в качестве фильтра, определяющего, какие таблицы и столбцы из них загружать в рабочую область. Таблицы и столбцы,

отсутствующие в шаблоне, не загружаются в рабочую область.  
Содержимое рабочей области, не попавшее в шаблон, не изменяется.

## LoadOldFile tip,name,shabl

загружается старый файл (Rastr/Dos),  
**tip** -тип файла OLD\_RGE=0 - режим, OLD\_CXE=1 - графика,  
**name** - имя файла соответствующего типа,  
**shabl** - шаблон для загрузки. Обычно используются шаблоны Режим.rg2 - режим (rge), Графика.grf - графика (sxe)

Пример:

```
Rastr.LoadOldFile  
OLD_RGE, "C:\TMP\cx195.rge", "C:\RastrWin\Режим.rg2"
```

загружает файл режима в формате RastrDos

## Save name,shabl

сохранение информации из рабочей области в файле **name** по шаблону **shabl**.

Примеры:

```
Rastr.Save name, ""
```

все содержимое рабочей области сохраняется в name.

```
Rastr.Save "", shabl
```

содержимое рабочей области сохраняется в качестве шаблона - то есть сохраняется только структура таблиц, параметры столбцов, формулы. Реальные данные не сохраняются.

```
Rastr.Save name, shab
```

часть содержимого рабочей области, соответствующая шаблону, сохраняется под именем name

## NewFile shabl

Очищает часть рабочей области соответствующую шаблону. Если структуры таблицы в рабочей области не существует она создается (пустая). Если таблица уже существует ее содержимое очищается и приводится в соответствие с шаблоном. Если шаблон не задан, то очищается вся рабочая область

## Commit

подтвердить изменения в рабочей области, автоматически выполняется при выполнении Save.

## RollBack

откат, отказ от изменений после последнего Commit

## SendChangeData hint,tabl,col,long row

вызов этого метода вызывает появление события OnChangeData с теми же параметрами. Обычно, этот метод используется для оповещения всех связанных с программой окон об изменении множества данных.

## SendCommandMain COMM\_MAIN,p1,p2,pp

вызов этого метода вызывает появление события OnCommandMain с теми же параметрами. Метод используется для выполнения различных функций

оболочкой. Вызов имеет смысл при использовании во встроенном макроязыке.

## **printp str**

вызывает появление события prot со строкой str - выводит строку в протокол работы

### **Расчетные методы**

## **rgm par**

расчет режима, par - строка дополнительных параметров; параметры могут быть:

- "" - с параметрами по умолчанию, "p" - расчет с плоского старта,
- "z" - отключение стартового алгоритма,
- "c" - отключение контроля данных
- "r" - отключение подготовки данных (можно использовать при повторном расчете режима с измененными значениями узловых мощностей и модулей напряжения)

Пример :

```
Rastr.rgm "" ' начальный расчет режима
set node=Rastr.Tables("node")
set pn=Rastr.Cols("pn")
node.SetSel("na=1")
pn.Calc("pn*1.2") ' изменяем нагрузку в районе 1
Rastr.rgm "zcr" ' повторный расчет режима
```

## **opt par**

оптимизация режима по реактивной мощности, par - строка дополнительных параметров.

## **ekv par**

эквивалентирование режима.

## **kdd par**

контроль данных для расчета режима

все расчетные методы возвращают код ошибки в виде AST\_OK=0 (все хорошо), AST\_NB=1 (не сбалансирован режим )

Пример:

```
kod=Rastr.rgm("")
If kod<>0 then Rastr.printp "Режим не сбалансирован"
```

## **ClearControl**

инициализировать таблицу значений контролируемых величин

## **AddControl -1,name**

добавить строку с именем name в таблицу значений контролируемых величин

## **ApplyVariant num**

внести изменения, соответствующие варианту с номером num в текущий режим.

## **kod=step\_ut( param )**

выполняет один шаг утяжеления режима по подготовленной траектории. Набор параметров совпадает с функцией расчета режима (**rgm**), дополнительно может использоваться параметр "i" - инициализировать значения параметров утяжеления (шаг в этом случае не выполняется). Возвращает AST\_OK(0) - шаг выполнен нормально, AST\_NB(1) - не балансируется исходный режим - дальнейшее утяжеление невозможно; AST\_REPT(2) - утяжеление закончено с заданной точностью или достигнуто предельное число итераций. Понятие "**один шаг**" - зависит от настроек параметров утяжеления, если тип утяжеления - "Быстрый" - будет проведено полное утяжеление до предела, если - "Нормальный" будет проведено изменение параметров до получения следующего сбалансированного режима.

## **ut\_FormControl**

формирует таблицу *описаний* контролируемых величин, соответствующую заданной траектории утяжеления

Пример (аналог функции "Начать" в меню утяжеление) :

```
if(Rastr.ut_Param(0) = 0 then Rastr.ut_FormControl
Rastr.ClearControl
kod=Rastr.step_ut("i")
if kod=0 then
do
kd=Rastr.step_ut("z")
if (kd=0 and Rastr.ut_Param(1) = 0) or
Rastr.ut_Param(2) = 1 then Rastr.AddControl -1,"
loop while kd=0
endif
```

### Свойства:

## **Tables**

возвращает коллекцию таблиц в рабочей области.

## **LockEvent**

используется для блокирования послыки событий OnChangeData.

Пример:

```
Rastr.LockEvent=True
.....
' Изменяется много данных в таблице "node"
.....
Rastr.LockEvent=False
' оповещаем об изменении целой таблицы
Rastr.SendChangeData HINTR_CHANGE_TABL, "node", 0,
```

при изменении большого числа данных предварительно устанавливается **LockEvent=TRUE** (блокировка установлена), данные изменяются, затем **LockEvent=FALSE** (блокировка снята) и посылается одно сообщение **OnChangeData** об

изменении данных во всей таблице. Такой прием позволяет сокращать время операций по изменению данных за счет экономии на обновлении открытых окон.

## **RenumWP**

включает (True) выключает (False) режим изменения ссылок при изменении основного параметра (см. Ссылки )

## **ut\_Param(num)**

Возвращает значение параметров утяжеления (таблица Параметры Утяжеления )  
UT\_FORM\_P(0)-формировать описание контролируемых величин (0-Да/1-Нет)  
,UT\_ADD\_P(1)-добавлять значения в таблицу контролируемых величин,UT\_TIP(2)- Тип утяжеления (0-Стандарт/1-Быстрый) , UT\_STATUS(3)- Состояние утяжеления (Норма/Предел)

### События:

## **prot message**

посылает текстовую строку в протокол работы

## **OnChangeData hint , tabl , col , row**

информирует об изменении данных, **hint** может принимать значения :

HINTR\_CHANGE\_ALL=0,  
HINTR\_CHANGE\_COL=1,  
HINTR\_CHANGE\_ROW=2,  
HINTR\_CHANGE\_DATA=3,  
HINTR\_ADD\_ROW=4,  
HINTR\_DELETE\_ROW=5,  
HINTR\_INS\_ROW=6,  
HINTR\_CHANGE\_TABL=7,

## **OnCommandMain COMM\_MAIN , p1 , p2 , pp**

требует выполнения оболочкой функции, указанной параметром COMM\_MAIN

## **Коллекция Tables**

Коллекция таблиц в рабочей области, возвращается вызовом метода **Tables** объекта **Rastr**.

### Методы:

## **Add name**

добавляет таблицу **name** к коллекции, возвращает ее (объект **Table**)

## **Remove index**

удаляет таблицу с номером **index** (0 - Count-1)

## **Remove name**

удаляет таблицу с именем **name**

### Свойства:

## **Item index**

возвращает таблицу (объект **Table**) с заданным номером **index** (0-Count-1)(свойство по умолчанию)

## Item name

возвращает таблицу (объект **Table**) с заданным именем **name** (свойство по умолчанию )

## Count

возвращает число таблиц в коллекции.

Пример:

```
Tabs=Rastr.Tables
For I=0 to Tabs.Count-1
Rastr.printp tabs(i).Name
Next
```

Макрос выводит имена всех таблиц в протокол работы.

## Объект Table

Таблица базы данных, возвращается вызовом **Item** или **Add** коллекции **Tables**

Методы:

### AddRow

добавить строку (пустую) в конец таблицы.

### InsRow row

вставить пустую строку перед строкой с номером row (строки в таблице нумеруются начиная с 0).

### DupRow row

дублировать строку с номером row (строки в таблице нумеруются начиная с 0).

### DelRow row

удалить строку row

### SetSel viborka

задать выборку, выборка задается в виде **формулы**, имеющей логическое значение 0 – не в выборке 1- в выборке. Выборку можно представить как некоторый дополнительный, временный столбец, заданный формулой.

### DelRows

удаляет строки, соответствующие предварительно заданной выборке.

Пример: удаление ветвей, не связанных ни с каким узлом

```
Set tvetv=Rastr.Tables("vetv")
tvetv.SetSel "ip.ny=0|i.q.ny=0"
Rastr.printp "Удалено ветвей : " & tvetv.Count
tvetv.DelRows
```

### WriteCSV CSV\_KOD ,file,param, div

записывает часть таблицы в CSV файл с именем **file.CSV\_KOD** может быть одним из следующих:

CSV\_ADD(0) – дописать в конец если файл существует.

CSV\_REPL(1) – заменить содержимое если файл существует.

param– список имен параметров разделенных запятыми.

div– разделитель.

При записи в файл используется текущая выборка.

Пример: Запись в файл номеров и названия отключенных линий. Разделитель – точка с запятой.

```
file="c:\tmp\a.csv"
Set tvetv=Rastr.Tables("vetv")
tvetv.SetSel "sta"
tvetv.WriteCSV 1,file,"ip,iq,nameu",";"
```

## WriteCDU CDU\_KOD, file,param

записывает информацию из таблицы в файл по структуре соответствующий формату ЦДУ. В начало каждой строки записывается четырехзначный код. Затем следует одно 4-позиционное поле и произвольное число 8-позиционных. Для пропуска поля ставится знак - \$

Пример: дополнить содержимое файла списком отключенных линий:

```
file="c:\tmp\a.cdu"
Set tvetv=Rastr.Tables("vetv")
tvetv.SetSel "sta"
tvetv.WriteCSV 0,file,"0399,np,ip,iq"
```

## ReadCSV CSV\_KOD,file,param,div,defpar

читает файл (**file**), представляющий собой текстовый файл с разделителем (**div**).

param – список читаемых столбцов таблицы разделенных запятыми. Код при чтении может быть следующим:

CSV\_ADD(0) – добавить в конец таблицы(режим Присоединить),

CSV\_REPL(1) – заменить данные в таблице(режим Загрузить),

CSV\_KEY(2) – заменить данные по ключевым полям, если ключ не найден данные игнорируются (режим Обновить),

CSV\_KEYADD(3) – заменить данные по ключевым полям, если ключ не найден данные добавляются в конец таблицы (режиму Объединить).

defpar - Значения по умолчанию в виде имя=значение.

При чтении файла также используется выборка, для этого создается временная строка прочитанных данных (только прочитанных), проверяется на соответствии выборке и, или отбрасывается (не попадает в выборку), либо в зависимости от кода (CSV\_KOD) данные добавляются или корректируются.

Пример: Обновление (CSV\_KOD=2) нагрузки узлов (pn, qn) из CSV файла.

В качестве ключевого поля используется номер узла (ny). Узлы с откорректированными значениями мощности отмечаются

```
file="c:\tmp\nag.csv"
set tnode=Rastr.Tables("node")
tnode.ReadCSV 2,"ny,pn,qn","sel=1"
```

## ReadCDU CDU\_KOD,BSTR file,BSTR param,BSTR defparam

читает файл в формате ЦДУ. При чтении файла в макете ЦДУ происходит выборка из файла строк, соответствующих заданному коду. Дальнейшая обработка аналогична CSV файлу.

Пример чтения данных о ветвях из файла макетом ЦДУ :

```
tvetv.SetSel( "iq>0" )
tvetv.ReadCDU 1,file,"0301,np,ip,iq,r,x,b,ktr,kti", ""
tvetv.ReadCDU 0,file,"0399,np,ip,iq,r,x,b,ktr,kti", "sta=1"
```

Комментарий: в стандарте формата ЦДУ шунты задаются картой 0301 с номером второго узла равным нулю. Что бы избавиться от шунтов, задается выборка “iq>0”, в этом случае прочитанные строки с нулевым вторым номером отбрасываются

Свойства:

## TestSel(long row)

возвращает значение заданной выборки (0 или 1) для строки row (для чтения)

## FindSel(long row)

возвращает индекс следующей строки, удовлетворяющей выборке (-1 если не найден)

## Count

возвращает число строк, соответствующих заданной выборке

## Name

имя таблицы

## Description

описание таблицы

## TemplateName

имя шаблона (типа файла) в который помещается данная таблица.

## Size

число строк в таблице

## Key

задаются ключевые столбцы (один или несколько) обеспечивающие уникальную комбинацию для поиска,

## Cols

возвращает коллекцию столбцов таблицы

## SelString(long row)

возвращает выборку, необходимую для точной идентификации строки row по ключевым параметрам таблицы:

```
set tnode=Rastr.Tables("node")
ss=tnode.SelString(0)
Rastr.Printp ss
set tnode=Rastr.Tables("vetv")
ss=tnode.SelString(2)
```

```
Rastr.Printp ss
```

в результате будет напечатано:

```
ny=805
```

```
ip=1&iq=42&np=0
```

## Объект Cols

Коллекция столбцов таблицы. Возвращается вызовом метода **Cols** объекта **Table**

### Методы:

#### **Add name,tip**

добавить столбец с именем **name**, типа **tip**. Возвращает новый столбец (**Col**), **tip** имеет одно из значений:

PR\_INT(0) - целый

PR\_REAL(1) - вещественный

PR\_STRING(2) - строка

PR\_BOOL(3) - переключатель

PR\_ENUM(4) - перечисление

PR\_ENPIC(5) – перечисление картинок (не используется)

PR\_COLOR(6)- цвет

#### **Remove index**

удалить столбец с номером **index**

#### **Remove name**

удалить столбец с именем **name**

#### **Item index**

возвращает столбец по номеру

#### **Item name**

возвращает столбец по имени

### Свойства:

#### **Count**

число столбцов в коллекции (только для чтения)

Пример: выводит в протокол названия всех столбцов таблицы node (Узлы)

```
Set cls=Rastr.Tables("node").Cols
```

```
For I=0 to cls.Count-1
```

```
Rastr.printp cls(i).Name
```

```
Next
```

## Объект Col

Столбец таблицы, возвращается методами **Add** и **Item** объекта **Cols**

### Методы:

#### **Calc formula**

вычисляет значения элементов столбца в соответствии с заданной формулой и выборкой (групповая коррекция)

Пример: пересчет реактивного сопротивления ЛЭП пропорционально активному

```
set tvetv=Rastr.Tables("vetv")
```

```
set x=tvetv.Cols("x")
tvetv.SetSel("tip=0")
x.Calc "4*r"
```

### Свойства:

## Prop( tip)

устанавливает или получает значение свойства столбцы tip – тип свойства :

- FL\_NAME=0 (имя),
- FL\_TIP=1(тип),
- FL\_WIDTH=2 (ширина),
- FL\_PREC=3 (точность),
- FL\_ZAG=4(заголовок),
- FL\_FORMULA=5(формула),
- FL\_AFOR=6,
- FL\_XRM=7,
- FL\_NAMEREF=8(перечисление - ссылка),
- FL\_DESC=9(описание),
- FL\_MIN=10(минимум),
- FL\_MAX=11(максимум),
- FL\_MASH=12 (масштаб)

Пример - изменить формулу вычисления названия линии

```
set tvetv=Rastr.Tables("vetv")
set nameu=tvetv.Cols("nameu")
nameu.Prop(FL_FORMULA)=
"str(ip.name)+"+"+str(iq.name)+"_"+str(ip.uhom)"
```

## Name

возвращает имя столбца

## Z ( I )

возвращает/задает не масштабированное значение элемента в строке I

## ZN( I )

возвращает/задает масштабированное значение элемента в строке I

## ZS ( I )

возвращает/задает масштабированное значение элемента в строке,  
приведенное к типу строка

# Вызовы оболочки

Модуль Astra.dll организован в виде COM-сервера, не имеющего собственной диалоговой среды и поэтому, многие функции, связанные с открытием окон, в среде Rastr реализованы в оболочке (RastrWin, ActOpus). Для работы с оболочкой объект Rastr имеет метод

## SendCommandMain COMM\_MAIN,p1,p2,pp

вызов этого метода вызывает появление события OnCommandMain с теми же параметрами. Обработка события возлагается на оболочку (COM-клиент), поэтому вызов этого метода имеет смысл только при работе во встроенном макро-языке. Метод

используется для выполнения различных функций в зависимости от значения COMM\_MAIN. Оболочкой Rastr реализованы следующие функции:

#### **COMM\_OPEN\_FILE(1) -**

вызывает диалоговое окно открытия файла - возвращает имя выбранного файла или пустую строку, если файл не выбран.

#### **COMM\_SAVE\_FILE(2)**

- вызывает диалоговое окно сохранения файла - возвращает имя выбранного файла или пустую строку, если файл не выбран.

#### **COMM\_CMDPATH(3)**

- возвращает полный путь к программе Rastr

#### **COMM\_GET\_NAME(5)**

- возвращает имя активной оболочки (Rastr, ActOpus и тд)

#### **COMM\_GET\_FILENAME(6)**

- возвращает имя загруженного файла соответствующего шаблону p1.

#### **COMM\_GET\_DATE(7)**

- вызывает диалоговое окно задания даты - возвращает выбранную дату в виде строки ДДММГГ

#### **COMM\_GET\_INPUT(8)**

- вызывает диалоговое окно ввода информации - возвращает введенную строку

#### **COMM\_SET\_FORM(9)**

- изменяет форму p2, по структуре p1 (не документировано)

#### **COMM\_SET\_PROP(10) - используется для изменения свойств данных (не документировано)**

#### **COMM\_IMP\_CSV(11)**

- вызывает диалоговое окно импорта CSV-файла p1 -таблица[параметры] (нп node[ny,na]; p2 - выборка

#### **COMM\_EXP\_CSV(12)**

- вызывает диалоговое окно экспорта CSV

Работа с экранными формами:

#### **COMM\_LOAD\_FORM(4)**

загрузить (pp=0) или присоединить (pp=1) набор форм из файла (\*.fm)

#### **COMM\_OPEN\_TABL(0)**

открыть окно с формой - имя p1 и выборка p2

#### **COMM\_FORM\_TABL(14)**

изменить структуру экранной формы с именем p1, по структуре, заданной p2, начиная с параметра pp. Команда позволяет динамически изменять структуру загруженных экранных форм. Например, если форма Узлы имела вид "sel,sta,ny,name,pn,qn,pg,qg", после выполнения

```
SendCommandMain COMM_FORM_TABL, "Узлы", "bsh,gsh", 3
```

приведет к изменению формы Узлы, начиная с 4-ого параметра, весь хвост заменится на bsh,gsh и форма будет иметь вид "sel,sta,ny,bsh,gsh". Открытые на экране формы динамически перестраиваются.

## Расчет коэффициентов влияния

Блок расчета сетевых коэффициентов предназначен, во-первых для анализа изменений режима при изменении исходных данных, во-вторых для расчета управляющих воздействий для необходимых для изменения режима.

Для выполнения этих расчетов используется базовый установившийся режим.

### Возмущения

В качестве исходных данных задаются возмущения базового режима

Тип:

$P = 0$  – изменение инъекции  $P$  в узле (нагрузка – генерация),

$Q = 1$  - изменение инъекции  $Q$  в нагрузочном узле (нагрузка – генерация),

$U = 2$  – изменение заданного модуля напряжения в генераторном узле.

Также задается номер узла ( $NY$ ) и величина возмущения ( $DD$ ).

Результатом работы являются величины изменений следующих величин,

**Узлы:**

**d\_delta** – изменение угла напряжения.

**d\_v** - изменение модуля напряжения (в нагрузочном узле)

**d\_q** - изменение реактивной генерации ( в генераторном узле)

**Ветви:**

**d\_pb** – приращение потока мощности  $P$  в начале ветви (у узла ip)

**d\_qb** - приращение потока мощности  $Q$  в начале ветви (у узла ip)

**d\_pe** - приращение потока мощности  $P$  в конце ветви (у узла iq)

**d\_qe** - приращение потока мощности  $Q$  в конце ветви (у узла iq)

Все рассчитанные величины записываются в таблицы узлы и ветви.

Пример расчета:

```
Rastr.sensiv_start "" ' начать работу с матрицей Якоби
Rastr.sensiv_forw 0,54,1 ' изменение на 1 мвт мощности P в узле 54
Rastr.sensiv_forw 1,54,0.7 ' изменение на 0.7мвар мощности Q в узле 54
'... другие вызовы sensiv_forw при необходимости суммирования

Rastr.sensiv_write "" ' рассчитать возмущения

' записать результаты
set dp=Rastr.Tables("vetv").Cols("d_pb")
for I=0 to Rastr.Tables("vetv").Size
    Rastr.printp dp.Z(i)
next
Rastr.sensiv_forw 1,120,200 ' другие возмущения
```

```
Rastr.sensiv_write " "           другие расчеты
'... .. ....
Rastr.sensiv_end
```

Комментарий: При вызове функции **sensiv\_start** происходит формирование матрицы Якоби и ее триангуляция. При последовательном вызове функции **sensiv\_forw** происходит алгебраическое суммирование возмущений . Вызов функции **sensiv\_write** проводит решение системы линейных уравнений с триангулированной матрицей и определение изменений параметров режима. **sensiv\_end** освобождает память и удалит матрицу Якоби. Последовательный вызов пары функций с единичной величиной возмущения

```
Rastr.sensiv_forw 0,54,1
Rastr.sensiv_write " "
```

Приводит к расчету всех производных от от данной величины

## 2. Реакция

В качестве исходных данных задаются необходимые изменения параметров режима

Тип:

PL=4 – изменение потока мощности P линии

QL=5 – изменение потока мощности Q в линии

DP = 6 - изменение потерь активной мощности (относительные приросты потерь)

DELTA =7 – изменение угла в узле

DD\_P=8 - изменение относительного прироста потерь узла (вторая производная)

Q =1– изменение реактивной мощности в генераторном узле

V=2 – изменение модуля напряжения в нагрузочном узле

Задается величина требуемого изменения

В зависимости от типа задается либо номер узла, либо номера узлов связывающих линию (IP,IQ,NP) и потоки рассчитываются у узла, заданного первым.

Результатом работы являются необходимых величины изменений следующих величин,

В таблице узлы

**dr\_p** – изменение активной мощности узла

**dr\_q** – изменение реактивной мощности нагрузочного узла

**dr\_v** – изменение заданного модуля напряжения генераторного узла

Пример:

```
Rastr.sensiv_start " "           ' начать работу с матрицей Якоби

' изменение на 1 мвт мощности PL в в ветви 54-10/0 (0 -номер параллельной)
Rastr.sensiv_back 4,1.,54,10,0

    Rastr.sensiv_write " "           " рассчитать реакцию

    ' записать результаты
    set dp=Rastr.Tables("node").Cols("dr_p")
```

```

    for I=0 to Rastr.Tables("node").Size
    Rastr.printp dp.Z(i)
    next
    ... ..
Rastr.sensiv_end

```

Полученный результат можно выразить в формуле (dPL – требуемое изменение)

$$dPL = \sum_j^{M} dr_{-P_j} \cdot dP_j + \sum_j^{M_{\text{узл}}} dr_{-q_j} \cdot dQ_j + \sum_j^{M_{\text{зе}}} dr_{-v_j} \cdot dV_j$$

В варианте 1 (Возмущения) рассчитываются производные от одного узла по всем ветвям (за раз), в варианте 2 (Реакция) рассчитываются производные от одной ветви по всем узлам (за раз). Т. е. либо строка матрицы, либо столбец

Расчеты можно комбинировать в виде

```

Rastr.sensiv_start ""           ' начать работу с матрицей Якоби

' изменение на 1 мвт мощности PL в в ветви 54-10/0 (0 -номер параллельной)
Rastr.sensiv_back 4,1.,54,10,0
Rastr.sensiv_write ""
Rastr.sensiv_forw 1,54,0.7
Rastr.sensiv_write ""
Rastr.sensiv_end

```

Правило такое – между вызовами write может быть либо back либо forw

## База данных

---

### Файлы и шаблоны

### Взаимодействие файлов и шаблонов

В программе RastrWin непосредственная работа с данными осуществляется через, так называемую, **рабочую область**. Все расчетные и сервисные модули для своей работы извлекают информацию из рабочей области. Для работы с данными они должны быть загружены из **файла** в рабочую область, а для постоянного хранения - сохранены из рабочей области в **файл**. При загрузке и сохранении, а также при создании новых данных в рабочей области используются **шаблоны**. Шаблоны определяют какие данные из рабочей области сохраняются в файле, или загружаются из файла. Все файлы, шаблоны и рабочая область организованы однотипно в соответствии со Структурой встроенной базы данных.

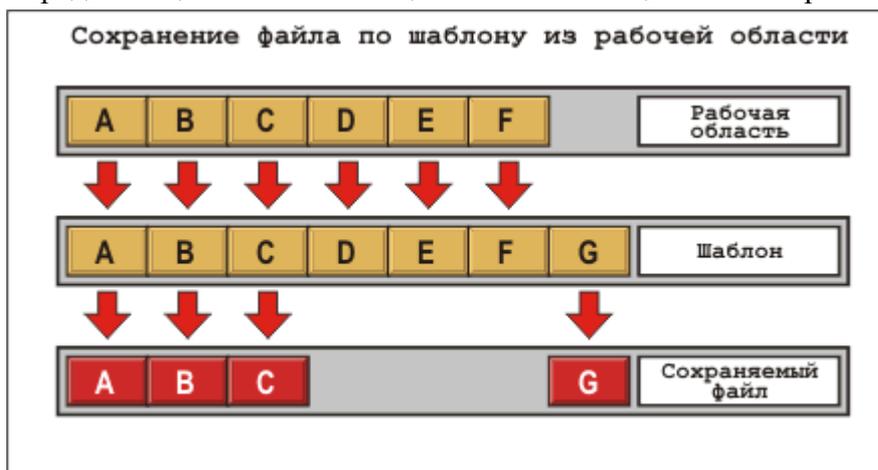
Шаблон можно рассматривать как файл, в котором есть только описания данных, но нет их самих (точнее сами данные игнорируются). При выполнении команд **Файл -Новый** , **Файл - Загрузить** , **Файл- Сохранить как**, **Файл -Сохранить**, **Последние** используются шаблоны, записанные в подкаталоге Shablon программы RastrWin. При выполнении команды **Файл-Новый** в списке типов просто показаны имена всех файлов из каталога Shablon, при выполнении команд **Сохранить как** и **Загрузить** в графе **Тип файлов** также показаны имена файлов из каталога Shablon, в команде **Последние** имя шаблона указывается в угловых скобках после имени файла.

Файл также можно загружать и сохранять без шаблона - в этом случае содержимое рабочей области просто копируется в файл при сохранении и при загрузке рабочая область становится совпадающей с содержимым файла. При выполнении команд **Новый**, также можно указать **Пустой шаблон** в этом случае рабочая область полностью очищается.

Можно создавать пользовательские шаблоны, используя для этого текущее содержание рабочей области. Команда **Сохранить шаблон** сохраняет всю рабочую область, но только описания данных, а не сами данные. Для правильной работы шаблон должен сохраняться в каталог Shablon. Пользовательские шаблоны могут иметь то же расширение файла, что и существующие. Это рекомендуется в том случае, если новый шаблон модернизирует существующий и необходима возможность загружать данные, созданные по старому шаблону.

## Сохранение файла по шаблону

При сохранении рабочей области в файл шаблон используется в качестве фильтра, определяющего какие таблицы и какие столбцы в них сохраняются в файл.



Например, при сохранении рабочей области по шаблону, сохраняется только содержимое таблиц A,B,C, таблицы D,E,F, не присутствующие в шаблоне в файл не сохраняются. То же происходит и со столбцами данных в самих таблицах.

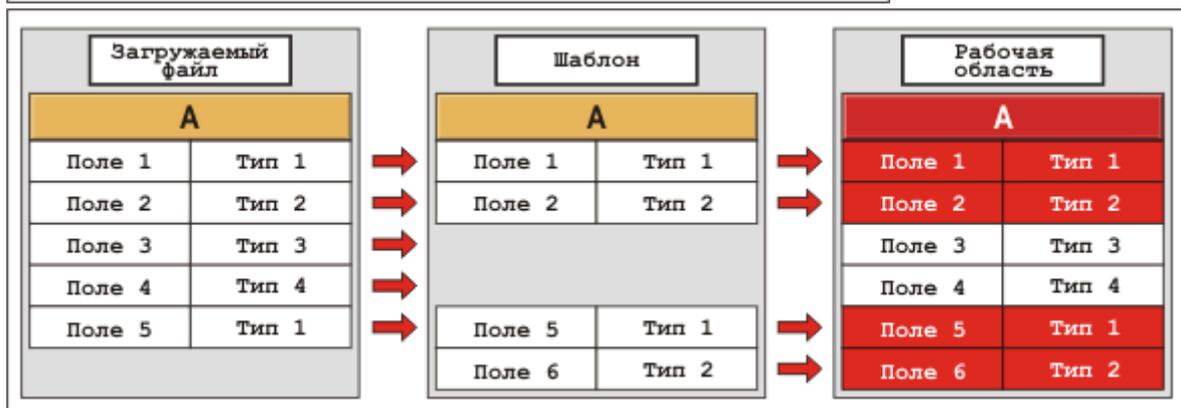
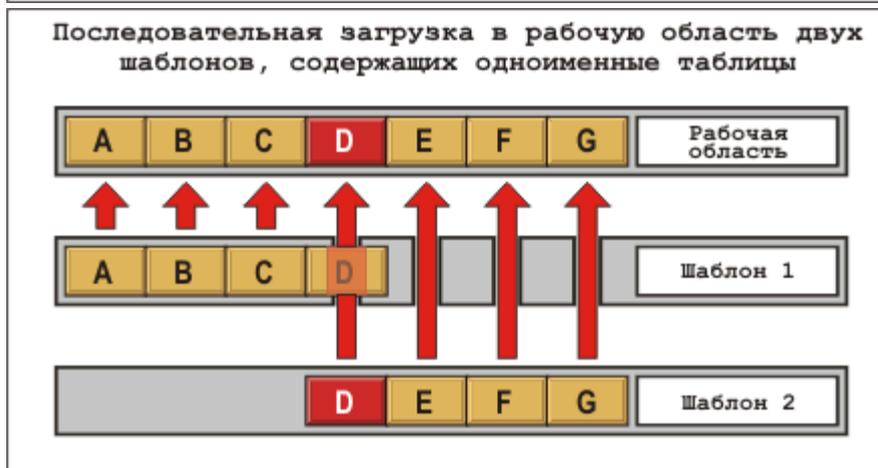
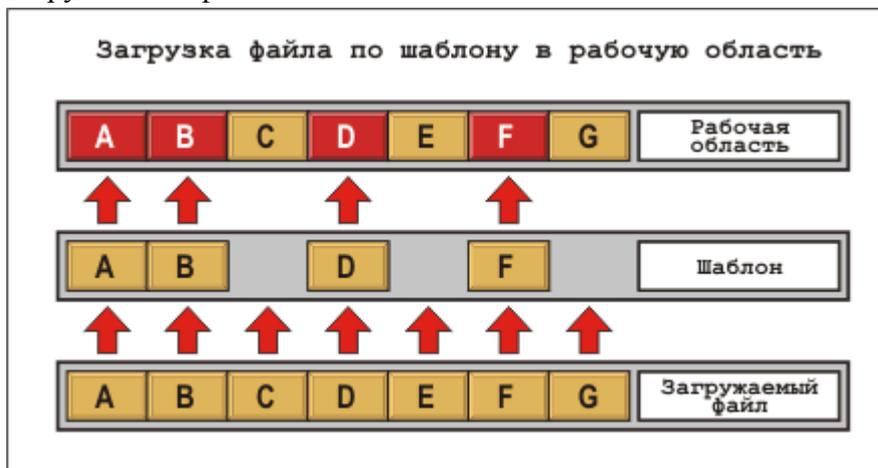
Используя шаблоны для сохранения файлов, можно расположить данные в различных файлах или, наоборот, объединить в один.

## Загрузка файла по шаблону

При загрузке файла по шаблону используются следующие правила:

- 1) Таблицы в рабочей области, имеющиеся в шаблоне, заменяются точной копией заголовков таблиц шаблона.
- 2) Таблицы в рабочей области, отсутствующие в шаблоне, не изменяются.

3) Данные в заменяемых таблицах берутся из загружаемого файла, и создаются, если в загружаемом файле их нет.



Так как при загрузке файла по шаблону, содержимое рабочей области, соответствующее загружаемой таблице полностью теряется существуют дополнительные команды загрузки - Присоединить, Объединить и Обновить, позволяющие частично сохранить содержание загружаемых таблиц в рабочей области. При выполнении этих команд поля(столбцы данных) загружаемых таблиц, присутствующие в рабочей области, но отсутствующие в шаблоне сохраняются и происходит объединение полей таблиц. Разница в командах Присоединить, Объединить и Обновить заключается в различном алгоритме объединения строк по ключевым полям.

## Создание пользовательского шаблона

Для создания пользовательского шаблона необходимо:

- 1) Полностью очистить рабочую область

### **Файл-Новый-Пустой шаблон**

2) Загрузить необходимые шаблон (например Режим.rg2)

### **Файл-Новый-Режим.rg2**

и, аналогично, другие необходимые шаблоны.

Если пользовательский шаблон создается "с нуля" этот шаг пропускается.

3) С помощью команды Настройка -Данные модернизировать описание данных.

4) С помощью команды **Файл-Сохранить шаблон** сохранить рабочую область в каталог Shablon.

После этого шаблон будет доступен в командах **Новый, Сохранить как и Загрузить.**

Если шаблон требуется для модернизации существующих шаблонов рекомендуется давать ему расширение, совпадающее с основным шаблоном.

## **Структура встроенной базы данных**

### **Организация**

Встроенная база данных комплекса RastrWin организована в виде набора прямоугольных таблиц. Каждая таблица имеет уникальное имя и каждый столбец (поле) таблицы тоже имеет уникальное имя (в пределах таблицы).

Все расчетные модули пользуются этими именами для чтения и записи данных.

Помимо имени каждый столбец таблицы имеет свое описание (тип данных, формат отображения и тд). Столбцы данных могут быть хранимыми или рассчитываемыми. В последнем случае данные не хранятся в базе, а рассчитываются на лету с помощью заданных формул.

Допустимо изменять описание данных, например можно задать активную мощность нагрузки не хранимой, а рассчитываемой по формуле или изменить масштаб вводимых величин (например киловатты, вместо мегаватт), но недопустимо удалять это поле, поскольку оно требуется для проведения расчетов.

Управление загрузкой и сохранением данных осуществляется с помощью шаблонов, позволяющих разбить базу на файлы с различными таблицами.

### **Диалог данные**

Предназначен для выполнения всех необходимых операций со встроенной базой данных.

**Свойства полей в базе**

Таблица:     

Ключ:  Описание:

в шаблоне:   Сохранять данные с шаблоном  

	Имя	Тип	Название	Описание	Дли-на	числ	Минимум	Максимум	Масштаб
1	пу	Целый	Номер	Номер узла	8			100000000	1
2	па	Целый	Район	Номер района	8			10000	1
3	пра	Целый	Район2	Номер 2-го района(территори	8			10000	1
4	sel	Перекл.	O	Отметка узла	2				1
5	sta	Перекл.	S	Состояние узла	2				1
6	bsh	Вещест	B_ш	Проводимость шунта	8	1			1000000
7	nsx	Целый	N_сxn	Номер СХН	8				1
8	gsh	Вещест	G_ш	Проводимость шунта	8	1			1000000
9	pg	Вещест	P_г	Мощность генерации	8	1			1
10	qg	Вещест	O_г	Мощность генерации	8	1			1
11	pn	Вещест	P_н	Мощность нагрузки	8	1			1
12	qn	Вещест	Q_н	Мощность нагрузки	8	1			1
13									

Переключатель **Таблица** предназначен для выбора текущей таблицы. Поле Ключ для задания ключевых (уникальной комбинации) столбцов. В таблице ниже приведено описание кнопок:



— для создания новой таблицы (таблице необходимо задать уникальное имя)



— для удаления существующей таблицы



— для сохранения шаблонов на диск (после этого изменяются описания данных во всех загружаемых по этим шаблонам файлах)



— для определения какие шаблоны автоматически загружаются при старте программы.



— позволяет создать новый столбец данных в таблице (при создании необходимо задать уникальное в пределах таблицы имя и тип)



— позволяет удалить столбец данных из таблицы.

Поле **Описание** позволяет задать описание таблицы.

Поле в **шаблоне** - задает имя шаблона ( имя и расширение) в котором сохраняется таблица.

После проведения изменений их необходимо либо подтвердить (**Применить**), либо отказаться (**Отменить**). После этого станет доступной кнопка **Заккрыть**.

Проведенные пользователем изменения данных действительны только в текущей рабочей области. Для их использования в других файлах необходимо использовать шаблоны.

## Свойства полей в базе

	Имя	Тип	Название	Описание	Ширина	Точность	Минимум	Максимум
1	nu	Целый	Номер	Номер узла	8			10000000
2	na	Целый	Район	Номер района	8			10000
3	npa	Целый	Район2	Номер 2-го района	8			10000
4	sel	Переключ.	Отметка	Отмеченный узел	2			
5	sta	Переключ.	Состоян	Состояние узла	2			
6	bsh	Веществ.	В_ш	Проводимость шунта	8	1		

**Имя** - уникальное имя столбца данных, используется для его идентификации. Должно состоять из латинских букв, цифр, и знака подчеркивания. Должно начинаться с буквы или знака подчеркивания. Все расчетные программы пользуются этим именем для извлечения данных.

**Тип** данных используется для указания типа информации хранящейся в столбце данных ( см. раздел Тип данных )

**Название** - используется для отображения в заголовке таблиц с этими данными (поэтому длина Названия не должна превышать Ширины столбца)

**Описание** данных используется для более подробного описания данных. Применяется в качестве всплывающей подсказки.

**Ширина** столбца данных в символах-местах.

**Точность** - число цифр после десятичной точки. Используется для вещественных данных.

**Минимум/Максимум** - допустимые пределы изменения данных. Используются для данных целого и вещественного типа. При попытке ввести значение выходящее за пределы, программа отреагирует звуковым сигналом и оставит предыдущее значение числа.

Масштаб	Формула	FF	Перечисление/Ссылка
1			
1			area[na]
1			
1			
1		2	
1000000			

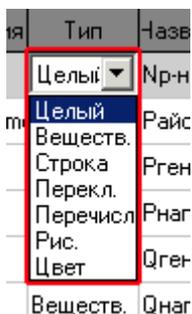
**Масштаб** отображения числа. Масштаб используется в тех случаях, когда расчетной программе удобно получать значение в одних единицах измерения, а отображение производить в других. Пример - угол напряжения при расчете режима используется в радианах, а просматривать его удобно в градусах.

**Формула** - используется для автоматического вычисления значений элементов столбца по значениям других элементов. Синтаксис формул приведен в разделе Формулы. Реальных данных в столбце не хранится, даже если задана неверная формула (будет получено нулевое/пустое значение).

**FF** - устанавливается  для синтаксически правильных формул.

**Перечисление/Ссылка** - используется в различных целях для различных типов данных, для переключателей - вид картинки, для перечислений - варианты. Для целых данных можно задать ссылку - способ доступа к связанным данным в других таблицах.

## Тип данных



Тип данных используется для определения типа хранящихся и отображаемых данных.

**Целый** - для хранения целых чисел (номер узла, номер района и тд).

**Веществ.** - для хранения вещественных чисел (мощность, напряжение и тд).

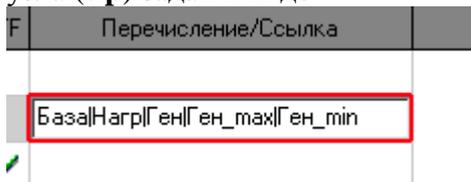
**Строка** - для хранения данных в виде строк символов - длина строки не ограничена (название узла, ветви и тд).

Следующие типы данных хранятся как целые числа, но отображаются в одном из следующих видов:

**Переключ.** - для хранения данных в виде переключателей (включено/отключено, отмечен/неотмечен). На самом деле внутри поля хранятся целые данные, но отображаются они либо чистым прямоугольником (переключатель выключен, значение числа равно нулю), либо картинкой (переключатель включен, значение числа не равно нулю). Конкретная картинка указывается в поле **Перечисление/Ссылка** - это может быть либо имя bmp-файла, либо одна из "защитых" в программу картинок, в этом случае задаваемых номером:

0 - 1 - 2 - 3 - 4 -

**Перечисл.** - используется для хранения целых данных, отображаемых в виде перечисления вариантов. Список вариантов задается в поле **Перечисление/Ссылка** варианты отделяются друг от друга вертикальной чертой. Первому варианту соответствует число -0, второму -1 и тд. Например, если список вариантов для поля тип узла (**tip**) задан в виде:



то при работе с таблицей Узлы (**node**) тип узла будет отображаться в виде:

№ п/п	Тип	Номер
1	База	805
2	Ген	1
3	Ген	4
4	База	11
5	Нагр	21
6	Ген_max Ген_min	29
7	Ген	801

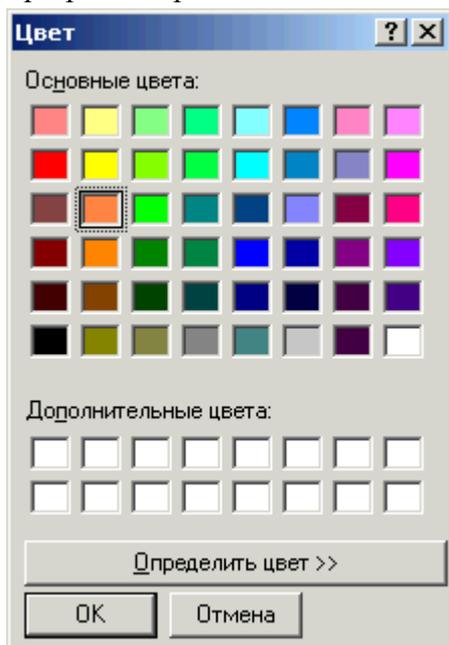
Варианту **База** соответствует значение - 0 , **Нагр** - 1 и тд.

**Рис** - перечисление вариантов в форме картинок ( в этой версии не используется)

**Цвет** - целое число, отображаемая в виде цвета на основании RGB-отображения.

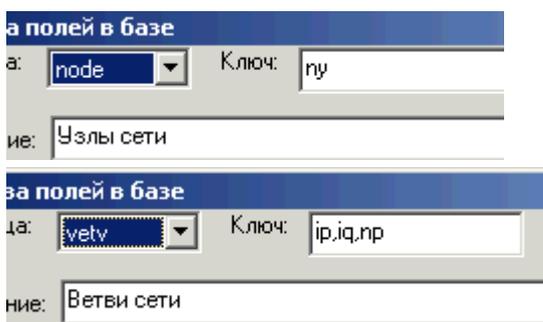
Имя	Цвет	Вид
Сургутские		Да
Мегион		Да
Уренгой		Да
Западные		Да
Тобольск		Да
Сургутские		Да

при редактировании цвета появляется стандартное окно выбора цвета:



В ходе работы допускается изменять тип данных, но следует иметь в виду, что при изменении фундаментального типа данных (Целый, Вещественный, Строка) возможна потеря точности.

## Ключи



Комбинация одного или нескольких столбцов таблицы, обеспечивающая уникальность строки данных. Например для таблицы Узлы (**node**) это номер узла (**ny**), а для таблицы Ветви (**vetv**) это набор трех чисел - номер узла начала ветви (**ip**), номер узла конца ветви (**iq**), и номер параллельности (**np**).

Ключи используются для выполнения операций **Присоединить**, **Объединить**, **Обновить** при работе с обычными файлами, а также при загрузке CSV и ЦДУ файлов.

## Ссылки

Ссылки используются для организации информационных связей между таблицами данных. Данные, организующие ссылки должны быть целого типа. Для организации ссылок используется соответствующее поле в таблице диалога данные. Ссылка задается в форме:

имя-таблицы[имя-поля]

Рассмотрим взаимодействие двух таблиц - Узлы(node) и Ветви(vetv).

1. **node** - Узлы электрической сети

<b>ny</b>	Номер узла
.....	.....
<b>delta</b>	Угол расчетного напряжения

2. **vetv** - Ветви электрической сети

Имя	Описание	Ссылка	Формула
<b>ip</b>	Узел начала линии	<b>node</b> [ny]	
<b>iq</b>	Узел конца линии	<b>node</b> [ny]	
...	.....	.....	
<b>dij</b>	Разность углов по концам линии		<b>ip.delta</b> - <b>iq.delta</b>

В таблице Узлы (**node**) номер узла уникальный и в таблице Ветви (**vetv**) указываются номера узлов, связывающих линию. Для того, чтобы использовать данные по параметрам этих узлов, для номера узла начала линии (**ip**) и номера узла конца линии (**iq**) в графе **Ссылка** указывается название таблицы (**node**) и в скобках название ссылаемого параметра (**ny**). Ссылки в формулах используются с помощью операции точка. В качестве примера, приведена формула вычисления разности углов напряжения по концам линии (**dij**) с использованием ссылок.

Алгоритм вычисления формулы по ссылкам (**ip.delta**)::

- 1) При разборке формулы обнаруживается операция точка с параметрам **ip** и **delta**.
- 2) При вычислении значения. для параметра **ip** используется ссылка на таблицу **node**, название параметра в ней - **ny**.
- 3) Осуществляется поиск заданного номера в таблице **node** - при успешном поиске берется значения поля **delta**. При неуспешном - возвращается ноль.

Второе применение ссылок связано с сохранением целостности данных при изменении основного параметра. В меню Таблица есть переключатель Ссылка. При включении этого

режима, изменение основного параметра приводит к изменению всех ссылающихся на него.

Для примера - при включенном режиме Ссылки изменение номера узла (**ny**) приводит к автоматическому изменению и номеров узлов, связывающих ветвь(**ip,iq**). В структуре встроеной базы данных Ссылки - универсальный механизм сохранения целостности ( для примера изменение номера узла приводит также к изменению всех данных на него ссылающихся - например в графической схеме)

## Формулы

**Формулы используются в следующих ситуациях:**

- 1.Значение элементов столбца таблицы задается формулой – в этом случае столбец не хранится в памяти, а значения вычисляются при обращении к данным.
  - 2.Выборка задается в виде формулы имеющей значение 0 (не попал в выборку) или 1 (попал)
  - 3.Выполняется однократный расчет элементов столбца по заданной выборке и формуле - групповая коррекция.
- При разборке формулы программой выполняется синтаксический и грамматический анализ.

Примеры использования приведены в разделе - Примеры выборок и формул

**Формула может включать:**

### 1. Константы

Числовые

```
56 57.1928 -1.2e-4
```

Строковые

```
"text"
```

произвольный текст, заключенный в кавычки.

**2. Идентификаторы** – имена столбцов текущей таблицы

**3. Арифметические операции** + - \* / ^ (возведение в степень)

**4. Операции сравнения** > < >= <= = != ~(приблизительно равно)

операции сравнения можно рассматривать как арифметические операции, результатом которых является 1, если условие выполняется и 0, если нет.

**5. Логические операции**

```
& | !
```

& - логическое И

| - логическое ИЛИ

! – логическое НЕТ

**6. Оператор if**

**if** ( условие ) вариант1 : вариант2

если условие не равно нулю – результат вариант1 и если условие равно 0 – результат вариант2.

**7. Скобки ( )** - используются для изменения приоритетов операций

**8. Математические функции:**

```
sin cos tan acos asin atan2 abs sqrt
```

**9. Функции преобразования**

```
str num cmplx
```

str – преобразование числа в строку  
 num – преобразование строки в число  
 strplx – функция принимает 2 числа и выводит строку в виде "число1+ Jчисло2"

## 10. Специальные функции

**#plb #qlb #ple #qle #dp #dq #ib #iq**

рассчитывают электрические величины – потоки в линии – параметров не требуют

**11. Операция "."** (точка) позволяет получить значение столбца другой таблицы через специальный столбец с заданным свойством Ссылка. Например, в таблице vetv столбцы ip,iq (номера узлов начала и конца ветви) в свойстве Ссылка задано node[ny] (Узлы[номер узла]). Вследствие этого в формулах, относящихся к ветвям можно использовать параметры узлов, связанных с ним, то есть ip.uhom – напряжение узла начала линии iq.name – название узла конца линии и тд. Использование ссылок и операции «точка» позволяет получить универсальный механизм доступа к значениям данных в других таблицах.

**12. Функция sum**(“таблица”, “формула”, “выборка”) – вычисляет сумму элементов в таблице “таблица”, заданных формулой ”формула”, и попадающих в выборку ”выборка”.  
 Например:

**sum( "node" , "pn-pq" , "na=1" )**

вычисляет сумму разности нагрузки(pn) и генерации (qn) для всех узлов (“node”) попадающих в выборку ”na=1” ( то есть входящих в район 1).

Для использования этой операции для различных данных, целесообразно задавать выборку в виде строковой переменной. Например, в таблице районы ( area) для каждого района вычисляется суммарное значение мощности потребления:sum(“node”,”pn”,”na=”+str(na))

Для этой цели выборка задается в виде строковой переменной ”na=”+str(na), при ее вычислении подставляется значение параметра na, то есть для района 1 выборка будет иметь вид “na=1” для района 2 – na=2 и тд.

Аналогичные функции **max**, **мин**, -вычисляют соответственно минимальное и максимальное значение формулы, попавшей в выборку, функция **val** - возвращает первое найденное значение формулы в выборке.

## Типовая структура базы данных

### Схема замещения

### Таблица "Узлы"

Название	Заголовок	Тип	Формула	Ref	Комментарий
ny	Номер	целый			Номер узла
name	Название	строка			Название узла
na	Район	целый		area[na]	Номер района
pra	Район2	целый		area2[pra]	Номер 2-го района(территории)
nsx	N_sxn	целый		polin[nsx]	Номер СХН
sel	О	перекл			Отметка узла
sta	S	перекл		2	Состояние узла
tip	Тип	переч			База Нагр Ген Ген+ Ген-
uhom	U_ном	вещест			Тип узла Номинальное напряжение

pg	P <sub>г</sub>	вещест		Мощность генерации P
qg	Q <sub>г</sub>	вещест		Мощность генерации Q
pn	P <sub>н</sub>	вещест		Мощность нагрузки P
qn	Q <sub>н</sub>	вещест		Мощность нагрузки Q
gsh	G <sub>ш</sub>	вещест		Проводимость шунта G
bsh	B <sub>ш</sub>	вещест		Проводимость шунта B
vzd	V <sub>зд</sub>	вещест		Заданный модуль напряжения
qmax	Q <sub>max</sub>	вещест		Максимальная генерация Q
qmin	Q <sub>min</sub>	вещест		Минимальная генерация Q
umax	U <sub>max</sub>	вещест		Максимальное напряжение
umin	U <sub>min</sub>	вещест		Минимальное напряжение
vras	V	вещест		Расчетный модуль напряжения
delta	Delta	вещест		Расчетный угол напряжения
otv	dV%	вещест	if(sta=0) (vras- uhom)/uh om*100:0	Отклонение напряжения от номинального
kct	Kct	вещест		Крутизна стат х-ки по частоте
pg_max	PG_max	вещест		Максимальная мощность P <sub>г</sub>
pg_min	PG_min	вещест		Минимальная мощность P <sub>г</sub>
pg_nom	PG_ном	вещест		Номинальная мощность P <sub>г</sub>
nrk	N <sub>p-p</sub>	целый		Число реакторов
brk	B <sub>p-p</sub>	вещест		Проводимость одного реактора
grk	G <sub>p-p</sub>	вещест		Проводимость одного реактора (G)
bshr	B <sub>расч</sub>	вещест	#bsh	Суммарная проводимость шунта
gshr	G <sub>расч</sub>	вещест	#gsh	Суммарная проводимость шунта (G)
psh	P <sub>ш</sub>	вещест	if(sta) 0:gsh*vras *vras	Мощность шунта
qsh	Q <sub>ш</sub>	вещест	if(sta) 0:bshr*vra s*vras	Мощность шунта
sta_r	S <sub>p-p</sub>	перекл	brk!=0&nr 2 k=0	Состояние реактора
pnr	P <sub>н_расч</sub>	вещест	if(sta) 0:#pnr	Расчетная нагрузка P
qnr	Q <sub>н_расч</sub>	вещест	if(sta) 0:#qnr	Расчетная нагрузка Q
pgr	P <sub>г_расч</sub>	вещест	if(sta) 0:#pgr	Расчетная генерация P
qgr	Q <sub>г</sub>	вещест	if(sta) 0:qg	Расчетная генерация Q
nebal	P <sub>неб</sub>	вещест	pnr- pgr+psh- sum("vetv ","if(ip="+ str(ny)+") #plb:- #ple",#adj )	Небаланс P
nebal_q	Q <sub>неб</sub>	вещест	qnr-	Небаланс Q

			qgr+qsh- sum("vetv ","if(ip="+ str(ny)+") #qlb:- #qle",#adj )		
nga	Нн-гр	целый		ngroup[nga]	Номер нагрузочной группы
dpg	Рг_расч- Р_г	вещест	#pgr-pg		Разница Рг_расч-Р_г
dpr	Рн_расч- Р_н	вещест	#pnr-pn		Разница Ррасч - Рном
dqn	Qн_расч- Q_н	вещест	#qnr-qn		Разница Qрасч -Qном
contr_v	контр.V	перекл			контроль напряжения в диапазонах регулирование Q генерации Множитель Лагранжа по P (узлова цена)
reg_q	регул.Q	перекл			
lp	L_P	вещест			
lq	L_Q	вещест			Множитель Лагранжа по Q
na_name		строка	na.name		Название района
na_pop	Рр-на	вещест	na.pop		Потребление района
Ysh	Y_ш	строка	cmplx(gsh *1000000, bshr*1000 000,0)		Комплексная проводимость шунта
sn	S_н	строка	cmplx(pn, qn,1)		Комплексная мощность нагрузки
sg	S_г	строка	cmplx(pg, qg,1)		Комплексная мощность генерации
uc	U	строка	cmplx(vra s*cos(delt a),vras*si n(delta),1)		Комплекс напряжения
ssh	S_ш	строка	cmplx(psh ,qsh,1)		Мощность шунта
qmima	Диап_Q	строка	str(qmin)+ ": "+str(qma x)		Диапазон Q
umima	Диап_V	строка	str(umin)+ ": "+str(uma x)		Диапазон V
na_no		целый	na.no		
snr	S_нр	строка		cmplx(pnr,q nr,1)	Комплексная расчетная нагрузка
sgr	S_гр	строка		cmplx(pgr,q gr,1)	Комплексная расчетная генерация