

Univesitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea de Energetică
Catedra Electroenergetica



Primii pasi in RASTR

lect.sup. Victor Gropa

« Programarea si Utilizarea Calculatoarelor II »

© TemplateWise.com

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

- 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.

Особенности программного комплекса

- 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.

Особенности программного комплекса

- 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.

Лицензирование и защита от копирования

Начиная с версии 2.x программный комплекс **RastrWin** поставляется с новой системой защиты от несанкционированного копирования.

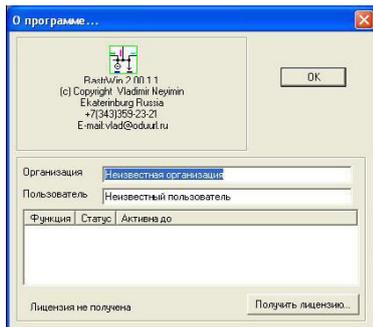
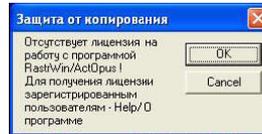
Защита осуществляет привязку программного комплекса к компьютеру с помощью ключевого файла. Этот файл называется файлом лицензии и расположен в каталоге установки **RastrWin**.

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:

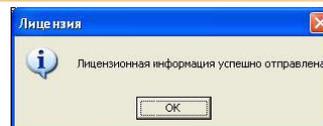


В этой форме необходимо заполнить поле **Код организации**, указав в нем код организации, полученный от разработчиков при заключении договора, и поле **Пользователь**, указав в нем фамилию пользователя (под этой фамилией пользователь будет зарегистрирован в базе данных при успешном получении лицензии).

После заполнения полей, запрос на получение лицензии нужно отправить разработчикам по электронной почте, нажав кнопку **Получить лицензию**.

Получение лицензии

Информация для получения лицензии автоматически передается разработчикам и выдается сообщение:

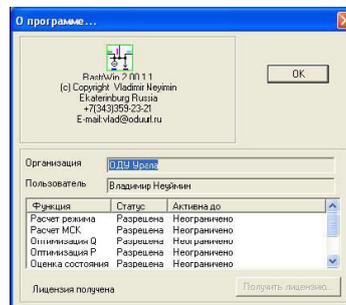


Через некоторое время запрос на получение лицензии будет рассмотрен разработчиками, и в ответ будет выслан файл лицензии (или причина по которой он не выслан). Этот файл имеет имя **ИмяВашегоКомпьютера_license.dat** и его необходимо сохранить в каталог установки RastWin (обычно это каталог "C:\Program Files\RastrWin\").

После выполнения этой операции и запуска RastWin окно **O 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.



Студенческая лицензия / Работа в демо-режиме

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.

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

Подготовка исходных данных

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

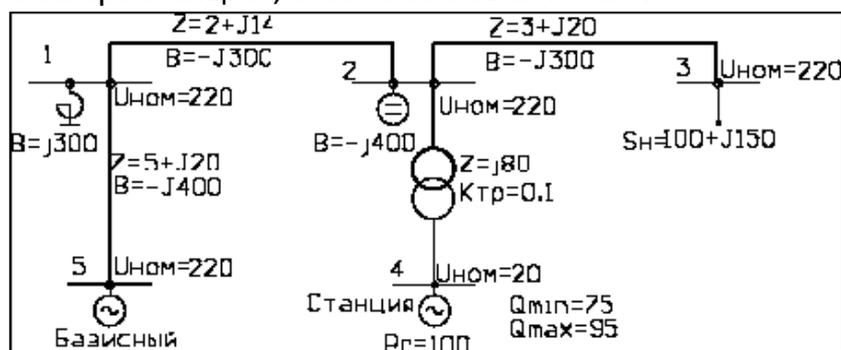
- нарисовать схему с указанием всех узлов и ветвей;
- пронумеровать все узлы электрической сети, включая все промежуточные узлы.
- для каждого узла определить его номинальное напряжение и нанести на схему;
- для каждого узла нагрузки определить активную и реактивную мощности потребления. Если исходные данные заданы активной мощностью и фактором мощности - 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) (**Vзд**) модуль напряжения;

Подготовка исходных данных

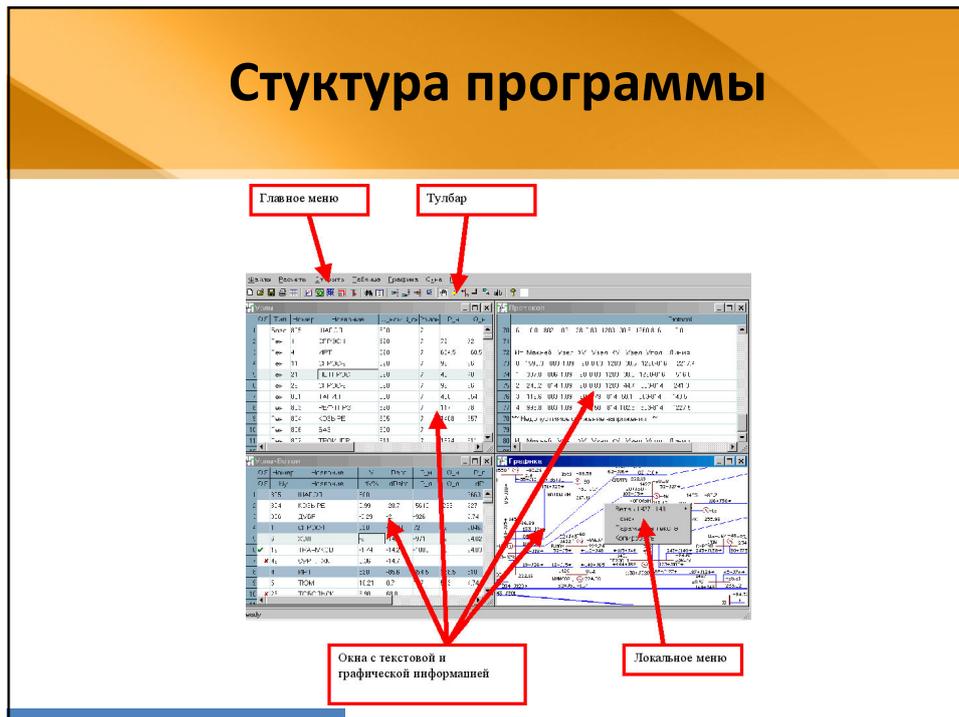
- при наличии в узле шунтов на землю - батареи статических конденсаторов (БСК) или шунтирующих реакторов (ШР) - определить их проводимость (в мкСм) и нанести на схему;
- для линий электропередач (ЛЭП) определить продольное сопротивление и проводимость на землю (проводимость задается в *микросименсах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

Подготовка исходных данных

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



Структура программы



Загрузка и сохранение данных

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.

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.

Ввод данных по схеме сети

Перед вводом новой схемы целесообразно выполнить команду **Файлы-Новый** и отметить галочкой тип файла *режим.rg2*.

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**.

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

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 данных по узлам

Ввод схемы рекомендуется начать с данных по узлам.

Минимально необходимой информацией для каждого узла является его номер (**Номер**) и номинальное напряжение (**U_ном**).

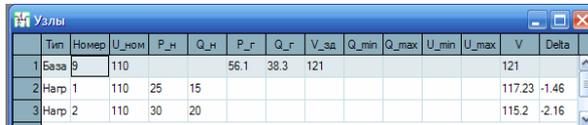
Для узлов нагрузки требуется дополнительно ввести активную и реактивную мощность потребления (**P_н**, **Q_н**).

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.

Ввод данных по узлам



	Тип	Номер	U_ном	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q_max	U_min	U_max	V	Delta
1	База	5	110			56.1	38.3	121					121	
2	Нагр	1	110	25	15								117.23	-1.46
3	Нагр	2	110	30	20								115.2	-2.16

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) ;

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;

Ввод данных по ветвям

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 **Kт/r** (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 **N_нач**) должен стоять номер узла, к напряжению которого приведено сопротивление, чаще это узел высшего напряжения, тогда вторым (поле **N_кон**) будет номер узла низшего напряжения.

Коэффициент трансформации - отношение напряжения узла **N_кон** к напряжению узла **N_нач**, таким образом, это чаще всего отношение низшего напряжения к высшему.

Ввод данных по ветвям

O/S	Тип	N_нач	N_кон	Название	R	X	B	Kт/л	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	

Список основных параметров, относящихся к ветвям, приведен ниже:

- O** - отметка ветви (используется для сортировки, выборки и т.д.);
- 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/r, K_т/i** - вещественная и мнимая составляющая коэффициента трансформации;
- I_доп** - допустимый ток, используется для определения токовой загрузки.

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.

Контроль исходной информации

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 (УР) можно выполнять после исправления всех ошибок, обнаруженных программой контроля.

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.
	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, 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 выделить ресурсы и т.п. В таких случаях дальнейшее выполнение процесса невозможно или не имеет смысла.

Расчет установившегося режима

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 отношению к номинальному;

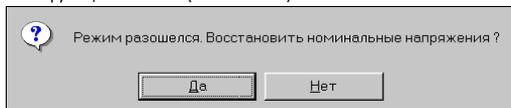
<V - то же для снижения напряжения по отношению к номинальному;

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

F - функция невязок (небалансов).

При аварийном окончании Окно протокола "всплывает" на экране.

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**), но не следует менять эти параметры без необходимости.

Параметры расчета режима

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

№	Название	Значение
1	Точность расчета (δP)	1
2	Максимальное число итераций (N)	20
3	Стартовый алгоритм (Start)	Да
4	Плоский старт (Flatstart)	Нет
5	Макс. допустимое снижение V (δV)	0.5
6	Макс. допустимое превышение V (δV+)	2
7	Макс. допустимый угол по связи (δDelta)	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 задавать в пределах 0,1 – 1 МВт;

Число итераций: расчет аварийно заканчивается с выдачей соответствующего сообщения, если число проданных 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**.

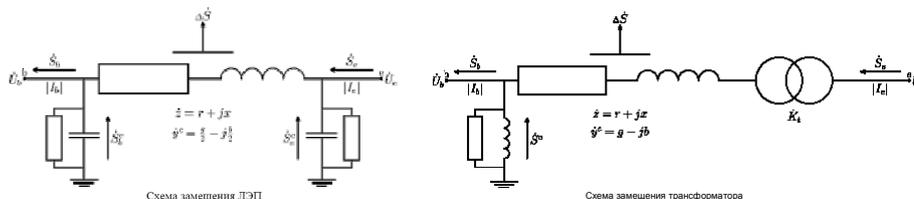
Плоский старт: **Да** - расчет начинается с номинальных модулей и нулевых углов напряжений; **Нет** -- расчет начинается с текущего начального приближения. Если это приближение получено после аварийного завершения расчета, программа выдаст дополнительный запрос на расчет с плоского старта. По умолчанию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

Анализ полученных результатов

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

- Для ЛЭП используется стандартная П-образная схема замещения;
- для трансформатора используется стандартная Г-образная схема замещения.



Для анализа рассчитанных режимов в **Rastr** существуют различные формы представления результатов. Все они сосредоточены в меню **Открыть**.

Анализ полученных результатов

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:

№	№ узла	Название	V	Delta	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V_эд	Q_min	Q_max	Q_ш
№	№	Название	dV%	dDelta	P_л	Q_л	dP	dQ	L_л	P_ш	Q_ш	
1	1		191.04	0.52								11
2	2		-2.92	0.2	-4	-82	0.42	2.92	247	-0	-10.59	
3	5	Базисный	4.07	-0.5	4	92	0.98	3.93	278			-15.3
4	2		184.61	0.72								-14
5	1		2.92	-0.2	3	89	0.42	2.92	280	-0	-10.59	
6	3		-8.97	-2.9	-103	-164	3.44	22.95	605	-0	-9.19	
7	4	Станция	15.2	11.6	100	60			31.88	36.4		
8	3		164.86	-2.21	100	150						
9	2		8.97	2.9	100	150	3.44	22.95	630	-0	-9.19	
10	4	Станция	21.5	12.33			100	91.8	21.5	75	95	
11	2		-15.2	-11.6	-100	-92			31.88	36.44		
12	5	Базисный	200				4.7	80.5				
13	1		-4.07	0.5	-5	-81	0.98	3.93	233			-15.3

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** (ном.напр. необходимо занести вручную или использовать макрос - **Номинальные напряжения**). Таблица

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

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_Тр-р - 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.

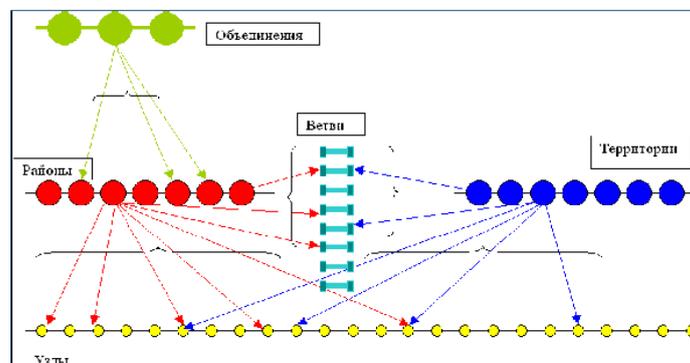
Узл	Район	U_ном	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш
172910	Москва	100.15	100.15	8437	3.78	-0	-0			
1726	110	44.07	44.07	-0	-0					
1776	220	54.4	48.5	4.9	-0	-0				
177511	Тула	18.86	18.86	18.07	3.79	-0	-0			
1778	110	9.67	9.67	-0	-0					
1878	220	9.19	8.4	3.79	-0	-0				

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.

Районирование

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

Для районирования в программе используются схема, показанная на рисунке:



Районирование

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

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

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 $K_{дел} * dP$ относится к району узла конца ветви, а доля $(1 - K_{дел}) * dP$ 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).

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_Iдоп_от_T** и может быть задана индивидуальна для каждой линии.

В Таблице **Токковая загрузка ЛЭП** дополнительно задается:

N_I(t) - номер зависимости допустимого тока от температуры (сама зависимость задается в таблице **График_Iдоп_от_T**)

I_доп_25 - допустимый ток при температуре 25 (номинальный =1 в ое)

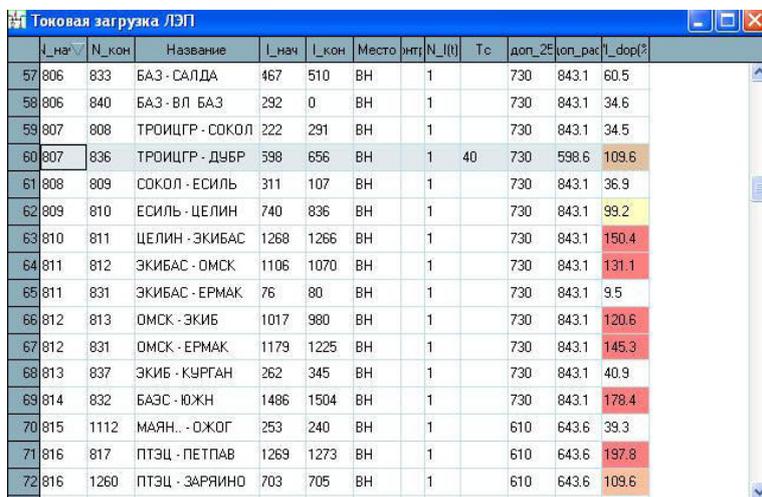
Tс - температура для ветви.

расчетные величины:

I_доп_расч - расчетный допустимый ток;

I/I_доп(%) - расчетная токовая загрузка.

Зависимость допустимого тока от температуры



	I_нач	I_кон	Название	I_нач	I_кон	Место	инт	N_l(R)	Tс	дон_2E	кон_рас	I_dop(?)
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	398	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

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).

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

Графика

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.
	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.

Для ввода нового узла используется дополнительное немодальное диалоговое окно:



Для удаления узла из графической схемы используется Правая кнопка мыши.

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).

Основные графические примитивы

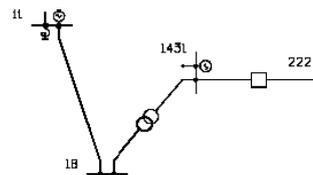
В программе **Rastr** принято изображать узел в виде горизонтальной либо вертикальной линии с отходящими ветвями и символическими изображениями в виде фигуры нагрузки, генерации и реактора(или батареи конденсаторов). Из рисунка видно, что шина узла разбита на секции, к каждой из которых можно подключить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



Символические изображения нагрузки генератора и реактора могут иметь две возможных ориентации относительно шины узла и быть присоединенными к любой ее секции.

Для ветвей принято три различных способа отображения:

- в виде простой ломаной линии для ЛЭП,
- в виде ломаной с двумя пересекающимися окружностями для трансформаторов и
- в виде ломаной с прямоугольником для выключателя.



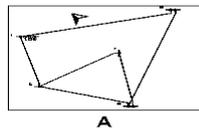
Расстановка узлов

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

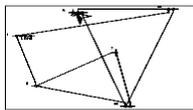
Список узлов будет изменяться после ввода каждого нового узла или изменения отображаемого участка схемы. В списке в первую очередь появляются узлы, связанные с отображенными на экране, это сделано с целью ускорения ввода **связанного** куска схемы.

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**.

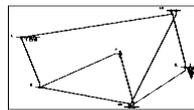
Для перемещения по экрану ранее введенного узла необходимо переместить указатель мыши на этот узел и нажать левую кнопку. Данный узел будет **захвачен** и будет перемещаться с мышью до тех пор, пока не будет отпущена кнопка мыши.



A



B



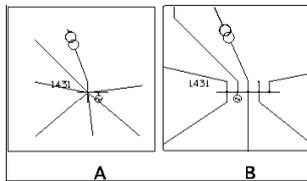
C

Ввод узла 11 в схему:

- (A) установить курсор;
- (B) Нажать левую клавишу мыши;
- (C) Переместить и отпустить левую клавишу.

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.)



A

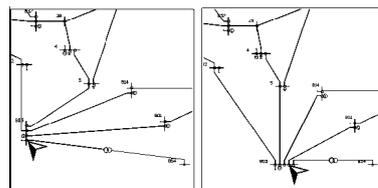
B

Узел 1431: (A) до и (B) 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 противном 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 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 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.

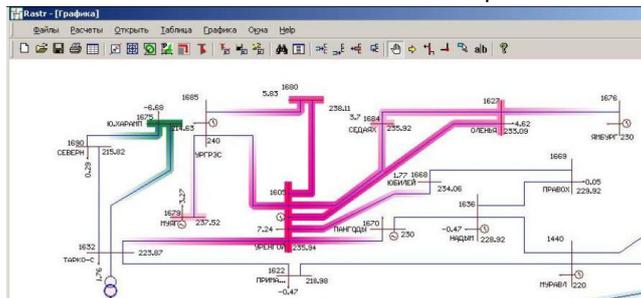
Оптимизацию во время перемещения можно запретить полностью -- клавиша **Ctrl** -- или частично -- клавиша **Alt** для принудительной горизонтальной ориентации шины и клавиша **Shift** для вертикальной. Обычно эти клавиши используются в том случае, когда оптимальное расположение узла на экране не совсем совпадает с предложенным программой, поэтому обычно, перемещая узел по экрану, добавляются наилучшей ориентации шины и расположения присоединений, затем нажимают **Ctrl** (возможно в комбинации с **Alt** или **Shift**), а затем перемещают узел в нужное место.



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 приведен пример, демонстрирующий подсветку шин и линий по величине отклонения номинального напряжения.



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
F9	Пересчитать допустимые токи
Shift+F6	Предыдущее окно