

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Курганский государственный университет»

Кафедра «Энергетика и технология металлов»

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА
УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА RastrWin
И МЕТОДИКИ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы № 1
по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»
для студентов направления 13.03.03 «Электроэнергетика и
электротехника» (уровень бакалавриата)

Курган 2015

Кафедра: «Энергетика и технология металлов»

Дисциплина: «Электроэнергетические системы и сети»
(направление 13.03.03)

Составили: ст. преподаватель К. Н. Наумов, ассистент Д. В. Семакин, доцент, канд.тех.наук. В. И. Мошкин.

Утверждены на заседании кафедры «27» августа 2014 г.

Рекомендованы методическим советом университета «25» декабря 2013 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИЗУЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА **RastrWin** И МЕТОДИКИ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ

Цель работы: знакомство с промышленным программным комплексом **RastrWin**. Получение навыков работы в среде программы **RastrWin**.

1 Краткие теоретические пояснения

Общая информация о программе RastrWin. Программа **RastrWin** разработана коллективом авторов Уральского политехнического института (г. Екатеринбург, Россия) и предназначена для расчета и анализа установившихся режимов электроэнергетических систем на персональных компьютерах с установленными операционными системами **Windows XP, Vista, 7, 8, 10**. Предельный объем схемы полной версии программы 32000 узлов. Студенческая версия **RastrWin**, которая используется для выполнения лабораторных работ, имеет ограничения по числу узлов, максимальное количество которых не может превышать 60.

Программа **RastrWin** позволяет производить расчет, эквивалентирование и утяжеление режима электрических сетей любой сложности и любого напряжения (от 0,4 до 1150 кВ), обеспечивает возможности экранного ввода и коррекции исходных данных, быстрого отключения узлов и ветвей схемы, имеет возможность районирования сети и графического представления схемы или отдельных ее фрагментов вместе с любыми исходными параметрами и результатами расчетов.

Подготовка исходных данных. Перед проведением расчетов исходные данные необходимо представить в форме, понятной **RastrWin**. Для этого составляется схема замещения всей сети, на которой проставляются номера всех узлов (включая среднюю точку трехобмоточного трансформатора и автотрансформатора), которые должны быть уникальными и отличными от нуля целыми числами, а также номинальные напряжения для каждого узла. Отдельные элементы сети (энергосистема, генераторы, нагрузки, компенсирующие устройства, линии, трансформаторы) представляются на схеме замещения в виде, показанном на рисунках 1.1 и 1.2.

На рисунке 1.1 и рисунке 1.2 обозначены величины:

k, l, j, m, n – номера узлов;

U_k – напряжение в k -м узле;

δ_k – угол напряжения в k -м узле;

$P_{k,ген}, Q_{k,ген}$ – активная и реактивная мощности генерации в k -м узле;

P_k, Q_k – активная и реактивная мощности нагрузки в k -м узле;

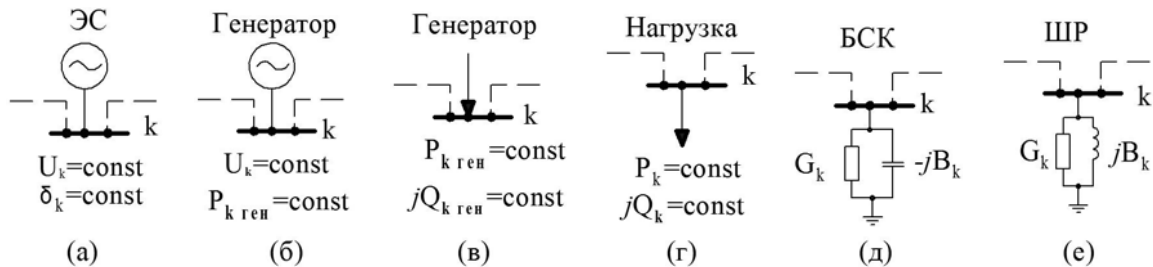
G_k, B_k – активная и реактивная проводимости k -го узла с батареей статических конденсаторов БСК или шунтирующим реактором ШР;

$R_{ij}, X_{ij}, R_{jm}, X_{jm}, R_{jn}, X_{jn}$ – активные и реактивные сопротивления ветвей $i-j, j-m, j-n$;

G_{ij}, B_{ij} – активная и реактивная проводимости ветви $i-j$;

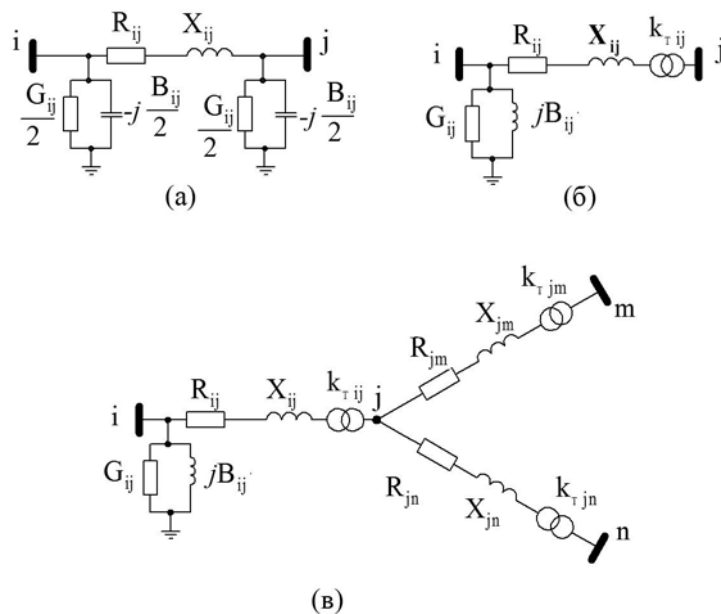
$k_{Tij}, k_{Tjm}, k_{Tjn}$ – коэффициенты трансформации ветвей $i-j, j-m, j-n$.

Параметры ветвей, относящихся к трансформаторам, должны быть приведены к напряжению обмотки высшего напряжения.



(а) – энергосистема; (б) – генератор с фиксированными напряжением и активной мощностью; (в) – генератор с фиксированной генерируемой мощностью;
(г) – узел нагрузки; (д) – узел с БСК; (е) – узел с ШР

Рисунок 1.1 – Схемы замещения узлов электрической сети



(а) – ЛЭП; (б) – двухобмоточный трансформатор;
(в) – трехобмоточный трансформатор или автотрансформатор

Рисунок 1.2 – Схемы замещения ветвей электрической сети

Начало работы с RastrWin. После открытия программы **RastrWin** (ярлык с соответствующим названием на *Рабочем столе* компьютера) открывается окно *Рабочей области*, на котором в отдельных окнах отображается содержимое загруженных файлов (таблицы режимов, графика и т.д.).

Для загрузки в *Рабочую область* существующего на диске режима сети необходимо выполнить команду *Загрузить...* в пункте *Файлы* главного меню программы и выбрать нужный файл с расширением *.rg2*.

Перед вводом новой схемы нужно выполнить команду *Новый* в пункте *Файлы* главного меню и отметить галочкой тип файла *режим.rg2* (*Файлы-Новый режим.rg2*). После этого целесообразно сразу сохранить вновь созданный файл режима (*Файлы – Сохранить как...*) в рабочем каталоге студента под именем, удобном для восприятия и идентификации, и содержащем информацию о группе, фамилии студента, номере лабораторной работы, например, *Ts-30612_Ivanov_A.rg2*.

После сохранения файла режима нужно открыть два окна, содержащие пустые таблицы для ввода информации об узлах и ветвях сети (*Открыть – Узлы – Узлы* и *Открыть – Ветви – Ветви*), которые с помощью пункта *Окна* главного меню можно расположить на экране подходящим образом – каскадом, горизонтальной либо вертикальной мозаикой.

Открытые таблицы *Узлы* и *Ветви* содержат столбцы и строки, в которые заносится информация об узлах и ветвях. Каждый столбец (поле) соответствует определенному виду данных (название, номинальное напряжение, сопротивление и т.д.), а каждая строка является записью (набором данных) для каждого узла или ветви.

Для добавления в таблицу строк, их удаления и дублирования, необходимо использовать команды *Вставить*, *Добавить*, *Удалить*, *Дублировать* в пункте *Таблица* главного меню (добавление происходит в конец таблицы, а вставка – перед выделенной строкой).

Перемещаться по столбцам и строкам таблиц можно с помощью мыши и соответствующих клавиш клавиатуры, а переключаться между режимами просмотра и редактирования таблицы – щелчком мыши на выделенной ячейке, клавишами *Enter* и *F2*.

Настройка рабочей области программы. Заголовки столбцов таблиц содержат названия данных, которые необходимо занести в соответствующее поле (исходные данные), либо которые определены в процессе расчета режима сети (расчетные данные). Некоторые из нужных/ненужных столбцов данных могут отсутствовать/присутствовать в таблицах, что зависит от настроек программы. Сделать видимыми или скрыть столбцы с необходимой информацией (исходной либо расчетной) на время текущего сеанса работы с данным файлом можно с помощью команд *Скрыть*, *Заменить на*, *Вставить за*, *Вставить до* в меню, вызываемого нажатием правой кнопки мыши на заголовке соответствующего столбца.

Ширину столбцов в таблицах и точность вывода числовой информации в полях можно менять с помощью полей *Ширина* и *Точность* диалогового окна,

появляющегося после нажатия правой кнопкой мыши на заголовке нужного столбца и последующего выбора пункта меню с названием столбца (первый пункт меню). При этом менять *Заголовок* и *Описание* столбца данных **не желательно**.

Изменять ширину столбцов на время данного сеанса работы с загруженным файлом можно также с помощью мыши, изменяя границы столбца в области его заголовка. Однако эта операция не позволяет сохранить проведенные изменения после выхода из программы или открытия нового файла.

Быстрым двойным нажатием левой кнопки мыши на заголовке столбца информацию в столбцах можно сортировать по возрастанию или убыванию. Переместить столбец таблицы позволяет повторное нажатие левой кнопкой мыши на его заголовке с последующим ее удержанием.

Чтобы изменения в настройках не исчезли после открытия другого файла или выхода из программы, необходимо их сохранить.

Для сохранения добавленных или удаленных из таблиц столбцов нужно после нажатия правой кнопки мыши на заголовке любого столбца выбрать пункт меню *Заполнить* и нажать *ОК*, затем выполнить команду *Файлы – Настройки программы – Формы*, в диалоговом окне *Формы* из списка *Формы* выбрать название таблицы (*Узлы* или *Ветви*), последовательно нажать *Применить* и *Сохранить*, и при всех выбранных галочках в появившемся окне нажать *ОК*, после чего нажать *Заккрыть*.

Если необходимо сохранить ширину столбцов и точность вывода данных, нужно выполнить команду *Сохранить шаблон* в пункте *Файлы* главного меню.

Занесение в программу информации об узлах и ветвях. Ввод схемы сети рекомендуется начинать с данных по узлам. Минимально необходимым набором информации для каждого **узла** сети является:

О – отметка узла (используется для сортировки, выборки, эквивалентирования и т.д.); в данном поле пусто, если узел не отмечен;

S – состояние узла (включен/отключен); во включенном состоянии узла поле является пустым;

Тип – тип узла (*База*, *Нагр*, *Ген+*, *Ген-*); определяется программой автоматически за исключением базисного (балансирующего) узла, в качестве которого необходимо задать шину энергосистемы (ЭС на рисунке 1.1 *а*), выбрав в данной ячейке вариант *База*;

Номер – номер узла; задается в соответствии со схемой замещения сети;

Название – задается название узла;

U_ном – задается номинальное напряжение узла, [кВ];

P_н, Q_н – активная и реактивная мощности нагрузки в узле; заносятся величины P_k , Q_k (рисунок 1.1 *з*) [МВт] и [Мвар];

P_г, Q_г – активная и реактивная мощности генерации в узле; задается величина $P_{k.ген}$ для случая рисунок 1.1 *б*, и $P_{k.ген}$, $Q_{k.ген}$ для случая рисунок 1.1 *в*; может также задаваться только $Q_{k.ген}$ для КУ ($+Q_{k.ген}$ для БКС, $-Q_{k.ген}$ для ШР, $\pm Q_{k.ген}$ для СК); для базисного (балансирующего) узла – расчетные величины, [МВт] и [Мвар];

Q_min, Q_max – пределы генерации реактивной мощности в узле; задаются для генераторных узлов для случая на рисунке 1.1 б, [Мвар]

V_зд – модуль фиксированного напряжения в узле; задается и фиксируется напряжение U_k , [кВ]:

а) на шинах энергосистемы, т.е. для базисного (балансирующего) узла (рисунок 1.1 а);

б) в генераторных узлах для случая на рисунке 1.1 б, если позволяют заданные пределы генерации реактивной мощности **Q_min – Q_max** и **Q_min < Q_max**;

G_ш, B_ш – активная и реактивная проводимости шунта на землю в узлах, где установлены БСК или ШР; задаются величины G_k , B_k для случая на рисунке 1.1, д, и G_k , B_k для случая на рисунке 1.1 е, [мкСм];

V – расчетный модуль напряжения в узле; для базисного (балансирующего) и генераторного узла (рисунок 1.1 б) задается автоматически и фиксируется после задания величины **V_зд**, для остальных узлов рассчитываются программой, [кВ];

Delta – расчетный угол напряжения в узле; для базисного (балансирующего) узла задается и фиксируется величина δ_k (рисунок 1.1 а), для остальных узлов рассчитывается программой, [град].

Основными полями, в которые заносятся исходные данные по **ветвям** сети, являются:

O – отметка ветви (используется для сортировки, выборки, эквивалентирования и т.д.); в данном поле пусто, если ветвь не отмечена;

S – состояние ветви (включена/отключена); во включенном состоянии ветви поле является пустым; ветвь может быть отключена в начале, в конце или с обеих сторон;

Тип – тип ветви (*ЛЭП, Тр-р*); определяется программой автоматически по значению ячейки, в которую заносится коэффициент трансформации ветви;

N_нач, N_кон – номера узлов, которыми ограничена ветвь; для трансформатора начало ветви **N_нач** – это **обязательно** тот узел, к напряжению которого приведены его параметры (как правило, это напряжение обмотки высшего напряжения);

Название – название ветви; задается программой автоматически по известным названиям узлов, ограничивающих данную ветвь;

N_п – номер параллельной ветви; задается, если несколько линий или трансформаторов работают параллельно;

R, X – активное и реактивное сопротивления ветви; задаются величины R_{ij} , X_{ij} , R_{jm} , X_{jm} , R_{jn} , X_{jn} по рисунку 1.2, [Ом];

G, B – суммарные активная и реактивная проводимости ветви; задаются величины G_{ij} , B_{ij} для ЛЭП (рисунок 1.2 а) и G_{ij} , B_{ij} для трансформатора (рисунок 1.2 б, в), [мкСм];

K_{T/T} – вещественная часть комплексного коэффициента трансформации трансформатора; поскольку для большинства трансформаторов коэффициент трансформации совпадает с его вещественной частью, в это поле заносятся ве-

личины $k_{T ij}$, $k_{T jm}$, $k_{T jn}$ (рисунок 1.2 б, в); **важно:** величины $K_{T/r}$ есть отношение номинального напряжения обмотки узла $N_{кон}$ к номинальному напряжению обмотки узла $N_{нач}$, то есть $K_{T/r} < 1$.

После занесения исходной информации в таблицы *Узлы* и *Ветви* созданный файл режима необходимо сохранить.

Расчет режима сети. Перед расчетом установившегося режима сети при необходимости нужно настроить параметры расчета, для чего через главное меню программы должна быть открыта таблица *Режим (Расчеты – Параметры... – Режим)*. Значение параметра *Точность расчета (dP)* (задается в МВт) необходимо корректировать в зависимости от мощностей в узлах сети, поскольку при точности, соизмеримой с нагрузками, результаты расчета могут оказаться некорректными. Значения остальных параметров из таблицы *Режим* можно оставить принятыми по умолчанию, и изменять, только если возникли проблемы при расчете режима (некорректно заданы исходные данные, режим расходится и т.п.).

Расчет режима сети производится после выполнения команды *Расчеты – Режим* или нажатия клавиши *F5*.

При аварийном завершении расчета (режим разошелся) в появившемся окне *Протокол* с постадийным описанием итерационного процесса будет содержаться краткое описание ошибки, отмеченное красным знаком. Кроме того, в данном случае программа автоматически может произвести изменения в таблицах *Узлы* и *Ветви* (отключить некоторые узлы или ветви), которые необходимо устроить после исправления ошибок, приведших к аварийному завершению расчета. После коррекции исходных данных и/или настроек программы расчет режима нужно повторить.

Если расчет завершился успешно (режим сошелся), в окне *Протокол* не будет сообщений об ошибках. Значение поля *Max. неб.* в последней строке таблицы сходимости окна *Протокол* не должно быть выше значения параметра *Точность расчета (dP)* в таблице *Режим*.

Печать результатов расчета. Чтобы распечатать результаты расчета режима сети, отображенные в таблицах *Узлы* и *Ветви*, необходимо сделать активным соответствующее окно, в диалоговом окне *Параметры страницы (Файлы – Настройки принтера...)* выбрать размер бумаги А4 и альбомную ориентацию страницы, после чего выполнить команду *Файлы – Печать...*, в открывшемся окне выбрать нужный принтер и нажать *ОК*.

Оформление результатов расчета режима. На принтере схемы замещения электрической сети (рисунок 1.3), принципиальная схема которой приведена на рисунке 4, показано, как оформить результаты расчета режима при выполнении этой и последующих лабораторных работ.

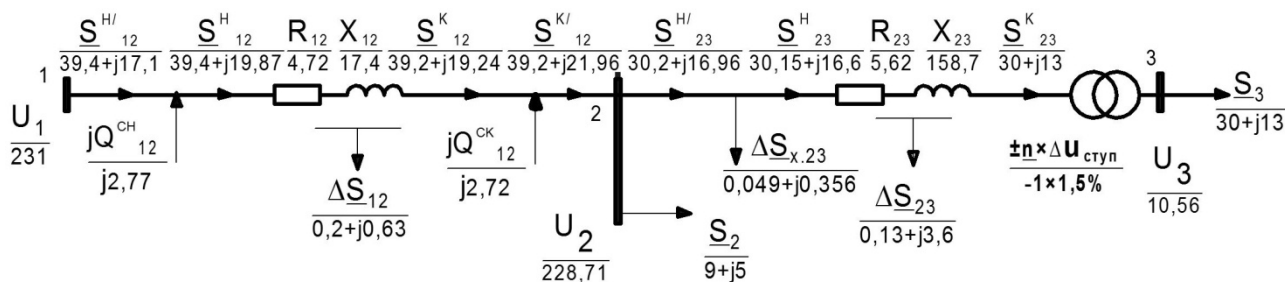


Рисунок 1.3 – Схема замещения сети с результатами расчета режима

Некоторые режимы, обозначенные на схеме замещения (рисунок 1.3):

$\underline{S}_{12}^H, \underline{S}_{23}^H$ – потоки мощности в начале ветвей 1-2 и 2-3 (столбцы **SI_нач** либо **P_нач** и **Q_нач** в таблице *Ветви* программы **RastrWin**);

jQ_{12}^{CH} – зарядная мощность в начале ветви 1-2 (рассчитывается вручную по половине проводимости B_{12} и вычисленному **RastrWin** напряжению в начале ветви 1-2);

$\Delta S_{x,23}$ – потери мощности х.х. трансформатора ветви 2-3 (столбцы данных **P_ш** и **Q_ш** в **RastrWin**, соответствующие мощности шунта ветви);

$\underline{S}_{12}^H, \underline{S}_{23}^H$ – потоки в начале продольной части соответствующих ветвей сети (не отображаются в **RastrWin**, рассчитываются по известным $\underline{S}_{12}^H, \underline{S}_{23}^H$ и jQ_{12}^{CH} , $\Delta S_{x,23}$ соответственно);

$\underline{S}_{12}^K, \underline{S}_{23}^K$ – потоки мощности в конце ветвей 1-2 и 2-3 (столбец **SI_кон** или **P_кон** и **Q_кон** в таблице *Ветви* **RastrWin**);

jQ_{12}^{CK} – зарядная мощность в конце 1-2 (рассчитывается вручную по половине проводимости B_{12} и вычисленному **RastrWin** напряжению в конце ветви 1-2);

\underline{S}_{12}^K – поток мощности к концу продольной части ветви 1-2 (не отображаются в **RastrWin**, рассчитывается по известным \underline{S}_{12}^K и jQ_{12}^{CK});

$\Delta S_{12}, \Delta S_{23}$ – потери мощности в продольной части (сопротивлениях) ветвей сети (столбцы **dP** и **dQ** в таблице *Ветви* программы **RastrWin**);

$\pm n \times \Delta u_{\text{ступ}}$ – номер регулировочного ответвления трансформатора и ступень регулирования.

2 Задание на подготовительную работу

1 Изучить теоретическую часть работы.

2 Начертить принципиальную расчётную схему сети с указанием всех узлов и ветвей (рисунок 1.4) и нанести на нее параметры согласно варианту задания (таблица 1.1), пронумеровать все узлы электрической сети, включая все промежуточные узлы. 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.

3 Начертить схему замещения сети своего варианта по примеру элементов на рисунках 1.1 и 1.2 и по примеру схемы на рисунке 1.3. Рассчитать параметры схемы замещения сети своего варианта.

4 Обозначить параметры схемы замещения сети для своего варианта и нанести их на эту схему, обозначив потоки мощностей и напряжения в узлах.

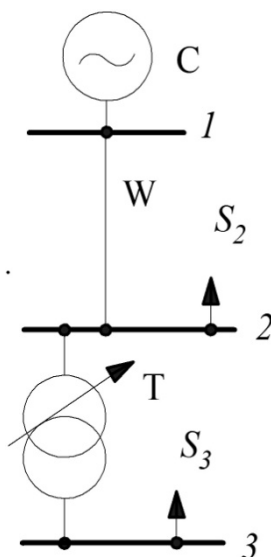


Рисунок 1.4 – Расчетная схема сети

3 Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретическую часть работы и раздел «Общая информация о программе **RastrWin**».

2 Открыть программу **RastrWin**, создать в ней новый файл режима и сохранить его на диске.

3 Открыть в *Рабочей области* таблицы *Узлы* и *Ветви*, расположить их так, чтобы было удобно работать.

4 Добавить в таблицы *Узлы* и *Ветви* по 2-3 любых столбца, изначально скрытых. Сохранить настройки. Выйти из программы, снова ее загрузить, открыть файл режима и убедиться, что изменения в таблицах сохранились.

5 Изменить ширину добавленных столбцов и точность отображения информации в них. Сохранить настройки. Выйти из программы, снова ее загрузить, открыть файл режима и убедиться, что изменения в таблицах *Узлы* и *Ветви* сохранены.

6 Занести информацию о сети в программу **RastrWin**. Сохранить файл режима на диске.

7 Выполнить расчет режима сети.

8 Добавить в таблицу *Ветви* столбцы, отражающие информацию о потоко-распределении в сети.

9 По результатам расчета режима нанести на расчетную схему значения потоков мощности и напряжения в узлах сети.

10 Распечатать результаты расчета режима.

11 Вернуть настройки программы к начальному виду, для чего отменить изменения, сделанные в п.п. 4, 5 и 8. Сохранить изменения и убедиться, что они вступили в силу.

Пример подготовленной расчетной схемы приведен на рисунке 1.5. В ней узел 5 – балансирующий, узлы 2 и 4 представляют электростанцию, остальные связи – линии электропередачи.

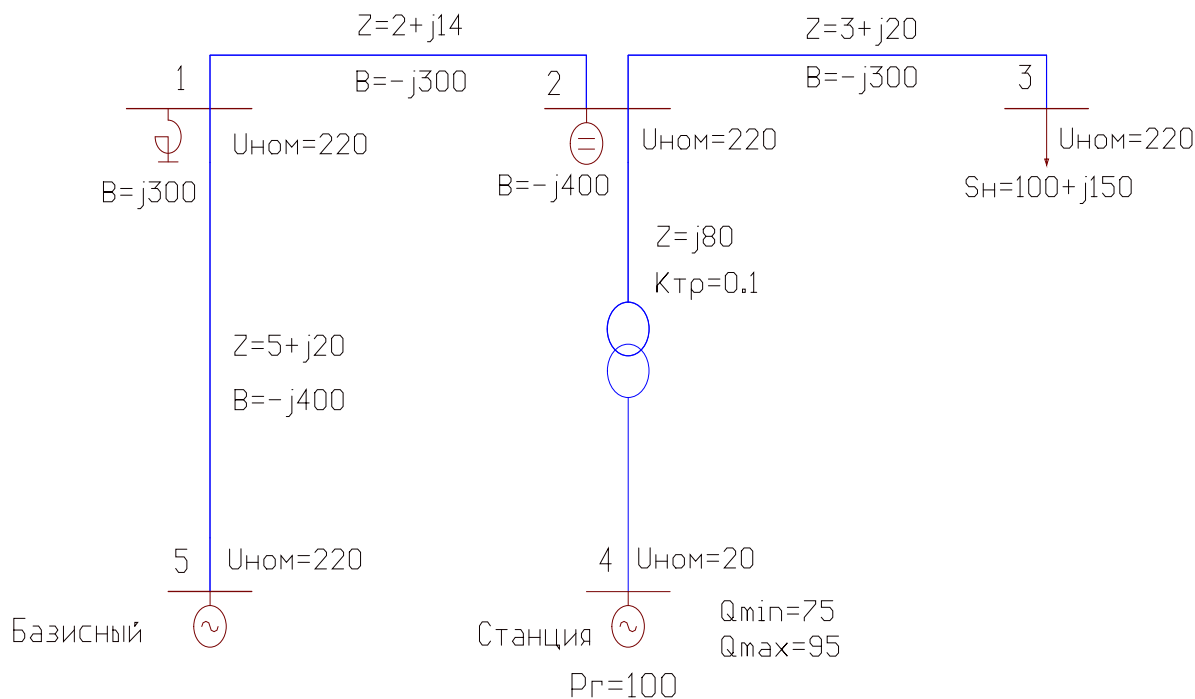


Рисунок 1.5 – Пример подготовленной расчетной схемы электрической сети

4 Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Принципиальная схема сети.
- 3 Схема замещения.
- 4 Расчетная схема сети с указанием потоков мощности и напряжений в узлах.
- 5 Распечатки с результатами расчета режима.
- 6 Выводы по работе.

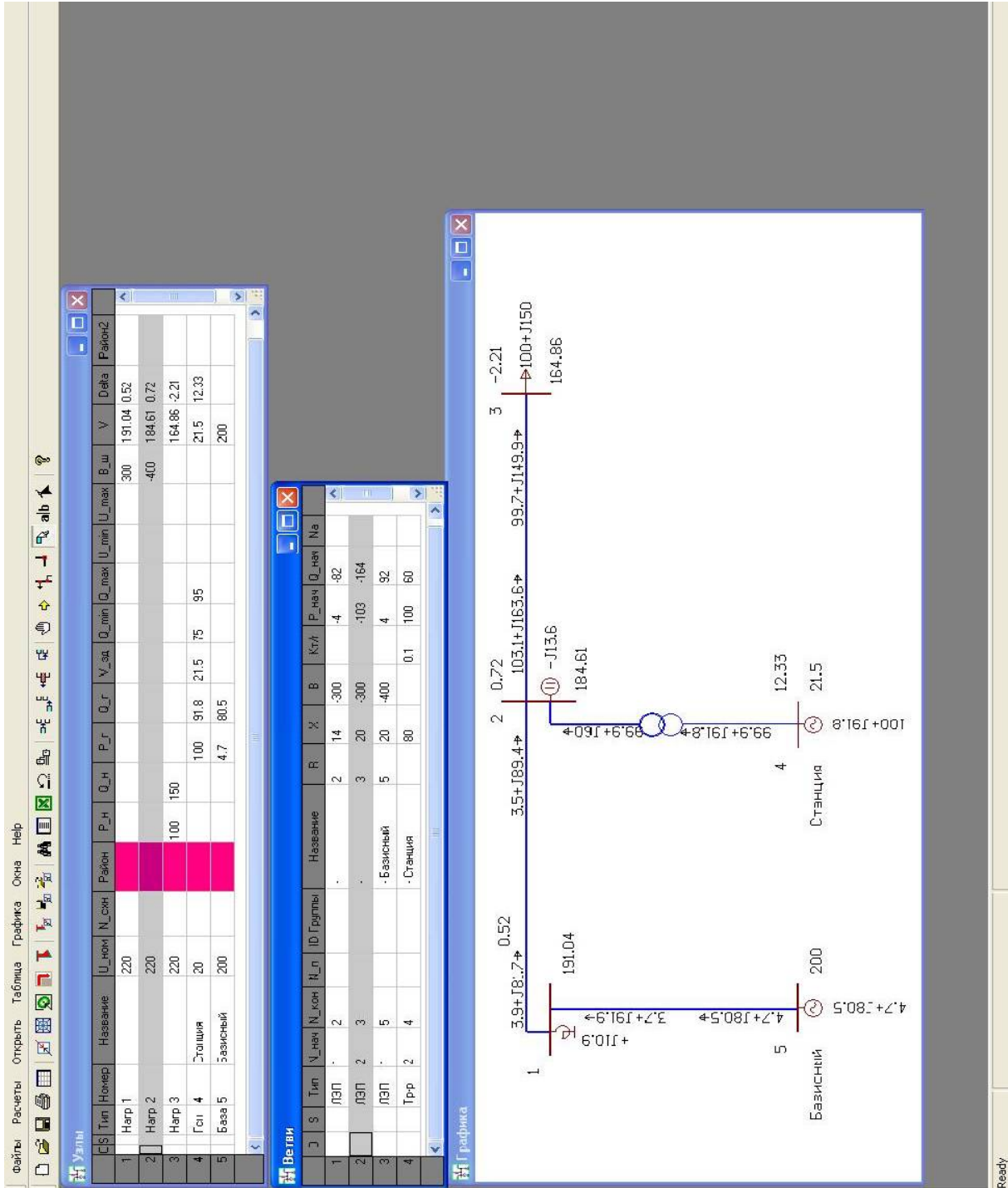


Рисунок 1.6 – Пример загрузки и сохранения данных схемы по рисунку 1.5

Таблица 1.1 – Варианты данных электрической сети к лабораторной работе №1

№ вар-та	U ₁ , кВ	ЛЭП (ветвь 1-2)		Тип трансформатора (ветвь 2-3)	S ₂ , МВ·А	S ₃ , МВ·А
		марка провода	длина, км			
1	115	АС-150/24	25	ТДН-16000/110	5+j3	8+j6
2	229	АС-240/32	60	ТРДН-40000/220	7+j5	20+j12
3	114	АС-70/11	10	ТМН-2500/110	0,6+j0,2	1+j0,4
4	230	АС-300/39	50	ТРДЦН-63000/220	12+j7	32+j20
5	116	АС-95/16	15	ТМН-6300/110	1+j0,4	3+j1,3
6	232	АС-400/51	70	ТРДЦН-100000/220	20+j12	40+j25
7	113	АС-120/19	20	ТДН-10000/110	2+j0,8	4+j3
8	227	АС-240/32	80	ТРДЦН-63000/220	22+j10	23+j18
9	111	АС-150/24	16	ТРДН-40000/110	24+j14	15+j10
10	226	АС-300/39	90	ТРДЦН-100000/220	36+j21	60+j30
11	120	АС-185/29	12	ТРДН-125000/110	42+j31	70+j40
12	235	АС-400/51	100	ТРДЦН-160000/220	30+j13	95+j45
13	119	АС-70/11	18	ТРДН-25000/110	12+j6	10+j6
14	240	АС-240/32	65	ТРДН-40000/220	15+j7	20+j10
15	118	АС-95/16	22	ТМН-6300/110	1,1+j0,8	2,5+j1
16	229	АС-300/39	75	ТРДЦН-160000/220	70+j40	63+j25
17	115	АС-120/19	18	ТРДН-80000/110	39+j19	35+j19
18	225	АС-400/51	85	ТРДЦН-160000/220	29+j17	68+j44
19	118	АС-120/19	14	ТРДН-40000/110	37+j23	23+j15
20	228	АС-240/32	95	ТРДЦН-100000/220	42+j17	33+j20
21	117	АС-185/29	20	ТРДН-80000/110	25+j12	41+j16
22	233	АС-300/39	55	ТРДЦН-63000/220	14+j7	25+j10
23	110	АС-95/16	30	ТМН-2500/110	1+j0,6	1,6+j0,8
24	230	АС-400/51	65	ТРДЦН-63000/220	26+j15	30+j11
25	112	АС-120/19	25	ТДН-16000/110	3,5+j1,5	10+j5

Контрольные вопросы

- 1 Для чего предназначена программа **RastrWin**?
- 2 В каком виде должна быть представлена схема сети для расчета режима в программе **RastrWin**?
- 3 Как создать новый файл режима в **RastrWin**?
- 4 Каково назначение таблиц *Узлы* и *Ветви*?
- 5 Как вставить или удалить строки в таблице?
- 6 Как скрывать и делать видимыми столбцы в таблицах программы? Как сохранить изменения?
- 7 Каким образом можно изменять ширину столбцов и точность отображения информации в таблицах, как сохранить данные настройки?
- 8 Как можно изменить точность расчета режима?
- 9 Как оценить успешность произведенного расчета режима сети?
- 10 Как распечатать результаты расчета?

Список литературы

1 Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие. – Красноярск : Издательские проекты, 2006. 720 с.

2 Лыкин А. В. Электрические системы и сети. – М. : Логос, 2006. 254 с.

3 Поспелов Г. Е., Федин В. Т., Лычёв П. В. Электрические системы и сети. – Минск : УП Технопринт, 2004. 720 с.

4 Медведев К. М. Установившиеся режимы электрических систем и сетей : методические указания к лабораторным работам по курсу «Конструкции и режимы электрических сетей». – Гомель : ГГТУ, 2009. 65 с.

Наумов Константин Николаевич
Семакин Даниил Владимирович
Мошкин Владимир Иванович

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА
УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА RastrWin
И МЕТОДИКИ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы № 1
по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»
для студентов направления 13.03.03 «Электроэнергетика и
электротехника» (уровень бакалавриата)

Редактор Е.А. Могутова

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,0	Уч.-изд. л. 1,0
Заказ	Тираж 25	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.