

Задание для выполнения курсовой работы по дисциплине «Оптимизация систем электроснабжения»

Тема задания: Анализ результатов компенсации реактивной мощности, проведенной в п. 1.2.2. «Задача компенсации реактивной мощности» (методические указания для выполнения курсовой работы) с использованием ПК RastrWin3.

Основной целью является получение практических навыков по расчету режимов электрических сетей одного или нескольких классов номинального напряжения в ПК RastrWin.

Порядок выполнения задания:

- Для работы в среде ПК RastrWin3 получить студенческую лицензию
Официальный сайт RastrWin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.rastrwin.ru](http://www.rastrwin.ru)
- Установить ПК RastrWin3 на свой компьютер (особенности получения студенческой лицензии и установки см. в Документации пользователя RastrWin3)

Для схемы электрической сети согласно варианту задания:

3.1. Составить схему замещения. Рассчитать параметры схемы замещения (воспользоваться результатами первого этапа расчета КРМ, выполненного в среде Mathcad).

3.2. Составить модель для расчётов установившихся режимов в ПК RastrWin. (Вводится расчётная модель электрической сети по узлам и ветвям в ПК RastrWin и сохраняется в формате *.rg2.)

3.3. Выполнить расчёт установившегося режима

3.4. Оформить графическую схему потокораспределения расчёта установившегося режима в ПК RastrWin и и сохранить в формате *.grf

3.5. Выполнить расчёт потерь активной мощности в рассматриваемой сети, провести анализ эффективности компенсации реактивной мощности, сопоставив потери активной мощности в сети при последовательной установке батарей конденсаторов в указанных узлах сети. Результаты расчета режима и анализа потерь перенести в Excel и представлять в виде гистограмм.

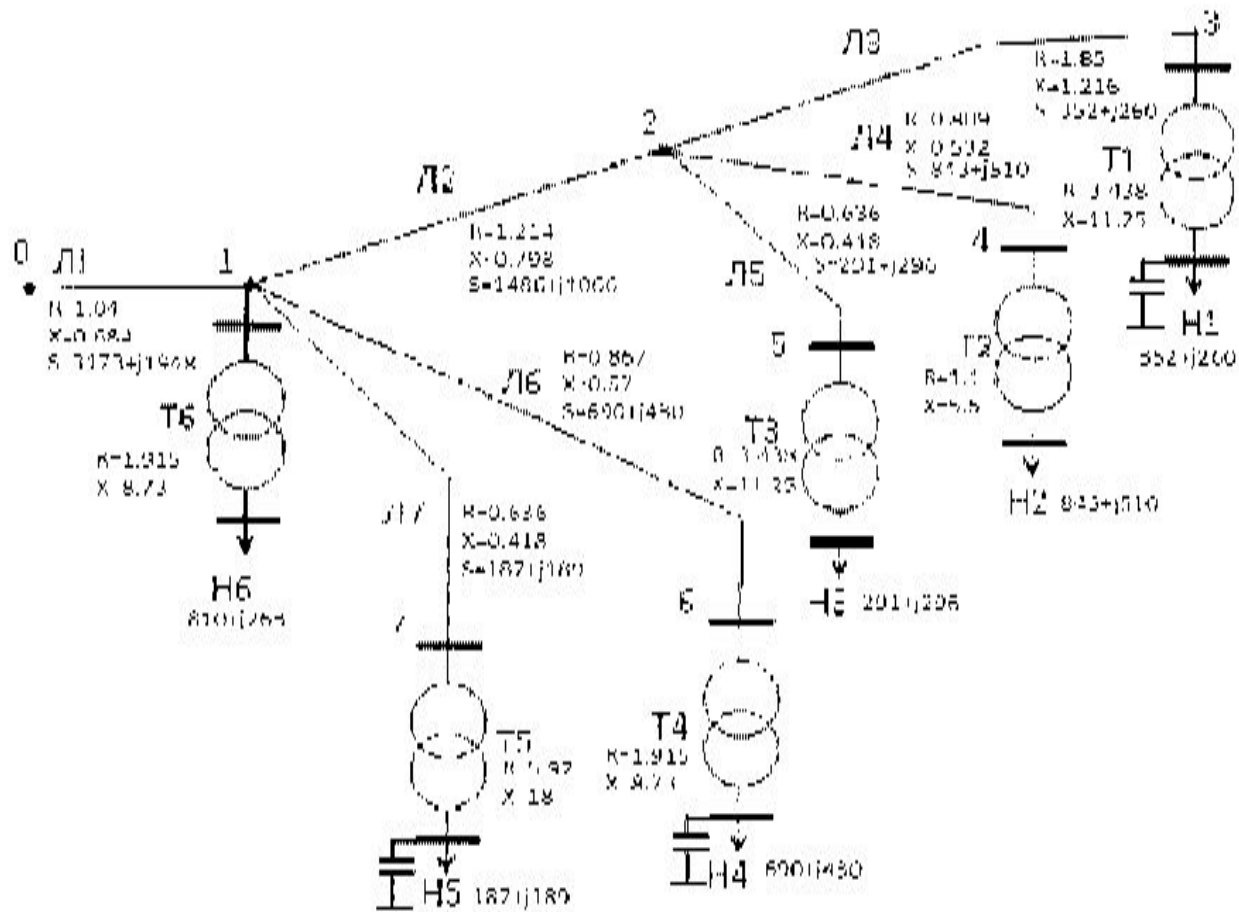


рис. 6. Потокораспределение и сопротивления элементов схемы (мощности - в кВА, сопротивления в Ом)

Замечания по схеме: около каждой ЛЭП и трансформатора нанести значение сопротивления, указать стрелку с потоком мощности, места установки БК и их мощности

Результат расчета с использованием классического подхода

$$Q_{k2} := 0 \quad Q_{k4} := 0 \quad Q_{k6} := 0$$

Given

$$\frac{d}{dQ_{k2}} 3(Q_{k2}, Q_{k4}, Q_{k6}) = 0$$

$$\frac{d}{dQ_{k4}} 3(Q_{k2}, Q_{k4}, Q_{k6}) = 0$$

$$\frac{d}{dQ_{k6}} 3(Q_{k2}, Q_{k4}, Q_{k6}) = 0$$

$$\begin{pmatrix} Q_{k2} \\ Q_{k4} \\ Q_{k6} \end{pmatrix} := \text{Find}(Q_{k2}, Q_{k4}, Q_{k6}) = \begin{pmatrix} 602.924 \\ 270.666 \\ 283.187 \end{pmatrix} \begin{matrix} 3f \\ 5f \\ 7f \end{matrix}$$

$$3(Q_{k2}, Q_{k4}, Q_{k6}) \rightarrow 213169.97365652151529$$

$$Q_{k2\text{опт}} := 602,924 \text{ квар}$$

$$Q_{k4\text{опт}} := 270,666 \text{ квар}$$

$$Q_{k6\text{опт}} := 283,187 \text{ квар}$$

По результатам расчета оптимальных мощностей БК классическим методом необходима установка КУ на низкой стороне всех трех ранее выбранных трансформаторов Т2, Т4, Т6. Выберем подходящие КУ:

КУ2 - УKM 58-0,4-600-50

КУ4 - УKM 58-0,4-275-25

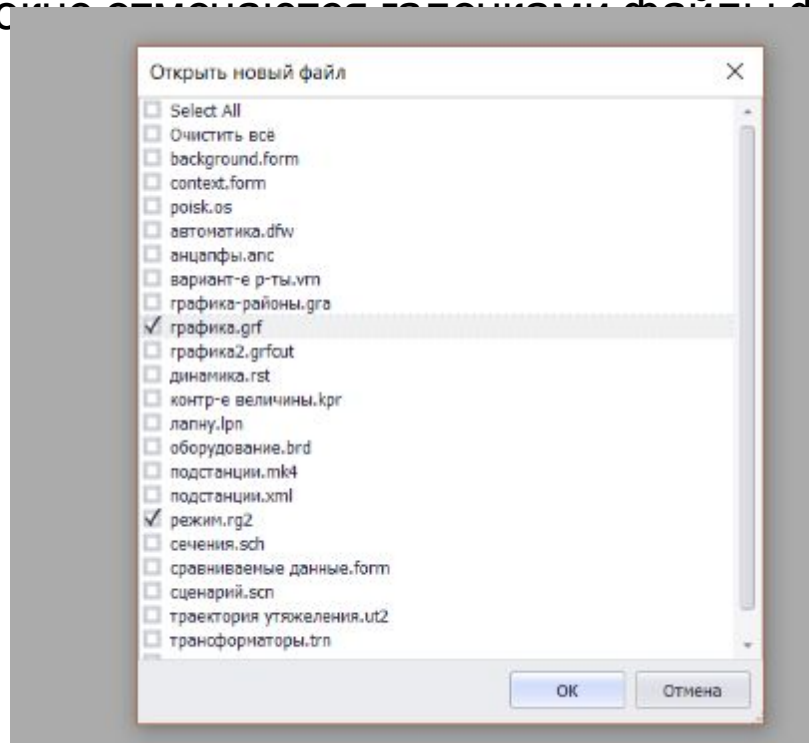
КУ6 - УKM 58-0,4-300-25

При этом минимум суммарных затрат составит 213 169 руб.

Порядок создания модели ПВК RastrWin для расчётов установившихся режимов

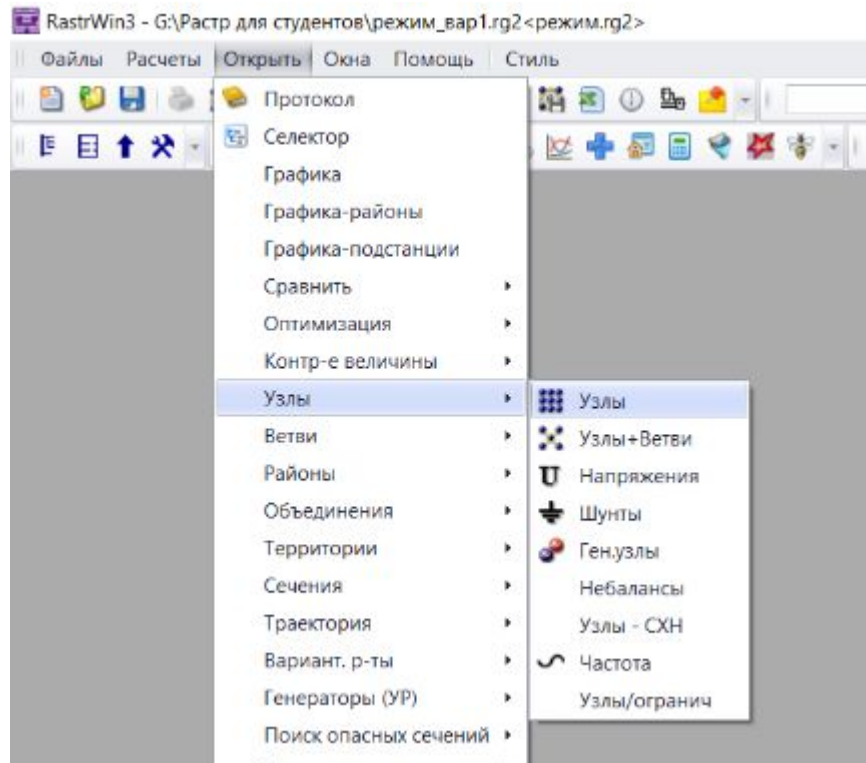
1. Запускается программа (RasrtWin.exe или Rasr3.exe)
2. Создаются необходимые шаблоны для работы. Для этого во вкладке «Файл» необходимо выбрать – Новый.

В появившемся окне отменяется галочками файлы формата *.rg2 и *.grf.



Вводятся исходные данные

Ввод схемы рекомендуется начинать с данных по узлам. Для открытия таблицы «Узлы» в меню «Открыть» выбираем /Узлы/Узлы



RastrWin3 - G:\Растр для студентов\режим_var1.rg2<режим.rg2>

Файлы Расчеты Открыть Окна Помощь Стиль

23:02:19 09:05...

Узлы x

	0	S	Тип	Номер	Название	U_ном	N...	Рай...	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q...
1	<input type="checkbox"/>		База	18	базисный	10,000		1					10,0		
2	<input type="checkbox"/>		Нагр	1	узел 1	10,000		1							
3	<input type="checkbox"/>		Нагр	2	узел 2	10,000		1							
4	<input type="checkbox"/>		Нагр	3	узел 3	10,000		1							
5	<input type="checkbox"/>		Нагр	4	узел 4	10,000		1							
6	<input type="checkbox"/>		Нагр	5	узел 5	10,000		1							
7	<input type="checkbox"/>		Нагр	6	узел 6	10,000		1							
8	<input type="checkbox"/>		Нагр	7	узел 7	10,000		1							
9	<input type="checkbox"/>		Нагр	11	узел 11	0,400		2	652,000	301,000					
10	<input type="checkbox"/>		Нагр	31	узел 31	0,400		2	765,000	629,000					
11	<input type="checkbox"/>		Нагр	41	узел 41	0,400		2	340,000	277,000					
12	<input type="checkbox"/>		Нагр	51	узел 51	0,400		2	196,000	201,000					
13	<input type="checkbox"/>		Нагр	71	узел 71	0,400		2	800,000	300,000					
14	<input type="checkbox"/>		Нагр	61	узел 61	0,400		2	344,000	271,000					

Отображение после настройки шаблонов

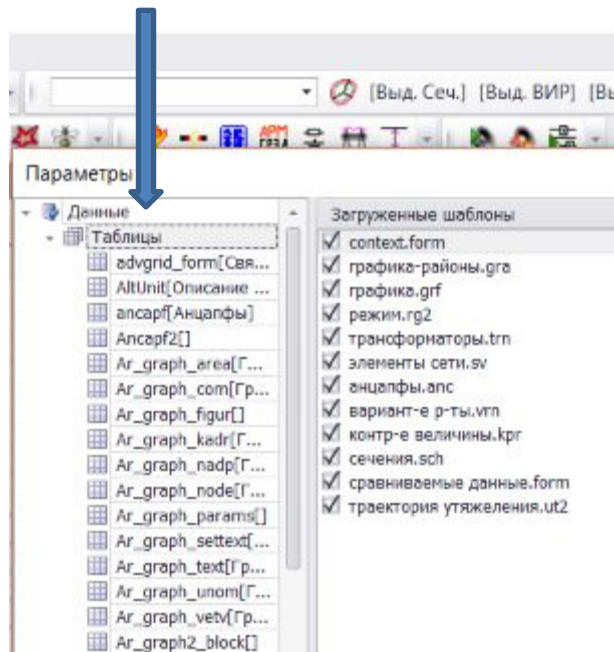
Задавать мощности нагрузки и генерации нужно в МВА, напряжения в кВ. Все расчеты ведутся с МВА, например для узла 11 – $P_n = 0,652$, $Q_n = 0,301$.

Особенности для распределительных сетей 10 – 0,4 КВ:

1. Привычное отображение в КВА (см. на рис)
2. Напряжение 0,4 КВ по умолчанию отображается с точностью до 1 знака, т.е. на экране видим 0, а нужно 0,4 кВ

В связи с этим, для удобства отображения, нужно настроить шаблоны.

Выбор нужного параметра для изменения шаблона



Точность Uном, Rн, Qн – 3, вместо 1 по умолчанию
Масштаб 1000 - Rн, Qн , т.е. будет отображаться в КВА

метры

Редактируемая таблица: node

В шаблоне: режим.rg2

Описание: Узлы

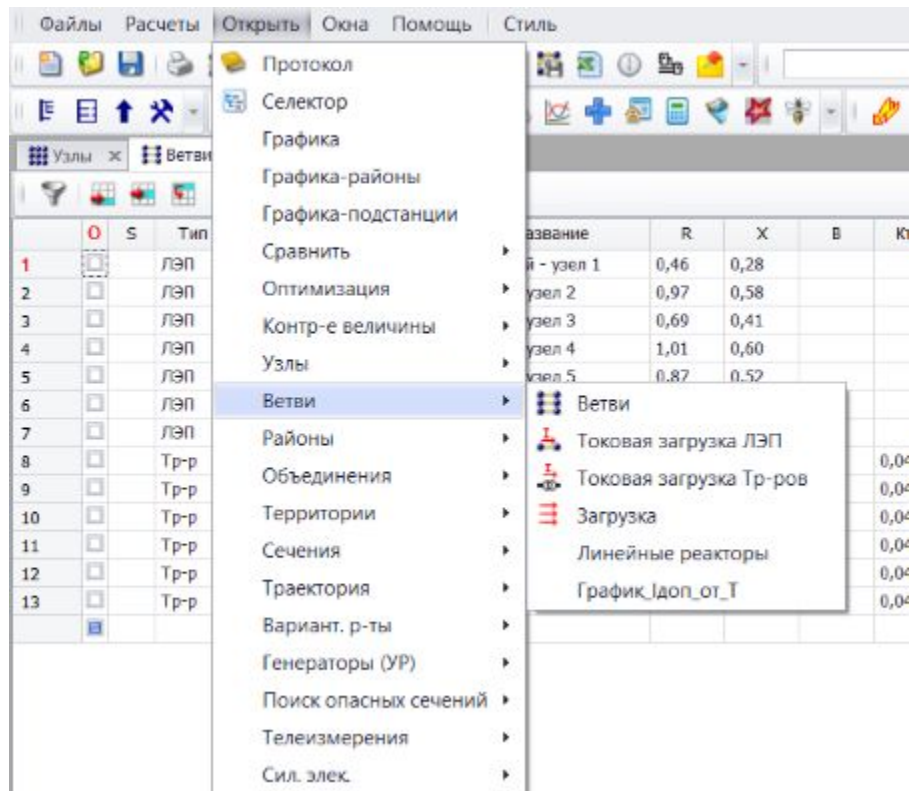
Ключ: пу

Имя	Тип	На...	Оп...	Ши...	То...	Ми...	Ма...	Ед...	Мв...	Фо...	FF	Пе...	Кш
пу	Це...	Но...	Но...	8					1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
name	Ст...	На...	На...	18					1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
па	Це...	Ра...	Но...	6					1		<input type="checkbox"/>	аге...	<input type="checkbox"/>
пра	Це...	Ра...	Но...	6					1		<input type="checkbox"/>	аге...	<input type="checkbox"/>
nsx	Це...	N...	Но...	4					1		<input type="checkbox"/>	роli...	<input type="checkbox"/>
sel	Пе...	O	От...	2					1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
sto	Пе...	S	Со...	2					1		<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>
tn	Пе...	Тип	Тп...	6					1		<input type="checkbox"/>	Ба...	<input type="checkbox"/>
uhom	Ве...	U...	Но...	8	3			кВ	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
pg	Ве...	P_г	Мо...	8	1			МВт	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
qg	Ве...	Q_г	Мо...	8	1			Мвар	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
pn	Ве...	P_н	Мо...	8	3			МВт	1000		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
qn	Ве...	Q_н	Мо...	8	3			Мвар	1000		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
gsh	Ве...	G_ш	Пр...	8	2			мкСм	10...		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
bsh	Ве...	B_ш	Пр...	8	3			мкСм	10...		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
vzd	Ве...	V_ад	Зе...	8	1			кВ	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
qmax	Ве...	Q...	Ма...	8	3			Мвар	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
qmin	Ве...	Q...	Ми...	8	3			Мвар	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
umax	Ве...	U...	Ма...	8	3			кВ	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
umin	Ве...	U...	Ми...	8	3			кВ	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
vras	Ве...	V	Рас...	8	2			кВ	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
delta	Ве...	Delta	Рас...	8	2			град	57,...		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
otv	Ве...	dV	От...	8	2			%	1	if(s...	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
kct	Ве...	Kct	Кр...	8					1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
pg...	Ве...	PG...	Ма...	8	4			МВт	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
pg...	Ве...	PG...	Ми...	8				МВт	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
pg...	Ве...	PG...	Но...	8				МВт	1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
nrk	Це...	N...	Чи...	8					1		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
brk	Ве...	B...	Пр...	8				мкСм	10...		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
ots_valf	Описание												
ots_znach	Значение												

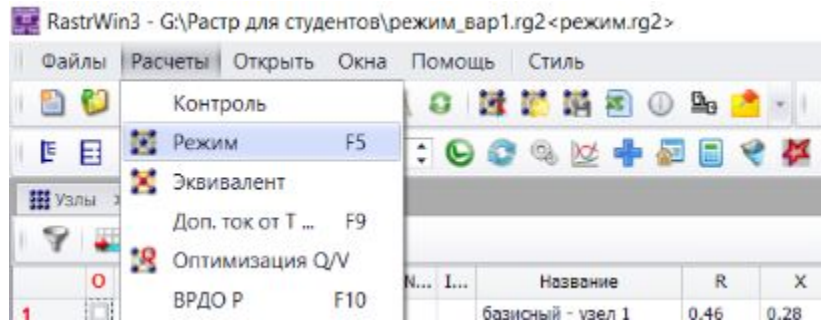
Обязательно сохранить шаблон!!!

Далее вводятся данные по ветвям.

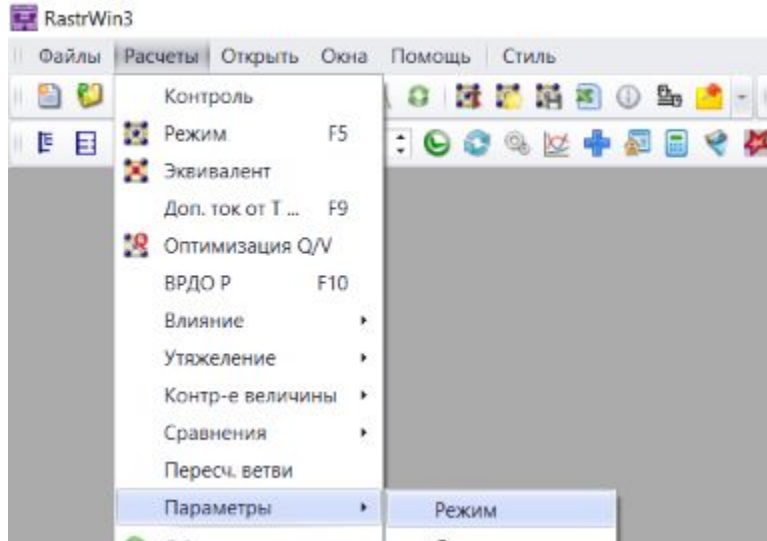
Для открытия таблицы «Ветви» в меню «Открыть» выбирается /Ветви/Ветви



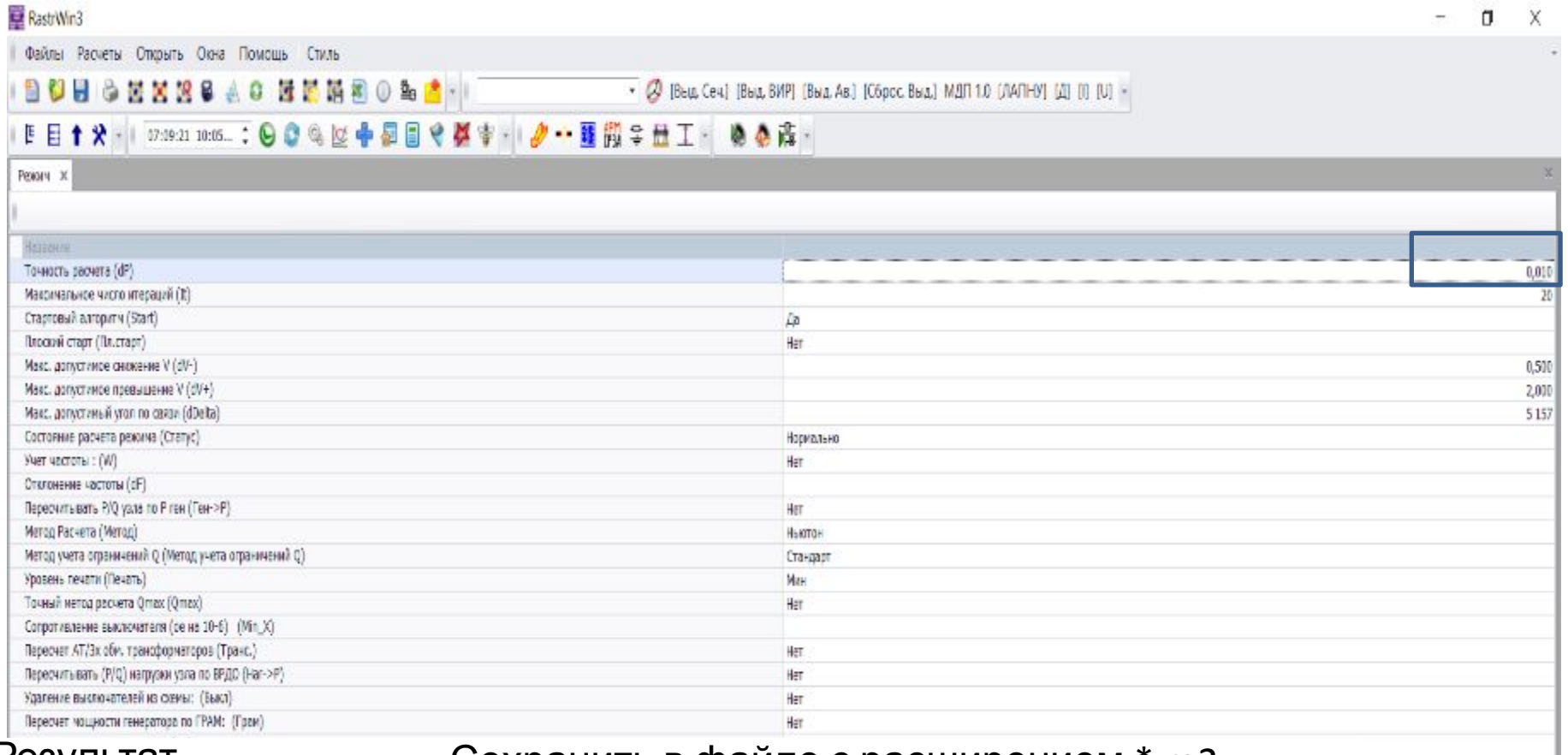
Расчет режима



Перед расчетом режима необходимо указать точность расчета, по умолчанию - 1



Точность расчета по умолчанию - 1



Результат

Сохранить в файле с расширением *.rg2

выбрано 13 записей из 13

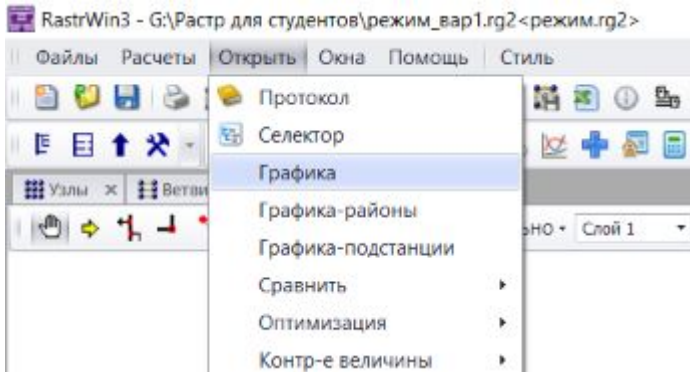
Протокол


- Загружен шаблон сечения.sch
- Загружен шаблон сравниваемые данные.form
- Загружен шаблон траектория утяжеления.ut2
- Загружен файл G:\Растр для студентов\режим var1.rg2 по шаблону режим.rg2 время 0.21 сек
- Контроль исходных данных

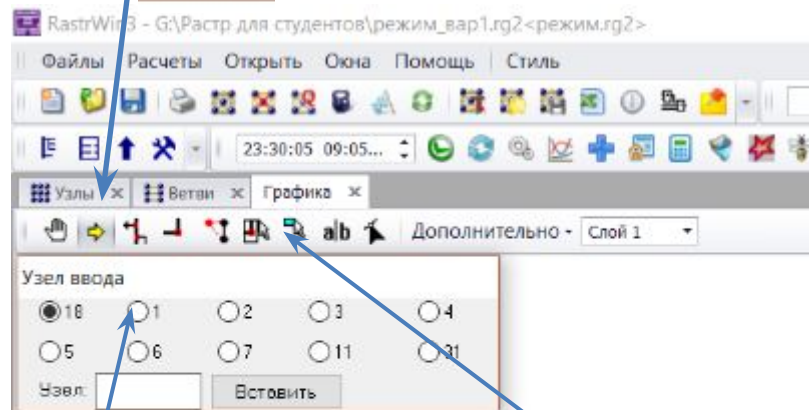
Расчет установленного режима. Сообщений - 1

Ит	Max. неб.	Узлы	>V	Узел	<V	Узел	Угол	Линия	Rk	Шаг		
0	0.0	0.0	2	4	0.98	1	0.85	71	9.7	7-71	0.00	1.000

Оформление графической схемы потокораспределения расчёта установившегося режима в ПК RastrWin и и сохранение в формате *.grf



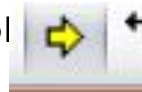
Отображение заданных элементов начинается после нажатия кнопки Ввод - 



Нажимая левой кнопкой мыши на поле Графической схемы расставляются узлы, заданные ранее в соответствующей таблице «Узлы». Номер вводимого узла отображается в диалоговом вспомогательном окне «Узел ввода»

После ввода всех узлов на графическую схему выполняется улучшение внешнего вида схемы с использованием инструментов

Основная команда для ввода узлов – В



Она используется как для ввода, так и для перемещения узла. Введенные узлы можно передвинуть на более удобные места. Узел можно удалить, щелкнув на нем правой кнопкой мыши в режиме

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

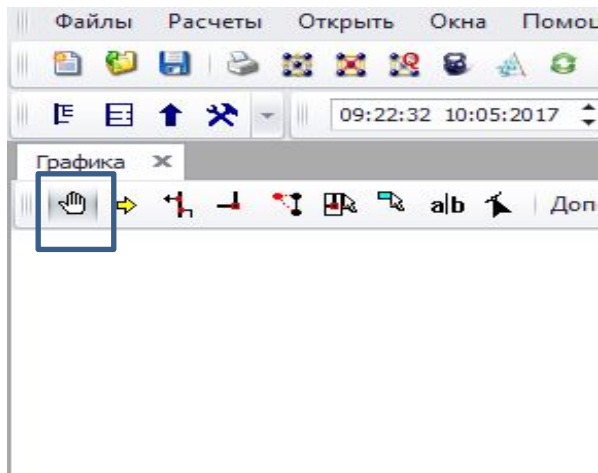
Советы по редактированию:

Для улучшения восприятия результатов расчёта режимов графическую схему потокораспределения необходимо сделать похожей на отображаемую однолинейную.

Для принудительной горизонтальной ориентации шины в режиме ввода необходимо нажать клавишу Alt, для вертикальной – клавишу Shift.

Узел также можно изобразить в виде точки. Для этого нужно нажать на него левой кнопкой мыши удерживая одновременно клавиши Alt и Shift.

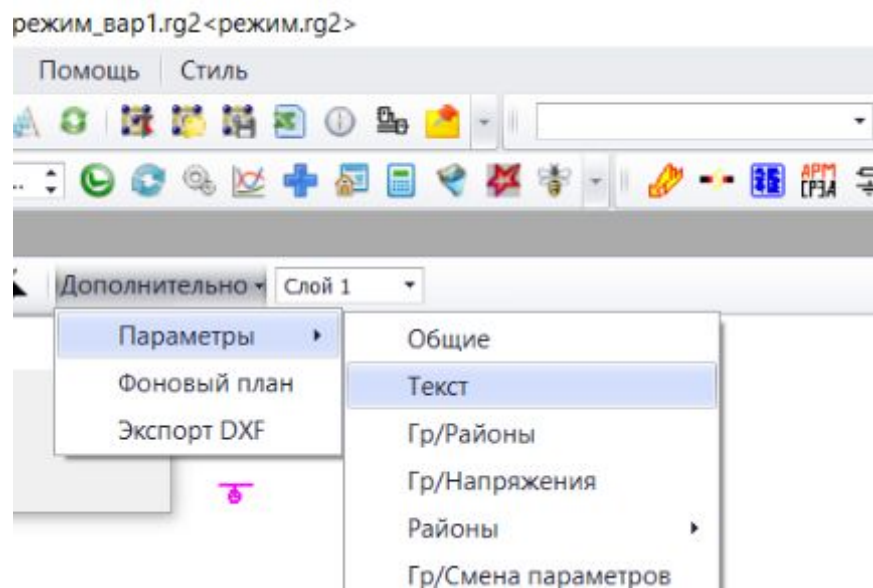
Получить более подробную информацию о применении графического интерфейса RastrWin можно в разделе Помощь/Справка.



В режиме **просмотра** можно передвигать схему по экрану, и сдвигая колесико мышки увеличивать или уменьшать размер

При увеличении масштаба видны текстовые подписи на схеме

Размер, шрифт, цвет и количество отображаемой информации на графической схеме можно настроить используя таблицу «Текст» в меню Дополнительно/Параметры/Текст



Выполнить **расчёт потерь активной мощности** в рассматриваемой сети, провести анализ эффективности компенсации реактивной мощности, сопоставив потери активной мощности в сети при последовательной установке батарей конденсаторов в указанных узлах сети

Для ввода БК нужно рассчитать $V_{ш}$ в (МкСм) по формуле:

$$Q(\text{Мвар}) = B_{ш}(\text{См}) \cdot U_{ном}^2 (\text{кВ})$$

$B_{ш}(\text{См})$ Перевести в МкСм

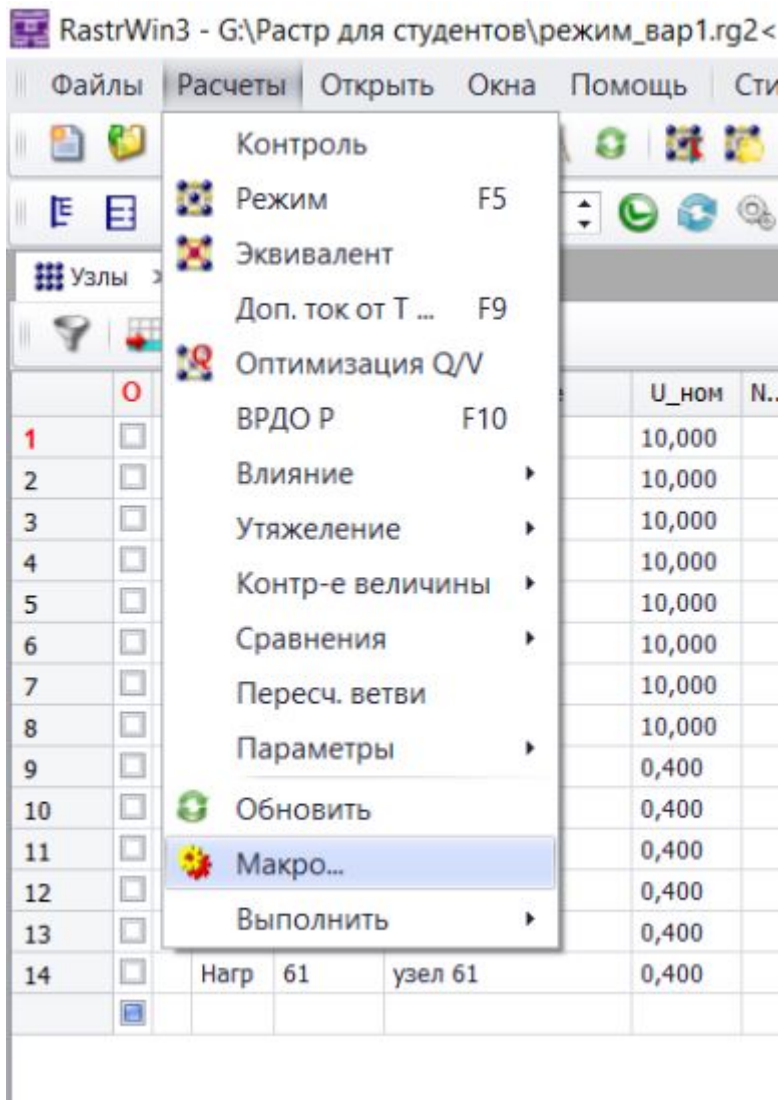
$Q(\text{Мвар})$ Использовать полученные мощности БК в кВар из расчета классическим методом (1 этап)

	O	S	Тип	Номер	Название	U_ном	N...	Рай...	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q_max	B_ш
1	<input type="checkbox"/>		База	18	базисный	10,000		1			3,4	1,5	10,0			
2	<input type="checkbox"/>		Нагр	1	узел 1	10,000		1								
3	<input type="checkbox"/>		Нагр	2	узел 2	10,000		1								
4	<input type="checkbox"/>		Нагр	3	узел 3	10,000		1								
5	<input type="checkbox"/>		Нагр	4	узел 4	10,000		1								
6	<input type="checkbox"/>		Нагр	5	узел 5	10,000		1								
7	<input type="checkbox"/>		Нагр	6	узел 6	10,000		1								
8	<input type="checkbox"/>		Нагр	7	узел 7	10,000		1								
9	<input type="checkbox"/>		Нагр	11	узел 11	0,400		2	652,000	301,000						
10	<input type="checkbox"/>		Нагр	31	узел 31	0,400		2	765,000	629,000						-3 768 750,000
11	<input type="checkbox"/>		Нагр	41	узел 41	0,400		2	340,000	277,000						
12	<input type="checkbox"/>		Нагр	51	узел 51	0,400		2	196,000	201,000						-1 693 750,000
13	<input type="checkbox"/>		Нагр	71	узел 71	0,400		2	800,000	300,000						-1 768 750,000
14	<input type="checkbox"/>		Нагр	61	узел 61	0,400		2	344,000	271,000						

Для расчета **потерь активной мощности**:

Предварительно нужно:

1. Запустить макрос **номинальные напряжения.rbs**



Растр Макро - Приведение графической схемы к расчетной.rbs

Файл | Правка | Опции

- Новый Ctrl+N
- Открыть... Ctrl+O
- Сохранить Ctrl+S
- Сохранить как...
- Последние
- Выход

```
графическую схему в соответствие с расчетной
Tables("graph_com")
s.find("_num_ver")

... and settings.cols(iver).z(0) > 0 then
Rastr.LockEvent=True ' блокировка изменения информации в от
Rastr.LogEnable=False ' блокировка вывода в протокол

correct_graph_схема

Rastr.LogEnable=True
Rastr.LockEvent=False
Rastr.SendChangeData 0,"",",",0 ' обновить содержимое откры
else
msgbox("Версия макроса не соответствует версии файла данных
end if
```

Пуск

Очистить

Закреть

Открытие

→ ↓ ↑ « RastrWin3 » macro » ↻ 🔍 Поиск макрос

порядочить Создать папку

Имя	Дата изменения
OlbCryptoSystemPlugin	
PerfLogs	
Program Files	
Program Files (x86)	
TCP57	
Windows	
Пользователи	
Default.migrated	
Iseva_000	
.AlarmStudio	
My Online Documents	
NNU	
OneDrive	
OneDrive	
Tracing	
Видео	
Документы	
RastrWin3	
area	
br	
configxml	
MDP	20.03.2016 21:14
Варианты	20.03.2016 21:14
Графика	20.03.2016 21:14
КонверторКосмосРастр	02.10.2014 20:54
Коррекция	02.10.2014 20:54
Макро с интерфейсом	02.10.2014 20:54
Отмеченные	02.10.2014 20:54
Подстанции	02.10.2014 20:54
Районирование	02.10.2014 20:54
ТИ	20.03.2016 21:14
ТКЗ	02.10.2014 20:54
Анализ.RBS	13.08.2015 18:21
запись в CSV.rbs	13.08.2015 18:21
Информация о файлах режима.rbs	13.08.2015 18:21
Номинальные напряжения.rbs	03.05.2017 12:30
Расчет матрицы якоби.rbs	13.08.2015 18:21
Создать балансовое сечение.rbs	13.08.2015 18:21
Создать генераторы для ВРДО.rbs	13.08.2015 18:21
Создать таблицу Ед Измерения.rbs	13.08.2015 18:21
Удаление выключателей.rbs	13.08.2015 18:21

Растр Макро - Номинальные напряжения, rbs

```

' макрос исправляет номинальные напряжения для узлов начала ветви
' найденные номиналы добавляются в таблицу потери (для структуры)
dim uh, buh, umin, umax

uh= array(0.4, 1, 6, 10, 15, 20, 25, 35, 110, 150, 220, 330, 400, 500, 750)
umin=array(0.31, 2, 5, 9, 13, 18, 23, 32, 96, 140, 190, 299, 380, 480, 730)
umax=array(0.45, 4, 7, 12, 16, 22, 26, 40, 130, 166, 252, 364, 410, 530, 775)
redim buh (ubound(uh)+1)
set tvetv=Rastr.Tables("vetv")
set cip=tvetv.Cols("ip")
set tnode=Rastr.Tables("node")
set csel=tnode.Cols("sel")
set cuhom=tnode.Cols("uhom")
set cnny=tnode.Cols("ny")
Rastr.LockEvent=True
tnode.SetSel("")
csel.Calc("0")

```

Пуск
Очистить
Закреть

2. Указать район для всех узлов, можно одинаковый

RastrWin3 - G:\Растр для студентов\режим_var1.grf<графика.grf>

Файлы Расчеты Открыть Окна Помощь Стиль

Протокол
Селектор
Графика
Графика-районы
Графика-подстанции
Сравнить
Оптимизация
Контр-е величины
Узлы
Ветви
Районы
Объединения

...	Рай...	P_n	Q_n	P_r
1				3,4
2	1			
3	1			
4	1			
5	1			
6	1			
7	1			
8	1			
9	1			

RastrWin3 - G:\Растр для студентов\режим_var1.rg2<режим.rg2>

Файлы Расчеты Открыть Окна Помощь Стиль

Режим x Районы x

...	Район	N...	Pgen	Pnag	Dp	Pлотр	Pвн	Tс
1	1 район 1		3		0,28	0	3	
2	2 район 2			3,0970		3	-3	

RastrWin3 - G:\Растр для студентов\режим_вар1.rg2<режим.rg2>

Файлы Расчеты Открыть Окна Помощь Стиль

Протокол
Селектор
Графика
Графика-районы
Графика-подстанции
Сравнить
Оптимизация
Контр-е величины
Узлы
Ветви
Районы
Объединения
Территории
Сечения
Траектория
Вариант. р-ты
Генераторы (УР)
Поиск опасных сечений
Телеизмерения
Сил. злек.
КОценка
Автоматика
Потери
СХН

№	Тип	И
1	Баз	18
2	Ногр	1
3	Ногр	2
4	Ногр	3
5	Ногр	4
6	Ногр	5
7	Ногр	6
8	Ногр	7
9	Ногр	11
10	Ногр	33
11	Ногр	43
12	Ногр	53
13	Ногр	73
14	Ногр	63



RastrWin3 - G:\Растр для студентов\режим_вар1.grf<графика.grf>

Файлы Расчеты Открыть Окна Помощь Стиль

[Выд. Сеч.] [Выд. ВИР]

00:06:53 10:05...

Узлы x Ветви x Потери x

	U_ном	dP	dP_ЛЭП	dP_Тр-р	Корона	XX_тр	dP_Ш-нт	dQ	dQ_ЛЭП	dQ_Тр-р	Q_Ген...	Q_XX_тр	dQ_Ш-нт
1	10	0,28	0,19	0,09				0,45	0,11	0,34			

Провести несколько вариантов расчета режима и рассчитать потери активной мощности в сети (для каждого варианта – результат расчета, информация по узлам и ветвям, схема, потери активной мощности)

1. Без БК
2. С БК в 1 узле
3. В 2-х узлах
4. В 3-х узлах

Оформить в Excel результаты выполнения работы: перенести исходные данные, результаты расчетов (простым копированием), схему через скриншот. Сопоставить результаты и сделать развернутый вывод по решению задачи

Результаты с учетом компенсации реактивной мощности

	Q БК, МВА	В БК, См	В БК, мкСм	потери ΔP
без установки				0,23
				0,18
				0,41
узел 31	0,603	3,76875	3768750	0,18
				0,15
				0,33
узел 51	0,271	1,69375	1693750	0,17
				0,14
				0,31
узел 71	0,283	1,76875	1768750	0,16
				0,12
				0,28

Пример возможного оформления результатов проведенного эксперимента