

УДК 621.3

## РАСЧЕТ РЕЖИМОВ СЕТЕЙ 35-220 КВ В ПРОГРАММЕ RASTRWIN

Касперович А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Мышковец Е.В.

Нельзя отрицать необходимость использования электронно-вычислительных машин для расчетов режимов сетей, так как расчет довольно объемен, что увеличивает вероятность субъективной ошибки, к тому же крайне важно максимально автоматизировать расчеты электрических сетей, потому что электрическая сеть – динамическая система и проведенный расчет для одного режима может быть не актуален через час. Сейчас существует огромное количество программного обеспечения для расчетов: Mustang, Electronic Workbench и многие другие. В данной работе я рассмотрю программный комплекс RastrWin 3 v1.80.0.1485.

Программный комплекс RastrWin предназначен для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем. RastrWin используется более чем в 260 организациях на территории России, Казахстана, Киргизии, Узбекистана, Беларуси, Молдовы, Монголии.

Основные особенности программного комплекса:

- Расчет установившихся режимов электрических сетей произвольного размера и сложности, любого напряжения (от 0.4 до 1150 кВ).
- Визуализация электрической сети с возможностью экспорта в AutoCAD.
- Расчет установившихся режимов с учетом отклонения частоты (без балансирующего узла).
- Моделирование отключения линии электропередач, в том числе одностороннего, и определение напряжения на открытом конце.
- Возможность экспорта и импорта данных из таблиц Microsoft Office Excel.

Программа имеет довольно простой в освоении интерфейс табличного процессора, где строка – элемент, а столбцы – его параметры (рис. 1).

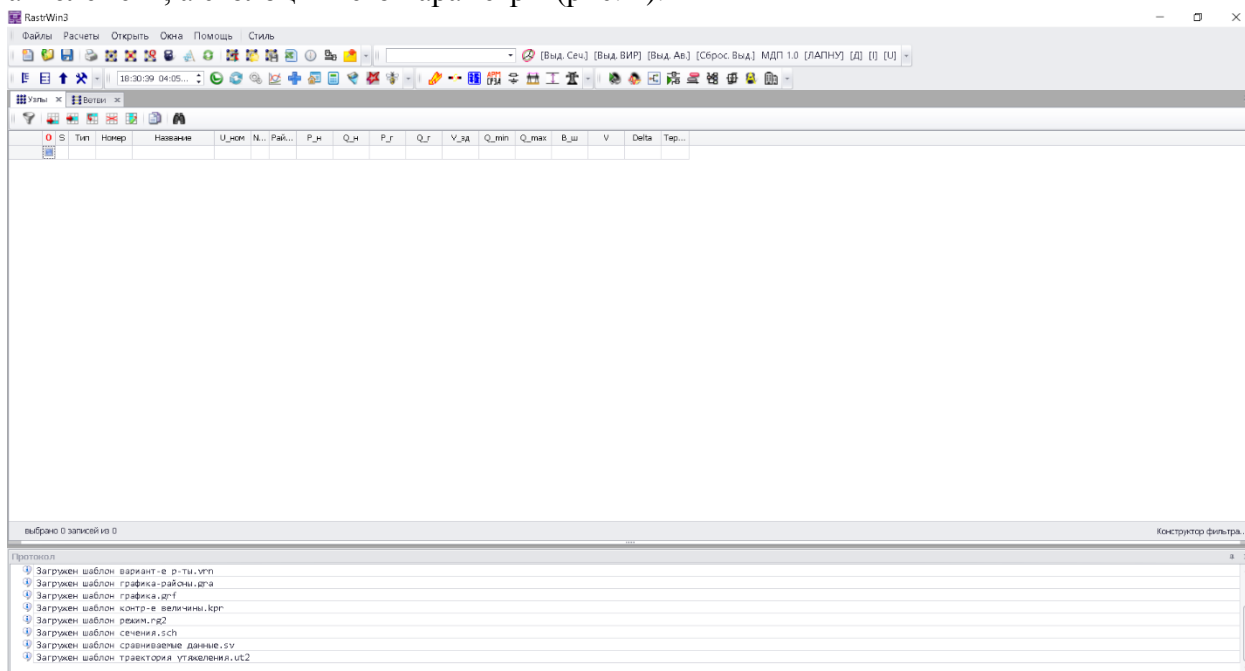


Рисунок 1.

Для примера расчета была взята замкнутая электрическая сеть с шунтирующим реактором в узле 3 и батареями синхронных компенсаторов в узле 4(рис 2).

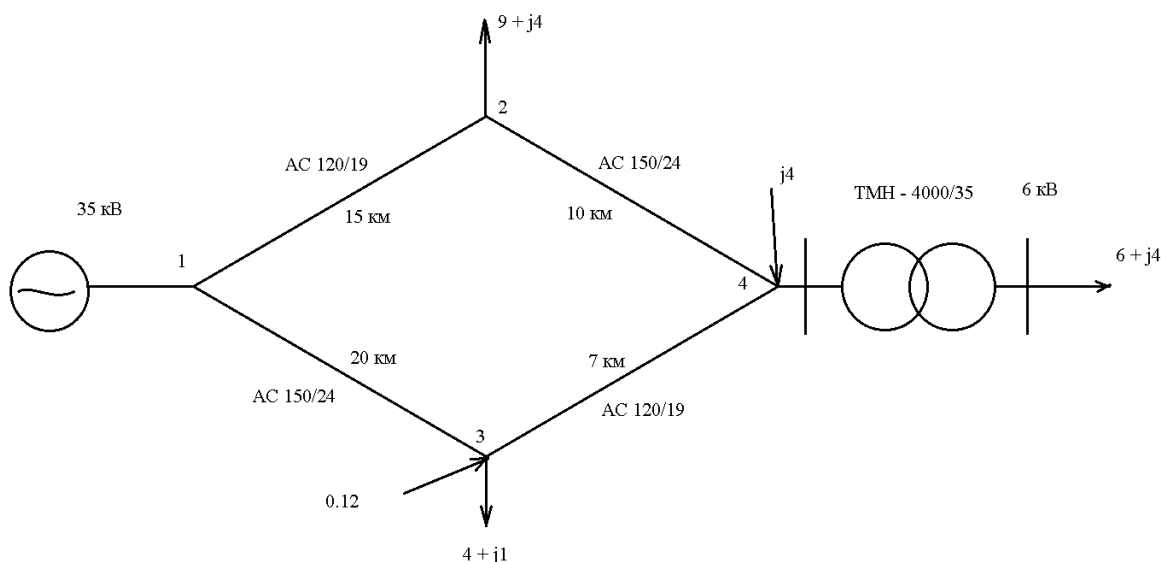


Рисунок 2.

Для задания данной схемы в программный комплекс необходимо было рассчитать активное и индуктивное сопротивление линии, коэффициент трансформации, а также активные и реактивные проводимости реактора и батареи компенсатора:

$$R_{12} = r_{01} \times L_{12} = 0.249 \times 15 = 3.73 \text{ (Ом)}, \tag{1}$$

$$R_{34} = r_{01} \times L_{34} = 0.249 \times 7 = 1.74 \text{ (Ом)}, \tag{2}$$

$$R_{13} = r_{02} \times L_{13} = 0.198 \times 20 = 3.96 \text{ (Ом)}, \tag{3}$$

$$R_{24} = r_{02} \times L_{24} = 0.198 \times 10 = 1.98 \text{ (Ом)}, \tag{4}$$

Где R – активное сопротивление линии, Ом;

$r_{01}$  – удельное активное сопротивление линии AC 120/19, Ом/км;

$r_{02}$  – удельное активное сопротивление линии AC 150/24, Ом/км;

$L_i$  – длина линии, км;

$$X_{12} = x_{01} \times L_{12} = 0.414 \times 15 = 6.21 \text{ (Ом)}, \tag{5}$$

$$X_{34} = x_{01} \times L_{34} = 0.414 \times 7 = 2.90 \text{ (Ом)}, \tag{6}$$

$$X_{13} = x_{02} \times L_{13} = 0.406 \times 20 = 8.12 \text{ (Ом)}, \tag{7}$$

$$X_{24} = x_{02} \times L_{24} = 0.406 \times 10 = 4.06 \text{ (Ом)}, \tag{8}$$

Где X – индуктивное сопротивление линии, Ом;

$x_{01}$  – удельное индуктивное сопротивление линии AC 120/19, Ом/км;

$x_{02}$  – удельное индуктивное сопротивление линии AC 150/24, Ом/км;

$$k_{\tau} = \frac{U_{\text{нн}}}{U_{\text{вн}}} = \frac{6.3}{36} = 0.189 \tag{9}$$

Где  $k_{\tau}$  – коэффициент трансформации;

$U_{\text{нн}}$  – напряжение на стороне низшей обмотки, кВ;

$U_{\text{вн}}$  – напряжение на стороне высшей обмотки, кВ.

Полученные данные были введены в таблицу «Ветви» RastrWin (Рисунок 3).

	O	S	Тип	N_нач	N_кон	N...	I...	Название	R	X	▲	B	Кт/г
1	<input type="checkbox"/>		ЛЭП	3	4			-	1,74	2,90			
2	<input type="checkbox"/>		ЛЭП	2	4			-	1,98	4,06			
3	<input type="checkbox"/>		ЛЭП	1	3			-	3,96	6,21			
4	<input type="checkbox"/>		ЛЭП	1	2			-	3,73	8,12			
5	<input type="checkbox"/>		Тр-р	4	5			-	2,60	23,00			0,189
	<input checked="" type="checkbox"/>												

Рисунок 3.

Узлы в RastrWin задаются также в таблице, для задания узлов необходимы:

$U_{ном}$  – номинальное напряжение линии, кВ;

$P_n$  – мощность активной нагрузки, МВт;

$Q_n$  – мощность реактивной нагрузки, МВар;

$$B = -\frac{Q_b}{U_{ном}^2} = -\frac{4}{35^2} = -3265(\text{мкСм}); \tag{10}$$

Где  $Q_b$  – мощность батареи синхронного компенсатора, МВт;

$U_{ном}$  – номинальное напряжение батареи синхронного компенсатора, кВ;

$$G = -\frac{P}{U_{ном}^2} = -\frac{0,112}{35^2} = 81(\text{мкСм}); \tag{11}$$

$$Y = -\frac{S}{U_{ном}^2} = -\frac{20}{35^2} = 13500(\text{мкСм}); \tag{12}$$

$$B = \sqrt{Y^2 - G^2} = \sqrt{13500^2 - 81^2} = 13500(\text{мкСм}); \tag{13}$$

Где  $G$  – активная проводимость шунтирующего реактора, мкСм;

$Y$  – полная проводимость шунтирующего реактора, мкСм;

$B$  – реактивная проводимость шунтирующего реактора, мкСм;

$S$  – полная мощность батареи шунтирующего реактора, МВар;

$P$  – активная мощность шунтирующего реактора, МВА;

$U_{ном}$  – номинальное напряжение батареи синхронного компенсатора, кВ.

Также необходимо было выставить типы узлов, а именно узел 1 – база, узлы 2,3,4,5 – нагрузка (рис 4).

	O	S	Тип	Номер	Название	U_ном	N...	Рай...	P_n	Q_n	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q_max	G_ш	B_ш	V
1	<input type="checkbox"/>		База	1		35												35,00
2	<input type="checkbox"/>		Нагр	2		35			9,0	4,0								35,00
3	<input type="checkbox"/>		Нагр	3		35			4,0	1,0						81,0	13 500,0	35,00
4	<input type="checkbox"/>		Нагр	4		35											-3 265,0	35,00
5	<input type="checkbox"/>		Нагр	5		6			6,0	4,0								6,00
	<input checked="" type="checkbox"/>																	

Рисунок 4.

После задания исходных данных выполним расчет. Результаты расчета (рис 5).

	O	S	Тип	Номер	Название	U_ном	N...	Рай...	P_n	Q_n	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q_max	G_ш	B_ш	V	Delta
1	<input type="checkbox"/>		База	1		35					20,6	23,2						35,00	
2	<input type="checkbox"/>		Нагр	2		35			9,0	4,0								31,78	-2,27
3	<input type="checkbox"/>		Нагр	3		35			4,0	1,0						81,0	13 500,0	31,35	-0,66
4	<input type="checkbox"/>		Нагр	4		35											-3 265,0	31,19	-1,85
5	<input type="checkbox"/>		Нагр	5		6			6,0	4,0								5,07	-10,61
	<input checked="" type="checkbox"/>																		

	O	S	Тип	N_нач	N_кон	N...	I...	Название	R	X	▲	B	Кт/г	N_а...	БД...	P_нач	Q_нач	Na	I max
1	<input type="checkbox"/>		ЛЭП	3	4			-	1,74	2,90						-6	2	115	
2	<input type="checkbox"/>		ЛЭП	2	4			-	1,98	4,06						0	-4	82	
3	<input type="checkbox"/>		ЛЭП	1	3			-	3,96	6,21						-11	-14	288	
4	<input type="checkbox"/>		ЛЭП	1	2			-	3,73	8,12						-10	-9	225	
5	<input type="checkbox"/>		Тр-р	4	5			-	2,60	23,00			0,189			-6	-6	155	
	<input checked="" type="checkbox"/>																		

Рисунок 5.

Программа рассчитала активную и реактивную мощность в узле 1, также она рассчитала падение напряжения на линии. Задача по расчету потерь мощности и падению напряжения решена.

С помощью средств программного пакета была построена схема сети с нанесёнными на неё расчётными данными (рис 6).

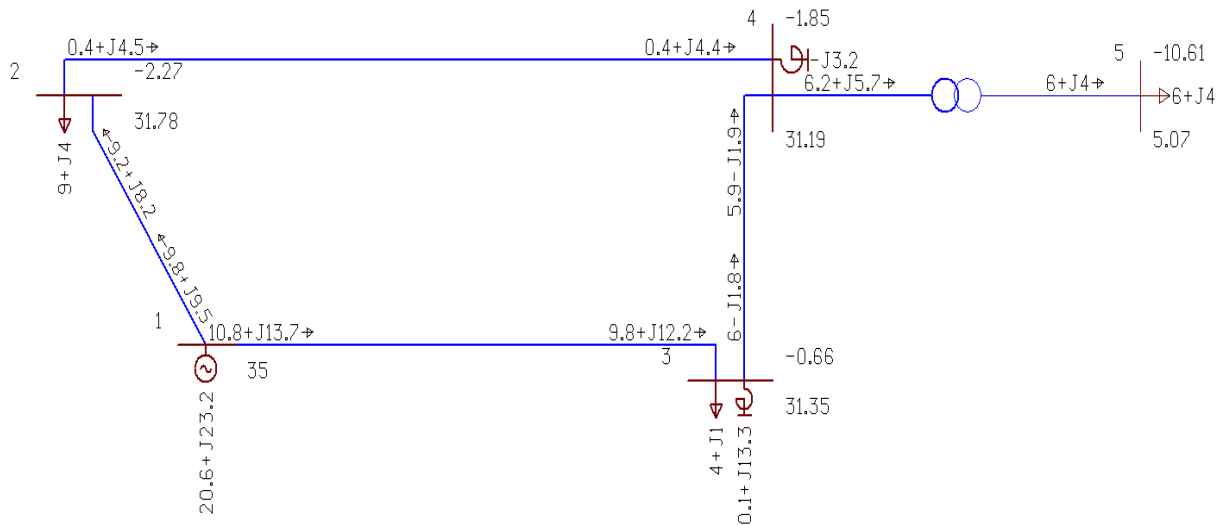


Рисунок 6.

Для отображения схемы необходимо указать на каком месте находится определенный узел через вкладку «Ввод». На схему нанесены потоки мощностей, падения напряжений в узлах, так же мощности нагрузок и компенсирующих устройств.

Кроме продемонстрированного расчета, в этом пакете можно изменять точность отображения данных, районирование (упрощает построение схем с большим количеством элементов), утяжеление режима и так далее.

Программа RastrWin автоматизирует и ускоряет расчет режимов сети, имея при этом огромные возможности начиная от использования баз данных и заканчивая построением схем. Учитывая большое количество элементов в схемах и в целом больших схем этот процесс значительно облегчается. Более подробное описание всех возможностей программы перечислено в документации программы.

### Литература

1. Официальный сайт <http://www.rastrwin.ru/rastr/anno/index.php>, аннотация.
2. Документация программы RastrWin.