STEADY-STATE MODE ANALYSIS OF TOMSK ENERGY SYSTEM «VOSTOCHNAYA» SUBSTATION

N. Ageev, N. Kosmynina

Tomsk Polytechnic University

Substation (SB) Vostochnaya with installed capacity 526 MV*A has been put into service at 1963 year. From its reliable operation depends energy supply most of the Tomsk city, peak backup boiler-house, of the "Sibkabel" plant, ball bearing plant and also Sputnik township which has the training reactor Research Institute of Nuclear Physics [1].

Schematic structure of substation includes the following elements: switch-houses (SH); power transformers (T), autotransformers (AT). SB "Vostochnaya" contains HV-SH, MV-SH-1, MV-SH-2, LV-SH in accordance with Figure 1.

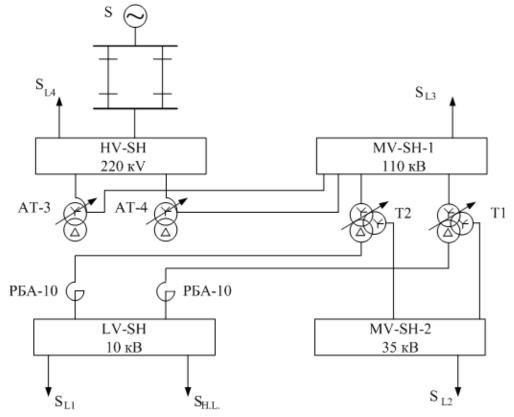


Figure 1 – Schematic structure of «Vostochnaya» substation

It is necessary to make calculations prolonged (steady state) modes (SSM) for the selection and analysis of electrical power equipment.

Some examples of the network calculations in the software packages Mustang and RastrWin3 are given in this paper/

The software package (SP) RastrWin3 are used for decision of problems by calculation, analysis and optimization of steady-state mode of electrical networks and systems.

Set benchmarks for point branches have to be set (Figure 2) with showing all point branches of electrical network. For convenience and clarity, the equivalent circuit has equivalent transformers

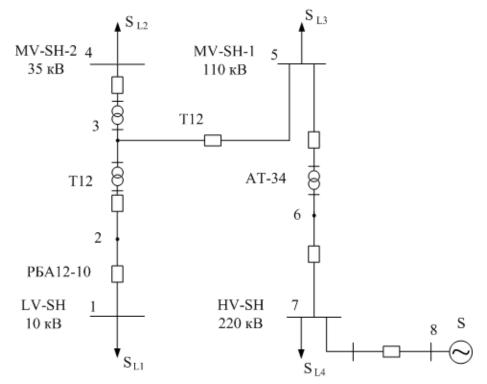


Figure 2 – Scheme SB Vostochnaya for calculate (SSM) in RastrWin3

Some calculate resistance of all branches of the circuit. Transformer T12, type – TДТН-63000/110-76У1 For example, $u_{\rm KB} = 0.5 \cdot (u_{\rm KB-C} + u_{\rm KB-H} - u_{\rm KC-H}) = 0.5 \cdot (10.39 + 17.75 - 7.06) = 10.54\%;$ $u_{\rm KC} = 0.5 \cdot (u_{\rm KB-C} + u_{\rm KC-H} - u_{\rm KB-H}) = 0.5 \cdot (10.39 + 7.06 - 17.75) = -0.15\%;$ $u_{\rm KH} = 0.5 \cdot (u_{\rm KB-H} + u_{\rm KC-H} - u_{\rm KB-C}) = 0.5 \cdot (17.75 + 7.06 - 10.39) = 7.21\%.$ Autotransformer AT34, type – ATДЦТН-200000/220/110-68У1

In ratings energy loss $\Delta P_{\text{KB-C}}$ of autotransformers reports toward the transformer capacity, and the value $\Delta P_{\text{KB-H}}$, $\Delta P_{\text{KC-H}}$ (denote these ratings

$$\begin{split} &\Delta P_{\rm KB-H}', \ \Delta P_{\rm KC-H}') - \text{to the nominal power LV winding. The values} \ \Delta P_{\rm KB-H}' \\ &\Delta P_{\rm KC-H}' \text{ are recalculated to the autotransformer capacity in this way} \\ &\Delta P_{\rm KB-H} = \frac{\Delta P_{\rm KB-H}'}{\alpha^2} = \frac{382}{0.5^2} = 1528 \text{ kW}, \\ &\Delta P_{\rm KC-H} = \frac{\Delta P_{\rm KC-H}'}{\alpha^2} = \frac{344}{0.5^2} = 1376 \text{ kW}, \\ &\Gamma \text{Je } \alpha = \frac{S_{\rm HH}}{\alpha^2} - \text{derating factor}, \\ &\alpha = \frac{100}{200} = 0.5 \text{ o.e.} \\ &\Delta P_{\rm KB} = 0.5 \cdot (\Delta P_{\rm KB-C} + \Delta P_{\rm KB-H} - \Delta P_{\rm KC-H}) = 0.5 \cdot (450 + 1528 - 1376) = 301 \text{kW}; \\ &\Delta P_{\rm KC} = 0.5 \cdot (\Delta P_{\rm KB-C} + \Delta P_{\rm KC-H} - \Delta P_{\rm KB-H}) = 0.5 \cdot (450 + 1376 - 1528) = 149 \text{ kW}; \end{split}$$

Inductive reactance are calculated similarly as for the three-winding transformers. Due to the fact that the low voltage side of the autotransformer decommissioned, calculation do only for the resistance of the windings of higher and secondary voltages.

Current-limiter reactor, type PEA-10-2000-10

Active resistance of single reactor:

$$r_{\rm p} = \frac{\Delta P}{I_{\rm HOM}^2} \cdot 10^{-3} = \frac{16,9}{2^2} \cdot 10^{-3} = 0,425 \text{ Ohm.}$$

where ΔP – nominal energy loss on phase reactor, kW [4],

$$I_{\text{HOM}}$$
 – nominal reactor current, kA [4];
 $x_{\text{p}} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_{\text{HOM}} \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 930 \cdot 10^{-3} = 0,292 \text{ Ohm},$

where L_{HOM} – nominal reactor inductance, H [4].

Load: the value power of load got from [4], for e[ample load 10 kV: $S_1=5$ MV*A; P=4 MW; Q=3 Mvar;

Then we must complete basic data into SP RastrWin3 in point branches and circuits and calculate the steady state mode.

Figure 3 – results table (SSM) in point branches				а\Восточка2.rg2<реж		and a second second							and the second second					
				8 6 0 12 12														
		* 🛠 -			- 4	🤣 [Выд.)	Сеч.] [Выд	BMP] [Be	44. A6.] M	ALL 1.0 [1]		[U] - II	🥔 🛶 🖪	ा सम्बद्ध 🖘	*** ~			
	3/164	× 1104	ж нат															
	1 44	🗰 📧	HH 12	😂 M														
	0	5 Tren	Honep	Hasease	U_HOH	P_H	4.9	P_2	2.9	V_34	Q_min	Q_max	v ~	Delta	Pañon2	س_0		
			1			4,0	3,0											
						4,0	3,0											
						20.0	15.0											
		Harp	6	средняя точка АТЗ4	220								215,46	-1, 14				
						80,0	60,0							-0,64				
	\sim	Baza	8	Систена	220			108,7	76,8	220,0	-1 000,0	1 000,0	220,00					
	0.000																	
Number 2	Coxp Korr Pac-s	нен файл юль нскод т установ 1т. Мах.не	3: WAT3VIp Haix America p Haueroca p 5. V3en 2 3 0.0	актика (босточка2.rg2) (х ежника. Сообщенск) - 1 >V Узел <v th="" у<="" узел=""><th>гол Лиеве</th><th>а Rk Ша 7 0.0</th><th>r 0 1.000</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></v>	гол Лиеве	а Rk Ша 7 0.0	r 0 1.000											
Image: Transformed and the state of the state o					Fig			– re	esul			1.1	SSN	A)	in po	oint		22.09.1
No. II. II. Homework R X B R10 H_mess B H_mess	лы	Расчеты	3\Практик Открыт	а\Восточка2.rg2<реж в Окна Помощь	им.rg2> Стиль	ure	e 3 -			lts 1	tabl	e (in po	oint		22.09.3
Image: style	аы С	Pacueras		а\Восточка2.rg2<реж в Окна Помощь	им.rg2> Стиль	ure	- 3	*	2314214	lts 1	tabl	e (🖂 Оценка			oint		22.09.3
0 5 Ten Human Function Human Function	аы (2) (1)	Pacueros ed : 🌫	Oreparte Dis Dis D	а\Восточка2.rg2<реж в Окна Помощь	им.rg2> Стиль	ure	- 3	*	2314214	lts 1	tabl	e (🖂 Оценка			oint		22.09.3
Open Participant Open Participant<		Pacuerus el 🍛 t 🛠 - × 110	Отерытик Отерытик	а\Восточка2.rg2<реж в Окна Помощь g G Oria Помощь	им.rg2> Стиль	ure	- 3	*	2314214	lts 1	tabl	e (🖂 Оценка			oint		22.09.3
Ø Tupe 6 5 ansame research 2(3 + PV-110 0,00 0,226 -08 3.1 Vip 5 3 PV-10 0,10 1,06 1,000 4 4 Vip 10 5 3 PV-10 0,14 1,06 1,000 4 4 Ø Top 3 4 consere research 2(1 - PV-3) 0,24 0,00 0,335 -4 3 Ø Mon 3 1 Pnacement research 2(1 - PV-3) 0,24 0,00 0,355 -4 3 Ø Mon 3 1 Pnacement research 2(1 - PV-3) 0,24 0,00 0,355 -4 3		Pacuerus * * -		а\Восточка2.rg2<реж в Окла Помощь g G - Or Ent Int Int Int	CTHUR CTHUR CTHUR CTHUR CTHUR C		- 3 -	*	2314214	1ts 1		e ()	🖂 Оценка 📌 🗝 👔		-	oint		22.09.3
Image Type 5 3 PV:10:-(mpaumerowantTiple 0,24) 11,00 .000 .00 6 6 Image 3 4 cpaumerowantTiple 0,25 0,24 0,00 0,035 4 3 Image 1pp 3 2 cpaumerowantTiple macroping 7,07 0,006 -4 -3 Image 1p 2 1 Pameroping 0,49 0,29 -4 -3		Pacuerus		а\Восточка2.rg2<реж в Окта Помоць В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	им.rg2> Стиль Стиль 4 💌 Ф • 4		- 3 -	ВИР) (Вы В. 1,67	21142140 (4, An.) M (5, 17	lts 1		e ()	⊠ Оценка		2_104 -	oint		22.09.3
Op Dp D 4 Opportunity Transfer 0,21 0,00 0,035 -4 -3 V TP 2 4 0 0,00 0,035 -4 -3 V TP 2 4 0 0,00 0,035 -4 -3	550 e ² 2 2	Pacueros	Cripacture Orepain III IIII IIIII IIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	а\Восточка2.rg2<реж в Окта Помоць В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	им.rg2> Стиль (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4)	, UTC 9 Фаз С (Панца, 1 Назвик 11 средни	- 3 -	ВИР) (Вы ВИР) (Вы 1,67 4 0,20	21142144 (4) An.] M 6,17 14,60	1ts 1		e ()	Оценка	→ (1) →	2 2 1001	oint		22.09.3
2 /3/1 2 1 Peartop - PY-10 0,42 0,29 -4 -3	55550 🛓 🗄 😅	Pacueros	Compartue Orepani PEI IN 2 IN 2 IN 1 IN 1 IN 1 IN 1 IN 1 IN 1 IN 1 IN 1	а\Восточка2.rg2<реж в Окта Помоць В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	им.rg2> Стиль 1 Сноте РУ-11 РУ-11	ОССИНСКИ СТАНИИ	3 -	BUP] [Bi R 1,67 4 0,20 0,10 0,24	2114214 44. As.] M 6,17 14,60 0,00 11,06	1ts 1	tabl	e ()	⊠ Оценка	■ (F)3 = ■ (F)3 = = = = = = = = = =	2 2 1001	oint		22.09.3
	555550 n 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	Pactoria	TTDH 3C	а\Восточка2.rg2<реж в Окта Помоць В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	им.rg2> Стиль Ма во С • 4 Г Систе РУ-22 среан РУ-11 среан	Разви Назви Р	3 -	R BHP] [Bu R 1,67 4 0,20 0 0,10 0,24 0,24	× (23142140) (23142140 (23142140) (23142140) (23142140 (23142140) (231410) (23140) (231410) (231410) (231410) (231410) (231410) (231410) (2314100)	1ts 1	tabl	e ()	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2 2 1001	oint		22.09.3
	555550 a 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	Pacueros	Compartue Orepartue Del 20 20 Compartue Den 20 Compartue	а\Восточка2.rg2<реж в Окта Помоць В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	им.rg2> Стиль М С С Стиль Г Систе РУ-22 Средн РУ-11 средн	Сорональная и почеса типит точеса типит типит типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит ти	а 3 - сач.) (Выд сач.) (Выд точез АТЭ (ТЭ4 - РУ-15) 12 - РР-35 12 - Реактор	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	1ts 1	tabl	e ()	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2 2 1001	oint		22.09.3
		Pacueros	Compartue Orepartue Del 20 20 Compartue Den 20 Compartue	а\Восточка2.rg2<реж в Окта Помоць В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	им.rg2> Стиль М С С Стиль Г Систе РУ-22 Средн РУ-11 средн	Сорональная и почеса типит точеса типит типит типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит ти	а 3 - сач.) (Выд сач.) (Выд точез АТЭ (ТЭ4 - РУ-15) 12 - РР-35 12 - Реактор	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	1ts 1	tabl	e ()	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2 2 1001	oint		5
	2 2 2 2 0 1	Pacueros	Compartue Orepartue Del 20 20 Compartue Den 20 Compartue	а\Восточка2.rg2<реж в Окта Помоць В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	им.rg2> Стиль М С С Стиль Г Систе РУ-22 Средн РУ-11 средн	Сорональная и почеса типит точеса типит типит типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит ти	а 3 - сач.) (Выд сач.) (Выд точез АТЭ (ТЭ4 - РУ-15) 12 - РР-35 12 - Реактор	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	1ts 1	tabl	e ()	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2H0H Ha 7 2	oint		22.09.
	22250 • ¹	Pacueros	Compartue Orepartue Del 20 20 Compartue Den 20 Compartue	а\Восточка2.rg2<реж в Окта Помоць В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	им.rg2> Стиль М С С Стиль Г Систе РУ-22 Средн РУ-11 средн	Сорональная и почеса типит точеса типит типит типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит ти	а 3 - сач.) (Выд сач.) (Выд точез АТЭ (ТЭ4 - РУ-15) 12 - РР-35 12 - Реактор	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	1ts 1	tabl	e ()	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2H0H Ha 7 2	oint		22.09.3
pana 7 santah us 7		Pactorna ************************************	Oreganities	а\Восточка2.rg2<реж в Окта Помоць В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	им.rg2> Стиль М С С Стиль Г Систе РУ-22 Средн РУ-11 средн	Сорональная и почеса типит точеса типит типит типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит ти	а 3 - сач.) (Выд сач.) (Выд точез АТЭ (ТЭ4 - РУ-15) 12 - РР-35 12 - Реактор	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	1ts 1	tabl	e ()	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2H0H Ha 7 2	oint		22.09.3
		Pactures	A Deserver Orsepont 20 20 20 10 10 10 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	AND CONSIDER OF OPERATION Operation of the operatio	им.rg2> Стиль М С С Стиль Г Систе РУ-22 Средн РУ-11 средн	Сорональная и почеса типит точеса типит типит типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит ти	а 3 - сач.) (Выд сач.) (Выд точез АТЭ (ТЭ4 - РУ-15) 12 - РР-35 12 - Реактор	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	lts 1	tabl	e ()	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2H0H Ha 7 2	oint		(*************************************
2011 000 000 000 000 000 000 000 000 000		Pactures		A Montone 2 (12) point 0 Oracle 7 (10000001) 2 Oracle 7 (10000001) 2 Oracle 7 (10000000) 2 Oracle 7 (10000000) 2 Oracle 7 (100000000) 2 Oracle 7 (1000000000) 2 Oracle 7 (100000000000000000000000000000000000	им.rg2> Стиль М С С Стиль Г Систе РУ-22 Средн РУ-11 средн	Сорональная и почеса типит точеса типит типит типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит точеса типит ти	а 3 - сач.) (Выд сач.) (Выд точез АТЭ (ТЭ4 - РУ-15) 12 - РР-35 12 - Реактор	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	lts 1	tabl	e (;	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2H0H Ha 7 2	oint		(*************************************
الله المراجع الم المراجع المراجع ا المراجع المراجع		Расциятия	Image: Second	10 Octown 20, 102, 100, 000, 000, 000, 000, 000,	анисяра Стите 24 ж основно руда органи Респут	С С С С С С С С С С С С С С С С С С С	а 3 - сач.) (Выд сач.) (Выд точез АТЭ (ТЭ4 - РУ-15) 12 - РР-35 12 - Реактор	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	lts 1	tabl	e (;	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2H0H Ha 7 2	oint		(*************************************
mm motoreau and the second sec		Pacueres → → → → → → → → → → → → → → → → → → →		14 Останова 2 (12) прем 9 Фенерали 2 (12) 1 (12) 2 (12) 1 (12)	анисяра Стите 24 ж основно руда органи Респут	С С С С С С С С С С С С С С С С С С С	а 3 - сач.) (Выд сач.) (Выд точез АТЭ (ТЭ4 - РУ-15) 12 - РР-35 12 - Реактор	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	lts 1	tabl	e (;	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2H0H Ha 7 2	oint		(*************************************
		Pactures		а Мастина 2 (192) селенала 5 сторов 2 (192) селенала 5 сторов 2 (192) селенала (192) селенала (192) селенала 193 селенала (193) селенала (193) селенала (193) селенала 193 селенала (193) селе	тимисяра Сталье Сталье Сталье Састе ру-12 среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- ровоници са		3 -	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	lts 1	tabl	e (;	Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2H0H Ha 7 2	oint		(*************************************
		Pactures		а Мастина 2 (192) селенала 5 сторов 2 (192) селенала 5 сторов 2 (192) селенала (192) селенала (192) селенала 193 селенала (193) селенала (193) селенала (193) селенала 193 селенала (193) селе	тимисяра Сталье Сталье Сталье Састе ру-12 среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- среда- ровони со састе ровони со састе среда- сре		3 -	BUP) [B B B 1,67 4 0,20 0,24 0,24	21142140 AUL AB.] M 5,17 14,60 0,00 11,06 0,00 7,57	1ts 1 23/09/30 (7/4) 23/09/30 (7/4) 20/09/30 (7/4) 20/00 20/00 20/00 20/00 20/00 20/00 20/00 20/00	tabl		Оценка	■ 073 = ■ 073 = 9 -7 -2 -2 -3	2H0H Ha 7 2	oint		

Figure 4 – results table (SSM) in circuits

In RastrWin3 exists a function demonstration of nodes and branches listed in the table in the form of graphical scheme (Figure 5).

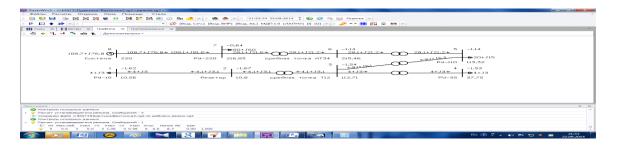


Figure 5 – Schematic structure of «Vostochnaya» substation in RastrWin3

Next, we perform steady-state calculation of the SB $^{\prime\prime}$ Vostochnaya $^{\prime\prime}$ in Mustang

Similarly, working with RastrWin3 to calculate SSM Mustang skid all the necessary background information on units and branches and perform calculations. The calculation results are shown in Figures 6 and 7.

amio Aminio																		
	Les 11		Merner			-	Pn0	I On0	Manual	I Name	I street	1 Pr	Lor.	Omin	Omas			
111 hot 3, 43	-	3 3				-1.0	4,00	0.01	0 10.00		10.0	9						
		28 B	10.0	0 10.7 0 37.7	-	- 3 - 2	4.00	3.0	0 10.00		10.0	0						
DT 35		2 3	110.0	2 112.7	-	-1.5	4.00	0.00	110.00		110.0							
							20.00	18.0										
CoT				0 215.4	16				220.00		220.0	0						
PERSONAL PROPERTY AND INCOME.						-0.0	80,00	60.00										
			0.046	0.000					220.00		0.066	104	76.6	- 10000	10000			
mar 10 1		15-27						7				रू-व					0 Pr 10 4	

Figure 6 – results table (SSM) in point branches

	Динданные Дин	-результ	і аты Утязася	ление Прочие фун		ан <u>Дана</u> 7
шоо" Шрн	нат Понск узлов	Comp	anners T	Сунтны дочерных папс		
ann gananan	Результаты Кусты	us/rose				
	H BULL HUNDLE		I sourcese TT			
	Haznance Nt Ni	NI	B	X In	Ext 1	
	Шины 220	0	7 1.67			
ны 220	AT-CpT	7	6 0.19		1.000	
	Шины 110	6	5 0.09		1.901	
	T-CpT	s	3 0.24		1.000	
	Шины 35 реактор	3	4 0.24		2.987	
	реактор Шины 10	2	1 0.42		10.455	
an rop	LINTER AN		4 0.42	0.290		
	220 07					
теме Ши	nue 220 8.7					
тема Ши	nue 220 8 7			A 8	7	

Figure 7 – results table (SSM) in circuits

Comparing voltages at nodes substation of Tables 3 and 6 shows that the calculation and UR configured correctly for further studies may be used as RastrWin3, and the Mustang.

Given our own experience and the reviews have worked in these software systems, we can say that RastrWin3 has an advantage over Mustang in terms of features, and with it a fairly simple interface and its setting.

To date, many students used RastrWin3 universities in Russia to perform projects and dissertations, thanks student license, which allows you to work with any scheme of up to 60 knots without restrictions [5].

REFERENCES

- Federal grid company of the power pool system. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fsk-ees.ru/press_center/ company_news (дата обращения: 04.09.2014).
- Neklepayev B. N. Elektrical part of power plants and substations: Reference materials for course and degree design. M.: Energoatomizdat, 1989. 608 pages/
- 3. Okolovich M.N. Design of power plants: The textbook for higher education institutions. M.: Energoizdat, 1982. 400 pages.
- 4. Passport of "Vostochnaya" PS of 220 kV.
- 5. RastrWin. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://rastrwin.ru (дата обращения: 04.09.2014).The scheme and the program of development of power industry of the Tomsk region for 2014-2018 years.