

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ СЕРИИ LINE... ФИРМЫ «ПроЭнергСофт» ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЭП

Иванов Н.П.

Приведены краткие сведения о программах серии Line... фирмы «ПроЭнергСофт», их применении в разных организациях и отраслях промышленности России.

Представляемые программы, их расчётное ядро, разработаны в семидесятые - восьмидесятые годы прошлого века. Программы побывали на разных компьютерных платформах, видоизменялись вместе с ЭВМ и требованиями нормативных документов.

Во всех программах расчёта проводов, тросов и самонесущих кабелей заложен метод допускаемых напряжений. По сравнению с отраслевыми методиками в наших программах предусмотрено сравнение всех соотношений критических пролётов. Как оказалось, в некоторых случаях, для южной части России и бывшего союза, последнее сравнение критических пролётов по теории расчёта оказалось необходимым для тяжёлых тросов.

По всем программам вывод результатов производится с экспортом в таблицы Excel, удобные для дальнейшего оформления в проектной документации. Используются новые возможности AutoCAD 2007, в настоящее время ведутся работы по выводу результатов расчётов в графическом виде.

Все программы содержат в результатах расчётов все исходные данные для контроля и размещения в обосновывающих материалах и подлинниках расчётов в архивах проектов.

Справочники проводов, тросов и самонесущих кабелей открыты для редактирования и дополнения.

Механический расчёт проводов, тросов и самонесущих кабелей по программе LineMech классический, с выводом результатов в разных режимах (рис.1,2).

В программе заложены основные нагрузочные режимы, монтажные и необходимые для других расчётов.

В выходной форме представлены исходные данные по климату, условиям расчёта, нормативные нагрузки, значения коэффициентов надёжности, погонных, приведённых нагрузок, критических пролётов. Видна полная картина (тяжения, напряжения, стрелы провеса) поведения провода, самонесущего кабеля при различных сочетаниях климатических условий и длинах пролётов.

Одна из крупных проектно-изыскательских организаций России, работающая на олимпийские объекты в Сочи, построила на основе этой программы свой САПР, используя кривые провисания проводов.

Программа расчёта габаритов пересечений ВЛ с инженерными сооружениями и естественными препятствиями, LineCross, позволяет получать информацию о пролётах пересечений по всему проекту в целом (рис.3).

В пролётах пересечений может быть заложено неограниченное число пересекаемых сооружений, исследуемых на обеспечение габарита при различных климатических условиях.

Расчёты производятся для нормальных и аварийных режимов, с учётом и без учёта длины и веса гирлянд изоляторов.

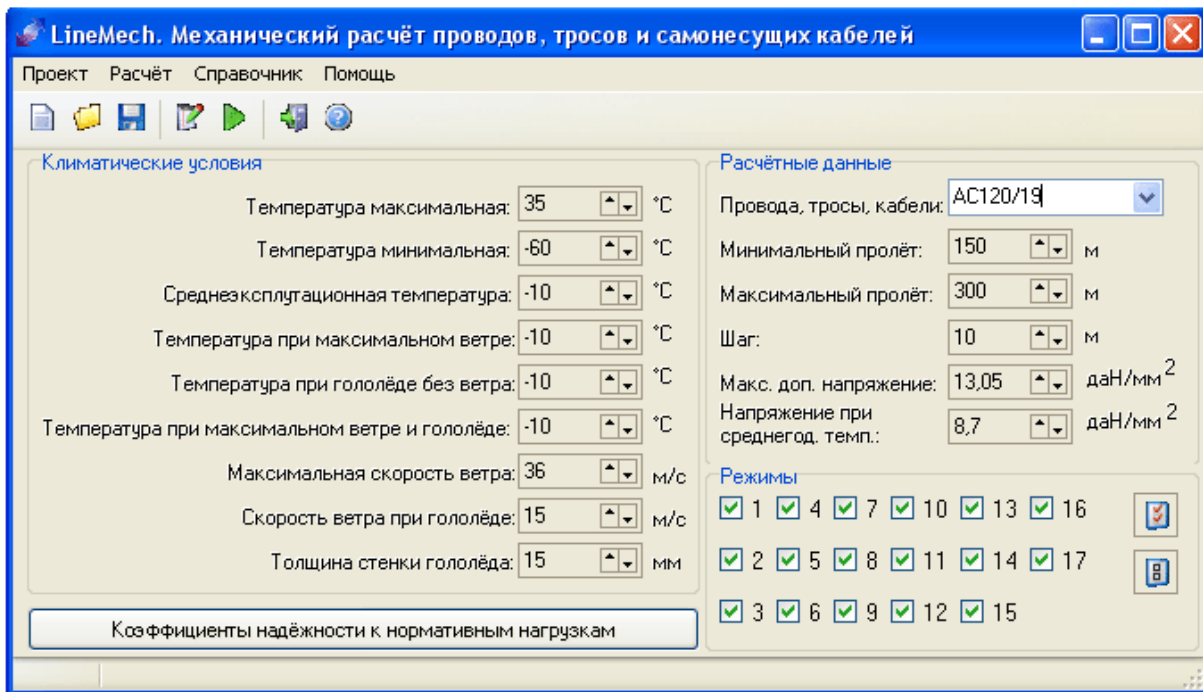


Рис.1 Основное окно программы LineMech.  
Механический расчет проводов, тросов и самонесущих кабелей.

The screenshot shows the output data from the LineMech program in Microsoft Excel. The data is organized as follows:

- Summary Data:**
  - Mode: 66
  - Internal overloading regime: "то же, в режиме внутренних перенапряжений"
  - Weight of conductor, ice, and wind pressure: 7
  - Equivalent load: 0,489410 даН/мм<sup>2</sup>
  - Ice weight and wind pressure: 2,067678 даН/мм<sup>2</sup>
  - Overloading regime: 0,003578
- Input Parameters Table:**

Parameter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Equivalent load, даН/мм <sup>2</sup>	0,0151	0,0128	0,0083	0,0036	0,0034	0,0034	0,0034	0,0034	0,0036	0,0034	0,0034	0,003
Temperature, °C	-10	-10	-10	-15	15	-60	35	-10	15	70	30	2
Ice, мм	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wind, м/с	18	0	36	10	0	0	0	0	0	0	0	0
- Main Results Table:**

Span (м)	Mode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
134,94	Load, даН	1785	1628	1295	965	607	1785	480	881	622	360	506	569
	Stress, даН/мм <sup>2</sup>	13,05	11,90	9,47	7,06	4,44	13,05	3,51	6,44	4,55	2,63	3,70	4,16
	Arrow, м	2,64	2,45	2,00	1,15	1,77	0,60	2,23	1,22	1,79	2,98	2,12	1,88
150,00	Load, даН	1785	1613	1246	837	563	1552	466	766	579	367	486	534
	Stress, даН/мм <sup>2</sup>	13,05	11,79	9,11	6,12	4,11	11,35	3,41	5,60	4,23	2,68	3,56	3,91
	Arrow, м	3,26	3,06	2,57	1,65	2,35	0,85	2,84	1,73	2,38	3,61	2,72	2,48
160,00	Load, даН	1785	1605	1218	768	540	1396	459	706	557	371	476	517
	Stress, даН/мм <sup>2</sup>	13,05	11,73	8,90	5,61	3,95	10,21	3,35	5,16	4,07	2,71	3,48	3,78
	Arrow, м	3,71	3,50	2,99	2,04	2,79	1,08	3,29	2,14	2,81	4,07	3,17	2,92
170,00	Load, даН	1785	1597	1194	712	522	1246	453	658	539	374	468	503
	Stress, даН/мм <sup>2</sup>	13,05	11,68	8,73	5,21	3,82	9,11	3,31	4,81	3,94	2,73	3,42	3,67
	Arrow, м	4,19	3,97	3,44	2,48	3,26	1,37	3,76	2,59	3,28	4,55	3,64	3,39

Рис.2 Выходная форма программы LineMech.  
Механический расчет проводов, тросов и самонесущих кабелей.

Результаты расчётов проектировщики предпочитают приводить на чертежах переходов вместе с исходными данными, что показывает полноту учёта условий пересечения и данных по пересекаемым сооружениям.

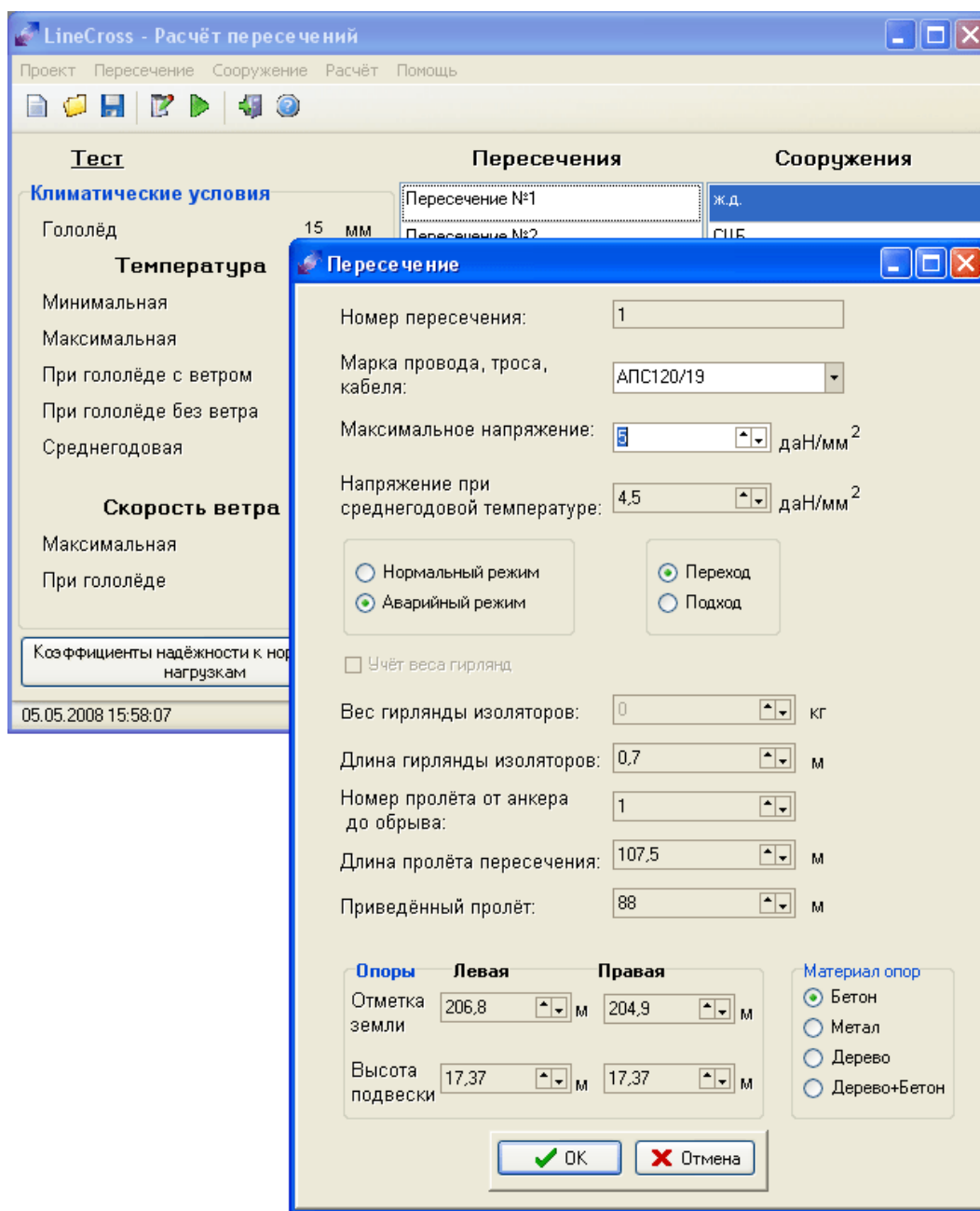


Рис.3 Окна программы LineCross.

Расчет пересечений ВЛ с инженерными сооружениями и естественными препятствиями.

Расчёт монтажных тяжёний и стрел провеса по программе LineMount – заключительный этап принятия решений по проводам, тросам и самонесущим кабелям проектируемой ВЛ (рис.4,5). Также, как и в предыдущей программе, в одном файле исходных данных можно хранить проект полностью, со спусками с опор на порталы, с отпайками и другими заходами ВЛ на подстанции.

Результаты расчётов представлены в двух видах - классическом, как в учебниках, или принятом у проектировщиков северо-западной части России.

Вывод результатов по проводам и тросам в визируемых пролётах производится в одних строках, что удобно для сопоставления стрел провеса и при работе монтажников. Расчёт и сопоставление стрел провеса может быть выполнено также для провода ВЛ и для

самонесущего кабеля ВОЛС, для существующего провода и заменяющего его при реконструкции.

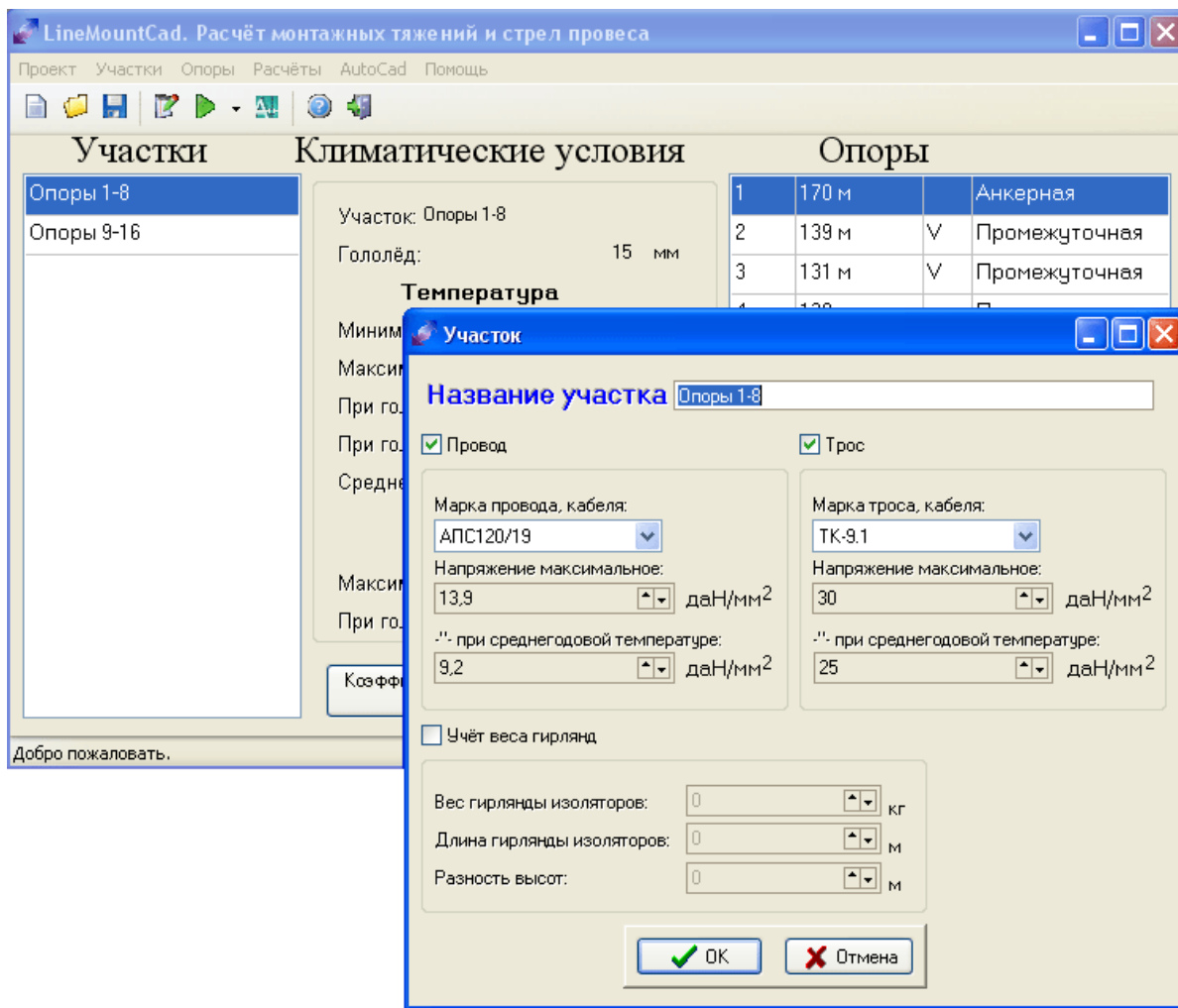


Рис.4 Окна программы LineMount.

Расчет монтажных тяжений и стрел провеса проводов, тросов и самонесущих кабелей.

Для участков трассы с ослабленным тяжением в проводе расчёт может быть выполнен с учётом веса гирлянд изоляторов.

Кроме таблиц монтажных тяжений и стрел провеса формируется журнал расстановки опор с указанием шифров опор, пикетов, углов поворота трассы, пересекаемых сооружений. Подсчитываются длины участков и всей трассы.

Для детального представления подвески ОКШ и ОКГТ на опорах ВЛ проектами предусматривается чертёж поопорной схемы ВОЛС ВЛ без профиля. С применением AutoCAD 2007 появилась возможность связать в одной выходной форме результаты расчёта монтажных тяжений и стрел провеса с журналом расстановки опор.

Наряду с программами для расчёта механической части ВЛ разработана программа расчёта сетей 6, 10, 20 кВ на потери напряжения и токи короткого замыкания, LineNet10 (рис.7,8). Ясно, что она является рыночно востребованной в связи с последующими расчётами релейной защиты, пропускной способностью линий и обеспечением качества электроэнергии у потребителя согласно ГОСТ.

Microsoft Excel - по\_шаблону2.xls

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Введите вопрос

Arial Cyr 10 Ж К Ц

049 fx

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
17	Модуль упругости, даН/мм <sup>2</sup>					8250	Модуль упругости, даН/мм <sup>2</sup>					
18	Кoeffициент лин. темпер. расширения, 1/К					1,92E-05	Кoeffициент лин. темпер. расширения, 1/К					
19												
20	<b>Опоры 1-8</b>											
21	АПС120/19										Ед. изм.	
22	Допускаемое напряжение в проводе					13,9 даН/мм <sup>2</sup>					Допускаемое напряже	
23	Среднеэксплуатационное					9,2 даН/мм <sup>2</sup>					Среднеэксплуатационн	
24	№ погр. опор	Прив. пролёт, м	Длина пролёта, м	Провода (кабеля) при температуре воздуха, °С						№ погр. опор	Прив. пролёт, м	
25				-30	-20	-10	0	+10	+20	+30		
26	Тяжения, даН											
27	1-5	145	570,00	1492	1306	1132	975	839	727	637	1-5	145
28	Стрелы провеса, м											
29	2-3		139,00	0,76	0,87	1,01	1,17	1,36	1,57	1,79	2-3	
30	3-4		131,00	0,68	0,77	0,89	1,04	1,20	1,39	1,59	3-4	
31	Тяжения, даН											
32	5-8	135	405,00	1500	1310	1131	968	827	710	616	5-8	135
33	Стрелы провеса, м											
34	6-7		135,00	0,72	0,82	0,95	1,11	1,30	1,51	1,74	6-7	
35	7-8		135,00	0,72	0,82	0,95	1,11	1,30	1,51	1,74	7-8	

Готово NUM

Рис.5 Выходная форма программы LineMount. Таблица монтажных тяжений и стрел провеса проводов, тросов и самонесущих кабелей, принятая на северо-западе России.

	1 Анк.	2 Пром.	3 Пром.	4 Пром.	5 У110-1
	0+0	1+70	3+9	4+40	5+70
	170	139	131	130	135
Углы и прямые, км	Уг.1;+8*16'0"				
Длина анкерного участка, м	570				
Приведенный пролет, м	145,36				
Марка и допускаемое напряжение в проводе. даН/мм <sup>2</sup> , макс./ср.экспл	АПС120/19 13,9/9,2				
Марка и допускаемое напряжение в тросе. даН/мм <sup>2</sup> , макс./ср.экспл	ТК-9.1 30/25				
Монтажные стрелы провеса, м, провод(трос), при температуре	40	2,01 (2,05)	1,79 (1,82)	1,79 (1,7)	1,59 (1,7)
	30	1,79 (1,91)	1,57 (1,77)	1,39 (1,58)	1,2 (1,45)
	20	1,57 (1,77)	1,36 (1,64)	1,2 (1,45)	1,04 (1,34)
	10	1,36 (1,64)	1,17 (1,5)	1,04 (1,34)	0,89 (1,22)
	0	1,17 (1,5)	1,01 (1,38)	0,89 (1,22)	0,77 (1,11)
	-10	1,01 (1,38)	0,87 (1,25)	0,77 (1,11)	0,68 (1,02)
	-20	0,87 (1,25)	0,76 (1,14)	0,68 (1,02)	
Монтажное тяжение,	40	565 (492)		543 (512)	
	30	637 (528)		616 (555)	
	20	727 (569)		710 (605)	
	10	839 (617)		827 (663)	

Рис.6 Выходная форма программы LineMountCad. Поопорная схема ВЛ, ВОЛС ВЛ

LineNet10

Проект Справочники Расчёт Помощь

Источники питания

Наименование источника питания	Код ист. пит.	Ном. напр. (кВ)	Сопротивление системы (Ом)			
			Макс. режим		Мин. режим	
			R	X	R	X
ПС "Поротниково"	1	10	0.001	1.72	0.001	1.79
ПС "Бакчар"	2	10	0.001	2	0.001	2.5

Линии

101

Описание линий

Участок	Длина участка (км)	Провод. кабель	Шифр графика нагрузок	Макс. нагр. (кВА)	Марка трансф.
101	1	1.4	A35		
1	ТПЗ-1	0.7	A35	20	20
1	2	0.8			
2	16	0.4			
16	ТПЗ-2	0.01		1	125
16	ТПЗ-20	0.1		1	315
2	3	0.9			
3	14	0.1			
14	ТПЗ-13	0.1		1	125
14	ТПЗ-3	0.31		1	80
3	4	0.4			

Режимы работы

Источники, линии		Переключ				Узел откл.	Измен. нагрузки %
От	До	Узел нач.	Узел кон.	Длина (км)	Провод. кабель		
101				0			0
101	202	7	8	9	A35		0

5 Май 2008 г. 16:33:32

Рис.7 Основное окно программы LineNet10. Расчет сетей 6, 10, 20 кВ на потери напряжения и токи короткого замыкания.

Microsoft Excel - Тест1\_норм\_реж.xls

Вводите вопрос

В16 101

5 Сеть 10 кВ ист.пит. ПС "Поротниково" линия 1

6 (В графе "Не доп.раб.ток" звездочкой (\*) помечены участки, где максимальный ток превышает допустимый)

7

8 **Нагрузочный максимум в голове линии (нормальный режим)**

9 Месяц Январь Март Май Июль Август Декабрь

10 Час 8 11 18 3 21 1 11 3 8 11 3 8 10 11

11 659 687 677 275 592 229 505 217 447 504 324 659 659 687

12

13 **Участок** Провод. кабель Максимальная расчётная мощность, кВт·А Максимальный расчётный ток, А Потери напряжения, % Ток к.з. миним. режим, кА Ток к.з. макс. режим, кА Марка трансформатора Ток к.з. на шинах 0.4 кВ ТП, кА Доп. потери в сети 0.4 кВ, % Не доп. раб. ток, \*

14 Начало Конец Длина, км

15

16 101 1 1,400 A35 757,17 43,69 0,98 2,051 2,369 2,002 2,313

17 1 ТПЗ-1 0,700 A35 20,00 1,15 0,98 1,695 1,958 1,664 1,922 TM-40 0,050 17,688

18 1 2 0,800 A35 757,17 43,69 1,53 1,652 1,908 1,623 1,874

19 2 16 0,400 A35 389,20 22,46 1,64 1,498 1,730 1,475 1,704

20 16 ТПЗ-2 0,010 A35 125,00 7,21 1,65 1,495 1,726 1,472 1,700 TM-250 0,272 17,020

21 16 ТПЗ-20 0,100 A35 315,00 18,18 1,67 1,464 1,690 1,442 1,665 TM-630 0,492 16,743

22 2 3 0,900 A35 592,00 30,84 1,88 1,330 1,516 1,324 1,525

23 3 14 0,100 A35 125,00 7,21 1,65 1,495 1,726 1,472 1,700 TM-250 0,272 17,020

24 14 ТПЗ-3 0,310 A35 757,17 43,69 1,53 1,652 1,908 1,623 1,874

25 3 4 0,400 A35 389,20 22,46 1,64 1,498 1,730 1,475 1,704

Готово NUM

Рис.8 Результаты расчёта по программе LineNet10. Расчет сетей 6, 10, 20 кВ на потери напряжения и токи короткого замыкания.

Эта программа решает многие вопросы нормальных режимов и взаиморезервирования, в исходных данных может содержать все фидера районов сетей РАО ЕЭС и промышленных предприятий.

Программы фирмы «Проэнергософт» используются по географии от Санкт-Петербурга до Владивостока, по климату от -25 до -70 минимальной температуры.

Основные потребители программ: организации РАО ЕЭС, предприятия связи, проектные институты нефтегазового комплекса, железной дороги, автодор.

Примечательно использование программ фирмы для целей экспертизы проектов сторонних организаций, применение их как вторых обосновывающих программ при недостатке обоснований в первых.

При наличии замеров стрел провеса на существующих линиях при температурах замеров решаются новые задачи.

Девиз фирмы: автоматизация расстановки опор – преступление против инженера.

Миссия фирмы – открытость и образование. Все постановки задач и их возможности решения «вручную» приведены на сайте фирмы, [www.linecross.ru](http://www.linecross.ru)