



Автономов М.А.
руководитель проекта «Альфа
ЦЕНТР»

К вопросу о расчетах нагрузочных потерь

Добрый день!

В последнее время к нам, группе разработчиков программного обеспечения верхнего уровня систем АСКУЭ, стали поступать обращения по поводу «расчета потерь по упрощенным методикам».

Как выясняется, Методики упрощают до такой степени, что их применение теряет всякий смысл – вместо повышения точности расчетов, их применение приводит к существенным переплатам за потери при покупке электроэнергии на ОРЭ. Погрешности в расчеты, вносимые «вольными упрощениями» могут достигать до 30-ти и более процентов, им тем самым, «упрощенные методики» перестают соответствовать официально утвержденным документам.

В частности:

«ПОРЯДОК РАСЧЕТА И ОБОСНОВАНИЯ НОРМАТИВОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ЕЕ ПЕРЕДАЧЕ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ»

А теперь более подробно на конкретном жизненном примере.

Поступили обращения по поводу расчета нагрузочных потерь в линиях.

При этом, в качестве основы использовался «Метод оперативных расчетов» и соответственно формула:

$$\Delta W_j = 3 * R * I_j^2 * \Delta t_j = R * \frac{P_j^2 + Q_j^2}{U_j^2} * \Delta t_j$$

Когда стали выяснять детали, то оказалось, что в методике, зафиксированной в данном проекте, предлагалось считать, что температура равна постоянной величине (Const), а напряжение равно номиналу.

Обращение с подобными «упрощенными методиками» не единственное.

Поэтому, давайте один раз рассмотрим на конкретных цифрах – к чему приводят подобные подходы.

В зависимости от объема имеющейся информации о схемах, оборудовании и нагрузках сетей, нагрузочные потери электроэнергии за период могут быть рассчитаны одним из следующих методов:

- 1) Метод оперативных расчетов;
- 2) Метод расчетных суток;
- 3) Метод средних нагрузок;
- 4) Метод числа часов наибольших потерь мощности;
- 5) Метод оценки потерь по обобщенной информации о схемах и нагрузках сети.

Причем обращаем внимание, что указанные выше методы расположены в порядке снижения точности расчета.

Основной целью применения «метода оперативных расчетов» является повышение точности расчетов. Разумеется, о достаточной точности можно говорить, если в формулу подставлять реальные значения. Если же вместо них подставлять некие «средние значения», то ни о какой точности не может быть и речи.

В соответствии с методикой, активное сопротивление ВЛ зависит от температуры

$$R = R_0 * (1 + 0,004 * (t^{\circ}C - 20))$$

а фактическое напряжение отличается от номинала.

Как это выглядит в цифрах.

Основные исходные данные для расчета:

АЭпр. = 128 055,84 кВтч

РЭпр. = 83 614,08 кварч

Удельное сопротивление линии = 0,0890 Ом/км

Длина линии = 20,901 км

Температура – расчет на диапазоне значений [-40;+40] С

Напряжение – рассчитывается на основе исходных данных **Ua, Ub, Uc**, измеренных микропроцессорным счетчиком электроэнергии в течении суток. График значений приведен на Рис. 1

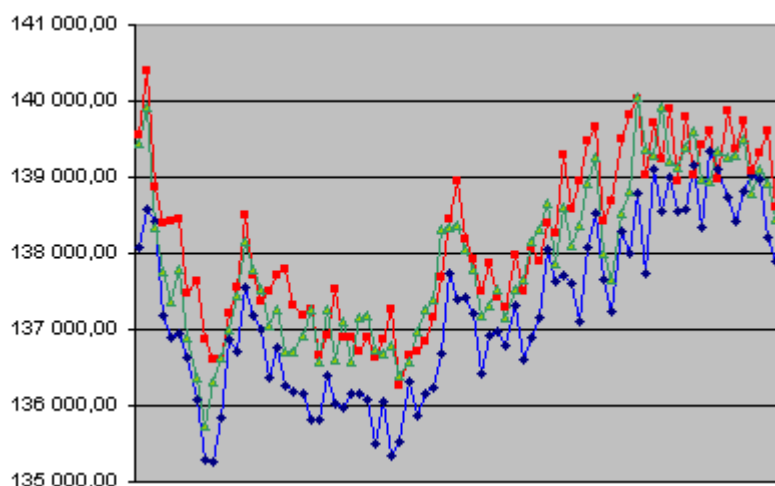


Рис. 1

На основе этих данных рассчитано усредненное значение линейного напряжения, равное **236 кВ**.

Для оценки возможных погрешностей, возникающих вследствие замены фактических значений константами, был выполнен расчет потерь на диапазонах значений:

температура от -40С до + 40С с шагом 5С
напряжение от -3% до + 7% с шагом 1%

Результаты расчетов приведены в *Таблице 1*

Таблица 1

+/- %	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
Uф (кВ)	213,4	215,6	217,8	220	222,2	224,4	226,6	228,8	231	233,2	235,4
40	2 063,67	2 021,76	1 981,19	1 941,73	1 903,50	1 866,31	1 830,25	1 795,22	1 761,17	1 728,14	1 695,96
35	2 025,46	1 984,32	1 944,50	1 905,77	1 868,25	1 831,74	1 796,36	1 761,97	1 728,56	1 696,14	1 664,55
30	1 987,24	1 946,88	1 907,81	1 869,81	1 833,00	1 797,18	1 762,46	1 728,73	1 695,94	1 664,13	1 633,14
25	1 949,02	1 909,44	1 871,12	1 833,85	1 797,75	1 762,62	1 728,57	1 695,48	1 663,33	1 632,13	1 601,74
20	1 910,81	1 872,00	1 834,43	1 797,90	1 762,50	1 728,06	1 694,68	1 662,24	1 630,71	1 600,13	1 570,33
15	1 872,59	1 834,56	1 797,75	1 761,94	1 727,25	1 693,50	1 660,78	1 628,99	1 598,10	1 568,13	1 538,92
10	1 834,38	1 797,12	1 761,06	1 725,98	1 692,00	1 658,94	1 626,89	1 595,75	1 565,49	1 536,12	1 507,52
5	1 796,16	1 759,68	1 724,37	1 690,02	1 656,75	1 624,38	1 593,00	1 562,50	1 532,87	1 504,12	1 476,11
0	1 757,94	1 722,24	1 687,68	1 654,06	1 621,50	1 589,82	1 559,10	1 529,26	1 500,26	1 472,12	1 444,70
-5	1 719,73	1 684,80	1 650,99	1 618,11	1 586,25	1 555,25	1 525,21	1 496,01	1 467,64	1 440,12	1 413,30
-10	1 681,51	1 647,36	1 614,30	1 582,15	1 551,00	1 520,69	1 491,31	1 462,77	1 435,03	1 408,11	1 381,89
-15	1 643,29	1 609,92	1 577,61	1 546,19	1 515,75	1 486,13	1 457,42	1 429,53	1 402,41	1 376,11	1 350,48
-20	1 605,08	1 572,48	1 540,92	1 510,23	1 480,50	1 451,57	1 423,53	1 396,28	1 369,80	1 344,11	1 319,08
-25	1 566,86	1 535,04	1 504,24	1 474,28	1 445,25	1 417,01	1 389,63	1 363,04	1 337,19	1 312,11	1 287,67
-30	1 528,65	1 497,60	1 467,55	1 438,32	1 410,00	1 382,45	1 355,74	1 329,79	1 304,57	1 280,10	1 256,26
-35	1 490,43	1 460,16	1 430,86	1 402,36	1 374,75	1 347,89	1 321,85	1 296,55	1 271,96	1 248,10	1 224,86
-40	1 452,21	1 422,72	1 394,17	1 366,40	1 339,50	1 313,50	1 287,95	1 263,30	1 239,34	1 216,10	1 193,45

Т.е., если считать напряжение равным номиналу (**220кВ**), а температуру равной **20С**, то значение потерь получится равным **1797,9 кВтч**.

Если вместо фактических значений параметров использовать это значение, то вполне очевидно - возникает погрешность.

При замене расчетных значений в *Таблице 1* значением **1797,9 кВтч** будут возникать погрешности приведенные в *Таблице 2* (в процентах от реальных)

Таблица 2

+/- %	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
Uφ (кВ)	213,4	215,6	217,8	220	222,2	224,4	226,6	228,8	231	233,2	235,4
40	-12,9	-11,1	-9,3	-7,4	-5,6	-3,7	-1,8	0,2	2,1	4,0	6,0
35	-11,2	-9,4	-7,5	-5,7	-3,8	-1,9	0,1	2,0	4,0	6,0	8,0
30	-9,5	-7,7	-5,8	-3,9	-1,9	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,1
25	-7,8	-5,8	-3,9	-2,0	0,0	2,0	4,0	6,0	8,1	10,2	12,3
20	-5,9	-4,0	-2,0	0,0	2,0	4,0	6,1	8,2	10,3	12,4	14,5
15	-4,0	-2,0	0,0	2,0	4,1	6,2	8,3	10,4	12,5	14,7	16,8
10	-2,0	0,0	2,1	4,2	6,3	8,4	10,5	12,7	14,9	17,0	19,3
5	0,1	2,2	4,3	6,4	8,5	10,7	12,9	15,1	17,3	19,5	21,8
0	2,3	4,4	6,5	8,7	10,9	13,1	15,3	17,6	19,8	22,1	24,5
-5	4,6	6,7	8,9	11,1	13,3	15,6	17,9	20,2	22,5	24,8	27,2
-10	6,9	9,1	11,4	13,6	15,9	18,2	20,6	22,9	25,3	27,7	30,1
-15	9,4	11,7	14,0	16,3	18,6	21,0	23,4	25,8	28,2	30,7	33,1
-20	12,0	14,3	16,7	19,1	21,4	23,9	26,3	28,8	31,3	33,8	36,3
-25	14,8	17,1	19,5	22,0	24,4	26,9	29,4	31,9	34,5	37,0	39,6
-30	17,6	20,1	22,5	25,0	27,5	30,1	32,6	35,2	37,8	40,5	43,1
-35	20,6	23,1	25,7	28,2	30,8	33,4	36,0	38,7	41,4	44,1	46,8
-40	23,8	26,4	29,0	31,6	34,2	36,8	39,6	42,3	45,1	47,8	50,7

Соответствующая карта погрешностей расчетных потерь в процентах представлена на Рис.2.

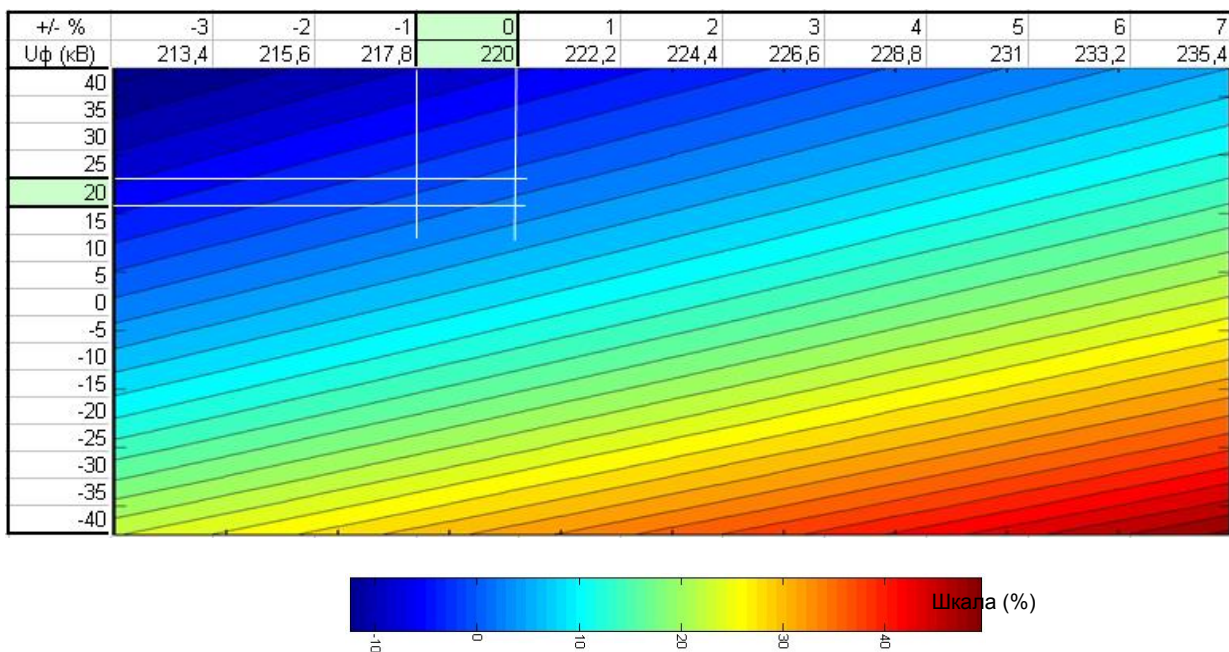


Рис.2

Из результатов наглядно видно. Что в случае покупки электроэнергии на ОРЭ, при применении «упрощенной методики расчета нагрузочных потерь», которая не учитывает реальные значения температуру и напряжение, переплата за потери может достигать до нескольких десятков процентов.

*Хотите поспорить,
или получить консультационную поддержку по вопросам работы с
программным обеспечением верхнего уровня АСКУЭ обращайтесь,*
www.alphacenter.ru
alphacenter@ru.elster.com