

УДК 621.39(075.8)

### РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНЫХ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ И НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10 кВ

**КАДЫРКУЛОВ С.С. , ЖУСУБАЛИЕВА Б.К.**

**КГТУ им. И.Раззакова**

**ХОЖИН Г.Х.**

**Алматинский институт энергетики и связи, г. Алматы**

*Изложена методика расчетного определения потерь энергии и напряжения в ВЛ 10 кВ с использованием данных замеров максимума нагрузки.*

*The technique of settlement definition of losses of energy and tension in HVL of 10 kV with use of these measurements of a maximum of loading is stated*

В нагрузке сельских сетей 0,38-10 кВ всех распределительных электрокомпаний Кыргызстана подавляющую часть составляет электроотопление, пищеварение и горячее водоснабжение, от тока нагрузки которых происходит основная доля потерь мощности (энергии) и возникают напряжения в линии.

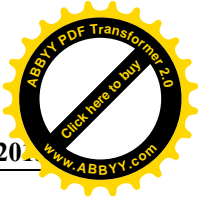
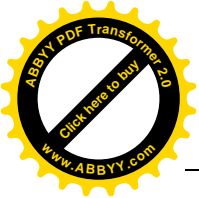
Методику определения этих потерь покажем на примере действующего фидера 10 кВ, схема которого приведена на рис. 1. Общая длина фидера 56,8 км, в том числе суммарная длина отпаяк 35,8 км, а длина магистральной части ВЛ – 21 км, Суммарная нагрузка 2420 кВА. Каждая ТП питает определенное количество индивидуальных домов с электроотоплением.

В табл.1 приведены результаты замеров нагрузок всех ТП фидера, выполненные в режиме максимума нагрузки отопительного периода.

Таблица 1

№ТП										0	1
Количество абонентов	3	7	5	1	8	6	3	4	3	9	5
$S_{ТП}$ кВА	50	95	75	40	10	00	85	70	90	20	85

Мощности нагрузки и значения токов участков фидера 10 кВ с использованием результатов замеров из табл. 1 определяем по выражениям:



$$P_{уч.i} = K_{o3} \sum P_{тп за i}, S_{уч.i} = P_{уч.i} / \cos\varphi, I_{уч.i} = S_{уч.i} / \sqrt{3} \cdot U_n \quad (1)$$

где  $K_{o3}$  – коэффициент одновременности для суммирования нагрузок ТП [1], зависит от количества ТП (табл. 2).  $\sum P_{тп за i}$  – нагрузки ТП, находящиеся ниже рассматриваемого  $i$ -го участка фидера;

$\cos\varphi = 0,93$  – коэффициент мощности;

$S_{уч.i}$  – полная мощность.

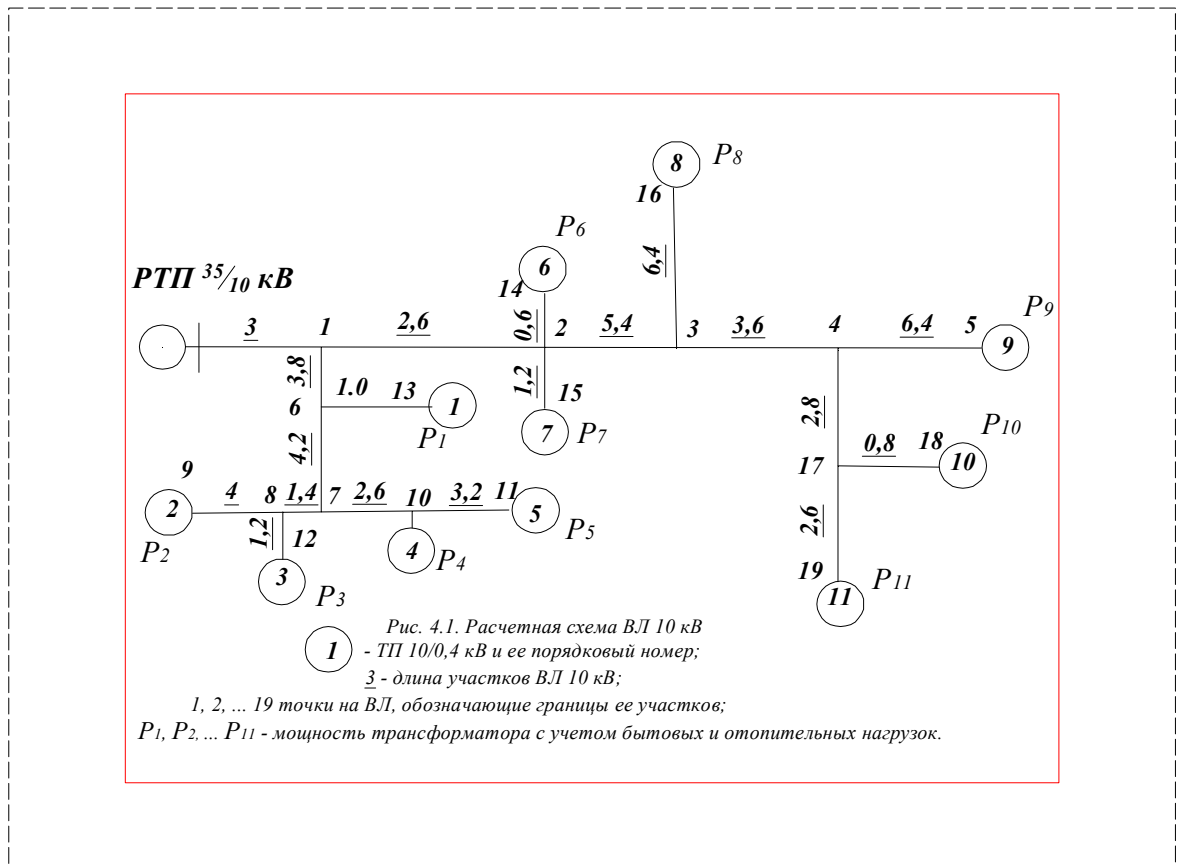


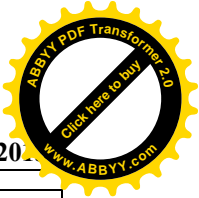
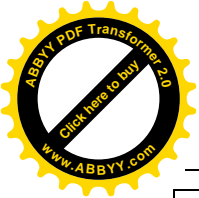
Таблица 2

Значения коэффициента одновременности для суммирования нагрузок ТП

	Число ТП						
	2	3	5	10	2	25 и более	
$K_o$	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	

Результаты расчетов мощности и токов нагрузок участков фидера, определенные по выражениям (1), сведены в табл. 3

Таблица 3



Уч астки	Значения $P_{расч}$ , кВт; $S_{расч}$ , кВа для участков									
	1	1	4	4	3	3	2	2	2	2
	7-19	7-18	-5	-17	-4	-16	-3	-14	-15	
$S_{ра}$ сч, кВА	85	20	90	54,5	75,8	70	91,3	00	85	
$I_{ма}$ с, А	6,50	2,70	6,8	6,3	9	,82	5,76	5,6	6,5	
	Значения $P_{расч}$ , кВт; $S_{расч}$ , кВа; $I_{max}$ , А для участков									
	1	1	7	8	8	7	6	1		P
	-2	0-11	-10	-9	-12	-8	-7	-6		ТП-1
$S_{ра}$ сч, кВА	131	10	05	95	75	33	13,4	76	815	
$I_{ма}$ с, А	5,4	2,14	3,4	1,29	0,1	9,25	1,24	4,85	0,5	

Далее для каждого участка фидера 10 кВ определяем годовые потери энергии. Для  $i$ -го участка потери энергии находятся по выражению:

$$\Delta W_i = 3 I_{max,i}^2 \cdot r_o \cdot l_i \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \text{ кВтч}, \quad (2)$$

где  $I_{max,i}$  – ток нагрузки на  $i$ -ом участке в режиме максимума;

$r_o$  – удельное сопротивление провода ВЛ, для провода АС-50  $r_o=0,61$  Ом/км;

$l_i$  – длина  $i$ -го участка ВЛ 10 кВ;

$\tau$  – время наибольших потерь, согласно [1]  $\tau = 1900$  ч.

$$\Delta W_{\text{аиа}} = \sum_{i=1}^m \Delta W_i$$

Годовые потери  $\Delta W_{\text{год}}$  по фидеру находятся как:

Где  $m$  – количество участков фидера (см. рис. 1.)

Для иллюстрации покажем расчет потерь энергии на участке 3-4 (см. рис. 1.) Значения  $I_{max}$  и  $l_{3-4}$  берем из табл. 4.3

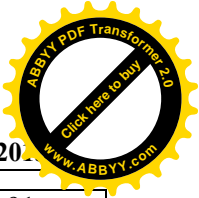
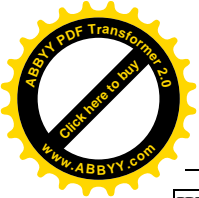
$$\Delta W_{3-4} = 3 (39,3)^2 \cdot 0,61 \cdot 3,6 \cdot 1900 \cdot 10^{-3} = 19349,4 \text{ кВтч.}$$

Результаты расчетов  $\Delta W_i$  сведены в табл. 4.

Таблица 4

Потери энергии на участках фидера 10 кВ

Длина км	Участки фидера									
	17-19	1	4-5	4-17	3-4	3-16	2-3	2-14	2-15	2-
$l_j$	2,6	0,8	6,4	2,8	3,6	6,4	5,4	0,6	1,2	
$\Delta$	24	4	628	64	19	21	39	50	11	



$W_j$ , кВтч	79,5	48,64	0,63	00,46	349,4	47,7	350,0	8,13	36,91
Участки фидера									
	1-2	1	7-	8-9	8-	7-8	6-7	1-6	РТ
	0-11	10		12				П-1	
$l_j$ км	2,6	3,	2,6	4	1,2	1,4	4,2	3,8	3
$\Delta$	38	1	495	17	42	18	24	26	11
$W_j$ , кВтч	700,74	641,22	4,3	74,5	6,0	05,38	856,0	600,4	5101

Таким образом, объем годовых потерь электроэнергии по фидеру 10 кВ, рассчитанные по данным замеров (табл.1), составляет 293,95 тыс. кВтч.

Оценку потерь напряжения в линии фидера 10 кВ и определение его уровня в узловых точках сети (точки 1,2,3,4,5,6,7,17,19 схемы (рис.1) начинаем выполнять с головного участка фидера. При этом напряжение на шинах РТП 35/10 кВ принимаем равным 10,5 кВ. 1, а значение напряжения в точке 1  $U_1$  определяем с учетом его падения на предыдущем участке как разности  $U_1=(10,5 - \Delta U_{рпн-1})$  кВ, где  $\Delta U_{рпн-1}$ , - рассчитанное падение напряжения на участке РТП-1. Аналогичный учет потери  $\Delta U$  ведем для каждого последующего участка. Например, уровень напряжения в точке 3 определяем как  $U_3=(U_2 - \Delta U_{2,3})$  кВ, где  $U_2$  - расчетное значение напряжения в точке 2, полученное с учетом потери напряжения на предыдущем участке 1-2.

Для выполнения расчета воспользуемся методикой [14], где рекомендуется вести расчет с помощью номограммы удельных потерь напряжения в ВЛ 10 кВ с учетом сечения проводов. При этом потеря напряжения в % от фактического значения напряжения в начале участка определяется как  $\Delta U_{\%}=\Delta U_{уд} \cdot S_{расч} \cdot l_y$ , (3)

где  $\Delta U_{уд}$  – удельные потери напряжения для алюминиевых проводов конкретного сечения из номограммы [2];

$S_{расч}$  – расчетная нагрузка участка фидера 10 кВ (из табл. 3).

$l$  – длина участка фидера (из рис. 1).

Покажем определение потери напряжения на примере участка РТП-1 для провода АС-50 по формуле (3). Для АС-50 при  $\cos\varphi=0,93$

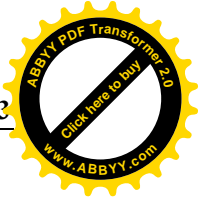
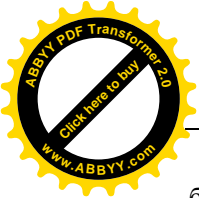
$$\Delta U_{уд}\% = 0,675 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta U_{рпн-1}\% = 0,675 \cdot 10^{-3} \cdot 1815 \cdot 3 = 3,68\%$$

$$\Delta U_{рпн-1} = U_n \cdot 0,035 = 10,5 \cdot 0,030 = 0,381 \text{ кВ}$$

Следовательно, напряжение в точке 1 фидера  $U_1=10,5-0,386=10,11$  кВ.

Аналогично определены значения потерь в процентах и в кВ. Результаты расчетов сведены в табл. 5.



Отметим, что для всех участков фидера величина удельных потерь напряжения  $\Delta U_{уд}\%$  будет одинаковой и равной  $0,675 \cdot 10^{-3}$ , так как одинаковы сечения проводов.

Таблица 5

Показатель и	Расчетная точка на схеме фидера									
						5				0
Длина участка в км	,0	,6	,4	,6	,4	6	,8	,2	,4	,6
$S_{уч}$ , кВА	805	012	64	45	64,52	2	57	74	39	02
$U$ в расч. точке, кВ	0,1	,9	,6	,42	,67	8	,9	,63	,0	,05

Продолжение таблицы .5

Показатели	Расчетная точка на схеме фидера				
	11	1	17	1	19
Длина участка в км	3,2	3,4	2,8	0,8	2,6
$S_{уч}$ , кВА	20	1	445	2	279,6
$U$ в расч. точке, кВ	9,4	9,08	8,9	8,6	8,4

Из расчетов (табл. 5) видно, что при существующих нагрузках потери напряжения во всех контрольных точках фидера, включая вводы 10 кВ ТП, имеет место пониженное напряжение, а в точках 9,10,11,16,17,18,19 уровень снижения напряжения составляет 8-13%, что недопустимо согласно [28].

### Литература

- 1.Будзко И.А. Зуль Н.М. Электроснабжение сельского хозяйства. М.: Агр - ропромиздат, 1990.
- 2.Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование – 3-е изд., перераб. и доп.. М.: Агрпромиздат, 1990 .