

ОБ УДЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ СТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

И. Д. КУТЯВИН

Для технико-экономической оценки вариантов линий электропередачи, отдельных участков сети, схем электроснабжения и подстанций, технико-экономического исследования серий трансформаторов и двигателей при их проектировании приходится пользоваться такими технико-экономическими удельными показателями, как удельные капзатраты в систему на один киловатт потребляемой мощности и расчетная стоимость электроэнергии в месте потребления.

Автору известны две официальные методики, посвященные этому вопросу*. Как видно из названий, они носят частный характер и, к сожалению, содержат существенные недостатки, о которых будет сказано ниже. Поэтому назрела необходимость разработки обобщенных рассматриваемых технико-экономических удельных показателей.

Удельные расчетные капзатраты на один киловатт мощности, передаваемой потребителю, или теряемой в сети или трансформаторе, состоят из следующих составляющих:

1. Капзатраты на добавочную мощность электростанций системы, необходимую для передачи потребителю 1 кВт.

2. Капзатраты на добавочную производительность топливодобывающего цеха станции, необходимую для выработки добавочной мощности системы.

3. Капзатраты на добавочную пропускную способность электрических сетей системы до места потребления 1 кВт.

Для упрощения задачи капзатраты на электросети можно принять пропорциональными суммарным капзатратам на сооружение электростанций системы и составляющими (40÷50) % этих затрат.

Для передачи потребителю 1 кВт мощности, приключенному на каком-либо участке сети, с шин электростанции необходимо выдать мощность $P_{ш} > 1$, учитывающую потери в предыдущей сети. Тогда

* Руководящие и нормативные указания по выбору экономической плотности тока для линий электропередачи. Теплоэлектропроект, М. 1961; П. Г. Грудинский. Проект указаний по технико-экономическому обоснованию выбора уровня и соотношения потерь в электрических двигателях и трансформаторах при проектировании массовых серий. (См.: П. М. Тихомиров. Расчет трансформаторов. ГЭИ, 1962).

добавочная мощность системы с учетом собственного расхода электростанции и резерва мощности в системе

$$P_d = \kappa_{сн} \kappa_p P_{ш}, \quad (1)$$

где $P_{ш} = 1,0 \div 1,15$ — мощность, отдаваемая с шин электростанции для передачи потребителю 1 *квт*;

$\kappa_p = 1,1 \div 1,15$ — коэффициент резерва системы;

$\kappa_{сн}$ — коэффициент, учитывающий расход мощности на собственные нужды электростанции, и мощность, потребляемую топливодобывающим цехом (шахтой, угольным разрезом) станции.

Расход мощности на собственные нужды электростанции обычно принимается в пределах $6 \div 8\%$. Расход мощности топливодобывающим цехом станции в относительных единицах можно определить из выражения

$$P_t = q w_y \frac{T_{мп}}{T_{мт}}, \quad (2)$$

где q — удельный расход условного топлива (*ут*) на 1 *квт·ч*, $\frac{т \cdot ут}{квт \cdot ч}$;

w_y — удельный расход электроэнергии на добычу одной тонны условного топлива, $\frac{квт \cdot ч}{т \cdot ут}$;

$T_{мт}$ — годовая продолжительность использования максимума топливо добывающего цеха;

$T_{мп}$ — то же для потребителя.

Тогда коэффициент

$$\kappa_{сн} = 1,07 + P_t = 1,07 + q w_y \frac{T_{мп}}{T_{мт}}. \quad (3)$$

Максимум мощности в процентах, потребляемой топливо добывающим цехом при $w_y = (30 \div 60)$, $q = 0,35 \cdot 10^{-3}$.

$$P_t = 100 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3} (30 \div 60) = (1,0 \div 2,1) \%$$

Это существенная мощность и пренебрегать ею нельзя.

Капзатраты на сооружение добавочной мощности электростанций и сетей, отнесенные на 1 *квт* передаваемой потребителю мощности

$$З_{уэс} = C_c \kappa_{эс} P_d, \quad (4)$$

где C_c — удельные капзатраты на один установленный киловатт мощности электростанции,

$\kappa_{эс} = 1,0 \div 1,5$ — коэффициент, учитывающий капзатраты на создание добавочной пропускной способности сетей до места потребления 1 *квт*.

Для станционных потребителей $\kappa_{эс} = 1$, а для самых удаленных $\kappa_{эс} = 1,5$.

Годовой расход условного топлива на 1 *квт* мощности у потребителя

$$Q_t = \kappa_{сн} P_{ш} T_{мп} q. \quad (5)$$

Капзатраты на создание добавочной производительности топливобывающего цеха и транспорта топлива в связи с передачей потребителю 1 *квт*

$$З_{ут} = C_t Q_t = C_t \kappa_{сн} P_{ш} T_{мп} q, \quad (6)$$

где C_t — удельные капзатраты на сооружение топливной базы и транспорта топлива производительностью в одну тонну *ут* в год, *руб./т. ут*.

Суммарные капзатраты на добавочную мощность системы на 1 кВт передаваемой потребителю мощности

$$Z_{ук} = Z_{уэс} + Z_{ут} = \kappa_{сн} P_{ш} (C_c \kappa_p \kappa_{эс} + C_T q T_{мп}). \quad (7)$$

В таблице приведены ориентировочные значения $Z_{ук}$, вычисленные из (7) при $\kappa_{сн} = 1,085$; $\kappa_p = 1,1$; $C_T = 30 \frac{\text{руб}}{\text{т} \cdot \text{ут}}$ и $C_c = 130 \frac{\text{руб}}{\text{квт}}$ (в ценах 1969 г.); $q = 0,35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{т} \cdot \text{ут}}{\text{квт} \cdot \text{ч}}$.

Остальные исходные данные указаны в таблице.

Таблица

Место присоединения потребителя	P	$\kappa_{эс}$	$Z_{у}$	Значения $T_{м}$, час				
				2000	3000	4000	5000	6000
1. Станционные потребители	1	1,0	$Z_{ук}$ $Z_{уэ}$	179 0,006	188 0,006	200 0,006	212 0,006	224 0,006
2. Потребители сетей 110 кв и выше	1,06	1,25	$Z_{ук}$ $Z_{уэ}$	230 0,0080	242 0,0074	254 0,0072	266 0,0070	278 0,0069
3. Потребители вторичных сетей 6—35 кв	1,09	1,35	$Z_{ук}$ $Z_{уэ}$	254 0,0088	265 0,0081	278 0,0077	290 0,0075	303 0,0073
4. Потребители третичных сетей 0,4—6 кв	1,12	1,5	$Z_{ук}$ $Z_{уэ}$	286 0,0099	298 0,0089	311 0,0083	323 0,0080	336 0,0078

При определении $Z_{ук}$ в руководящих и нормативных указаниях не учитываются следующие показатели:

1. Капзатраты на добавочную пропускную способность сети до места потребления 1 кВт.

2. Капзатраты на добавочную мощность системы и добавочную производительность топливной базы, необходимые для покрытия мощности потерь в сети до места потребления 1 кВт.

3. Расход на собственные нужды в топливной составляющей капзатрат.

4. Капзатраты на добавочную мощность системы, необходимую для питания топливодобывающего цеха.

5. Коэффициент попадания в максимум системы κ_m в капзатратах на создание добавочной топливной базы.

Далее, целесообразнее вообще не вводить в выражение для $Z_{ук}$ коэффициент κ_m и коэффициент экономической эффективности p_n , а употреблять произведение $\kappa_m p_n Z_{ук}$, так как значения κ_m и p_n для потребителей могут быть различными.

В работе проф. П. Г. Грудинского в качестве $Z_{ук}$ употребляются полные удельные капитальные вложения в систему (κ_c) в руб/квт. Расшифровки этого понятия мы не нашли.

Расчетная стоимость электроэнергии в месте потребления состоит из следующих составляющих:

1. Из себестоимости электроэнергии, отдаваемой с шин электростанции при передаче потребителю 1 *квт*.

2. Из отчислений на амортизацию, ремонт и обслуживание от полных капзатрат на сеть до места потребления 1 *квт*.

Годовая стоимость электроэнергии, отдаваемой с шин станции при передаче потребителю 1 *квт*:

$$Z_{\text{ш}} = C_{\text{эш}} P_{\text{ш}} T_{\text{мп}}. \quad (8)$$

Отчисления от капзатрат на сеть до места потребления 1 *квт*:

$$Z_{\text{а}} = c_{\text{с}} p_{\text{ар}} (\kappa_{\text{эс}} - 1), \quad (9)$$

где $p_{\text{ар}}$ — норма отчислений на амортизацию, ремонт и обслуживание в относительных единицах,

$C_{\text{эш}}$ — себестоимость электроэнергии, отдаваемой с шин электростанции.

Тогда суммарные годовые эксплуатационные затраты на 1 *квт*:

$$Z_{\Sigma} = Z_{\text{ш}} + Z_{\text{а}} = C_{\text{эш}} P_{\text{ш}} T_{\text{мп}} + c_{\text{с}} p_{\text{ар}} (\kappa_{\text{эс}} - 1). \quad (10)$$

Расчетная стоимость электроэнергии (*руб/квт·ч*)

$$Z_{\text{уз}} = C_{\text{эш}} P_{\text{ш}} + \frac{c_{\text{с}} p_{\text{ар}}}{T_{\text{мп}}} (\kappa_{\text{эс}} - 1). \quad (11)$$

Ориентировочные значения расчетной стоимости электроэнергии в месте потребления, вычисленные из (11) при $C_{\text{эш}} = 0,006 \frac{\text{руб}}{\text{квт} \cdot \text{ч}}$

$$c_{\text{с}} = 130 \frac{\text{руб}}{\text{квт}}; \quad p_{\text{ар}} = 0,10, \text{ приведены в таблице.}$$

Для определения расчетной стоимости электроэнергии потерь холостого хода трансформаторов из (11) нужно $T_{\text{мп}}$ заменить полным временем включения трансформатора в году, а для потерь в проводах сети и обмотках трансформаторов — временем потерь τ .

В указанных выше методиках в себестоимости электроэнергии учтены только топливная составляющая и амортизационные отчисления от капзатрат на добавочную мощность. В себестоимости топлива не учтен расход на собственные нужды. Это может приводить к недопустимой погрешности в оценке расчетной себестоимости электроэнергии.

Определение расчетной себестоимости электроэнергии по предлагаемому методу едва ли более сложно, чем оценка ее только по указанным двум составляющим.

В заключение нужно заметить, что ряд вопросов, затронутых в статье, имеет дискуссионный характер, поэтому желательно материал этой статьи подвергнуть обсуждению.