

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$T_{\text{мп}}$ — то же для потребителя.

Тогда коэффициент

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

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

$$P_t = 100 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3} (30 \div 60) = (1,0 \div 2,1) \%. \quad (4)$$

Это существенная мощность и пренебрегать ею нельзя.

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

$$З_{\text{уэс}} = C_{\text{с}} \kappa_{\text{эс}} P_d, \quad (5)$$

где $C_{\text{с}}$ — удельные капзатраты на один установленный киловатт мощности электростанции.

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

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

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

$$Q_t = \kappa_{\text{сн}} P_{\text{ш}} T_{\text{мп}} q. \quad (6)$$

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

$$З_{\text{ут}} = C_t Q_t = C_t \kappa_{\text{сн}} P_{\text{ш}} T_{\text{мп}} q, \quad (7)$$

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

Суммарные капитальные затраты на добавочную мощность системы на 1 кВт передаваемой потребителю мощности

$$Z_{\text{ук}} = Z_{\text{ус}} + Z_{\text{ут}} = \kappa_{\text{сн}} P_{\text{ш}} (C_{\text{с}} \kappa_{\text{р}} \kappa_{\text{эс}} + C_{\text{т}} q T_{\text{мп}}). \quad (7)$$

В таблице приведены ориентировочные значения $Z_{\text{ук}}$, вычисленные из (7) при $\kappa_{\text{сн}} = 1,085$; $\kappa_{\text{р}} = 1,1$; $C_{\text{т}} = 30 \frac{\text{руб}}{\text{т} \cdot \text{ут}}$ и $C_{\text{с}} = 130 \frac{\text{руб}}{\text{квт}}$ (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	$\kappa_{\text{эс}}$	$Z_{\text{у}}$	Значения $T_{\text{м}}$, час				
				2000	3000	4000	5000	6000
1. Станционные потребители	1	1,0	$Z_{\text{ук}}$ $Z_{\text{уэ}}$	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	$Z_{\text{ук}}$ $Z_{\text{уэ}}$	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	$Z_{\text{ук}}$ $Z_{\text{уэ}}$	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	$Z_{\text{ук}}$ $Z_{\text{уэ}}$	286 0,0099	298 0,0089	311 0,0083	323 0,0080	336 0,0078

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

1. Капитальные затраты на добавочную пропускную способность сети до места потребления 1 кВт.

2. Капитальные затраты 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 капитальных затрат.

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

5. Коэффициент попадания в максимум системы $\kappa_{\text{м}}$ в капитальных затратах на создание добавочной топливной базы.

Далее, целесообразнее вообще не вводить в выражение для $Z_{\text{ук}}$ коэффициент $\kappa_{\text{м}}$ и коэффициент экономической эффективности $\rho_{\text{н}}$, а употреблять произведение $\kappa_{\text{м}} \rho_{\text{н}} Z_{\text{ук}}$, так как значения $\kappa_{\text{м}}$ и $\rho_{\text{н}}$ для потребителей могут быть различными.

В работе проф. П. Г. Грудинского в качестве $Z_{\text{ук}}$ употребляются полные удельные капитальные вложения в систему ($\kappa_{\text{с}}$) 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*:

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

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

$$З_a = c_c p_{ар} (\kappa_{эс} - 1), \quad (9)$$

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

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

Тогда суммарные годовые эксплуатационные затраты на 1 *квт*:

$$З_э = З_{ш} + З_a = C_{эш} P_{ш} T_{мп} + c_c p_{ар} (\kappa_{эс} - 1). \quad (10)$$

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

$$З_{уэ} = C_{эш} P_{ш} + \frac{c_c p_{ар}}{T_{мп}} (\kappa_{эс} - 1). \quad (11)$$

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

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

Для определения расчетной стоимости электроэнергии потерь холостого хода трансформаторов из (11) нужно $T_{мп}$ 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.