

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ НИЗКОГО КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Центральной проблемой, способствующей выполнению задач связанных с качеством электроэнергии, является правильное определение величины экономического ущерба вызванного низким качеством электроэнергии. Решение этой проблемы позволит обоснованно подходить к экономическим аспектам управления качеством электроэнергии.

В настоящее время в экономической и правовой системе отсутствуют какие либо методические и методологические разработки стоимостной оценки ущерба. В связи с этим важное значение приобретает проблема разработки методики оценки экономического ущерба от низкого качества электроэнергии.

Объем научно-исследовательских работ по качеству электроэнергии, безусловно, расширился [1–6]. По существу комплекс вопросов, связанных с качеством поставляемой электроэнергии, определил создание нового научного направления в энергетике, которое сформировалось и начинает успешно развиваться.

Вопросы качества электрической энергии исследуются Харьковской национальной академией городского хозяйства.

Вопросам ущерба от перерывов электроснабжения уделяют внимание А. В. Лесных, В. В. Лесных [6], в частности, в статье «Оценка ущерба и регулирование ответственности за перерывы в электроснабжении: зарубежный опыт» обобщены результаты прогноза ущерба от перерывов различной длительности у разных категорий потребителей – население, сфера услуг, промышленность. Там же сделана попытка систематизации зарубежного опыта ведения законодательных и организационных основ ответственности электрических компаний за перерывы в поставке электроэнергии.

Однако среди трудов перечисленных авторов и других ученых нет таких, которые бы рассматривали вопросы, связанные с методикой оценки экономического ущерба от низкого качества электроэнергии.

Цель работы – на основе анализа исследуемого материала предложить методику количественной оценки ущерба от низкого качества электроэнергии.

Период выполнения основных работ по определению величины экономического ущерба может

быть подразделен по времени на три характерных этапа: первый – 1958–1968 гг., второй – 1969–1980 гг., третий – настоящее время.

Характерной особенностью первых двух периодов является то, что все предлагаемые методические подходы к определению ущерба построены практически на одном принципе подразделения величины ущерба на две составляющие: ущерб, связанный с внезапностью прекращения электроснабжения, и ущерб из-за простоя оборудования, сопровождающегося недовыработкой продукции.

Отсутствие принципиальных противоречий во всех работах этих периодов позволило сотрудникам энергетического института им. Г. М. Кржижановского (ЭНИИ) в 1968 г. выпустить обобщающую методику [7], в которой рассмотрено четыре различающихся последствиями случая срыва производственного процесса и даны расчетные формулы определения экономических потерь от недовыпуска продукции при нарушении электроснабжения. По другим составляющим ущерба, обусловленным нарушением технологического процесса, браком продукции, порчей сырья и материалов, выходом из строя и сокращением срока службы инструмента и оборудования, простоем персонала, перерасходом элементов производства и т. п., общих рекомендаций выработано не было. Авторы пришли к выводу о целесообразности составления математических моделей расчета этих составляющих в ведомственных и отраслевых методиках, учитывающих специфику производства.

Были отдельные попытки, например А. А. Зайкой [8], составить модели, учитывающие в общем виде хотя бы часть из перечисленных составляющих и отражающие влияние разных факторов вводом соответствующих коэффициентов, но такие подходы распространения не получили.

Количественные значения ущерба представлялись либо в абсолютных величинах по отдельным предприятиям при одном отказе, либо в удельных величинах, отнесенных к единице отключаемой мощности, единице недоотпущенной электроэнергии, единице времени перерыва электроснабжения.

В 1975 г. Госкомитетом стандартов СМ СССР была издана «Методика определения экономическо-

го ущерба от отказов» [9], она явилась первым межотраслевым документом, посвященным выработке методов оценки ущерба. Средний ущерб на отказах и на час простоя по этой методике предлагалось определять статистическим способом, что для электроэнергетики крайне сложно, так как такая статистика либо отсутствует, либо ее объем очень мал, в результате вывод средних показателей в большинстве случаев получается не совсем корректным.

Наряду с исследованиями отдельных авторов проводились работы в институтах и научно-исследовательских организациях.

Методические разработки с представлением моделей расчета ущерба были в Омском политехническом институте (ОмПИ) [10], Горьковском политехническом институте (ГПИ) [11] и ВНИИпроект-электромонтаже (ВНИИПЭМ) [12].

В ходе составления таких моделей выяснилось, что не все исходные данные, необходимые для расчета ущерба, могут быть получены из учетно-статистической и плановой документации. Выявилась необходимость оценки редких событий и величин, для которых традиционные статистические методы неприменимы. Это привело исследователей к использованию методов экспертного оценивания. Большая работа по составлению методики определения параметров моделей расчета ущерба экспертным путем была проведена во ВНИИПЭМ. Большая неопределенность оцениваемых событий и величин, а также недостаточная осведомленность экспертов иногда не позволяют получать оценки с приемлемой точностью. В связи с этим был разработан комбинированный способ оценивания по данным экспертного опроса в любой (даже единичной) информации о статистических наблюдениях. Способ основан на Байесовском подходе. Предложено уточнение весовых коэффициентов компетентности экспертов и прямое комбинированное оценивание по результатам разнородной информации [13].

Анализ современных тенденций показал, что на сегодняшний день методическое обеспечение по вопросам оценки ущерба отсутствует. Можно сослаться на Временную методику определения размера убытков, причиненных нарушениями хозяйственных договоров, от 21 декабря 1990 г., которая не утратила законной силы и применяется в части, не противоречащей новому законодательству Украины. Однако Временная методика предназначена для определения размера убытков, причиненных нарушением хозяйственных договоров, заключенных между предприятиями и организациями и совсем не затрагивает вопросы, связанные с качеством поставляемой электроэнергии. К тому же, необходимо понимать, что эта методика в большей части устарела и нуждается в коренной переработке с учетом изменившихся обстоятельств.

Рассмотрение указанных методических подходов показывает, что имеется много разногласий по отдельным вопросам методики, и, как следствие этого, отсутствие общепринятой методики становится тормозом в определении ущерба. Существующие методики, определяющие экономический ущерб, не удовлетворяют требованиям современного производства и условиям рыночной экономики. В связи с этим возникает необходимость создания общей методики экономической оценки ущерба.

В этой связи автором работы разработана Методика оценки величины экономического ущерба, возникающего от низкого качества электроэнергии (далее по тексту Методика).

Предлагаемая Методика может применяться всеми предприятиями и организациями, независимо от вида собственности.

Применение Методики будет способствовать реализации предприятиями и организациями своих прав на возмещение ущерба (убытков), причиненных ненадлежащим выполнением обязательств по договору об энергоснабжении.

Методика может применяться также при исчислении размера ущерба и при отсутствии договорных отношений.

Величина ущерба трактуется исходя из технологического, экологического, технико-экономического, экономического и социально-экономического подхода.

Экономический ущерб от низкого качества электроэнергии вызывается простоем рабочей силы и производства, недоиспользованием ресурсов, недовыпуском продукта (услуги), непроизводительным расходом или уничтожением ресурсов, снижением качества продукции, перерасходом элементов производства. В качестве ресурсов выступают: рабочая сила, средства труда, предметы труда и готовая продукция, а также природные ресурсы и основные фонды в отраслях производственной и непроизводственной сферы.

Рассмотрим все составляющие экономическоего ущерба.

Простой рабочей силы, производства и недоиспользование ресурсов.

Под простоем производственных рабочих понимается временная приостановка работы на предприятии, в цехе, на участке или рабочем месте, сопровождаемая прекращением выпуска продукции, или выполнением работы, услуги. Учет внутрисменных простоев в соответствии с действующими правилами ведется, начиная от 5 мин. (для отдельных производств: конвейеров, поточных линий и т. д. — от 1 мин.).

Ущерб от простоя рабочих определяется величиной заработной платы, выплачиваемой за время простоя, с учетом дополнительной заработной платы и отчислений на социальное страхование.

Ущерб от простоя рабочей силы:

$$Y_{PC} = t_{II} \left(1 + \frac{\alpha_D}{100} \right) \left(1 + \frac{\alpha_H}{100} \right) K_{II} \sum_{I=1}^n C_{зш} * N_I, \quad (1)$$

где: t_{II} – длительность простоя рабочих, ч;

α_D – средний процент дополнительной заработной платы в виде отчислений на оплату отпусков от суммы дополнительно начисленной основной заработной платы;

α_H – установленный процент отчислений на социальное страхование;

K_{II} – постоянный коэффициент, учитывающий особенности затрат предприятия при простое рабочих;

n – число разрядов рабочих;

$C_{зш}$ – среднечасовая заработная плата рабочего I -го разряда, грн;

N_I – число простаивающих рабочих I -го разряда, чел.

При этом $K_{II} = K_1 * K_2 * K_3$,

где: K_1 – учитывает уменьшение оплаты рабочим за время простоя, как правило $K_1 = 0,5$;

K_2 – учитывает, что часть рабочих (примерно 10 %) во время перерыва используются на других работах = 0,9;

K_3 – учитывает, что при отключениях энергосистема, как правило, сохраняет электроснабжение нагрузок аварийной и технологической брони (до 30 %), $K_3 = 0,7+1$.

Ущерб от недоиспользования производственных средств:

$$Y_{ПФ} = E_H * \frac{K}{\mathcal{E}_Г} * M_{OT} \Delta t = E_H * \frac{K}{\mathcal{E}_Г} * \mathcal{E}_{нед}, \quad (2)$$

где: E_H – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений;

K – стоимость основных и оборотных средств предприятия, грн;

$\mathcal{E}_Г$ – годовое потребление электроэнергии, кВт·ч;

M_{OT} – отключенная мощность (нагрузка), кВт;

Δt – время перерыва производственного процесса, ч;

$$\Delta t = t_э + t_{ТХН} \quad (3)$$

где: $t_э$ – длительность нарушения электроснабжения, ч;

$t_{ТХН}$ – количество часов, необходимое для восстановления технологического процесса после восстановления электроснабжения, ч;

$\mathcal{E}_{нед}$ – количество недопоставленной электроэнергии за время нарушения электроснабжения, кВт·ч.

Ущерб от возрастания доли условно-постоянных затрат в себестоимости выпускаемой продукции: для одно- и двухсменных предприятий:

$$Y_{УПЗ} = K_{II} \frac{\Phi_{оп}}{\mathcal{E}_Г} \mathcal{E}_{нед}, \quad (4)$$

где: $\Phi_{оп}$ – годовой фонд оплаты труда основного производственного персонала предприятия, грн;

для предприятий с непрерывным производственным процессом и для трехсменных предприятий:

$$Y_{УПЗ}^H = \left(E_H * \frac{K}{\mathcal{E}_Г} + K_{II} \frac{\Phi_{оп}}{\mathcal{E}_Г} \right) \mathcal{E}_{нед}. \quad (5)$$

Ущерб от простоя производства:

$$Y = \frac{\Delta Z_{\text{гт}} (t' - t_э)}{\mathcal{E}_{нед}}, \quad (6)$$

где: $\Delta Z_{\text{гт}} = Z_{\text{гт}}' - Z_{\text{гт}}$ дополнительные затраты труда (грн/ч);

$Z_{\text{гт}}'$ – дополнительные затраты труда, обусловленные нарушением электроснабжения, грн/ч;

$Z_{\text{гт}}$ – затраты труда при нормальном режиме работы, грн/ч;

t' – общая продолжительность времени от начала нарушения электроснабжения до окончания переработки части продукции, недопереработанной в течение простоя производства, ч.

Недополученная прибыль в результате простоя предприятия (Π_{II}) определяется по формуле:

$$\Pi_{II} = \sum_i^n \Delta \Pi_i (\Pi_{CI} - C_{CI}), \quad (7)$$

где: n – количество типов или наименований продукции, ед.;

$\Delta \Pi_i$ – недовыпуск i -го типа продукции из-за простоя предприятия, нат. ед.;

Π_{CI} – средняя оптовая стоимость (отпускная цена) единицы i -го типа недопроизведенного продукта (услуги), грн;

C_{CI} – средняя себестоимость i -го типа недопроизведенного продукта (услуги), грн.

Недовыпуск продукта (услуги)

Из всех видов потерь, возникающих вследствие низкого качества электроэнергии, недовыпуск продукции является наиболее весомым: во-первых, он затрагивает основную функцию предприятия – производство установленного продукта или выполнение заданных работ, предоставление услуг и т. д., а во-вторых, недовыпуск продукции отражается на функцио-

нировании смежных звеньев. Важность рассматриваемого вопроса стимулирует предприятия осуществлять комплекс мероприятий, позволяющих сокращать или компенсировать возникающий при остановках недовыпуск продукции, — это создание различного рода производственных резервов как у поставщиков, так и у потребителей продукции, а также отраслевых и государственных резервов готовой продукции. Принимаются также различные конструкторские, технологические и организационные решения, позволяющие снизить «чувствительность» производственных процессов к отказам технических систем.

Мероприятия такого рода требуют существенных капитальных вложений и текущих затрат как в самой технической системе, так и в смежных звеньях и составляют значительную долю ущерба от низкого качества электроэнергии.

Ущерб при недовыпуске продукции зависит от возможности и способа компенсации недовыпуска продукции.

По структуре ущерба всех потребителей можно разделить на четыре группы:

I группа — низкое качество электроэнергии приводит к невосполнимому уменьшению выпуска продукции;

II группа — недовыпущенная продукция может быть произведена в дальнейшем за счет организации сверхурочных работ;

III группа — восполнение продукции можно осуществить интенсификацией производственного процесса (форсированный режим);

IV группа — недовыпуск продукции восполняется за счет резерва по производительности без дополнительных затрат.

Ущерб от уменьшения выпуска продукции потребителей I группы:

$$Y_I = \frac{(E_H K + C_{\text{пост}})}{T} \Delta t, \quad (8)$$

где: $C_{\text{пост}}$ — постоянная часть годовых эксплуатационных расходов производства, не зависящая от объема выпущенной продукции, грн;

T — количество часов работы предприятия в год, ч.

Ущерб от работы в сверхурочное время потребителей II группы:

$$Y_{II} = \frac{[(K_{\text{св}} - 1)\Phi_{\text{зп}} + K_{\text{св}}\Phi_{\text{вп}}]t_c}{T}, \quad (9)$$

где: $K_{\text{св}}$ — коэффициент увеличения оплаты за сверхурочную работу;

$\Phi_{\text{зп}}$ — годовой фонд оплаты труда основных производственных рабочих, работающих сверхурочно, грн;

$\Phi_{\text{вп}}$ — годовой фонд оплаты труда вспомогательного персонала, обслуживающего оборудование при сверхурочных работах, грн;

t_c — продолжительность сверхурочных работ, вызванных необходимостью компенсации недовыпуска продукции из-за подачи электроэнергии низкого качества, ч;

T — количество часов работы предприятия в год, ч.

Ущерб от форсированного режима работы предприятия потребителей III группы:

$$Y_{III} = C_{\text{пер}} P_0 (K_\phi - 1) \gamma t_\phi, \quad (10)$$

где: $C_{\text{пер}}$ — переменная часть эксплуатационных расходов производства на единицу продукции, грн;

P_0 — часовой выпуск продукции при номинальном режиме работы потребителя, нат. ед.;

K_ϕ — коэффициент увеличения оплаты за работу в форсированном режиме;

γ — кратность форсированного режима, равная отношению выпуска продукции в форсированном режиме к выпуску продукции в номинальном режиме за форсированное время;

t_ϕ — время работы предприятия в форсированном режиме, ч.

Если интенсификация производства во время форсированного режима работы требует дополнительных затрат, которые могут быть рассчитаны и документально подтверждены, они тоже должны включаться в сумму ущерба. В сумму ущерба также включаются расходы по уплате санкций уплаченных контрагентам (в результате нарушения сроков (графика) поставки продукции, других причин).

Тогда величина ущерба будет определена по формуле:

$$Y_{\text{СК}} = (Z_{\text{пр}} + Z_{\text{фор}}) \times \left(1 + \frac{\alpha_{\text{д}}}{100}\right) \left(1 + \frac{\alpha_{\text{н}}}{100}\right) + Z_{\text{экс}} + Z_{\text{кон}}, \quad (11)$$

где: $Z_{\text{пр}}$ — оплаты труда основных производственных рабочих за время простоя, грн;

$Z_{\text{фор}}$ — доплата работникам за форсированный режим работы, грн;

$Z_{\text{экс}}$ — дополнительные эксплуатационные затраты, грн;

$Z_{\text{кон}}$ — сумма санкций контрагентам, грн.

Непроизводительный расход или уничтожение ресурсов, снижение качества продукции.

К ущербу от низкого качества электроэнергии, вызванному непроизводительным расходом ресурсов или их уничтожением, можно отнести: выпуск продукции низкого качества; брак продукта или полупродукта; порчу предметов труда; непроизводительный расход предметов труда при простое, наладке и доведении технологического процесса производства до номинального режима.

Ущерб от выпуска продукции (работ, услуг) низкого качества:

$$Y_{\text{пнк}} = (Ц - Ц') * П_{\text{н}} \quad (12)$$

где: $Ц$ – цена единицы продукции (работ, услуг) номинального качества, грн;

$Ц'$ – цена единицы продукции (работ, услуг) низкого качества, грн;

$П_{\text{н}}$ – количество единиц продукции (работ, услуг) низкого качества, нат. ед.

Приведенное соотношение относится к случаю поставки продукции низкого качества потребителям. Но в ряде случаев предприятие-производитель имеет возможность при соответствующей экономической целесообразности доработать продукцию с целью повышения ее качества до номинального уровня. Тогда ущерб состоит в непроизводительном (без выпуска дополнительного объема продукции) расходе материальных и трудовых ресурсов на исправление и доработку продукции. При устранении недостатков в полученной продукции (выполненных работах) силами сторонней организации размер ущерба определяется стоимостью работ по устранению недостатков, выполненных этой сторонней организацией.

Если для устранения недостатков указанная продукция доставлялась до местонахождения сторонней организации, в сумму ущерба включаются также расходы по ее транспортировке. В состав расходов также включаются расходы, связанные с необходимостью командирования работников предприятия для проведения работ по устранению недостатков продукции у потребителя (транспортных, командировочных и др.), или расходов по транспортировке этой продукции от потребителя и обратно для проведения указанных работ в местонахождении поставщика.

Расходы по уплате санкций исчисляются как сумма всех санкций, уплаченных предприятием контрагентам за ненадлежащее качество продукции (снижение сортности, технико-экономического уровня и т. п.) по вине ответчика.

Ущерб при доработке продукции до номинального уровня в сфере производства:

$$Y_{\text{дп}} = [Z_{\text{пг}} + Z_{\text{пг}} + \Phi_{\text{зп}}(1 + K_{\text{до}})] * П_{\text{н}} \quad (13)$$

где: $Z_{\text{пг}}$ – стоимость предметов труда (сырье, материалы, энергия и др.), отнесенных на себестоимость единицы продукции, грн;

$Z_{\text{пг}}$ – стоимость покупных изделий (связанных с доработкой продукции до номинального качества), отнесенных на себестоимость единицы продукции, ч;

$\Phi_{\text{зп}}$ – фонд оплаты труда работников предприятия, расходуемый на исправление единицы продукции, грн;

$K_{\text{до}}$ – коэффициент, выражающий отношение пеховых расходов и расходов по содержанию оборудования к основной заработной плате рабочих;

$П_{\text{н}}$ – количество единиц продукции низкого качества, подвергающихся исправлению, нат. ед.

Дополнительные затраты по сырью, материалам, изделиям, топливно-энергетическим ресурсам, использованным на устранение недостатков, определяются как сумма стоимости этих ресурсов по покупным ценам с учетом транспортно-заготовительных затрат.

Экономический ущерб обуславливается не только снижением качества предметов труда, средств труда или порчей продукции, но и затратами на электроэнергию.

Ущерб от затрат на электроэнергию образуется при условии, если не до конца переработанная продукция до возобновления нормального режима работы теряет свои качества. Если продукция во время сбоя производственного процесса теряет свои качества (портится), то вся электроэнергия, затраченная на переработку (от начала работы до начала сбоя), будет бесполезной и ущерб от этого должен определяться ее стоимостью.

Ущерб, определяемый количеством электроэнергии, затраченной на производственный процесс (при условии, если продукция теряет полностью свои свойства и качества).

$$Y_{\text{эп}} = \frac{T_{\text{ср}} * C_{\text{эл}}}{t_{\theta}} \quad (14)$$

где: $T_{\text{ср}}$ – продолжительность работы оборудования до начала события, час;

$C_{\text{эл}}$ – стоимость одного кВт-ч электрической энергии, грн/ч;

t_{θ} – период времени, в течение которого перерабатываемая продукция приходит в негодность, ч.

Из данного выражения видно, что при прочих равных условиях величина затрат электрической энергии, входящая в состав ущерба, зависит от продолжительности работы потребителей до момента события, и чем больше это время, тем значительнее влияние затрат электроэнергии на общий ущерб.

Брак продукта или полупродукта.

В зависимости от характера дефектов брак делится на исправимый (неокончательный) и неисправимый (окончательный). Исправимым считается брак, когда продукцию или работу технически возможно и экономически целесообразно исправить путем соответствующей доработки. В противном случае брак является неисправимым и такая продукция идет в лом либо принимается решение о ее использовании не по назначению.

Естественно, что эти обстоятельства обуславливают и методику подсчета величины ущерба от брака продукции.

Ущерб от окончательного брака продукта или полупродукта выражается в потерях от уничтожения некоторого количества ресурсов и потерях из-за некомпенсируемого или компенсируемого недовыпуска продукции попавшей в брак. Ущерб от окончательного брака продукции включает: стоимость предметов труда (сырья, материалов, энергии, топлива) ($Z_{пт}$) грн и стоимость покупных изделий, отнесенных на себестоимость продукции ($Z_{пиз}$) грн; сумму оплаты труда, затраченной на изготовление единицы продукции до момента обнаружения брака ($\Phi_{зпб}$) грн; расходы по содержанию средств труда, участвующих в изготовлении данной продукции, и соответствующую часть цеховых расходов ($K_{цо}$). Из величины ущерба исключается стоимость окончательно забракованной продукции по цене возможного ее использования (C_b) грн, но к ней добавляются затраты на ликвидацию или утилизацию бракованной продукции ($Z_{лу}$) грн.

Ущерб от брака продукции, возникшего за время нарушения электроснабжения:

$$Y_{бвэ} = ((Z_{пт} + Z_{пиз}) + (1 + K_T) + \Phi_{зпб}(1 + K_{цо}) - C_b + Z_{лу})P_b, \quad (15)$$

где: K_T – средний коэффициент транспортно-заготовительных расходов по предприятию. Если транспортно-заготовительные расходы незначительны или их определение невозможно или документально не подтверждено, то $K_T = 0$;

P_b – количество бракованной продукции, нат. ед.

Если число типов бракованной продукции несколько, то общий ущерб ($Y_{общ}$) является суммой по каждому типу бракованной продукции:

$$Y_{общ} = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n, \quad (16)$$

где: n – число типов бракованной продукции.

Перерасход элементов производства.

Ущерб из-за расходов по оплате за заявленную мощность:

$$Y_{озм} = \frac{M_T}{T} M_{от} \Delta t = \frac{M_T}{T} \mathcal{E}_{нед}, \quad (17)$$

где: M_T – размер годовой оплаты предприятия за 1 кВт заявленной мощности, грн;

Принимая во внимание, что плата за электроэнергию для промышленных предприятий предусмотрена за потребленный кВт·ч и за заявленную мощность в часы максимума энергосистемы, целесообразно расчитать ущерб на кВт·ч недополученной энергии и кВт отключенной мощности.

Ущерб за потребленный кВт·ч и за заявленную мощность:

$$Y = \left(E_H \frac{K}{\mathcal{E}_T} + K_{пз} \frac{\Phi_{оп}}{\mathcal{E}_T} \right) \mathcal{E}_{нед} + \frac{M_T}{T} M_{от} \Delta t. \quad (18)$$

Расчетный пример оценки экономического ущерба от низкого качества электроэнергии.

С целью выявления возникающих последствий от низкого качества электроэнергии на одном из Харьковских предприятий по производству резино-технических изделий было проведено обследование за один календарный месяц по предлагаемой методике. Обследование предприятия проводилось по отдельным пехам, технологическим процессам и предприятию в целом. При обследовании изучались данные по источникам питания, схемам электроснабжения, присоединенной мощности электроприемников и электропотреблению, стоимости основных средств предприятия, годовому фонду зарплаты всех производственных рабочих, коэффициенту суммарной начисленной амортизации от стоимости основных фондов, годовому времени работы предприятия, количеству рабочих по отдельным пехам и сменам.

Влияние качества электрической энергии на величину и структуру ущерба по предприятию изучалось в течение 30, 60 и 120 мин.

Ущерб от оплаты рабочим за вынужденный простой и от возрастания расходов по оплате рабочим за сверхурочные работы определялся с учетом возможности использования части рабочих на других работах во время нарушения электроснабжения в виде низкого качества электроэнергии.

При обследовании пренебрегалось некоторым возрастанием обще заводских и общецеховых затрат в себестоимости продукции, возникающих из-за низкого качества электроэнергии.

Предприятие выпускает резино-технические изделия: резиновые коврики, втулки, резиновые амортизаторы, чехлы защитные, вантузы и т. д.

Проведем расчет ущерба по предприятию за один календарный месяц за время 0,5 ч, 1 ч, 2 ч соответственно по одному типу изделия (резиновые коврики).

Исходные данные по предприятию:

годовое потребление электроэнергии – 75 000 кВт·ч;

отключенная мощность (нагрузка) – 30 кВт;

количество недопоставленной электроэнергии за время нарушения электроснабжения в виде низкого качества электроэнергии – 20 кВт·ч;

годовой фонд оплаты труда основного производственного персонала предприятия 4-го разряда – 640 000 грн;

годовой фонд оплаты труда вспомогательного персонала, обслуживающего оборудование при сверхурочных работах – 33 600 грн;

нормативный коэффициент эффективности капиталовложений – 20 %;

стоимость основных и оборотных фондов предприятия – 1 200 000 грн;

средний процент дополнительной заработной платы – 10 %;

установленный процент отчислений на социальное страхование – 38 %;

среднечасовая заработная плата рабочего 4-го разряда – 20 грн;

коэффициент увеличения оплаты за сверхурочную работу – 1,5;

средняя отпускная цена единицы продукции (резиновый коврик) по видам: А, Б, В – 16,0 грн; Г, Д – 18,2 грн;

цена единицы продукции (резиновый коврик) низкого качества: вид А, Б, В – 12,8 грн; Г, Д – 14,56 грн;

средняя себестоимость продукции (резиновый коврик): вид А, Б, В – 12,5 грн; Г – 13,4 грн; Д – 13,7 грн;

стоимость предметов труда (сырья, материалов, энергии, топлива) – 7,5 грн;

продукция, вырабатываемая предприятием за один час работы (резиновый коврик) – вид А, Б, В – 20 ед., вид Г, Д – 18 ед.

Основными цехами предприятия являются: цех подготовки сырья, подготовительный, каландровый, сборочный, вулканизационный.

Цех подготовки сырья состоит из складов сажи, каучука и других материалов. Ущерб от подачи электроэнергии низкого качества отсутствует.

В подготовительном цехе в резиносмесителях приготавливаются различные резиновые смеси из натурального и искусственного каучука, сажи и других компонентов; из 8 резиносмесителей одновременно в работе находятся 6 агрегатов.

При подаче электроэнергии низкого качества в течение 30 мин. и более происходит преждевременная вулканизация, а в резиносмесителях смесь застывает в виде кусков и становится непригодной к дальнейшей переработке. После возобновления нормального режима электроснабжения требуется около 1 ч для очистки вальпов и резиносмесителей от испорченной и застывшей смеси. В результате происходит простой рабочей силы (простаивает 6 рабочих).

Ущерб от простоя рабочих рассчитаем по формуле (1)

$$Y_{0,5ч} = 0,5 ч \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) \left(1 + \frac{38}{100}\right) + 0,45 \times 20 \text{ грн} \times 6 \text{ чел.} = 41 \text{ грн.}$$

$$Y_{1ч} = 1 ч \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) \left(1 + \frac{38}{100}\right) + 0,45 \times 20 \text{ грн} \times 6 \text{ чел.} = 82 \text{ грн.}$$

$$Y_{2ч} = 2 ч \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) \left(1 + \frac{38}{100}\right) + 0,45 \times 20 \text{ грн} \times 6 \text{ чел.} = 164 \text{ грн.}$$

Итого по цеху величина ущерба за один месяц составит:

$$Y = 41 + 82 + 164 = 287 \text{ грн.}$$

В каландровом цехе изготавливается резиновая дорожка. Основное оборудование цеха: вальцы – 3 шт., шприц-машина – 3 шт. При нарушении электро-снабжения на 10 мин. и более происходит преждевременная вулканизация смеси на вальцах и застывает смесь в шприц-машинах и на каландрах. На наладку технологического процесса после восстановления нормального режима электроснабжения требуется 1 ч.

Ущерб главным образом возникает от выпуска продукции низкого качества (на 1 час приходится 2 коврика низкого качества каждого вида) и простоя рабочих простаивает (4 рабочих).

Величину ущерба от выпуска продукции низкого качества рассчитаем по формуле (12)

$$Y_{0,5ч} = 1(16 \text{ грн} - 12,8 \text{ грн}) + 1(16 \text{ грн} - 12,8 \text{ грн}) + 1(16 \text{ грн} - 12,8 \text{ грн}) + 1(18 \text{ грн} - 14,56 \text{ грн}) + 1(18 \text{ грн} - 14,56 \text{ грн}) = 16,48 \text{ грн.}$$

$$Y_{1ч} = 2(16 \text{ грн} - 12,8 \text{ грн}) + 2(16 \text{ грн} - 12,8 \text{ грн}) + 2(16 \text{ грн} - 12,8 \text{ грн}) + 2(18 \text{ грн} - 14,56 \text{ грн}) + 2(18 \text{ грн} - 14,56 \text{ грн}) = 32,96 \text{ грн.}$$

$$Y_{2ч} = 4(16 \text{ грн} - 12,8 \text{ грн}) + 4(16 \text{ грн} - 12,8 \text{ грн}) + 4(16 \text{ грн} - 12,8 \text{ грн}) + 4(18 \text{ грн} - 14,56 \text{ грн}) + 4(18 \text{ грн} - 14,56 \text{ грн}) = 65,92 \text{ грн.}$$

Ущерб от простоя рабочих составит:

$$Y_{0,5ч} = 0,5 ч \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) \left(1 + \frac{38}{100}\right) + 0,45 \times 20 \text{ грн} \times 4 \text{ чел.} = 27,32 \text{ грн.}$$

$$Y_{1ч} = 1 ч \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) \left(1 + \frac{38}{100}\right) + 0,45 \times 20 \text{ грн} \times 4 \text{ чел.} = 54,65 \text{ грн.}$$

$$Y_{2ч} = 2 ч \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) \left(1 + \frac{38}{100}\right) + 0,45 \times 20 \text{ грн} \times 4 \text{ чел.} = 109,30 \text{ грн.}$$

Итого по цеху величина ущерба составит: при 0,5 ч. $Y = 16,48 + 27,32 = 43,8 \text{ грн.}$

1 ч. $Y = 32,96 + 54,65 = 87,61 \text{ грн.}$

2 ч. $Y = 65,92 + 109,30 = 175,22 \text{ грн.}$

Итого по цеху величина ущерба за один месяц составит:

$$Y = 43,8 + 87,61 + 175,22 = 306,63 \text{ грн.}$$

В цехе вулканизации установлено 5 вулканизационных прессов, на которых вулканизируется одновременно 5 резиновых ковриков. При нарушении

нии нормального режима электроснабжения даже на одну минуту возникает брак продукции (5 ковриков) и простой рабочих (5 рабочих). Ущерб от брака продукции не изменяется от продолжительности нарушения электроснабжения в интервале времени от 30 мин. до 2 ч.

Ущерб от брака продукции рассчитаем по формуле (15)

$$Y = ((7,5 \text{ грн} + 0) + (1 + 0,3) + 20 \text{ грн}(1 + 0,38) - 0 + 10 \text{ грн}) \times 5 = 232,5 \text{ грн.}$$

Ущерб от простоя рабочих составит:

$$Y_{0,5\text{ч}} = 0,5 \text{ ч} \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) \left(1 + \frac{38}{100}\right) + 0,45 \times 20 \text{ грн} \times 6 \text{ чел.} = 41 \text{ грн.}$$

$$Y_{1\text{ч}} = 1 \text{ ч} \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) \left(1 + \frac{38}{100}\right) + 0,45 \times 20 \text{ грн} \times 6 \text{ чел.} = 82 \text{ грн.}$$

$$Y_{2\text{ч}} = 2 \text{ ч} \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) \left(1 + \frac{38}{100}\right) + 0,45 \times 20 \text{ грн} \times 6 \text{ чел.} = 164 \text{ грн.}$$

Итого по цеху величина ущерба составит:

при 0,5 ч. $Y = 232,5 + 41 = 273,5 \text{ грн.}$

1 ч. $Y = 232,5 + 82 = 314,5 \text{ грн.}$

2 ч. $Y = 232,5 + 164 = 396,5 \text{ грн.}$

Общий ущерб по цеху за один месяц составит:

$$Y = 273,5 + 314,5 + 396,5 = 984,5 \text{ грн.}$$

В сборочном цехе вручную производится сортировка, браковка и клеймение изделий. При нарушении режима электроснабжения возникает простой рабочей сила. Однако в нашем случае рабочие были заняты на других работах.

Указанные события привели к недоиспользованию предприятием в течение месяца производственных фондов.

Ущерб от недоиспользования производственных фондов рассчитаем по формуле (2)

$$\text{при } 0,5 \text{ ч. } Y = 0,2 \times \frac{1200000 \text{ грн}}{75000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}} \times 30 \text{ кВт} \times 1,5 \text{ ч} = 144 \text{ грн.}$$

$$1 \text{ ч. } Y = 0,2 \times \frac{1200000 \text{ грн}}{75000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}} \times 30 \text{ кВт} \times 2 \text{ ч} = 192 \text{ грн.}$$

$$2 \text{ ч. } Y = 0,2 \times \frac{1200000 \text{ грн}}{75000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}} \times 30 \text{ кВт} \times 3 \text{ ч} = 288 \text{ грн.}$$

Величина ущерба по всем цехам за один месяц составит:

при 0,5 ч. $Y = 41 + 27,32 + 16,48 + 41 + 232,5 + 144 = 269,8 \text{ грн.}$

1 ч. $Y = 82 + 54,65 + 32,96 + 82 + 232,5 + 192 = 676,11 \text{ грн.}$

2 ч. $Y = 164 + 109,3 + 65,92 + 164 + 232,5 + 288 = 1023,72 \text{ грн.}$

Для восполнения недовыпуска продукции, который возник из-за нарушения нормального технологического режима работы, предприятие ввело сверхурочные работы (6,5 ч).

Ущерб от работы в сверхурочное время рассчитаем по формуле (9)

$$Y = \frac{[(1,5 - 1) \times 640000 \text{ грн} + 0,5 \times 33600 \text{ грн}] \times 6,5 \text{ ч}}{4000 \text{ ч}} = 547,3 \text{ грн.}$$

Кроме того, указанные события привели к уничтожению гидравлического насоса и поломке пресса.

Остаточная стоимость уничтоженного насоса (по данным бухгалтерского учета) составляет 9000 грн. Утилизационная стоимость материальных пенностей составила 1300 грн.

Потери предприятия от уничтожения основных производственных средств (гидравлический насос) ($P_{\text{уоф}}$) составят:

$$P_{\text{уоф}} = 9000 - 1300 = 7700 \text{ грн.}$$

Потери предприятия в результате повреждения основных производственных средств (пресс) ($P_{\text{поф}}$) составили:

стоимость ремонта и восстановления оборудования – 2500 грн;

стоимость услуг сторонних организаций, привлеченных к ремонту – 500 грн;

транспортные расходы, надбавки к заработной плате и затраты на дополнительную электроэнергию составили – 400 грн.

Таким образом, потери связанные с ремонтом пресса составили:

$$P_{\text{поф}} = 2500 + 500 + 400 = 3400 \text{ грн.}$$

Прямые потери ($P_{\text{оф}}$) от уничтожения основных фондов составят:

$$P_{\text{оф}} = 7700 + 3400 = 11\,100 \text{ грн.}$$

Полный ущерб ($Y_{\text{п}}$) по предприятию от подачи электроэнергии низкого качества составит:

$$Y_{\text{п}} = 11\,100 + 269,8 + 676,11 + 1023,72 + 547,3 = 13\,616,93 \text{ грн.}$$

Сводные данные по отдельным составляющим суммарного ущерба и их зависимость от продолжительности нарушения электроснабжения в виде низкого качества электроэнергии по цехам и предприятию в целом приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что основной составляющей экономического ущерба по предприятию в целом является стоимость поломанного и вышедшего из строя оборудования, т. е. прямой ущерб. Косвенный ущерб от низкого качества электроэнергии

Таблиця 1. Величина и структура ущерба по резино-техническому предприятию

Вид ущерба	Время подачи электроэнергии низкого качества	Ущерб по цехам, грн			
		Подготовительный	Календарный	Сборочный	Вулканизационный
От простоя рабочей силы	0,5 ч	41	27,32	–	41
	1 ч	82	54,65	–	82
	2 ч	164	109,3	–	164
От выпуска продукции низкого качества	0,5 ч	–	16,48	–	–
	1 ч	–	32,96	–	–
	2 ч	–	65,92	–	–
От брака продукции	0,5 ч	–	–	–	232,5
	1 ч	–	–	–	232,5
	2 ч	–	–	–	232,5
Итого по каждому цеху	0,5 ч	41	43,8	–	273,5
	1 ч	82	87,61	–	314,5
	2 ч	164	175,22	–	396,5
<i>Всего за месяц по каждому цеху</i>		287	306,63		984,5
От неиспользования предприятием производственных фондов	0,5 ч		144		
	1 ч		192		
	2 ч		288		
ВСЕГО за один месяц по цехам	0,5 ч		269,8		
	1 ч		676,11		
	2 ч		1023,72		
От работы в сверхурочное время	6,5 ч		547,3		
От уничтожения (повреждения) основных фондов			11 100		
Полный ущерб за один календарный месяц по предприятию			13 616,93		

возник главным образом из-за оплаты простоев рабочих, выпуска продукции низкого качества и брака продукции. При этом составляющие ущерба от брака продукции из-за расстройства технологического процесса значительно превышает другие составляющие ущерба.

Выводы

1. Предлагаемая методика предназначена для определения на предприятиях и в эксплуатационных организациях величины экономического ущерба от низкого качества электроэнергии, она устанавливает требования к необходимым для этого исходным данным и порядок определения ущерба с учетом назначения и характера эксплуатации устройства или объекта.

2. Главная цель методики – создать предпосылки для научно обоснованного и единообразного определения величины ущерба от низкого качества электроэнергии в денежном выражении во всех сферах деятельности хозяйствующего субъекта, выполнять качественный и количественный анализ ущербов в целях повышения эффективности управления производственной и социальной инфраструктурой с учетом факторов риска.

3. При определении ущерба учитывается как ущерб, обусловленный простоем или невыполнением задачи, так и затраты на замену или ремонт отказавшего устройства или объекта.

4. Настоящая методика может служить базой для разработки отраслевых методик определения экономического ущерба, вызванного низким качеством электроэнергии.

Литература

- Гриб О. Г. Проблемы качества электроэнергии в сетях 330–750 кВ ГП НЭК «Укрэнерго» / О. Г. Гриб, Д. В. Бородин, А. В. Сапрыка // *Электротехника і енергетика*. – Донецьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2008. – № 8. – С. 24–29.
- Эдельман В. И. Проблема управления надежностью в электроэнергетике / В. И. Эдельман // *Энергорынок*. – 2007. – № 8. – С. 179–182.
- Топеха Е. А. Виды и условия страхования экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций, вызванных перерывами в электроснабжении потребителей / Е. А. Топеха // *Финансовый бизнес*. – 2007. – № 6. – С. 39–45.
- Топеха Е. А. Анализ ущерба от ЧС, вызванных перерывами в энергоснабжении потребителей / Е. А. Топеха // *Страховое дело*. – 2007. – № 3. – С. 30–34.
- Козлов В. А. Проблема надежности электроснабжения и особенности ее решения / В. А. Козлов // *СтройПРОФИЛЬ*. – 2004. – № 4 (34). – С. 71–76.
- Лесных А. В. Оценка ущерба и регулирование ответственности за перерывы в электроснабжении:

зарубежный опыт / А. В. Лесных, В. В. Лесных // Проблемы анализа риска. Том 2. – 2005. – № 1. – С. 33.

7. Методика определения ущерба потребителя от перерыва электроснабжения. – М. : ЭНИН им. Г. М. Кржижановского, 1968. – 29 с.

8. Заика А. А. Об оценке недополученной потребителями электроэнергии при перерыве электроснабжения / А. А. Заика // Промышленная энергетика. – 1965. – № 2. – С. 23–26.

9. Методика определения экономического ущерба от отказов. – М. : Изд-во стандартов, 1975. – 10 с.

10. Надежность и экономичность электроснабжения нефтехимических заводов. Вып. 2. – Омск : Зап.-Сиб. кн. изд-во. Омское отделение, 1970. – 181 с.

11. Червонный Е. М. Влияние внезапных перерывов электроснабжения установок НПЗ на работу технологической цепи / Е. М. Червонный, И. В. Альтман,

Б. В. Папков // Промышленная энергетика. – 1973. – № 1. – С. 36–39.

12. Христов И. В. Ущерб от внезапных перерывов электроснабжения технологических установок по производству синтетического этилового спирта и полиэтиленов / И. В. Христов // Исследования и разработки в области технологии электромонтажного производства и промышленной энергетики. – М. : Энергия, 1975. – № 2. – С. 89–104.

13. Червонный Е. М. Оценка вероятностей возможных последствий от нарушений электроснабжения потребителей / Е. М. Червонный, Б. В. Папков // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. – Иркутск : СЭИ СО АН СССР, 1976. – № 9. – С. 26–34.

Представлена в редакцию 10.03.2010 г.