

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПЕРЕРЫВОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Т. А. Маляренко, Г. А. Рудченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Выполнено обобщение методических подходов к экономической оценке надежности электроснабжения сельских потребителей. Выявлена необходимость учета комплекса критериев надежности при проведении экономической оценки перерывов электроснабжения сельских потребителей.

На современном этапе развития экономики наряду с вопросами совершенствования технологий все большую актуальность приобретают вопросы надежного и бесперебойного энергоснабжения предприятий. Под надежностью понимается свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Цель работы заключается в обобщении методических подходов экономической оценки надежности электроснабжения сельских потребителей. Известно, что для повышения надежности необходимо вкладывать определенные средства. При этом снижаются убытки потребителей из-за перерывов электроснабжения и простоя

оборудования, возрастает эффективность производства. За оптимальный уровень надежности электроснабжения примем точку, в которой равны значения первых производных от функции затрат на повышение надежности и эффективность производства потребителей, т. е. точку, где суммарные затраты на повышение надежности, текущие эксплуатационные затраты и ущербы от перерывов электроснабжения имеют минимальные значения (рис. 1).

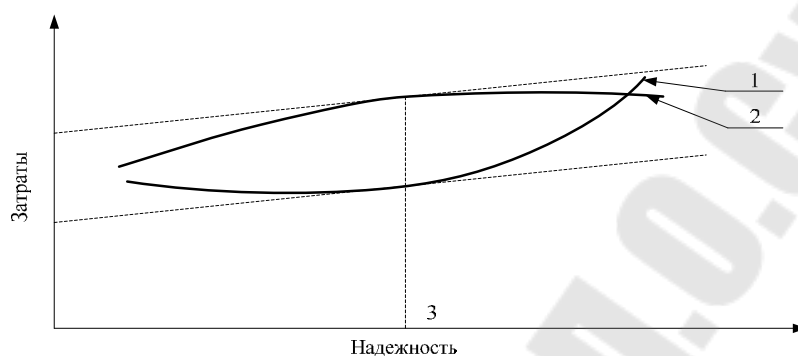


Рис. 1. Функция надежности (эффективности):
1 – затраты на повышение надежности; 2 – эффективность производства потребителей; 3 – точка оптимальной надежности

Здесь максимальный экономический эффект достигается тогда, когда дополнительные затраты на повышение надежности равны (или меньше) дополнительным выгодам, получаемым потребителем. Представленные функции отражают лишь общий подход к оценке экономической эффективности мероприятий по надежности и не являются строгими математическими моделями. Поэтому критерием, определяющим выбор варианта, являются технико-экономические показатели. К ним относятся частота, продолжительность и общее количество перерывов электроснабжения, а также вероятность безопасной работы. Методические подходы к экономической оценке перерывов электроснабжения сельских потребителей представлены в таблице.

Методические подходы к экономической оценке надежности

Подход к оценке	Расчетная формула
Расчет ущерба от перерывов электроснабжения	$Y = P(a + bt + ct^2), \quad (1)$ <p>где P – отключенная мощность, кВт; t – время перерыва, ч; a, b, c – коэффициенты, зависящие от типа производства, т. е. удельные величины стоимости перерывов</p>
Расчет стоимостных показателей надежности	$K_c = \frac{1}{Ct}, \quad (2)$ <p>где K_c – стоимостной показатель надежности – величина, обратная произведению стоимости распределительной сети, из расчета на одного потребителя или на 1 кВА нагрузки C, на среднюю продолжительность перерыва t, $K_c \rightarrow \max$.</p> $K_3 = \frac{\Delta C}{\Delta t}, \quad (3)$ <p>где K_3 – показатель эффективности затрат, $K_3 \rightarrow \min$</p>

Окончание

Подход к оценке	Расчетная формула
Оптимизация по минимуму приведенных затрат	$ПЗ = И + EK + У \rightarrow \min, \quad (4)$ <p>где И – годовые текущие затраты; Е – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (цена капитала); К – капитальные затраты; У – ущерб от перерывов электроснабжения</p>
Расчет затрат на повышение надежности электроснабжения	$З_n = У + З_d, \quad (5)$ <p>где $З_n$ – ежегодные затраты для потребителя, направленные на повышение надежности электроснабжения; У – стоимость ущерба от перерывов электроснабжения (определяется по первому методу); $З_d$ – дополнительные затраты на модернизацию электрооборудования</p>

1. Формула (1) носит общий характер и наиболее полно отражает влияние потерь производства при перерывах электроснабжения, может быть использована в расчетах оптимизации надежности распределительных сетей. Третье слагаемое (1) выражает ущерб, зависящий от квадрата времени перерыва, и характеризует чувствительность технологии потребителей к перерывам. Например, на животноводческих комплексах, в помещениях с искусственным микроклиматом, даже незначительная длительность перерыва вызывает уменьшение выхода продукции (уменьшение привеса, удоев и т. д.), продолжительный перерыв может привести к гибели сотен животных. Здесь необходимо иметь обоснованные нормативы, устанавливающие зависимость ущерба от частоты и длительности перерывов электроснабжения для сельскохозяйственных потребителей.

2. Попытка разработки достаточно простого и наглядного в проектных расчетах критерия количественного сравнения вариантов исполнения сети вызвана возрастающим требованием надежности и увеличивающимися затратами в сети. Если соответствие между надежностью и стоимостью трудно измерить и тем более достигнуть, то может быть предложена методика расчета предопределенного уровня надежности. Сущность ее заключается в вычислении показателей надежности, характеризующих частоту и длительность перерывов электроснабжения (2).

Показатель K_C представляет собой меру качества проекта распределительной сети, выраженную сочетанием стоимости и надежности. При выборе вариантов проекта выбирается тот, который характеризуется максимальным значением K_C . Показатель $K_э$ (3) характеризуется отношением изменения стоимости на одного потребителя (или на 1 кВА нагрузки) ΔC к изменению показателя средней продолжительности отключения Δt . Поэтому чем меньше показатель $K_э$, тем более эффективен в стоимостном выражении проект, повышающий надежность электрической сети. При анализе показателей K_C и $K_э$ следует отметить, что проект с лучшим значением K_C не обязательно может иметь наименьший $K_э$. В этом случае для проведения более наглядного сравнения вариантов расчета показатель K_C можно выразить в долях базовой его величины:

$$\Delta K_C = \frac{K_C}{K_{C6}},$$

где K_{C6} — значение показателя базового варианта электрической сети.

3. Метод оптимизации по критерию минимума приведенных затрат в условиях рыночной экономики оказался крайне ограниченным. Основным недостатком критерия минимума приведенных затрат следует считать, что он не позволяет учитывать объем производственной программы, реализацию продукции и ее качества. Поэтому оценка сравнения эффективности вариантов вложений должна строиться не по критериям минимума приведенных затрат, а по максимуму ожидаемого эффекта, т. е. прибыли. Предложена расчетная формула для определения приведенного эффекта различных проектных решений при выборе оптимального варианта:

$$\mathcal{E}_n = N[\Pi - (C + E_n K_3)] \rightarrow \max,$$

где \mathcal{E}_n — показатель приведенного эффекта, который выступает в качестве сравнительной экономической эффективности; N — годовой объем производства продукции; Π — цена реализации единицы продукции; C — себестоимость годового объема производства; E_n — коэффициент экономической эффективности капитальных вложений; K_3 — капитальные затраты.

4. Для пояснения этого метода воспользуемся рис. 2, где ущерб Y (5) представлен линейной функцией.

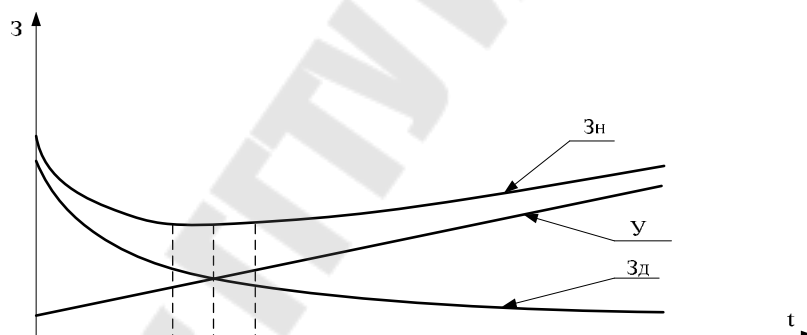


Рис. 2. Зависимость ежегодной стоимости ущерба (Y) от недоотпуска электроэнергии и дополнительных затрат (Z_d) на повышение надежности от средней ежегодной длительности перерывов электроснабжения

Зависимость дополнительных затрат Z_d от длительности перерывов имеет вид падающей гиперболической кривой, сокращение каждого последующего времени перерыва (интервала) будет достигаться все с большими затратами (рис. 2). Зависимость ежегодной стоимости ущерба (Y) от недоотпуска электроэнергии и дополнительных затрат (Z_d) на повышение надежности наблюдается от средней ежегодной длительности перерывов электроснабжения. Суммарная кривая, условно представляющая стоимость надежности (Z_n), имеет четко выраженный минимум. Проектные варианты, лежащие вблизи этого минимума, представляют собой оптимальную надежность электроснабжения объекта. Расстояние выбранного варианта от оптимума характеризуется соотношением минимальных затрат Z_{\min} (оптимальное значение)

и затрат, связанных с надежностью по выбранному варианту, т. е. $\lambda = \frac{3_{\min}}{3_{\text{в}}}$. Практически допустимым вариантом будем считать вариант, имеющий $\lambda \geq 0,9$.

Проведенное исследование позволяет заключить, что при экономической оценке перерывов электроснабжения сельских потребителей следует учитывать во взаимосвязи комплекс критериев надежности: капитальные вложения, направленные на повышение надежности электрических сетей (автоматизация, модернизация электрооборудования и др.), прогнозирование затрат на надежность с учетом развития сетей и строительства резервных линий, а также определение ущербов, вызванных перерывами электроснабжения.