

Герасимов С.Е., Чекмарев С.Ю.

## Надежность и оценка ущербов от перерывов электроснабжения

Рассмотрены ущербы, возникающие при перерывах электроснабжения. Приведена методика оценки вероятного ущерба на основе удельных показателей. Проанализированы факторы, влияющие на величину ущербов, дан алгоритм определения ущерба. Предлагается количественную оценку надежности системы электроснабжения потребителей вести с использованием статистических данных о повреждаемости оборудования.

Развитие промышленности и перевооружение предприятий, связанное с широким использованием автоматизированных поточных линий, привело к росту ущербов возникающих при перерывах электроснабжения, хотя количество отключений и недоотпуск электрической энергии неуклонно снижаются, табл.1.

Реструктуризация российской энергетики привела к изменению взаимоотношений между хозяйствующими субъектами отрасли, а также потребителями и энергоснабжающими организациями, и заставила по новому рассматривать проблему обеспечения надежности электроснабжения потребителей. Для потребителей надежное электроснабжение на 70 % определяется надежностью работы распределительных электрических сетей. Существующая, в соответствии с требованиями ПУЭ, классификация электроустановок потребителя по требованиям к надежности электроснабжения устанавливает самые требования к резервированию системы электроснабжения. Поскольку в ПУЭ нет классификации конкретных приемников и четких рекомендаций по построению систем электроснабжения, то и определение категории надежности представляется недостаточно обоснованным.

В сложившихся рыночных условиях хозяйствования может быть выстроена система, когда потребители сами определяют необходимый им уровень надежности, взвешивая дополнительные затраты на мероприятия, повышающие надежность электроснабжения и ущербы от возможных отключений. Уже на этапе проектирования, при рассмотрении вариантов электроснабжения с использованием статистических данных о повреждаемости элементов, проводится количественная оценка надежности с определением ожидаемого среднегодового времени плановых и аварийных отключений. Оценка вероятного ущерба  $У$  при перерывах электроснабжения на основе показателей удельного ущерба может быть определена:

$$У = (y_n + y_o \cdot T_o) P_M,$$

где  $T_o$  – среднегодовое время плановых и аварийных отключений, час;

$P_M$  – максимальная мощность, кВт;

$y_n$  – постоянная составляющая удельного ущерба, руб./кВт;

$y_o$  – переменная составляющая удельного ущерба, руб./кВт.час.

Переменная составляющая определяется технологическим ущербом от недовыработки продукции, простоя рабочих, порчи сырья и материалов, а постоянная самим фактом отключения, куда входят поломки инструмента, брак продукции, расстройство технологического процесса, эта составляющая имеет минимальное значение при плановых отключениях. По оценкам экспертов, ущерб от плановых и внеплановых перерывов в поставках электроэнергии в развитых странах в несколько раз превосходит ущерб от стихийных катастроф.

Основной задачей, связанной с управлением надежностью энергоснабжения, является прогноз ущерба от возможных отключений. Такие оценки могут быть использованы для обоснования тарифов на электроэнергию, для оценки приемлемого уровня затрат с целью обеспечения допустимого уровня надежности электропотребления, обоснования страховых тарифов.

Перерывы энергоснабжения могут быть вызваны как случайными воздействиями, имеющими внутренний и внешний источники, так и плановыми отключениями.

Различные категории потребителей по-разному реагируют на прекращение электроснабжения. На величину ущербов потребителя влияют следующие параметры:

продолжительность отключения;

степень внезапности перерыва в энергоснабжении;

глубина ограничения нагрузки;

момент возникновения отключения.

Можно выделить следующие группы потерь, связанных с перерывами в электроснабжении:

Таблица 1. Экономический ущерб и недоотпуск электрической энергии

	2002	2003	2004	2005	9 / 2006
Экономический ущерб (тыс.рублей)	13809	37121	12477	19133,4	81712,3
Недоотпуск электрической энергии (тыс.кВт)	8932	6361	8339	4032	2300

экономический ущерб;  
 социальный ущерб;  
 экологический ущерб;  
 ущерб жизни и здоровью.

Величина ущерба для всех категорий потребителей зависит от характера нарушения электроснабжения: при аварийном отключении ущерб существенно выше, чем при плановом [1]. Ущерб у населения растет при увеличении длительности отключения (одно отключение длительностью несколько часов приводит к ущербу больше, чем несколько отключений той же суммарной длительности), а ущерб в сфере услуг и в промышленности падает при увеличении длительности отключения.

Оценка ущерба представляет собой сложную задачу, для которой могут быть использованы следующие методы:

- моделирование сценариев отключения;
- методы прямого счета;
- рыночные методы (готовность платить за повышение надежности);
- социологические опросы среди потребителей;
- статистические методы.

Определение экономического ущерба потребителя из-за нарушения электроснабжения должно включать следующие этапы (рис. 1):

Но из практики известно, что существенное влияние на величину ущерба оказывает не только общая продолжительность, но и частота отключений. Поэтому для экономических расчетов существенным представляется выделение доли ущерба, связанной непосредственно с фактом отключения и части, зависящей от его продолжительности. Иными словами, необходимо выделить постоянную (связанную с фактом отключения) и переменную (связанную с продолжительностью) часть ущерба [2].

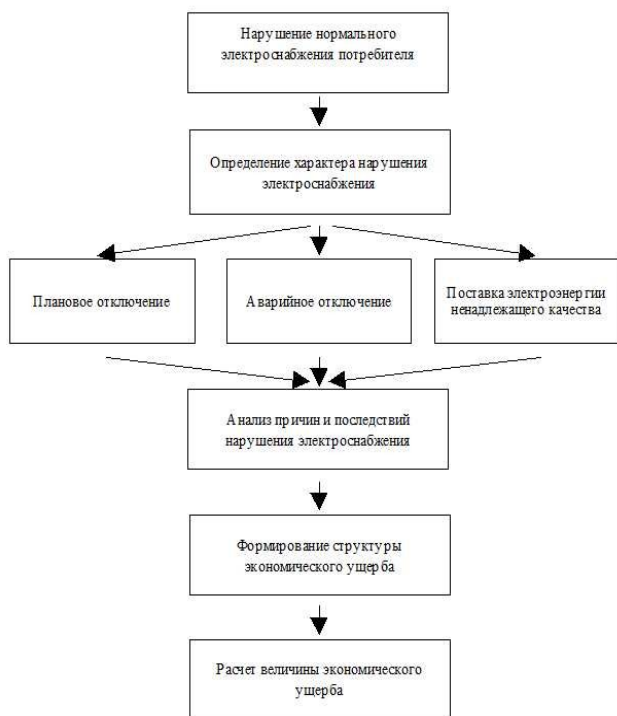


Рис. 1 Алгоритм определения ущерба

Существует несколько способов выделения таких составляющих. Наибольшее распространение получил метод на основе построения функции регрессии. Наиболее простой представляется парная линейная регрессия, где в качестве аргумента необходимо использовать объем недоотпуска электроэнергии, а в качестве функции будет выступать ущерб потребителя определенной категории. На взгляд авторов следует рассматривать минимум три категории: промышленные потребители, предприятия сферы услуг и население.

В этом случае можно получить оценку постоянной и переменной составляющих ущерба, что позволит спрогнозировать величину ущерба потребителя в зависимости от продолжительности отключения. Рассчитанная таким образом величина ущерба является основанием определения оптимального уровня надежности для конкретного потребителя, а следовательно, определяющей объем и степень резервирования его электропитания.

Финансовая защита населения, предприятий и территорий с помощью договоров страхования убытков от перерывов электроснабжения требует дополнительных исследований. Поскольку для этих целей требуется детальная классификация ущербов от перерыва в электроснабжении, чтобы выполнить более точную количественную оценку указанных ущербов.

**ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Kolcun M., Jahnátek L., Systémové poruchy v elektrizačných sústavách, IVth International Scientific Symposium ELEKTROENERGETIKA 2007, 19.-21. 9. 2007, Stará Lesná, Slovak Republic, pp. 723 – 728, ISBN 978-80-8073-844-0
- [2] Jahnátek L., Szkutník J.: Strategia rozvoju energetyki – Energochłonność przemysłu w Polsce i na Slowacji, Energya Elektryczna, 2/2008, str. 8-10, ISSN 1897-3833
- [3] Лесных А.В., Лесных В.В. Проблемы анализа риска. Оценка ущерба и регулирование ответственности за перерывы в электроснабжении: зарубежный опыт. №1, 2005 г.
- [4] Эдельман В. И. Проблема управления надежностью в электроэнергетике. "Энергорынок" №8, 2007 г.
- [5] Топеха Е. А. Виды и условия страхования экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций, вызванных перерывами в электроснабжении потребителей. "Финансовый Бизнес" № 6, 2007 г.
- [6] Козлов В.А. Проблема надежности электроснабжения и особенности ее решения. "СтройПРОФИль" № 4, 2004 г.

**АДРЕСА АВТОРОВ:**

Сергей Евгеньевич Герасимов, Петербургский энергетический институт повышения квалификации, 196135, Санкт-Петербург, ул. Авиационная, 23, Россия, uds@peipk.spb.ru

Сергей Юрьевич Чекмарев, Петербургский энергетический институт повышения квалификации, 196135, Санкт-Петербург, ул. Авиационная, 23, Россия, uds@peipk.spb.ru