

ЛЕКЦИЯ 7

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ АВАРИЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

7.1 Определение ущерба от ограничений электроснабжения

В общем случае работа предприятия в условиях ограничения электроснабжения всегда будет сопряжена с дополнительными издержками производства. Глубина и продолжительность ограничения электроснабжения определяется параметрами дефицитной ситуации в энергосистеме до возникновения прямого ущерба от недовыпуска продукции, а также некоторыми параметрами, обусловленными необходимостью выполнения основных производственных функций потребителем. Этими параметрами являются: предельно допустимое значение снижения потребляемой предприятием мощности и предельно допустимое время, в течение которого может быть отключена регулируемая мощность без срыва выполнения производственного процесса.

Ущерб для **режимных ограничений** электроснабжения определяется как переплата за электроэнергию для случая, когда предприятие не выполняет регулирования режима электропотребления. Размер переплаты определяется разницей между затратами на электроэнергию по первому и второму вариантам функционирования:

$$Y_{реж} = Z_1 - Z_2, \quad (14)$$

где Z_1 и Z_2 – соответственно денежные затраты на оплату за потребленную электроэнергию до регулирования режима электропотребления и после, грн.

При **системных ограничениях** электроснабжения ущерб предприятию в общем случае определяется объемом недовыпущенной за время системной аварии продукции (если таковая имеется):

$$Y_{сис} = V_{np} c_{np}, \quad (15)$$

где V_{np} и c_{np} – соответственно объем и удельная стоимость недовыпущенной продукции.

Аварийные ограничения электроснабжения характеризуются возможностью снижения поставляемой энергосистемой электроэнергии до уровня аварийной брони. В этом случае ущерб предприятию будет определяться полной потерей выпуска продукции на этот период:

$$Y_{ав} = V_{np} c_{np}. \quad (16)$$

Ущерб, определяемый по (16), зависит от готовности и возможности предприятия эффективно выполнять мероприятия по регулированию режима электропотребления при наличии четких графиков ограничения мощности. Вместе с тем, в значительной степени ущерб производству от аварийных ограничений

возрастает при внезапных и глубоких ограничениях мощности, а также существенно зависит от продолжительности и частоты ограничений.

Ущерб предприятию от **чрезвычайных ограничений** электроснабжения может значительно различаться, что определяется следующим условием: наличием или отсутствием АИЭ. При его наличии ущерб зависит от мощности генерирующего источника и его режима работы (см. лекцию б) и характеризуется:

- если АИЭ выбирался только для обеспечения нагрузок АБ и ТБ, то ущерб предприятию состоит в полной потере выпуска продукции на период ограничения и определяется по (16);

- если АИЭ выбирался для обеспечения полной электрической нагрузки предприятия, то ущерба практически не будет, так как оно может работать в обычном технологическом режиме.

Совсем другая картина наблюдается при отсутствии АИЭ. В этом случае предприятие понесет очень значительный ущерб по следующим основным категориям:

- полная потеря выпуска продукции $C_{np} = V_{np} c_{np}$ с момента прекращения электроснабжения и до момента восстановления работы предприятия в обычном режиме (продолжительность этого периода может быть значительной – до года и более), грн;

- остаточная стоимость утраченного из-за прекращения электроснабжения технологического оборудования C_{yo} (эта категория существует для специфических производств, например, для угольных шахт – потеря всего подземного оборудования в результате затопления и загазирования выработок или для металлургических предприятий – потеря доменных печей в результате застывания в них расплавленного металла), грн;

- затраты на приобретение нового оборудования для всех нарушенных в результате прекращения энергообеспечения технологических процессов $Z_{но}$, грн;

- затраты на восстановление и подготовку нарушенных технологических процессов, а также монтаж нового оборудования Z_m , грн.

Поэтому ущерб предприятия от прекращения электроснабжения при отсутствии АИЭ определяется:

$$Y_{чр} = C_{np} + C_{yo} + Z_{но} + Z_m. \quad (17)$$

После выполнения оценки ущерба предприятия от различных ограничений электроснабжения, очевидно, что чрезвычайные ограничения имеют катастрофические последствия для основных предприятий горной, металлургической и химической промышленности, появления которых можно не допустить путем установки АИЭ.

7.2 Единовременные затраты и эксплуатационные расходы на автономный источник энергии

Единовременные затраты на оснащение предприятия автономным источником определяются, грн:

$$K = Z_{АИЭ} + Z_m, \quad (18)$$

где $Z_{АИЭ}$ – затраты на приобретение генерирующего источника, грн;
 Z_m – затраты на монтаж оборудования, которые составляют 8-10 % от $Z_{АИЭ}$.

Затраты на приобретение АИЭ определяются:

$$Z_{АИЭ} = P_{АИЭ} c_{уд}, \quad (19)$$

где $P_{АИЭ}$ – мощность устанавливаемого АИЭ, кВт (определяется в теме №6);
 $c_{уд}$ – удельная стоимость строительства 1 кВт мощности АИЭ (изменяется в пределах 500-1500 \$/кВт и зависит от типа источника, для укрупненных расчетов принимается 1000 \$/кВт).

Очевидно, что значение единовременных затрат прямо пропорционально зависит от мощности устанавливаемого генерирующего источника, поэтому необходимо принять все меры к ее снижению, что и достигается путем максимального выравнивания суточного ГЭН предприятия на период действия аварийной брони электроснабжения.

Следует напомнить, что наличие автономных источников снижает ущерб ($C_{пр}$ до $U_{ав}$), а остальные составляющие ущерба по (17) полностью исключаются. Поэтому единовременные затраты на АИЭ частично компенсируются уменьшением ущерба предприятию от ограничений электроснабжения.

Установленное технологическое оборудование требует регулярного обслуживания (плановых и внеплановых осмотров и ремонтов), для чего необходимо нести соответствующие эксплуатационные расходы, которые определяются (за год):

$$C_{экс} = c_{экс} P_{АИЭ}, \text{ грн/год}, \quad (20)$$

где $P_{АИЭ}$ – мощность устанавливаемого АИЭ, кВт;
 $c_{экс}$ – удельные расходы на эксплуатацию 1 кВт мощности АИЭ (определяются по специальной справочной литературе или технической характеристике на источник), грн/кВт·год.

7.3 Экономическая эффективность систем аварийного электроснабжения

Использование АИЭ для обеспечения предприятия тепловой и электрической энергией позволяет ему в течение года получать определенную прибыль, которая определяется в зависимости от объема реализуемой продукции (тепловой и электрической энергии), себестоимости ее выработки на автономном источнике и цен на указанные виды энергии у энергосистемы.

Мерой эффективности работы автономных источников в настоящее время служит расчетный коэффициент общей (абсолютной) эффективности, который представляет отношение прибыли к единовременным затратам:

$$E_p = \frac{\Pi}{K}. \quad (21)$$

Расчетный коэффициент эффективности для признания проекта целесообразным должен быть больше нормативного:

$$E_p > E_n, \quad (22)$$

который при финансировании проекта за счет банковского кредита принимается равным:

$$E_n = \frac{N_{кр} + N_{инф}}{100}, \quad (23)$$

где $N_{кр}$ – банковская кредитная ставка, %;

$N_{инф}$ – годовой уровень инфляции, %.

Однако, учитывая значительность единовременных затрат, масштабность проекта по установке АИЭ, продолжительность срока его эксплуатации и необходимость обеспечения нагрузок АБ и ТБ, выполнение условия (22) можно считать рекомендацией, а не обязательным положением.

Прибыль от эксплуатации АИЭ определяется экономией денежных средств и эксплуатационными расходами на источник (за год):

$$\Pi = \mathcal{E} - C_{экс}. \quad (24)$$

При использовании АИЭ только в период ограничений электроснабжения для покрытия нагрузок АБ и ТБ прямой прибыли от эксплуатации генерирующего источника предприятие не получает, поэтому в качестве допущения исключение ущерба условно может быть принято за экономию денежных средств, то есть $\mathcal{E} = U$.

При работе АИЭ по выработке электрической и тепловой энергии в течение года экономия денежных средств определяется разностью затрат на энергию при покупке ее у энергосистемы и при выработке автономным источником (за год):

$$\mathcal{E} = Z_9^{ЭС} - Z_9^{АИЭ}, \quad (25)$$

где $Z_9^{ЭС}$ – годовые денежные затраты на энергию (электрическую и тепловую) в объеме выработки АИЭ за этот период при покупке по ценам энергосистемы, грн/год;

$Z_9^{АИЭ}$ – годовые денежные затраты на выработку энергии (электрической и тепловой) генерирующим источником по ее себестоимости для предприятия, грн/год.

Срок окупаемости проекта определяется понесенными капитальными затратами и полученной в результате этого прибылью, лет:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi}. \quad (26)$$

Приведенные зависимости дают комплексную оценку экономической эффективности систем аварийного электроснабжения при использовании их в периоды различных ограничений энергообеспечения.