

Авторами составлен подробный алгоритм обработки полученных статистических данных уровня напряжения в характерной точке сети.

Смысл обработки состоит в подборе по имеющемуся статистическому ряду такой теоретической кривой распределения, которая наилучшим образом описывала бы это статистическое распределение. Показано, что наиболее рационально в этом случае воспользоваться специально разработанной системой кривых Пирсона, охватывающей любые возможные распределения.

Определение принадлежности данного статистического распределения к одному из тринадцати типов кривых Пирсона производится вычислением так называемого "каппа Пирсона" (δ) [2] (рис.2).

Окончательный итог содержит значение теоретических вероятностей появления значений напряжения, превышающих допустимое ГОСТом, в заданные интервалы времени.

По полученным данным формируются сигналы воздействия в соответствии с приоритетом на регулирующие или компенсирующие устройства на планируемый период работы, например, сутки.

Л и т е р а т у р а

1. Поспелов Г.Е., Короткевич М.А. К определению экономической эффективности автоматизированной системы управления предприятием электрических сетей. -- "Изв. вузов. Энергетика", 1972, №8. 2. Короткевич М.А. Определение срока службы оборудования электрических сетей по условиям физического износа. --- В сб.: Электроэнергетика. Вып. 3; Минск, 1973.

В.Э. Воротницкий

ОБ УЧЕТЕ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ ПРИ ОЦЕНКЕ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Современные электрические сети представляют собой сложную динамическую систему, непрерывно развивающуюся в пространстве и времени. С ростом нагрузки технико-экономические показатели сетей постепенно ухудшаются и, как след-

ствии, возникает необходимость в повышении их пропускной способности.

Одним из мероприятий по повышению пропускной способности сети является замена провода перегруженных участков. Выбранное сечение провода должно обеспечивать минимум приведенных затрат в течение расчетного периода оптимизации. Длительность этого периода зависит от многих факторов и до настоящего времени для электрических сетей не установлена окончательно.

Динамическое решение задачи выбора оптимального сечения проводов линий электропередачи в ряде случаев показало, что сечение проводов для заданного расчетного периода, за который приблизительно известен закон роста нагрузок, должно определяться не по начальной или конечной нагрузке периода оптимизации, а по некоторой расчетной нагрузке

$$I_p = k_d I_0, \quad (1)$$

где k_d -- коэффициент, учитывающий длительность расчетного периода и закон изменения нагрузки во времени; I_0 -- максимальный ток в линии, предшествующий началу расчетного периода; I_p -- неизменный по величине ток в линии, при котором суммарные приведенные затраты за весь расчетный период равны суммарным приведенным затратам при меняющейся непрерывно в течение расчетного периода нагрузке.

К сожалению, до настоящего времени в вопросе определения коэффициента динамики k_d нет единого мнения.

Целью данной статьи является анализ влияния различных факторов на указанный коэффициент и, в частности, исходной формулы приведенных затрат на передачу электроэнергии, закона роста нагрузки, длительности расчетного периода и величины нормативного коэффициента приведения разновременных затрат.

При постоянных (или усредненных) затратах (z_n) на поддержание производительности за пределами расчетного периода приведенные затраты в течение $T = \infty$ можно определить по формуле [1]

$$z_0 = \sum_{t=1}^T (K_t + \Gamma_t) (1 + E_{н.п})^{\theta-t} + z_n \frac{(1 + E_{н.п})^{\theta-T}}{E_{н.п}}, \quad (2)$$

где T -- продолжительность периода оптимизации, одновременно означает и последний его год; K_t, Γ_t -- соответственно капи-

таловложения и годовые эксплуатационные расходы в год t ; $E_{н.п}$ — нормативный коэффициент приведения разновременных затрат; θ — год приведения затрат,

Если затраты определяются целиком издержками производства, то

$$3_{\theta} = E_{н.п} \sum_{t=1}^T (K_t + \Gamma_t) (1 + E_{н.п})^{\theta-t} + \Gamma_H (1 + E_{н.п})^{\theta-T} \quad (3)$$

При равенстве $E_{н.п} = E_H = 0,12$ из формулы (3) получится формула В.В. Болотова

$$3_{\theta} = E_H \sum_{t=1}^T (K_t + \Gamma_t) (1 + E_H)^{\theta-t} + \Gamma_H (1 + E_H)^{\theta-T}, \quad (4)$$

где E_H — нормативный коэффициент эффективности капиталовложений.

Для распределительных электрических сетей характерны единовременные капиталовложения и непрерывное изменение годовых эксплуатационных расходов в связи с ростом потерь. В электрических сетях фактически нет периода "нормальной" эксплуатации. В связи с этим целесообразно [2] для оценки сравнительной эффективности в электрических сетях применять формулу Д.С. Щавелева:

$$3_{\theta} = \sum_{t=1}^T (E_H K_t + \Delta \Gamma_{t+1}) (1 + E_{н.п})^{\theta-t} \quad (5)$$

Можно показать, что

$$\begin{aligned} 3_{\theta} &= \sum_{t=1}^T E_H K_t (1 + E_{н.п})^{\theta-t} + \sum_{t=1}^T \Delta \Gamma_{t+1} (1 + E_{н.п})^{\theta-t} = \\ &= E_H \sum_{t=1}^T K_t (1 + E_{н.п})^{\theta-t} + E_{н.п} \sum_{t=1}^T \Gamma_t (1 + E_{н.п})^{\theta-t} + \Gamma_H (1 + E_{н.п})^{\theta-T} - \\ &- \Gamma_t (1 + E_{н.п})^{\theta} \end{aligned} \quad (6)$$

Из сравнения (4) и (6) следует, что формулы В.В. Болотова и Д.С. Щавелева тождественны, если $E_{н.п} = E_H$ и равны годовые

вые эксплуатационные расходы первого года в сравниваемых вариантах. Второе условие, очевидно, выполняется при выборе мероприятий по повышению пропускной способности сетей. Следовательно, в рассматриваемой задаче последний член выражения (6) можно опустить и приведенные затраты представить в виде

$$3_{\theta} = E \sum_{n,t=1}^T K_t (1 + E_{н.п})^{\theta-t} + E_{н.п} \sum_{t=1}^T \Gamma_t (1 + E_{н.п})^{\theta-t} + \Gamma_n (1 + E_{н.п})^{\theta-T} \quad (7)$$

Проанализируем, влияет ли форма приведения затрат в виде (3) и (7) на величину коэффициента динамики.

Если предположить, что капитальные вложения на повышение пропускной способности осуществляются только в первый год расчетного периода T , если изменение годовых эксплуатационных расходов происходит в результате роста нагрузки, а в качестве затрат "нормальной" эксплуатации Γ_n приняты годовые эксплуатационные расходы последнего года расчетного периода, то по формуле (3) суммарные затраты на 1 км линии, приведенные к "нулевому" году, можно определить как

$$3_0 = (E_{н.п} + r_a) K_0 + \frac{3\rho\tau\beta}{s} \left(E_{н.п} \sum_{t=1}^T \frac{I_t^2}{\lambda^t} + \frac{I_T^2}{\lambda^T} \right) \quad (8)$$

где K_0 — капитальные вложения на повышение пропускной способности линии электропередачи в год, предшествующий периоду оптимизации; r_a — нормативный коэффициент отчислений на амортизацию; τ_a — время потерь; β — стоимость 1 кВт.ч потерь энергии; I_t, I_T — ток в линии соответственно в годы t и T ; ρ — удельное сопротивление материала провода; s — сечение провода; $\lambda = 1 + E_{н.п}$.

Токи

$$I_t = I_0 m_t, \quad I_T = I_0 m_T, \quad (9)$$

где m_t, m_T — кратность изменения тока нагрузки, соответственно в год t и T по отношению к "нулевому" году, зависят от закона роста нагрузки и длительности расчетного периода.

С учетом (9) формулу (8) можно записать в виде:

$$Z_0 = (E_{н.п} + p_a) K_0 + \frac{3\rho\tau\beta I_0^2}{s} \left(E_{н.п} \sum_{t=1}^T \frac{m_t^2}{\alpha^t} + \frac{m_T^2}{\alpha^T} \right). \quad (10)$$

Если в формуле (8) переменную нагрузку I_t заменить постоянной нагрузкой I_p , определяемой по формуле (1), то

$$Z_0 = (E_{н.п} + p_a) K_0 + \frac{3\rho\tau\beta I_0^2}{s} \left(E_{н.п} \sum_{t=1}^T \frac{k_d^2}{\alpha^t} + \frac{k_d^2}{\alpha^T} \right). \quad (11)$$

Приравняв правые части выражений (10) и (11), получим

$$k_d = \sqrt{E_{н.п} \sum_{t=1}^T \frac{m_t^2}{(1+E_{н.п})^t} + \frac{m_T^2}{(1+E_{н.п})^T}}. \quad (12)$$

Очевидно, что тождественное выражение для k_d получится, если в качестве критерия оптимизации принять формулу (7), так как по ней первым слагаемым в формуле Z_0 будет $(E_{н.п} + p_a) K_0$, но при определении k_d эта составляющая сокращается.

Исследуем степень влияния величины $E_{н.п}$ на коэффициент динамики при различных законах изменения нагрузки (показательном и линейном), различных коэффициентах годового прироста нагрузки ($n = 0,05-0,2$) и длительности расчетного периода ($T = 5, 10, 15$ лет).

Результаты расчетов на ЭЦВМ "Минск-22" представлены на рис. 1, 2. По оси ординат отложено отношение $\frac{k_d}{m_T}$, которое характеризует степень отличия коэффициента динамики от кратности тока нагрузки в последний год расчетного периода.

Из рис. 1, 2 следует, что с увеличением коэффициента годового прироста нагрузки n отношение k_d / m_T уменьшается, а разница в расчете k_d при $E_{н.п} = 0,08$ и $E_{н.п} = 0,12$ воз-

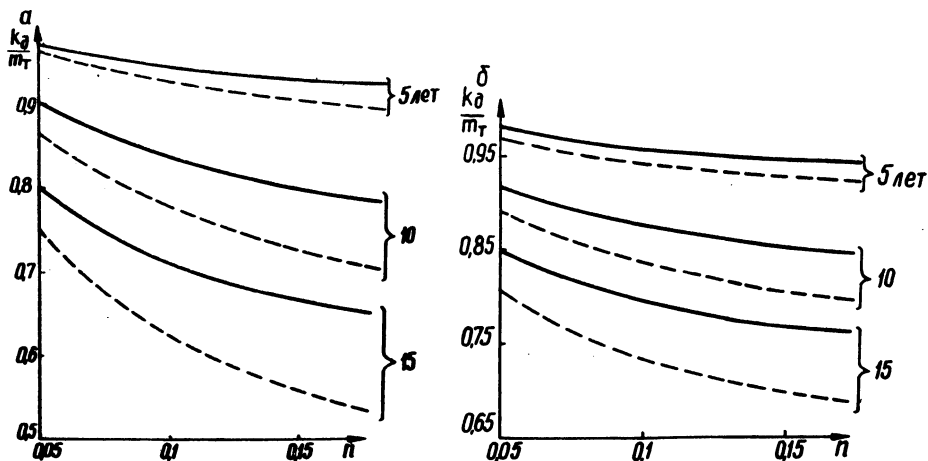


Рис. 1. Изменение $\frac{k_d}{m_T}$ в зависимости от n , T и $E_{H,П}$ при показательном (а) и линейном (б) законах роста нагрузки при $E_{H,П} = 0,08$ (сплошные линии) и $E_{H,П} = 0,12$ (пунктирные).

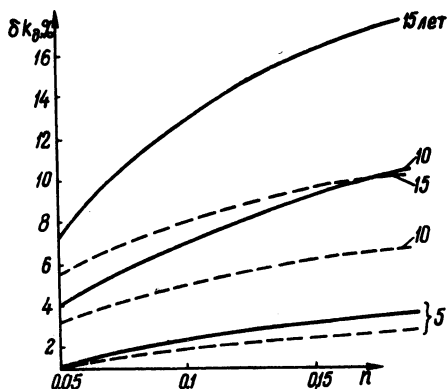


Рис. 2. Относительное изменение коэффициента динамики в зависимости от n , T и закона роста нагрузки для $E_{H,П} = 0,08$ и $E_{H,П} = 0,12$ при показательном (сплошные линии) и линейном (штриховые) законах.

растет. Степень изменения $\frac{k_d}{m_T}$ и k_d с ростом длительности расчетного периода также повышается, причем для показательного закона увеличение нагрузки она значительнее, чем для линейного.

Л и т е р а т у р а

1. Захарин А.Г., Браилов В.П., Денисов Д.И. Методы экономического сравнения вариантов в энергетике по принципу минимума приведенных затрат. М., 1971. 2. Илларионов Г.А., Петренко Э.Г. Техничко-экономические расчеты в электрических сетях. — В сб.: Вопросы методики технико-экономических расчетов в энергетике. Л., 1970.

М.А. Короткевич

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ЗАГРУЗКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСУ ПРЕДПРИЯТИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Комплекс технических средств автоматизированной системы управления (АСУ) предприятием электрических сетей (ПЭС) включает в себя устройства регистрации, подготовки, сбора, приема и передачи информации.

По отношению к АСУ энергосистемой указанные устройства называются периферийными.

Как следует из [1], стоимость периферийных устройств составляет 80% стоимости всего технического комплекса АСУ энергосистемой. Так как одна и та же операция по преобразованию информации может быть выполнена различными устройствами, то из всех возможных вариантов построения комплекса технических средств АСУ ПЭС должен быть выбран такой, который обеспечивает минимум приведенных затрат.

Один из важных вопросов построения комплекса технических средств состоит в определении количества средств i -й фазы преобразования. Определенное на стадии проектирования количество технических средств i -й фазы преобразования информации в процессе эксплуатации должно быть уточнено с целью обеспечения достаточной надежности и соответствующей организации преобразования информации. Эти вопросы могут быть решены методами теории массового обслуживания.

Представим техническое средство АСУ ПЭС как некоторую систему массового обслуживания, имеющую n каналов обслуживания.

Известно [2 - 3], что процесс функционирования системы массового обслуживания представляет собой случайный процесс