

Следует отметить, что кластеризация может осуществляться как по непосредственно наблюдаемым параметрам, так и по главным факторам. Применение факторно-кластерной модели для расчета потерь энергии, а особенно для прогнозирования их является более предпочтительной в силу преимуществ метода факторного анализа.

Выделение большого числа кластеров, естественно, увеличивает точность факторно-кластерной регрессионной модели, но при этом возрастает объем вычислений. Поэтому число кластеров должно соответствовать некоторому критерию оптимальности, выражающему уровни желательности различных группировок.

Таким критерием в данном случае является требуемая величина точности при определении потерь энергии в сетях.

Л и т е р а т у р а

1. Ничипорович Л.В., Филянович, Л.П. Применение факторно-регрессионного метода для определения потерь энергии в электрической сети. – В сб.: Компенсация реактивных нагрузок и снижение потерь электрической энергии в сетях промышленных предприятий. М., 1977.
2. Харман Г. Современный факторный анализ. М., 1972.
3. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. М., 1977.

УДК 621.315.017

Н.М.Сыч, канд.техн.наук,
С.П.Широчин

ЭКВИВАЛЕНТИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ СЕТИ ПО ПОТЕРЯМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Потери энергии в электрических сетях складываются из потерь холостого хода в проводимостях и нагрузочных потерь в сопротивлениях элементов сети. Основную трудность представляет расчет нагрузочных потерь. Для их определения известны три принципиальных подхода [1].

Первый из них основан на выявлении эквивалентной по потерям электроэнергии среднеквадратичной мощности $S_{ск}$ в интервале времени T , при которой выполняется условие

$$\int_0^T S_t^2 dt = S_{ск}^2 T. \quad (1)$$

Во втором случае протекающая по линии мощность S_t в промежутке расчетного периода T принимается неизменной и равной максимальной $S_{\text{макс}}$. При этом искомой величиной является время максимальных потерь τ , в течение которого выполняется условие

$$\int_0^T S_t^2 dt = S_{\text{макс}}^2 \cdot \tau. \quad (2)$$

Значения $S_{\text{СК}}$ и τ обычно определяются на основе обобщенных статистических характеристик. Известна теория получения данных величин в радиальных электрических сетях [2]. В замкнутых сетях использование показателей $S_{\text{СК}}$ и τ встречает известные затруднения, так как в качестве исходных здесь задаются лишь графики нагрузки в узлах электропотребления, а потоки мощности на отдельных участках сети нам неизвестны. Поэтому в замкнутых сетях предпочтительнее пользоваться методом графического интегрирования. Сущность данного метода заключается в том, что графики нагрузки в узлах сети в интервале расчетного периода разбиваются на ξ равных промежутков времени Δt , в пределах которых нагрузка энергосистемы принимается неизменной. По нагрузкам каждой ступени графиков выполняется электрический расчет сети и определяются соответствующие им потери мощности ΔP_j . Потери энергии за расчетный период T

$$\Delta \mathcal{E}(t) = \Delta t \sum_{i=1}^{\xi} \Delta P_j, \quad (3)$$

где $i = 1, 2, \dots, \xi$ - порядковый номер ступени графика нагрузки в промежутке времени T .

В таком виде метод графического интегрирования трудоемок. На практике рассматривают не все ступени годового графика, а лишь некоторые из них, соответствующие характерным режимным суткам (зимним, летним, осенним, весенним, рабочим, выходным). Потери энергии, найденные на характерные сутки, принимаются неизменными на протяжении принятой длительности этих суток в пределах расчетного периода.

Введем следующие обозначения: $\nu = 1, 2, \dots, \omega$ - порядковый номер характерных суток в пределах времени T ; $i = 1, 2, \dots, n$ - порядковый номер суток в пределах длительности ν -х характерных суток; $j = 1, 2, \dots, m$ - порядковый номер ступени

i -го суточного графика нагрузки; t_{ij} - продолжительность j -й ступени i -го суточного графика нагрузок; S_{ij} - нагрузка j -й ступени i -го суточного графика нагрузок.

С учетом принятых допущений потери энергии, соответствующие нагрузкам ν -х характерных суток,

$$\Delta \mathcal{E}_{\nu}^i = n_{\nu} \sum_{j=1}^m S_{ij}^2 t_{ij} \quad (4)$$

Однако значение (4) не будет равно фактической величине

$$\Delta \mathcal{E}_{\nu} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{ij}^2 t_{ij} \quad (5)$$

из-за имеющей место неравномерности электропотребления за каждые i_{ν} сутки.

Для выполнения условия эквивалентности выражений (4) и (5) введем понятие коэффициента эквивалентности k_{ν} , т.е.

$$k_{\nu} n_{\nu} \sum_{j=1}^m S_{ij}^2 t_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{ij}^2 t_{ij} \quad (6)$$

откуда

$$k_{\nu} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{ij}^2 t_{ij}}{n_{\nu} \sum_{j=1}^m S_{ij}^2 t_{ij}} \quad (7)$$

При известных значениях k_{ν} для каждого ν -х характерных суток потери электроэнергии за время T

$$\Delta \mathcal{E}(t) = k_{\nu} \sum_{\nu=1}^{\omega} k_{\nu} n_{\nu} \sum_{j=1}^m \Delta P_{ij} \quad (8)$$

где ΔP_{ij} - потери мощности в схеме сети, соответствующие нагрузкам j -й ступени ν -х характерных суток; k_{ν} - коэффициент, учитывающий вынужденные режимы работы сети.

Для определения коэффициентов k_{γ} для каждой γ характерных суток по (7) необходимо располагать суточными графиками нагрузки за период T . Исследования авторов показали, что в основных электрических сетях для этой цели допустимо рассматривать не все суточные графики в пределах времени T_{γ} , а лишь наиболее характерные из них в каждом месяце (рабочие, выходные, предвыходные и т.п.), и вычисления вести не по графикам узлов нагрузки, а суммарному графику нагрузки энергосистемы. В связи с отсутствием в некоторых энергосистемах информации о графиках полной мощности допустимо также принять в формуле (7) вместо полной мощности лишь ее активную составляющую.

Таким образом, введение коэффициента k_{γ} существенно упрощает и уточняет метод графического интегрирования и придает ему практическую направленность и конкурентноспособность по сравнению с другими методами. К тому же методы среднеквадратичного тока и времени потерь не пригодны для их использования в замкнутых сетях.

Л и т е р а т у р а

1. Электрические системы. Под ред. В.А.Веникова. Т. II. М., 1971. 2. Пospelов Г.Е., Сыч Н.М. Учет и оценка потерь мощности и энергии в электрических сетях энергосистем. Минск, 1976.

УДК 621.311

М.М.Норейко

ПЕРЕРАСХОД ТОПЛИВА И СНИЖЕНИЕ МОЩНОСТИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ ПРИ ВЫВОДЕ АГРЕГАТА В РЕМОНТ

При годовом планировании капитальных ремонтов основного оборудования необходимо знать величины перерасходов топлива и снижений мощности в гидротепловой энергосистеме в зависимости от времени выводов агрегатов в ремонт. Для этого расчетный год разбивается на 12 месячных интервалов. Для каждого месяца задаются прогнозируемые графики электрических и тепловых нагрузок, прогнозируемые величины напоров воды и сработок водохранилищ для ГЭС с регулируемым стоком и величины приточности для ГЭС с нерегулируемым стоком. Ремонтная ситуация в энергосистеме моделируется увели-