

На рис.4 показана схема подготовки модели данных задачи с составлением матрицы списков. На основе информации БД и с помощью редактора режимов формируется принципиальная схема режима. Эта схема обрабатывается конвертором “Схема”, который создает матрицу списков. При необходимости используется и конвертор “Эквивалентирование”. Режим подготовки модели данных задачи определяет прикладная программа.

Таким образом, обеспечивается использование модульной архитектуры прикладного программного обеспечения. Графический интерфейс содержит универсальные подпрограммы обмена с базой данных и обеспечивает автоматизацию ведения информации.

1. Заболотный И.П., Павлюков В.А. Применение компьютерных технологий для управления электрическими системами // *Технічна електродинаміка: Спец. вип. К.*, 1998. С.90–99. 2. Заболотный И.П., Дия Ибрагим. Разработка минимальной сложности математической модели генератора для анализа длительных переходных процессов в энергосистемах // *Тр. Донецкого государственного техн. ун-та. Сер. Электротехника и энергетика.* 1998. Вып.2. С.181–188.

УДК 621.311.1.019.3

Кінаш Б.М., Топольницький М.В.
ДУ “Львівська політехніка”, кафедра ЕМС

МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПОКРИВАННЯ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЄЮ ЗАДАНОГО ГРАФІКА НАВАНТАЖЕННЯ

© Кінаш Б.М., Топольницький М.В., 2000

Розроблено методику визначення усередненого дефіциту потужності електростанції при її роботі на заданий графік навантаження. Враховано особливості зміни навантаження, надійність основного устаткування та вплив схеми видачі потужності.

Кожна електростанція (ЕС) електроенергетичної системи (ЕЕС) повинна забезпечувати надійне покриття заданого їй графіка навантаження. Основний показник надійності покриття графіка – це абсолютний P_d або відносний P_d^* (по відношенню до максимуму навантаження P_d / P_{Hmax}) дефіцит потужності ЕС, усереднений на проміжку часу тривалості графіка. Для ЕС він показує реальність виконання плану виробництва електроенергії, а для ЕЕС – небезпеку порушення балансу потужності системи. Станції з високим значенням відносного дефіциту потужності підвищують імовірність виникання та розвитку системних аварій.

Усереднений дефіцит потужності ЕС можна розрахувати для періоду часу, визначеного графіком навантаження: доби, року або проміжних періодів часу. На рис.1 зображено добовий графік навантаження, що має M різних значень (ступенів) потужності. Графік навантаження ЕС буде непокритим у випадках аварійного вимикання енергоблоків, коли навантаження за графіком перевищує сумарну потужність блоків, що залишилися працювати. Якщо для кожного μ -

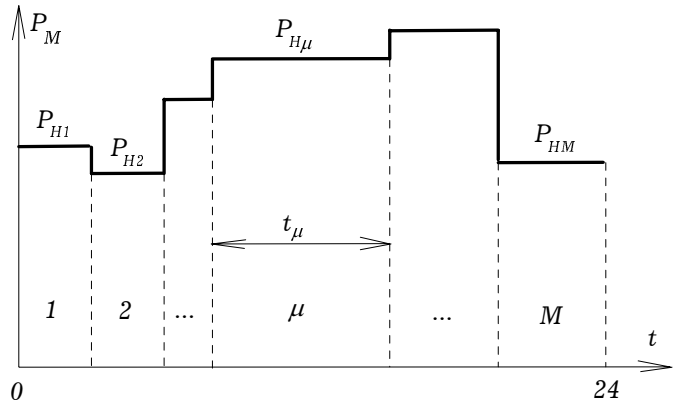


Рис.1. Графік навантаження.

го ступеня графіка обчислити дефіцит потужності $P_{д\mu}$, то середньодобовий дефіцит потужності станції легко обчислити за формулою

$$P_{д} = \sum_{\mu=1}^M P_{д\mu} t_{\mu} / 24, \quad (1)$$

де t_{μ} – тривалість у годинах μ -го ступеня добового графіка навантаження (рис.1).

Дефіцит потужності за період T (тиждень, місяць, рік) можна розрахувати за формулою

$$P_{дT} = \sum_{t=1}^T P_{дt} N_t / N, \quad (2)$$

де $P_{дt}$ – добовий дефіцит потужності t -го проміжку часу періоду T , в якому добовий графік навантаження ЕС незмінний; N_t – кількість діб t -го проміжку часу; N – загальна кількість діб періоду T .

Отже, основною розрахунковою величиною при визначенні дефіцитів потужності $P_{д}$, $P_{дT}$ є $P_{д\mu}$ дефіциту потужності при сталому навантаженні $P_{H\mu}$ μ -ї ділянки добового графіка ЕС. Алгоритм обчислення цієї величини залежить від схемних та режимних особливостей станції. Розглянемо найпростіший випадок, коли для покриття заданого навантаження $P_{H\mu}$ задіяно n однотипних блоків номінальної потужності $P_{ном}$.

Для обчислення $P_{д\mu}$ вибирається розрахунковий ступінь P_0 потужності навантаження так, щоб відношення $P_{д\mu} / P_0$ і $P_{ном} / P_0$ були цілочисловими. За необхідності значення $P_{H\mu}$ дещо підкоректується. Тоді

$$P_{д\mu} = \sum_k k P_0 p_{\partial}^{kP_0} \quad \text{при} \quad k = (P_{H\mu} - m P_{ном}) / P_0 \quad (m = 0, 1, 2, \dots, n), \quad (3)$$

де $p_{\partial}^{kP_0}$ – імовірність перевищення навантаженням $P_{H\mu}$ потужності працюючих блоків ЕС на kP_0 ; m – кількість працюючих енергоблоків.

Імовірність $p_{\partial}^{kP_0}$ встановлюється, виходячи з розподілу імовірностей робочих станів енергоблоків. Згідно з біноміальним розподілом імовірність робочого стану m блоків з n дорівнює

$$p_n^m = C_n^m p^m q^{n-m} = n! / (m!(n-m)!) p^m q^{n-m}, \quad (4)$$

де C_n^m – кількість комбінацій з n по m ; p, q – імовірності робочого стану та вимушених простоїв блока.

Під час встановлення значення імовірності q повинні бути враховані аварійні вимикання блока при відмовах силового устаткування, власних потреб і апаратів розподільної установки. Значення p доповнює q до одиниці.

Формулу (4) використовують для обчислення значень імовірності $p_{\partial}^{kP_0}$ безпосередньо

$$p_{\partial}^{kP_0} = p_n^m = C_n^m p^m q^{n-m} \quad \text{при} \quad m = (P_{H\mu} - kP_0) / P_{\text{НОМ}}. \quad (5)$$

Припустимо, що на ЕС встановлено n_1 енергоблоків потужністю $P_{\text{НОМ}1}$ та імовірністю вимушеного простою q_1 і n_2 енергоблоків потужністю $P_{\text{НОМ}2}$ та імовірністю вимушеного простою q_2 . Імовірність стану, коли одночасно працюють m_1 блоків першої групи і m_2 блоків другої групи, можна розрахувати за формулою

$$p_{n_1+n_2}^{m_1+m_2} = C_{n_1}^{m_1} p_1^{m_1} q_1^{(n_1-m_1)} \cdot C_{n_2}^{m_2} p_2^{m_2} q_2^{(n_2-m_2)}. \quad (6)$$

На μ -му ступені графіка навантаження дефіцит потужності kP_0 виникає при значеннях m_1 та m_2 , які задовольняють умову

$$P_{H\mu} - m_1 P_{\text{НОМ}1} - m_2 P_{\text{НОМ}2} = kP_0. \quad (7)$$

Це співвідношення можна задовольнити при різних значеннях m_1 та m_2 , тобто імовірність $p_{\partial}^{kP_0}$, подібно до (5), однозначно через $p_{n_1+n_2}^{m_1+m_2}$ не виражається. Тому для ЕС з різними за потужністю енергоблоками простіше, задаючись m_1 та m_2 і використовуючи формули (7) та (6), розрахувати невпорядкований ряд значень kP_0 та $p_{n_1+n_2}^{m_1+m_2}$ і виконати обчислення дефіциту потужності $P_{\partial\mu}$ за формулою (3) без впорядкування по k .

Розглянуту методику обчислення ефективно можна використовувати для блокових станцій з шиною однієї підвищеної напруги. Для блокових станцій з шиною вищої та середньої напруг, а також для теплових станцій з поперечними зв'язками по парі необхідно використовувати метод простору станів і будувати модель генерування потужності так, як вона будується для енергосистеми*.

На надійність покриття електростанцією заданого графіка навантаження може впливати також схема видачі потужності. За відсутності конкретних даних про схему системоутворювальної мережі ЕЕС схему видачі потужності ЕС утотожують з сукупністю ліній електропередачі, що відходять від станції.

Нехай під час вимикання однієї або двох ліній внаслідок збігу їх відмов чи накладання відмови однієї лінії на плановий ремонт іншої пропускна здатність схеми видачі потужності

* *Эндрени Дж. Моделирование при расчетах надежности в электроэнергетических системах / Под ред. Ю.Н.Руденко. М., 1983.*

знижується і в межах μ -го ступеня графіка навантаження виникає дефіцит потужності kP_0 . Такого ж значення дефіцит може виникнути і через відмови енергоблоків. Тому ймовірність $p_{\partial}^{kP_0}$ треба обчислити з урахуванням цих двох впливів. Для ЕС з однотипними агрегатами замість формули (5) потрібно використовувати узагальнену формулу

$$p_{\partial}^{kP_0} = C_n^m p^m q^{n-m} \left(1 - \sum_{v=1}^W q_{b.ev} \right) + C_n^n p^n q^0 \sum_{v=1}^W q_{b.ev}, \quad (8)$$

де $q_{b.ev}$ – імовірність вимушеного простою ν -ї лінії або еквівалентна імовірність вимушеного простою ν -ї пари ліній; W – загальна кількість ліній або їх можливих пар.

Виконані за викладеною методикою розрахунки дали змогу зробити певні висновки. По-перше, значення дефіциту потужності ЕС залежить як від надійності роботи блоків, так і від графіка навантаження, тобто від резервів потужності станції. При заданому графікові дефіцит зростає пропорційно до q з коефіцієнтом пропорціональності дещо більшим від одиниці. По-друге, вплив схеми видачі потужності на надійність покривання станцією графіка навантаження надзвичайно слабкий. Наприклад, для блокової теплової ЕС з чотирма агрегатами по 100 МВт, від шин якої відходять три лінії 220 кВ, збільшення дефіциту потужності через відмови ліній становить всього 0,0003 %.

Розроблену методику можна практично застосовувати як на стадії проектування ЕЕС, так і на стадії планування їх режимів. На стадії проектування розглянута проблема пов'язана з вибором резервів ЕЕС, а на стадії планування режимів – з розподілом сумарного графіка навантаження ЕЕС між працюючими станціями.

УДК 616.006.097+576.8.06

Костюк І., Стасевич С., Пашкевич В.
ДУ “Львівська політехніка”, кафедра КТВР

РОЗРАХУНОК ТЕПЛООВОГО ПОЛЯ ПРИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІЙ ГІПЕРТЕРМІЇ

© *Костюк І., Стасевич С., Пашкевич В., 2000*

Побудована математична модель для розрахунку теплового відгуку в біологічній тканині при електромагнітному випромінюванні

Гіпертермію використовують під час комбінованого комплексного лікування онкологічних захворювань як модифікатор чутливості тканин пухлини до радіаційного випромінювання і хіміотерапії, хоча і автономне її використання може спричинити термопшкодження злоякісної зони.

Локальне підвищення температури в області розташування пухлини може здійснюватися за допомогою енергії електромагнітного (ЕМ) опромінення, ультразвукових хвиль, лазерного опромінення, інвазивних джерел тепла та багатьох інших методів, кожен з яких