

УДК 621.311

УПРАВЛІННЯ РИЗИКОМ ПОРУШЕННЯ СТІЙКОСТІ ВУЗЛА НАВАНТАЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМА

М.В. Костерев¹, Р.В. Вожаков²

*Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна, тел.:
+38(044)204-82-33, e-mail: vozhakovr@fea.kpi.ua*

*У роботі запропоновано спосіб підбору потужності,
яку потрібно відключити для збереження стійкості вузла
навантаження при відмовах електрообладнання.*

Ключові слова: *стійкість, вузол навантаження,
автоматичне відключення навантаження, генетичний
алгоритм.*

RISK MANAGEMENT OF LOAD UNIT RESISTANCE VIOLATION USING A GENETIC ALGORITHM

N. Kosterev, R. Vozhakov

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv
Polytechnic Institute", 37, Prosp.Peremohy, Kyiv, Ukraine,
03056*

*The article proposes a method of selecting the power that
must be turned off to maintain the stability of the load node in
case of failure of electrical equipment.*

Keywords: *stability, load node, automatic load shutdown,
genetic algorithm.*

ORCID: ¹0000-0001-5601-2607, ²0000-0001-8534-6227.

При відмовах електрообладнання виникає ризик порушення стійкості вузлів навантаження електроенергетичної системи (ЕЕС). Для збереження

стійкості передбачена система автоматичного відключення навантаження (CABH), яка відключає деяких споживачів з певним навантаженням. Тож постає задача визначення оптимального складу і величини навантаження, яке потрібно відключити для забезпечення стійкості вузла навантаження.

Нехай в системі є n елементів обладнання. Відомі ймовірності їх відмов P на інтервалі часу. Проведено статистичне моделювання та визначено ризик виникнення порушення стійкості вузла навантаження при відмовах обладнання:

$$R = \sum_{j=1}^L \sum_{i=1}^K P(S_i) \cdot P(H_j | S_i) M_j ,$$

де: L – число можливих аварійних сценаріїв; K – кількість одиниць обладнання, встановленого в підсистемі ЕЕС; M_j – наслідки при виникненні аварійної ситуації; $P(H_j | S_i)$ – ймовірність виникнення конкретної j -ої аварійної ситуації в результаті відмови i -го елемента (збурення); $P(S_i)$ – ймовірність відмови i -го елемента на інтервалі Δt .

Виявлено обладнання, відмова якого призводить до порушення стійкості в післяаварійному режимі. Для кожного з цих нестійких режимів потрібно визначити мінімальну величину потужності навантаження, яку необхідно відключити для збереження стійкості. Слід зауважити, що при відмовах різного устаткування індекс стійкості буде різним: $VC = \Delta Q_{нб} / \Delta U$.

Вузол навантаження складається з великої кількості споживачів зі своєю індивідуальною потужністю S_i . Необхідно вибрати сумарну потужність відключення $S_v = \sum S_i$, таку, щоб зберігалася стійкість навантаження і індекс VC був не менший заданого: $VC \geq VC_3$

Потужність навантаження, що має бути відключено, можна представити у вигляді:

$$S_v = k_1 S_1 + k_2 S_2 + \dots + k_n S_n , \quad (1)$$

де k_i приймає значення 0 або 1.

Завдання знаходження потужності навантаження, яке необхідно відключити, сформулюємо так: знайти значення змінних k_i в рівнянні (1), щоб виконувалися нерівності $VC = \Delta Q_{нб} / \Delta U < 0$, $VC \geq VC_3$ і при цьому б забезпечувався мінімум функції цих змінних $S_b \rightarrow \min$.

Цю задачу пропонується вирішити з застосуванням генетичного алгоритму:

1. Випадковим чином формується початкова популяція, що складається з номерів навантаження, які мають k_i рівне 1. Для кожного розв'язку, що входить в популяцію, проводиться розрахунок стійкості в післяаварійному режимі при відмові даного обладнання. Залишаються розв'язки, для яких $VC = \Delta Q_{нб} / \Delta U < 0$.

2. За функцією корисності (1) оцінюється кожний розв'язок і відкидаються ті, які мають найгіршу ФП. (прийнятними вважаються розв'язки з найменшими S_b).

3. З тих розв'язків, які залишились (елітних хромосом), випадковим чином формуються батьківські пари (методом Монте Карло або через ГВЧ).

4. Операція схрещування (кросовер). У обох батьків є свої хромосоми. Випадковим чином вибирається точка схрещування (розділова лінія), в якій хромосоми діляться на дві частини і обмінюються ними. Виходить нащадок. Для покоління нащадків можна виконати операцію мутації: замінити один або кілька генів випадковим чином.

5. Визначається ФП нащадків.

6. Порівнюються ФП і батьків і нащадків. Дотримуючись принципу незмінності розміру популяції, відкидаємо «особини» з найменшими ФП.

7. Формуванням нової популяції закінчується одна ітерація ГА. Наступна починається з п.2.

8. Розв'язок приймається, коли попередня і наступна популяції збігаються.

Розв'язком є найменше навантаження (позначимо його S_{b1}), при якому зберігається стійкість. Таким чином, САВН для збереження стійкості відключить найменше навантаження S_{01} при відмові даного обладнання.

Переходимо до розгляду другої відмови обладнання, що призводить до порушення стійкості. Отримаємо друге рішення $S_{в2}$. Аналогічно визначаємо $S_{ви}$ для всіх інших відмов обладнання. Вибираємо величину потужності навантаження, що буде відключатись $S_{в} = \max\{S_{ви}\}$.

Визначаємо ризик порушення стійкості з урахуванням того, що САВН відключила потужність навантаження $S_{в}$ в даному вузлі. Порушення стійкості може відбутися в інших вузлах ЕЕС. Тому визначаємо аналогічним чином уставку САВН в інших вузлах.

Процедура повторюється поки ризик не задовольнить експерта.

Література:

1. Будылина Е.А., Гарькина И.А., Данилов А.М. Моделирование с позиций управления в технических системах. / Региональная архитектура и строительство, № 2, 2012. С. 138–142.

2. Плющ А.А., Голованов О.А., Данилов А.М., Гарькина И.А. Обобщенная математическая модель управления безопасностью арсеналов и баз хранения боеприпасов. / Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – № 1. 2007. С. 241–246.