

ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ СТРАТЕГІЙ ПОШУКУ ПОШКОДЖЕНЬ В РОЗПОДІЛЬНИХ ЛІНІЯХ 6 – 10 КВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ ІГОР

Мірошник О. В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Розглянуто можливості вибору оптимальної стратегії пошуку пошкодження в розподільних ПЛ напругою 6 – 10 кВ на базі моделей, побудованих на методах теорії ігор, наведено приклад обчислювального експерименту з порівняння стратегій.

Постановка проблеми. Задача вибору оптимальної стратегії пошуку пошкодження в розподільних ПЛ є багатоваріантною та комбінаторною, тому специфіка розв'язання такої задачі полягає у врахуванні можливих альтернативних стратегій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання експертних систем для оптимізаційних задач дає швидкий пошук оптимальної стратегії, але виникає складність адаптації розв'язку до конкретної ситуації [1]. Штучні нейронні мережі вимагають, як правило, жорсткої прив'язки до конфігурації конкретного об'єкта. Нечіткі підходи дають змогу вирішувати задачі за умов невизначеності та приймати рішення, що відповідає заданій точності [2]. Теорія ігор [3] не дає однозначних і математично суворих рекомендацій з вибору критеріїв прийняття рішень, але створює деяке впорядкування наявних даних: задаються безліч станів природи (місце пошкодження в лінії), альтернативні рішення.

Мета статті - аналіз ефективності моделей, побудованих на методах теорії ігор, для вибору оптимальної стратегії пошуку пошкодження в розподільних ПЛ.

Основні матеріали дослідження. Застосування критерію Гурвиця для вибору оптимальної стратегії пошуку пошкодження в лінії дозволяє керуватись деяким середнім результатом, що характеризує стан між крайнім песимізмом і невтримним оптимізмом. Згідно з цим критерієм [3, 4] стратегія гри вибирається у відповідності зі значенням:

$$H = \max_{1 \leq j \leq m} \left\{ p \cdot \min_{1 \leq i \leq m} a_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq i \leq m} a_{ij} \right\}, \quad (1)$$

де a_{ij} - елементи матриці гри; p - коефіцієнт оцінки схильності до ризику, $p = 0$ відповідає максимальній схильності до ризику, а $p = 1$ - мінімальній.

Алгоритм розв'язку задачі вибору оптимальної стратегії пошуку пошкодження в лінії за теорією ігор можна розглядати як гру двох гравців, де гравець A - диспетчер, який приймає рішення щодо стратегії проведення пошуку місця пошкодження в аварійно вимкненій лінії, а гравець B - стан електричної мережі. Виникнення к.з. в будь-якій точці лінії розглядається як аварійний стан лінії B_1, B_2, \dots, B_n . У диспетчера при цьому може бути вибір варіантів стратегій A_1, A_2, \dots, A_m . Для схеми розподільної мережі (рис. 1) диспетчер розглядає стратегію A_1 послідовного поділу

лінії та стратегію A_2 поділу лінії навпіл з наступним поділом навпіл аварійних ділянок.

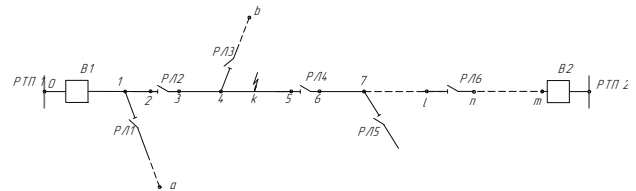


Рисунок 1 – Радіальна розгалужена ПЛ 10 кВ

Можливі варіанти аварійного стану розподільної мережі (ділянки з пошкодженням) вважаються стратегіями гравця B : B_1 - В1-2, B_2 - РЛ1-а, B_3 - 3-5, B_4 - РЛ3-б, B_5 - 6-1, B_6 - РЛ5-к.

Взаємний зв'язок між стратегіями гравців визначається платіжною матрицею

$$C = \{c_{ij}\}_{m \times n}, \quad (2)$$

де c_{ij} – виграш диспетчера.

Оптимальна стратегія визначається мінімумом експлуатаційних витрат B_i на пошук пошкодження та збитків Y_i від перерв електропостачання внаслідок аварійних вимикань в розподільній мережі

$$B_i + Y_i \rightarrow \min. \quad (3)$$

При цьому найбільший можливий виграш диспетчера A складе

$$A_i = \max_j \{c_{ij}\}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (4)$$

а найменший можливий виграш

$$a_i = \min_j \{c_{ij}\}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (5)$$

Математичне сподівання величин експлуатаційних витрат та збитків для кожної стратегії також може бути основою для вибору оптимальної стратегії пошуку пошкодження в розподільній ПЛ.

Можливі стратегії двох гравців, A – диспетчера A_i ($i=1, 2$) та B – стану електричної мережі B_j ($j=1, 2, \dots, 6$), наведені у платіжній матриці (табл. 1) вибору оптимальної стратегії пошуку пошкодження в лінії, при цьому V_{ij} – розрахункові умовні виграші, a_0 –

статистичні коефіцієнти оптимізму (наприклад, $\alpha_0 = 0,7 \dots 0,9$) [4].

Для кожної вибраної стратегії A_i розраховуються умовні виграші диспетчера, при цьому послідовно розглядаються усі можливі варіанти виникнення к.з. на кожній з шести ділянок лінії.

Таблиця 1 – Платіжна матриця вибору оптимальної стратегії пошуку пошкодження в лінії за очікуваними величинами експлуатаційних витрат та збитків від недовідпуску електроенергії

Стратегії гравців		Стратегія пошуку пошкодження	
		$A_1, \frac{B}{Y}$	$A_2, \frac{B}{Y}$
Стан електричної мережі	B_1	$\frac{26}{126}$	$\frac{32}{162}$
	B_2	$\frac{4}{12}$	$\frac{14}{48}$
	B_3	$\frac{45}{192}$	$\frac{40}{192}$
	B_4	$\frac{18}{54}$	$\frac{18}{60}$
	B_5	$\frac{26}{84}$	$\frac{19}{42}$
	B_6	$\frac{36}{120}$	$\frac{15}{36}$
Виграш диспетчера	min	$\frac{45}{126}$	$\frac{40}{192}$
	max	$\frac{4}{12}$	$\frac{14}{36}$
Математичне сподівання	$\frac{M[B]}{M[Y]}$	$\frac{26}{98}$	$\frac{23}{90}$
Коефіцієнти оптимізму	$\alpha_0=0,7$	$\frac{33}{92}$	$\frac{32}{145}$
	$\alpha_0=0,9$	$\frac{41}{115}$	$\frac{37}{176}$

Оскільки цільовими функціями є розрахункові величини очікуваних експлуатаційних витрат та збитків [5], рішення про вибір оптимальної стратегії пошуку пошкодження приймається на основі математичної моделі:

$$\max \{V_{ij}\} = \min \{a_{oj} \cdot a_i + (1 - a_{oj}) \cdot A_i\}, i = \overline{1, 2}, j = \overline{1, 6}, (6)$$

яка відповідає максимальному значенню з усіх розрахункових виграшів диспетчера.

В табл. 1 наведені результати обчислювального експерименту з оцінки двох стратегій дій ОВБ для усіх можливих варіантів пошкоджених ділянок лінії (рис. 1) за умови однакових відстаней між суміжними характерними точками лінії та однакових приєднаних потужностей на ділянках лінії.

Висновок. У разі відсутності у диспетчера будь-якої, хоча б мінімальної, інформації щодо місця аварійного пошкодження в лінії вибір оптимальної стратегії пошуку пошкодження в розподільних ПЛ доцільно здійснювати на базі моделей, побудованих на методах теорії ігор.

Список використаних джерел

1. Джексон П. Введение в экспертные системы. Пер. с англ. Уч. пос. / П. Джексон. – М.: Вильямс, 2001. – 329 с.
2. Яхьяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети / Г. Э. Яхьяева. – М.: Бином, 2006. – 316 с.
3. Медведєв Р. Б. Застосування методів теорії ігор для пошуку оптимальних стратегій керування водно-хімічним режимом другого контуру АЕС з реакторами типу ВВЕР / Р. Б. Медведєв, С. В. Брановицька, О. В. Сангінова, С. Л. Мердух // Енергетика та електрифікація. – 2010. – № 9. – С. 8 – 12.
4. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
5. Мірошник О. В. Діагностування пошкоджень у розподільних повітряних лініях з роз'єднувачами РЛК-10 / О. В. Мірошник, В. О. Коробка // Вісник ХНТУСГ: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – 2013. – Вип. 142. – С. 15 – 17.

Аннотация

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ ПОИСКА ПОВРЕЖДЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ИГР

Мирошник А. В.

Произведен анализ условий, при которых выбор оптимальной стратегии поиска повреждений в распределительных ВЛ напряжением 6 - 10 кВ целесообразно производить на базе моделей, построенных на методах теории игр.

Abstract

CHOICE OF OPTIMAL STRATEGIES OF SEARCH OF DAMAGES IN DISTRIBUTIVE LINES WITH THE USE OF METHODS OF GAME THEORY

O. Miroshnyk

The analysis of terms, at that choice of optimal strategy of search of damages in distributive lines by tension 6 - 10 kV it is expedient to produce on the base of the models built on the methods of game theory, is produced.