

УДК 621.3.027.2:621.3.0183

**РІВНОМІРНЕ РОЗПОДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ У МЕРЕЖІ 0,38/0,22 кВ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ**

**О.О.Мірошник**, канд.техн.наук, **С.А.Тимчук**, канд.техн.наук  
Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка,  
вул. Артема, 44, Харків, 61002, Україна,  
e-mail: [Miroshnyk@rambler.ru](mailto:Miroshnyk@rambler.ru)

*Запропоновано метод розв'язання задачі рівномірного розподілення навантажень між фазами в мережі 0,38/0,22 кВ. Застосовано модифікований генетичний алгоритм, цільовими функціями якого є параметр нерівномірності навантажень у мережі та число перепідключень споживачів. Операція виділення та коригування множини елітарних особин (Парето), що вбудована у генетичний алгоритм, реалізована методом попарних порівнянь альтернатив. Оригінальна операція ранжування популяції на основі введення віку особин дозволяє автоматично налаштувати алгоритм на можливості комп'ютера. На конкретному прикладі виконано розрахунок мережі та отримано множини Парето. Обрано оптимальний варіант із множини Парето за рівномірним розподіленням навантажень між фазами в мережі 0,38/0,22 кВ. Достовірність отриманих результатів перевірено за допомогою програмного продукту Multisim. Бібл. 5, табл. 2, рис. 2.*

**Ключові слова:** несиметрія струмів, генетичний алгоритм, рівномірне розподілення споживачів.

**Вступ.** З переходом України на ринкові відносини проблема якості та зниження втрат електроенергії (ЕЕ) є найактуальнішою в енергетиці нашої держави. Протяжність розподільних мереж 0,4–150 кВ в Україні становить близько 1 млн. кілометрів, 50% з них припадає на мережі напругою 0,38/0,22 кВ. Середня зношеність мереж 0,38/0,22 кВ досягає 70%. За даними Міністерства палива та енергетики втрати ЕЕ в окремих обленерго сягають до 20% від відпущеної електроенергії в мережу, а відхилення показників якості ЕЕ перевищують допустимі за ГОСТ 13109-97, який регламентує норми якості електричної енергії, у 2–4 рази. У європейських країнах вважається, що якщо втрати ЕЕ перевищують 7–9 %, то така передача електричної енергії є неефективною. Одним із вагомих показників якості ЕЕ є несиметрія струмів та напруг, що призводить до додаткових втрат у мережі. Тому виникла необхідність розробки нових методів та заходів по зниженню втрат та покращенню показників якості ЕЕ.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Численні дослідження, присвячені аналізу режимів роботи сільських мереж напругою до 0,38/0,22 кВ [1, 2, 4], показали, що несиметрія струмів обумовлена роботою комунально-побутового навантаження, основну частину якого складають нерівномірно розподілені по фазах однофазні електроприймачі.

Знання величин несиметрії струмів у мережі дозволяє уточнити рівень додаткових втрат ЕЕ у порівнянні з симетричним режимом мережі та по можливості застосувати заходи щодо їхнього зниження [1]. Зміна навантаження однофазних побутових споживачів ЕЕ носить випадковий характер, і точно визначити заздалегідь його величину в будь-який момент часу складно. Можна лише з певною ймовірністю встановити ті межі, за які воно не вийде для даного моменту часу.

При несиметричному режимі різко погіршуються техніко-економічні показники мережі: збільшуються втрати енергії, відхилення напруги від номінальної у споживачів, а струм, що внаслідок нерівномірності навантажень фаз мережі постійно протікає в нульовому проводі, викликає появу значних потенціалів на корпусах електроустаткування, приєднаного до нього, що призводить до появи небезпеки ураження електричним струмом. Скорочується і термін служби приєднаних до мережі асинхронних електродвигунів. Крім того, спостерігається ряд негативних електромагнітних явищ як у мережі, так і в навантаженні. Так, втрати активної енергії, що виникають внаслідок нерівномірності навантаження фаз у лініях 0,38/0,22 кВ і споживчих трансформаторах 6–10/0,4 кВ, збільшуються більш ніж та третину у порівнянні з втратами, які мали б місце при рівномірному навантаженні [4].

Аналіз розвитку існуючих електричних мереж показує, що сьогодні розроблено велику кількість симетрувальних пристроїв, активних і пасивних фільтрів, але через свою низьку надійність і високу ціну

вони не знайшли широкого застосування в мережах 0,38/0,22 кВ. Тому одним із ефективних заходів щодо покращення показників якості та зниження втрат електричної енергії є рівномірний розподіл однофазних споживачів між фазами. При цьому слід враховувати, що рівномірний розподіл фазних навантажень для даного моменту часу не гарантує оптимальність режиму в інші моменти часу як за відхиленням напруги у споживачів, так і за величиною добових втрат електричної енергії у мережі.

**Мета статті.** Створення методики, яка б дозволила отримувати рекомендації щодо рівномірного розподілення навантажень між фазами в мережі 0,38/0,22 кВ, зокрема, в сільських мережах.

**Основні матеріали дослідження.** Сьогодні інформаційне забезпечення сільської мережі залишається на дуже низькому рівні через те, що практично відсутні засоби автоматизованого обліку, аналізу та передачі інформації на диспетчерський пункт. Єдиною інформацією, яка є в наявності у виконавця, що приймає рішення перепідключення споживача з найбільш завантаженої фази на найменш завантаженою, – це дані замірів у години максимуму навантажень.

Необхідно відзначити, що вибір того чи іншого методу для вирішення даної задачі залежить від інформаційного забезпечення мережі. Тобто від наявності тих чи інших даних щодо параметрів режиму будується відповідний метод і алгоритм по рівномірному розподіленню споживачів між фазами. Зараз найпоширеніше оснащення сільської мережі – це лічильники ЕЕ, які стоять у споживачів, та трифазний лічильник, який знаходиться на підстанції. Тому, виходячи з наявності такої вихідної інформації, розроблено метод щодо рівномірного розподілення споживачів між фазами в мережі.

Очевидно, що розв'язання окресленої проблеми потребує формулювання оптимізаційної задачі. По-перше, визначимо цільові функції з урахуванням наявних джерел інформації. Введемо параметр нерівномірності споживання  $\Delta W(V)$ , який є цільовою функцією, що відображає несиметрію навантажень по фазах за наявності інформації від лічильників електроенергії у споживачів

$$\Delta W(V) = |W_A(V) - W_B(V)| + |W_A(V) - W_C(V)| + |W_B(V) - W_C(V)| \rightarrow \min,$$

$$W_A(V) = \sum_{j=1}^n W_A^j(v_j), \quad W_B(V) = \sum_{j=1}^n W_B^j(v_j), \quad W_C(V) = \sum_{j=1}^n W_C^j(v_j), \quad (1)$$

де  $W_A, W_B, W_C$  – сумарні дані лічильників електроенергії споживачів за місяць відповідно по фазах  $A, B$  і  $C$ ;  $W_A^j, W_B^j, W_C^j$  – дані лічильників електроенергії  $j$ -го споживача за місяць відповідно до однієї з фаз  $A, B$  чи  $C$ ;  $V$  – вектор варіантів підключення споживачів до фаз,  $n$  – число споживачів у мережі.

Якщо для підвищення інформативності прийняття рішень необхідне врахування інформації про електроспоживання за декілька місяців, то вираз (1) слід привести до відносного виду, а саме:

$$\frac{\Delta W(V)}{W(V)} = \sum_{k=1}^m \left( \frac{|W_A(V) - W_B(V)| + |W_A(V) - W_C(V)| + |W_B(V) - W_C(V)|}{W_A(V) + W_B(V) + W_C(V)} \right), \quad (2)$$

де  $m$  – кількість місяців, що обрано для розрахунків (як правило береться термін 6 місяців).

Необхідність відносного виду цільової функції обґрунтовується тим, що середнє електроспоживання протягом кожного місяця року змінюється за абсолютною величиною і відповідно вносить різний внесок у цільову функцію (1). Очевидно, що у рамках поставленої задачі ця функція потребує мінімізації шляхом перепідключення частини споживачів. Але такі операції потребують працевитрат, що, в загальному плані, залежать від числа перепідключень. Тому має сенс ввести ще одну цільову функцію, а саме, число перепідключень споживачів, що визначається таким чином:

$$K(V) = \sum_{i=1}^n k_j(v_j) \rightarrow \min, \quad (3)$$

де  $k_j = 1$ , якщо варіант підключення споживача  $j$  відрізняється від вихідного, і  $k_j = 0$ , якщо варіант підключення споживача  $j$  не відрізняється від вихідного.

Змінними в даній задачі є варіанти підключень усіх споживачів:

$$\begin{aligned} v_1 &= \{\text{підключення до фази } A\}, \\ v_2 &= \{\text{підключення до фази } B\}, \\ v_3 &= \{\text{підключення до фази } C\}. \end{aligned} \quad (4)$$

По-друге, визначимо метод отримання оптимального рішення. Оскільки задача двохкритеріальна, то виникає необхідність отримання не одного рішення, а множини (підмножини множини Парето), що дозволяє надати можливість особі, що приймає рішення, обрати прийнятний у конкретній ситуації варіант.

Також відзначимо, що змінні оптимізації дискретні, відповідно цільові функції також дискретні і в загальному випадку не є квазіопуклими. Це не дозволяє застосувати прості пошукові методи. Вимога пошуку множини Парето робить неефективним застосування методів, що використовують згортання критеріїв. Надійним у даному випадку є метод попарних порівнянь альтернатив. Його застосування потребує багатократних розрахунків множини альтернатив, тому розмір цієї множини альтернатив може бути обмежуючим фактором. У нашому випадку елементами множини альтернатив є всі можливі сполучення варіантів підключення споживачів, тобто число елементів цієї множини становить  $3^n$ . За попередніми оцінками при  $n > 30$  пошук множини Парето методом попарних порівнянь альтернатив буде тривати майже місяць безперервних розрахунків, а при  $n > 50$ , що є типовим для мережі 0,38/0,22 кВ, розв'язання задачі цим методом технічно неможливе.

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок, що для розв'язання такої начебто простої задачі доцільно застосовувати інтелектуальні методи, наприклад, генетичні алгоритми [3, 5], адаптовані до розв'язання конкретної задачі. А саме, треба обрати систему кодування і адаптувати типові процедури генетичних алгоритмів: формування початкової популяції, схрещування, мутація, ранжування, формування множини елітних особин, умова зупинки пошуку.

У нашому випадку особоною вважається варіант комутації мережі. Відповідно генами особини є варіанти підключення кожного споживача. Особина включає в себе  $n$  генів. Існує 3 варіанти підключення кожного споживача, тобто кожен ген може бути одним із трьох видів. Систему кодування гена обрано десяткову, що в даному випадку є зручнішим (генотип співпадає з фенотипом особини). Тобто особина представляється у вигляді

$$C = [V, \Psi] = (c_j), \quad j = \overline{1, n}, \quad (5)$$

де елементи вектора варіантів підключення споживачів  $V$  мають три значення (4).

Перетворення з фенотипу до генотипу (кодування) виглядає наступним чином:

$$\Psi : c_j = \begin{cases} 1, & \text{при } v_1^j, \\ 2, & \text{при } v_2^j, \\ 3, & \text{при } v_3^j. \end{cases} \quad j = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Відповідно зворотнє перетворення

$$\Psi^{-1} : v^j = \begin{cases} v_1^j, & \text{при } c_j = 1, \\ v_2^j, & \text{при } c_j = 2, \\ v_3^j, & \text{при } c_j = 3, \end{cases} \quad j = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Алгоритм пошуку має наступний вигляд.

**1. Формування початкової популяції.** Кількість особин у початковій популяції  $N_{oc}$  задається зовні. Для кожної особини генеруються коди генів

$$c_j = \text{int}(r \cdot 3 + 1), \quad j = \overline{1, n}, \quad (8)$$

де  $r = (0,1)$  – псевдовипадкове число,  $\text{int}$  – функція виділення цілої частини числа.

Коли кількість особин дорівнює  $N_{oc}$ , здійснюється перевірка на наявність однакових особин, дублюючі особини видаляються і формуються замість них інші.

**2. Схрещування.** Оператор схрещування має вид

$$C^D = \text{Cross}(C^{P_1}, C^{P_2}), \quad P_1 = \overline{1, n}, \quad P_2 = \text{int}(r \cdot (n - P_1) + 1), \quad (9)$$

де  $P_1, P_2$  – батьківські особини,  $D$  – особина дитини.

$$\begin{cases} c_j^D = c_j^{P_1}, & \text{при } j \neq k, \\ c_j^D = c_j^{P_2}, & \text{при } j = k, \end{cases} \quad k = \text{int}(r \cdot n + 1). \quad (10)$$

Тобто для кожної особини  $P_1$  (батьківської) випадково обирається друга особина  $P_2$  (материнська) (9), далі випадково обирається ген, яким обмінюються батьківська та материнська особини (10). У разі отримання особини з не гіршими показниками життєпридатності (значення критеріїв (1), (3)), нова особина додається у популяцію. Після отримання всіх дітей коригується  $N_{oc}$ . Ця процедура поліпшує якості особин у сенсі критеріїв (1), (3).

**3. Відбір у еліту.** Для цього застосовується процедура пошуку множини Парето методом попарних порівнянь на множині альтернатив, що складають популяцію. У даному випадку множина Парето вважається множиною особин, що додається в еліту популяції.

#### 4. Мутація. Оператор мутації має вигляд

$$C^1 = mut(C): \begin{cases} c_j^1 = c_j, & \text{при } j \neq k, \\ c_j^1 = \text{int}(r \cdot 3 + 1), & \text{при } j = k, \end{cases} \quad k = \text{int}(r \cdot n + 1). \quad (11)$$

Для кожної особини з популяції випадково обираються задана кількість генів, випадково обираються нові варіанти для кожного з обраних генів. Кількість генів, що можуть мутувати, задається зовні. Мутант замінює собою особину в популяції. Дана процедура може як поліпшувати, так і погіршувати якості особин. Це необхідно для того, щоб процес не обмежився пошуком локального рішення.

**5. Ранжування і відсів.** Процедура має на меті відсів особин з популяції. Для цього введено такий параметр як вік особини. З кожним поколінням вік особини збільшується на одиницю. При досягненні особиною віку, що дорівнює терміну життя, особина видаляється з популяції. Термін життя може по ходу розвитку популяції змінюватись. Якщо популяція розростається до таких розмірів, що ресурсів ареалу недостатньо, термін життя зменшується, і навпаки, якщо популяція мала і занепадає, термін життя збільшується. Ресурсом ареалу неявно виступає продуктивність комп'ютера. Такий підхід до ранжування є оригінальним.

**6. Формування множини елітних особин.** Ця процедура виконується через задану кількість поколінь. Її можна було б виконувати у пункті 3 алгоритму, але це б сповільнило процес. Ставиться задача видалення з елітарної множини однакових і неефективних особин. Для цього використовується процедура пошуку множини Парето методом попарних порівнянь на множині елітарних особин.

#### 7. Умова зупинки пошуку.

Умовою зупинки пошуку є відсутність нових поповнень у множині елітарних особин протягом заданого числа поколінь. Цей пункт алгоритму виконується з такою ж періодичністю, як і пункт 6.

За допомогою зворотнього перетворення (7) рішення з множини елітних особин перекодуються у варіанти підключення споживачів до відповідних фаз електромережі.

Таким чином, описаний алгоритм забезпечує еволюцію одразу множини рішень у напрямку отримання множини Парето, що суттєво прискорює процес, а також містить у собі механізм запобігання стягування процесу до локального рішення. Оригінальна система кодування генів та ранжування особин містить ознаки новизни.

Розглянемо конкретний приклад реалізації запропонованого методу. Для цього візьмемо фідер сільської мережі 0,38/0,22 кВ (рис. 1). Пофазне підключення з місячним споживанням електричної енергії кожного споживача наведено у табл. 1.

Для наочності рівня несиметрії промодулюємо роботу даної мережі у Multisim. Для цього навантажимо кожного споживача середніми струмами, що відповідають їхньому місячному електроспоживанню. В результаті моделювання отримано такі струми фаз у голові лінії  $I_A=30,6$  А,  $I_B=14,3$  А,  $I_C=24,2$  А, а струм у нульовому провіді становить  $I_N=14,1$  А.

За допомогою розробленого генетичного алгоритму для вихідної мережі (табл. 1) отримано множини Парето (рис. 2). Надалі рішення пронумеровані у порядку зростання числа перепідключень. Розмір початкової популяції складає 50 особин, а кількість штучних генів за одну мутацію – 2. Термін життя складає 3–4 покоління. В

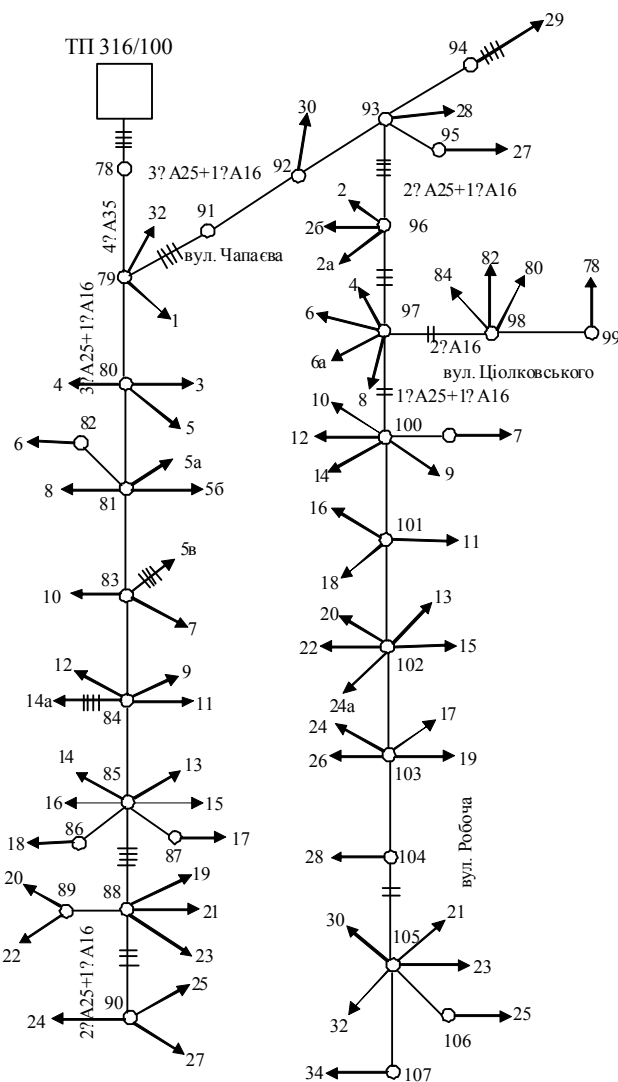


Рис. 1

результаті вирішення даної задачі отримано підмножину множини Парето. Для прийняття рішення такої множини достатньо. Це можна пояснити тим, що в рамках даної задачі невидимо присутній фактор доцільності. Тобто економічно не вигідно виконувати роботи по перепідключенню невеликої кількості споживачів, також недоцільно перекомутувувати всю мережу, витративши кілька днів з мізерним ефектом.

Таблиця 1

№ підкл.	W (кВт·г) по фазах			№ підкл.	W (кВт·г) по фазах			№ підкл.	W (кВт·г) по фазах		
	A	B	C		A	B	C		A	B	C
1	-	281	-	24	252	-	-	47	129	-	-
2	-	201	-	25	-	-	180	48	287	-	-
3	-	-	234	26	242	-	-	49	-	172	-
4	291	-	-	27	-	-	280	50	191	-	-
5	-	189	-	28	105	-	-	51	-	273	-
6	-	-	148	29	-	-	158	52	167	-	-
7	-	-	113	30	-	-	363	53	-	-	302
8	-	-	238	31	199	-	-	54	322	-	-
9	-	-	291	32	264	-	-	55	186	-	-
10	211	-	-	33	300	-	-	56	328	-	-
11	-	-	191	34	-	-	211	57	134	-	-
12	-	-	287	35	-	-	246	58	213	-	-
13	-	125	-	36	208	-	-	59	-	312	-
14	-	-	205	37	180	-	-	60	-	-	279
15	110	-	-	38	158	-	-	61	-	-	225
16	-	-	308	39	-	303	-	62	246	-	-
17	163	-	-	40	-	289	-	63	124	-	-
18	-	-	240	41	106	-	-	64	253	-	-
19	407	-	-	42	-	-	162	65	264	-	-
20	168	-	-	43	-	-	190	66	-	275	-
21	-	-	289	44	155	-	-	67	-	324	-
22	172	-	-	45	149	-	-	68	-	234	-
23	-	-	213	46	121	-	-	69	-	178	-
Сумарне електроспоживання по фазах, кВт·г											
A				B				C			
6805				3156				5353			
Параметр нерівномірності споживання $\Delta W$ , кВт·г										K	
7298										0	

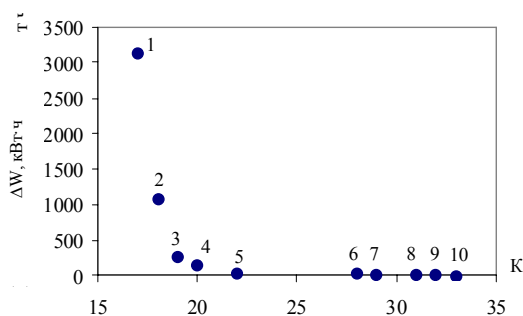


Рис. 2

Маючи множину раціональних рішень, отриманих за прийнятний термін, особа що приймає рішення може обрати з них єдине, проаналізувавши ефект від перепідключення з витратами на його здійснення або використавши інший неформальний критерій. На наш погляд, оптимальним рішенням даної задачі є рішення 5 (рис. 2). У табл. 2 наведено варіант підключення споживачів, що відповідає рішення 5.

Для підтвердження достовірності отриманих даних вибраний варіант комутації електричної мережі було перевірено за допомогою Multisim. У результаті моделювання отримано такі значення струмів фаз у голові лінії  $I_A=23,09$  А,  $I_B=23,11$  А,  $I_C=23,04$  А, а струм у нульовому проводі становить  $I_N=0,07$  А.

Таблиця 2

№ підкл.	W, кВт·г по фазах			№ підкл.	W, кВт·г по фазах			№ підкл.	W, кВт·г по фазах		
	A	B	C		A	B	C		A	B	C
1	-	281	-	24	252	-	-	47	-	129	-
2	-	201	-	25	-	-	180	48	287	-	-
3	-	-	234	26	-	242	-	49	-	172	-
4	291	-	-	27	-	-	280	50	191	-	-
5	-	189	-	28	105	-	-	51	-	-	273
6	-	148	-	29	158	-	-	52	167	-	-
7	-	-	113	30	-	363	-	53	-	-	302
8	-	-	238	31	199	-	-	54	322	-	-
9	-	-	291	32	-	-	264	55	186	-	-
10	-	211	-	33	300	-	-	56	328	-	-
11	191	-	-	34	-	-	211	57	134	-	-
12	-	-	287	35	-	-	246	58	-	213	-
13	-	125	-	36	-	208	-	59	-	312	-
14	-	205	-	37	180	-	-	60	-	-	279
15	-	110	-	38	-	158	-	61	-	-	225
16	-	308	-	39	-	-	303	62	246	-	-
17	163	-	-	40	-	289	-	63	124	-	-
18	-	240	-	41	-	106	-	64	-	-	253
19	407	-	-	42	-	162	-	65	264	-	-
20	168	-	-	43	-	-	190	66	-	-	275
21	-	-	289	44	155	-	-	67	-	324	-
22	172	-	-	45	-	-	149	68	-	234	-
23	-	-	213	46	121	-	-	69	-	178	-
Сумарне електроспоживання по фазах, кВт·г											
A				B				C			
5111				5108				5095			
Параметр нерівномірності споживання $\Delta W$ , кВт·г										K	
32										22	

**Висновок.** Використовуючи запропонований генетичний алгоритм, можна значно підвищити інформаційне обґрунтування процесу прийняття рішень щодо рівномірного перерозподілення споживачів між фазами. Необхідно зазначити, що виконати рівномірний розподіл навантажень між фазами для будь-якого моменту часу є неможливим. Але оскільки місячне електроспоживання кожного споживача корелюється з його добовим графіком, причому найбільший внесок у добовий графік вноситься саме у максимум навантаження, то очевидно, що споживачі, у яких найбільше споживання спостерігається у максимум навантаження, мають найбільше електроспоживання за місяць. Тому результати застосування запропонованої методики дають найбільший ефект саме у максимумах електроспоживання за рахунок рівномірного розподілу навантажень між фазами, знижуючи тим самим втрати електроенергії.

1. Держський В.Г., Скиба В.Ф. Потери електроенергії та напруги в мережах 0,38 кВ при неополнофазних режимах роботи в умовах неопределенности // Энергетический эксперт. – 2010. – <http://www.energyexpert.com.ua/pub/14-loading-038-simulation>

2. Курейчик В.М. Генетические алгоритмы // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 2000. – № 1. – С. 18–22.

3. Левин М.С., Лецинская Т.Б. Анализ несимметричных режимов сельских сетей 0,38 кВ // Электричество. – 1999. – №5. – С. 18–22.

4. Наумов И.В. Снижение потерь и повышение качества электрической энергии в сельских распределительных сетях 0,38 кВ с помощью симметрирующих устройств / Дисс. докт.тех.наук, 05.20.02 – Иркутск, 2002. – 387 с.

5. Herrera F., Lozano M., Verdegay J.L. Tackling real-coded genetic algorithms: operators and tools for the behaviour analysis // Artificial Intelligence Review. – 1998. – Vol. 12. – No. 4. – Pp. 265–319.

**РАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК В СЕТИ 0,38/0,22 КВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ**

**А.А.Мирошник**, канд.техн.наук, **С.А.Тимчук**, канд.техн.наук

**Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П.Василенко,**  
ул. Артема, 44, Харьков, 61002, Украина,

e-mail: [Miroshnyk@rambler.ru](mailto:Miroshnyk@rambler.ru)

*Предложен метод решения задачи равномерного распределения нагрузок между фазами в сети 0,38/0,22 кВ. Применен модифицированный генетический алгоритм, целевыми функциями которого являются параметр неравномерности нагрузок в сети и число переподключений потребителей. Операция выделения и корректировки множества элитарных особей (Парето), встроенная в генетический алгоритм, реализована методом попарных сравнений альтернатив. Оригинальная операция ранжирования популяции на основе введения возраста особей позволяет автоматически настроить алгоритм на возможности компьютера. На конкретном примере выполнен расчет сети и получено множество Парето. Выбран оптимальный вариант из множества Парето по равномерному распределению нагрузок между фазами в сети 0,38/0,22 кВ. Достоверность полученных результатов проверена с помощью программного продукта Multisim. Библ. 5, табл. 2, рис. 2.*

**Ключевые слова:** несимметрия токов, генетический алгоритм, равномерное распределение потребителей.

**UNIFORM DISTRIBUTION OF LOADS IN THE ELECTRIC SYSTEM 0.38/0.22 KV USING GENETIC ALGORITHMS**

**O.O.Miroshnyk, S.O.Tymchuk**

**Kharkiv National Technical University of Agriculture them of P.Vasilenko,**  
Artema Str., 44, Kharkiv 61002, Ukraine,

e-mail: [Miroshnyk@rambler.ru](mailto:Miroshnyk@rambler.ru)

*A method of solving the problem of uniform distribution of loads between the phases in the network 0.38 / 0.22 kV is offered. A modified genetic algorithm is used, whose objective functions are the parameter of unevenness load in the network and the number of reconnecting consumers. The operation of separation and adjusting of the set of elitist individuals (Pareto), which is integrated into the genetic algorithm, is implemented by method of pairwise comparisons of alternatives. The original operation of population's ranking based on introduction of individual's age allows you automatically to customize the algorithm on the computer's capabilities. On a concrete example a calculation of network is performed and the Pareto set is obtained. The optimum variant of the Pareto set on uniform load distribution between the phases in the network 0.38 / 0.22 kV is chosen. The reliability of obtained results is tested with the software product Multisim. References 5, tables 2, figures 2.*

**Key words:** asymmetry of the currents, genetic algorithm, uniform distribution of consumers.

1. Derzsky V.G., Skiba V.F. Electricity losses and voltage of 0.38 kV networks in open-phase modes in uncertainty // Energeticheskii ekspert. – 2010. – <http://www.energyexpert.com.ua/pub/14-loading-038-simulation>. (Rus)
2. Kureichik V.M. Genetic algorithms // Perspektivnye informatsionnye tekhnologii i intellektualnye sistemy. – 2000. – № 1. – Pp. 18–22. (Rus)
3. Levin M.S., Leshchinskaia T.B. Analysis asymmetrical modes rural networks 0.38 kV // Elektrichestvo. – 1999. – № 5. – Pp. 18–22. (Rus)
4. Naumov I.V. Reduce losses and improve the quality of electricity in rural distribution networks 0.38 kV with a balun / Diss. dokt.tekhn.nauk, 05.20.02. – Irkutsk, 2002. – 387 p. (Rus)
5. Herrera F., Lozano M., Verdegay J.L. Tackling real-coded genetic algorithms: operators and tools for the behaviour analysis // Artificial Intelligence Review. – 1998. – Vol. 12. – No. 4. – Pp. 265–319.

Надійшла 06.11.2012  
Received 06.11.2012