

В.П. Калінчик¹, канд. техн. наук, доцент, ORCID 0000-0003-4028-0185

О.В. Бориченко¹, канд. техн. наук, доцент, ORCID 0000-0002-6127-2945

О.В. Мейта¹, канд. техн. наук, доцент, ORCID 0000-0002-4132-5202

В.В. Калінчик¹, канд. техн. наук, ORCID 0000-0003-3931-646X

В.А. Побігайло¹, канд. техн. наук, доцент, ORCID 0000-0003-2673-7329

¹Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

РАНЖУВАННЯ СПОЖИВАЧІВ - РЕГУЛЯТОРІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Показано, що управління електроспоживанням за рахунок регулювання потужності споживачів-регуляторів є важливим фактором зменшення пікових навантажень промислових підприємств. Показано, що в години пікових навантажень енергосистеми доцільно зменшувати потужність підприємств для вирівнювання загального графіка електричних навантажень. Процедура зниження загального навантаження можна досягти шляхом регулювання електроспоживання споживачами – регуляторами або їх відключенням. Для ранжування споживачів – регуляторів необхідно виконати процедуру оптимізації. Для процедури оптимізації запропоновано застосування комбінаторних алгоритмів, в основі яких лежать евристичні схеми знаходження рішень. Досліджено спосіб знаходження оптимального списку таких споживачів за допомогою генетичного алгоритму – евристичного методу пошуку, що використовується для рішення задач оптимізації і моделювання шляхом випадкового підбору комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів аналогічних природньому відбору. Для реалізації поставленої задачі створюється програмна модель еволюційного процесу – розвитку деякої популяції особин. Описано алгоритм, за яким можна отримати найбільш оптимальне рішення вибору споживачів на підприємстві. Генетичний алгоритм розглядається для вирішення задачі вибору складу споживачів на нижньому рівні електричної мережі підприємства. В процесі вибору аналізуються функції збитку і кількості перемикання, які при пошуку рішення прямують до мінімуму. Програмна модель еволюційного процесу включає наступні етапи: створення початкової популяції; схрещування; мутація. Розглянуто детальний опис генетичного алгоритму, його сутність, принцип застосування для регулювання навантаження, шляхом вибору оптимального варіанту споживачів для регулювання електричного навантаження. В якості критеріїв, за якими обирається найбільш оптимальний список споживачів-регуляторів обрано функції збитку та кількості перемикань.

Ключові слова: електроспоживання, потужність, навантаження, оптимізація, генетичний алгоритм.

Вступ.

Управління електроспоживанням за рахунок регулювання потужності споживачів-регуляторів (СР) [1–3] стає важливим фактором зменшення навантажень промислових підприємств, яке направлене на виконання обмежень, заданих енергопостачальними організаціями.

Важливо в години пікових навантажень енергосистеми сприяти зменшенню навантаження підприємств, які мають великий вплив на енергоспоживання в цілому, що позитивно вплине на енергосистему і дозволить вирівняти загальний графік електричних навантажень. Це можна досягти відключенням окремих споживачів, за допомогою яких можна регулювати обсяги споживання електричної енергії і, які називаються споживачами-регуляторами (СР). Для ранжування СР необхідно виконати процедуру оптимізації.

Як правило, задачі дискретної оптимізації, що виникають і вимагають вирішення, характеризуються великою кількістю змінних, і, як наслідок, великим простором пошуку, що не дає можливості перебрати всі множини розв'язків за «розумний» час. З другої сторони, на практиці часто і не потрібно знаходження глобального розв'язку, достатньо знайти «прийнятне» рішення по заданому критерію. Цими обставинами пояснюється підвищений інтерес до комбінаторних методів оптимізації. В основі багатьох комбінаторних алгоритмів лежать евристичні схеми знаходження рішень, які експлуатують особливості об'єкта дослідження [4].

Метою роботи є підвищення ефективності управління режимом споживання електричної енергії на підприємствах.

Викладення основного матеріалу.

Одним із алгоритмів оптимізації є генетичний алгоритм (ГА) – евристичний метод пошуку, що використовується для рішення задач оптимізації і моделювання шляхом випадкового підбору комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів аналогічних природньому

відбору. ГА базується на теоретичному дослідженні синтетичної теорії еволюції, що враховує мікробіологічні механізми наслідування ознак в природних і штучних популяціях організмів, а також на накопиченому людством досвіді в селекції тварин і рослин [5].

Методологічна основа ГА ґрунтується на гіпотезі селекції, яка в самому загальному вигляді може бути сформульована так: чим вище пристосованість особини, тим вища ймовірність того, що в нащадках, отриманих з її участю, ознаки, що визначають пристосованість, будуть виражені ще сильніше.

Для реалізації поставленої задачі створюється програмна модель еволюційного процесу – розвитку деякої популяції особин. [4-7]. Кожна особина в даному випадку представляє собою деяке рішення задачі [5]. Особини популяції схрещуються, розмножуються, мутують, при цьому гірші з них гинуть. Загальний розвиток популяції організовується таким чином, щоб в кінцевому підсумку через деяку кількість поколінь отримати оптимальний розв’язок задачі. При цьому покоління, що відповідає оптимуму буде складатися з однакових особин, які відповідають оптимальному рішенню задачі. На даному етапі розвиток популяції зупиняється – у однакових батьків з’являються діти, які нічим не кращі своїх предків – тому вони гинуть, так як алгоритм будується таким чином, що із нащадків виживають тільки ті, які знаходяться ближче до оптимального рішення, чим їх батьки.

Генетичний алгоритм розглядається для вирішення задачі вибору складу споживачів на нижньому рівні електричної мережі підприємства. В процесі вибору аналізуються функції збитку і кількості перемикачів, які при пошуку рішення прямують до мінімуму [8-10].

Створення початкової популяції.

Кожна особина популяції кодується однією хромосомою (G), яка визначає склад споживачів, які рекомендовані для регулювання електричного навантаження підприємства. Кількість генів, що утворюють хромосому визначається числом споживачів m_n , які відносяться до нижнього рівня ієрархії електричної мережі підприємства.

Хромосому G деякої особини Z (G^Z) можна схематично представити наступним чином:

G^Z :

1-й ген	2-й ген	...	m_n – й ген
1	0	...	1

Значення окремого гена хромосоми G_i^Z із множини $D = \{0,1\}$ визначається виразом

$$G_i^Z = \begin{cases} 1 - \text{споживач нижнього рівня, включений у список для регулювання;} \\ 0 - \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

де $i = 1, \dots, m_n$; $Z = 1, \dots, \lambda_j$ (λ_j - кількість особин j -ї популяції).

При створенні початкової популяції в хромосому кожної особини на місце гена споживача G_i^Z випадковим чином записується число із двійкової множини D [4].

Далі для кожної особини (списку споживачів для регулювання електричного навантаження) розраховується, побудована за адаптивним принципом узагальнена цільова функція

$$F^Z = F_1^Z \varphi_1 + F_2^Z \varphi_2, Z = 1, \dots, \lambda_j,$$

де φ_1, φ_2 - вагові коефіцієнти, що відбивають важливість функції F_1^Z, F_2^Z , які встановлюються особою, що приймає рішення по регулюванню режиму електричного споживання підприємства, виходячи з виразу $\varphi_1 + \varphi_2 = 1$; F_1^Z - функція оцінки збитку від зміни режиму роботи споживачів електричної енергії, що розраховується для особини Z ; F_2^Z - функція перемикачів електричної мережі підприємства для Z -ї особини популяції.

Задача вибору споживачів-регуляторів вирішується на нижньому рівні, отже, складові узагальненої цільової функції визначаються виходячи з наступних виразів:

$$F_1^Z = \sum_{i=1}^{m_n} y_i k_i G_i^Z,$$

$$F_2^Z = \sum_{i=1}^{m_n} k_i G_i^Z,$$

Функція k_i визначається булевим виразом:

$$k_i = \alpha_i \wedge \beta_i \wedge \gamma_i$$

де $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ - булеві змінні:

$\alpha_{ij} = \begin{cases} 1 - \text{якщо } i - \text{й споживач може бути використаний для регулювання;} \\ 0 - \text{якщо } i - \text{й споживач може бути використаний для регулювання.} \end{cases}$

$$\beta_{ij} = \begin{cases} 1 - \text{якщо } i - \text{й споживач увімкнений;} \\ 0 - \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

$$\gamma_{ij} = \begin{cases} 1 - \text{якщо } i - \text{й споживач рекомендується для регулювання навантаження;} \\ 0 - \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

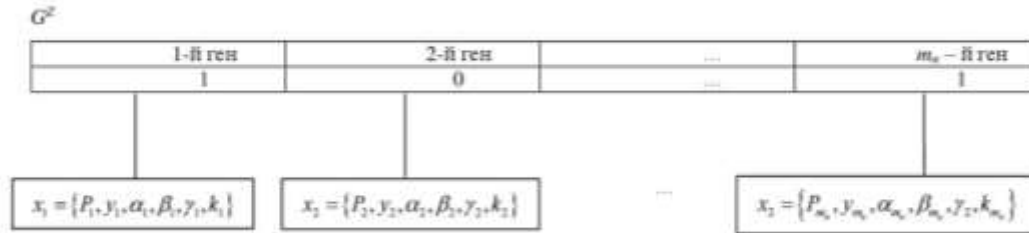
При розрахунку значень функції F_1^Z, F_2^Z використовується інформація про стан системи електропостачання X . Тому з кожним споживачем пов'язується набір параметрів

$$x_i = \{P_i, y_i, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i, k_i\}, i = 1, \dots, m_n,$$

де P_i - навантаження i -го прийнятого рішення нижнього рівня електромережі підприємства.

Параметри P_i і y_i для кожного прийнятого рішення є апріорно заданими постійними параметрами, а булеві змінні $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, k_i$ - динамічно змінювані параметри, що залежать від особливостей виробничих процесів в даний момент часу.

Співвідношення $\forall i \in [1, m_n](G_i^Z \rightarrow x_i)$ можна інтерпретувати у вигляді



Оскільки кожна особина являє собою список споживачів нижнього рівня, які рекомендовані для регулювання електричного навантаження, то, окрім функції F^Z , з кожною особиною популяції повинно бути пов'язане значення сумарної потужності споживачів, представлених у ній.

Сумарна потужність, що відповідає окремій особині популяції, вираховується за виразом

$$Q^Z = \sum_{i=1}^{m_n} P_i (\alpha_i \wedge \beta_i \wedge \gamma_i) G_i^Z = \sum_{i=1}^{m_n} P_i k_i G_i^Z.$$

Виходячи з цього, справедливі наступні співвідношення для особин популяції:

$$\forall i \in [1, \lambda_i](G^Z \rightarrow F^Z(F_1^Z, F_2^Z));$$

$$\forall i \in [1, \lambda_i](G^Z \rightarrow Q^Z).$$

Враховуючи специфіку поставленої задачі, список споживачів для регулювання навантаження повинен мати мінімальну потужність. Але рівномірне заповнення двійковими цифрами особин початкової популяції робить їх насиченими одиницями. Таке заповнення не дозволяє отримати прийнятні за точністю результати.

Тому для забезпечення ефективної роботи даного методу при різних вхідних параметрах в початкову популяцію особин вводяться пусті особини (складаються з нулів), процентний вміст яких від загальної кількості особин популяції визначається на основі експериментів.

Схрещування.

Після створення початкової популяції починається її розвиток і розмноження, тобто рух до оптимуму. Схрещування особин відбувається наступним чином: із поточного покоління випадково обираються два різні особини і далі кожний ген хромосоми нащадку з однаковою ймовірністю $p = 0,5$ може прийняти значення відповідного гена одного або іншого із батьків.

Процедуру схрещування можна представити у вигляді схеми, приведеної на рис. 1.

Із схеми видно, що перший і m_n - гени нащадок успадкував від одного із батьків, а i -й ген – від другого із батьків.

На наступному етапі обраховується сумарна потужність $Q_{\text{спож}}$ списку споживачів, представленого нащадком $G_{\text{спож}}$

$$Q_{\text{спож}} = \sum_{i=1}^{m_n} P_i k_i G_{i\text{спож}}$$

до того ж, якщо отримана сумарна потужність не дорівнює і не перевищує на даному кроці потужності, що скидається ΔP , то нащадок гине, в іншому випадку він виживає.

Умова $Q_{\text{спож}} \geq \Delta P$ - умова життєвої придатності нащадку. Якщо ця умова для отриманого нащадку виконується, то здійснюється порівняння його оціночної функції $F_{\text{спож}}$ з усередненою функцією

$\bar{F} = \frac{1}{\lambda_j} \sum_{i=1}^{\lambda_j} F^i$ по всьому поколінню особин. Проте таке порівняння, що є основоположною умовою просування до оптимуму, для задачі вибору оптимального складу споживачів, що розглядається може призвести до результатів далеких від оптимальних.

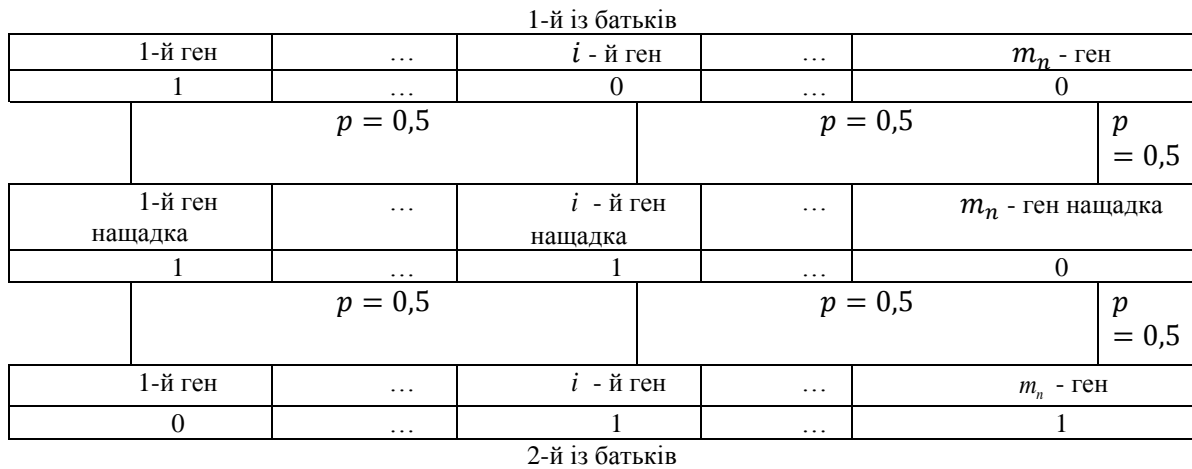


Рисунок 1 – Процедура схрещування особин популяції

З метою підвищення ефективності даного методу пропонується проводити порівняння функції $F_{спож}$, що визначається виразом

$$F_{спож} = \varphi_1 \sum_{i=1}^{\lambda_i} y_i k_i G_{іспож} + \varphi_2 \sum_{i=1}^{\lambda_i} k_i G_{іспож}$$

з функцією оцінювання найгіршої особини G^H поточного покоління, що визначається виходячи з виразу

$$F^H = \max_{i \in [1, \lambda_j]} \{F^i\}.$$

Оскільки, за умовою задачі $F^Z \rightarrow \min$, то у випадку $F_{спож} > F^H$ отриманий нащадок гине, в іншому разі виживає і записується до наступного покоління.

В цьому випадку в просторі параметрів відбувається рух у напрямленні до оптимуму.

Таким чином, узагальнена цільова функція F^Z - це оцінна функція кожної особини, середнє значення цієї функції \bar{F} за всією популяцією – це оцінна функція поточного покоління.

У випадку, якщо нащадок $G_{спож}$ виживає, то в поточному поколінні батьків знищується найгірша особина G^H .

Таким чином, при розмноженні поточне покоління батьків збуває, а наступне покоління нащадків зростає.

Мутація.

В процесі еволюції можлива ситуація, коли серед генів особин популяції може не виявитися того гена, який відповідає оптимальному рішення. Наприклад, ген, що відповідає i-му споживачу електричної енергії в силу випадкового заповнення хромосом для всіх особин популяції може виявитися рівним 0, а для досягнення оптимального рішення він повинен бути рівним 1, або навпаки.

З метою виключення цього застосовується процедура мутації – генетичної зміни, що призводить до якісно нової прояви основних властивостей генетичного матеріалу.



Рисунок 2 – Процедура мутації

Мутація полягає в наступному:

- із поточного покоління випадковим чином обирається деяка особина G^L , $L = \text{rand}\{1, \dots, \lambda_j\}$;
- параметри цієї особини ($F^L; Q^L; G_i^L, i = 1, \dots, N$) записуються в деякий буфер пам'яті;
- із хромосоми даної особини випадково обирається ген, значення якого змінюється шляхом інвертування його значення, тобто $G_i^L = \bar{G}_i^L, i = \text{rand}\{1, \dots, m_n\}$; в результаті утвориться особина $G^{L'}$

- мутант особини $G^{L'}$;

-розраховуються параметри мутанта $Q^{L'}, F^{L'}$, причому, якщо виконуються умови представлені системою

$$\begin{cases} Q^{L'} \geq \Delta P \\ F^{L'} < F^L \end{cases}$$

то вважається, що відбулася «добра мутація» і особина $G^{L'}$, набуваючи характеристик і параметрів утвореного мутанту, залишається в поточному поколінні особин, якісно покращуючи дане покоління.

Якщо умови з попередньої системи не виконуються, то мутація відміняється, «погана мутація», і з буфера пам'яті повертаються початкові значення вибраної мутації особини.

Послідовне виконання процедур схрещування і мутації дає покоління особин (нащадків, що надають нові поєднання споживачів-регуляторів), яке якісно перевершує попередні покоління предків (знаходиться ближче до оптимального рішення).

Таким чином, для задачі вибору списку споживачів-регуляторів електричного навантаження кожне нове покоління містить списки, обраних споживачів, які дозволяють знизити електричне навантаження на величину рівну або перевищує ΔP , і що мають прямуючих до мінімуму функції збитку і перемикання обладнання, тобто для кожного заново утвореного покоління справедливо

$$\forall i \in [1, \lambda_i](Q_j^Z \geq \Delta P), j = 2, \dots, kp,$$

$$\bar{F}_{j-1} \geq \bar{F}_j, j = 2, \dots, kp,$$

де j - індекс покоління; Z - індекс особини в поколінні; kp - кількість поколінь, що утворилися в процесі еволюції; \bar{F}_j - усереднена узагальнена цільова функція по j - му поколінню.

В запропонованому алгоритмі процес розвитку поточного покоління особин організований таким чином, що при спостереженні послідовності довжиною ω із невдалих схрещувань, що йдуть поспіль, розвиток поточного покоління зупиняється і здійснюється перехід до наступного покоління. Це дозволяє отримувати якісно кращі покоління нащадків, знизити їх розмірність, досягаючи при цьому прийнятні за точністю результати роботи алгоритму. При цьому зменшується час, який затрачається на рішення поставленої задачі, що є істотним при великій кількості прийнятих рішень.

Таким чином, для даного алгоритму справедливо

$$\lambda_{j-1} \geq \lambda_j, j = 2, \dots, kp,$$

де λ_j - список споживачів j - го покоління.

У випадку, коли утворюється популяція однакових особин, оптимальне рішення вважається знайденим. Тому умову завершення алгоритму можна записати у вигляді

$$G^{Z-1} = G^Z, Z = 2, \dots, \lambda_{kp}.$$

Рішення задачі представляється окремою особиною популяції, що відповідає списку споживачів, які рекомендовані для регулювання навантаження на нижньому рівні електромережі підприємства.

Після рішення задачі на нижньому рівні мережі здійснюється процедура об'єднання отриманих споживачів шляхом визначення вузлів вищих рівнів ієрархії що містять вибрані на нижньому рівні споживачі. При виявленні таких вузлів вони включаються в список обраних для регулювання навантаження замість споживачів, що їм належать.

Генетичний алгоритм вибору оптимального складу споживачів нижнього рівня електричної мережі підприємства для регулювання навантаження представлений на рисунку 3.

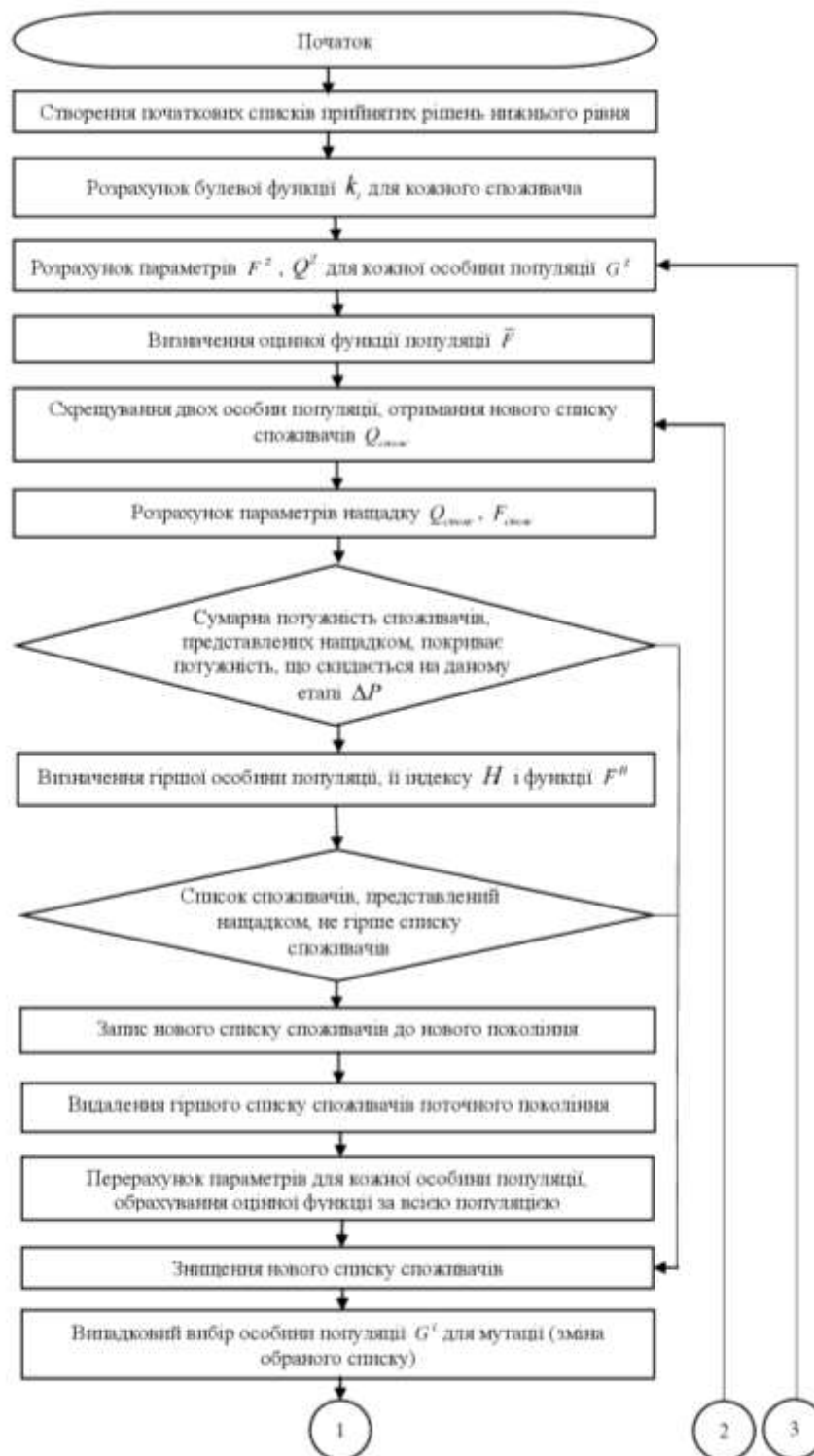
Розглянуто детальний опис генетичного алгоритму, його сутність, принцип застосування для регулювання навантаження, шляхом вибору оптимального варіанту споживачів для регулювання електричного навантаження. В якості критеріїв, за якими обирається найбільш оптимальний список споживачів-регуляторів обрано функції збитку та кількості перемикань. Складено детальний генетичний алгоритм для вибору найкращого списку споживачів, за допомогою яких відбуватиметься контроль навантаження.

Послідовне виконання процедур схрещування і мутації дає покоління особин (нащадків, що надають нові поєднання споживачів-регуляторів), яке якісно перевершує попередні покоління предків (знаходиться ближче до оптимального рішення).

Таким чином, для задачі вибору списку споживачів-регуляторів електричного навантаження кожне нове покоління містить списки, обраних споживачів, які дозволяють знизити електричне навантаження і, що мають прямуючих до мінімуму функції збитку і перемикання обладнання.

Генетичний алгоритм має високу точність по навантаженню, що скидається, тому його доцільно використовувати для управління електричним навантаженням потужних підприємств.

Виконані дослідження дозволяють підвищити якість управління електроспоживанням підприємств із безперервним характером виробництва, а також знизити втрати підприємства від неефективного регулювання електричних навантажень при вимушених обмеженнях потужностей енергопостачальною компанією.



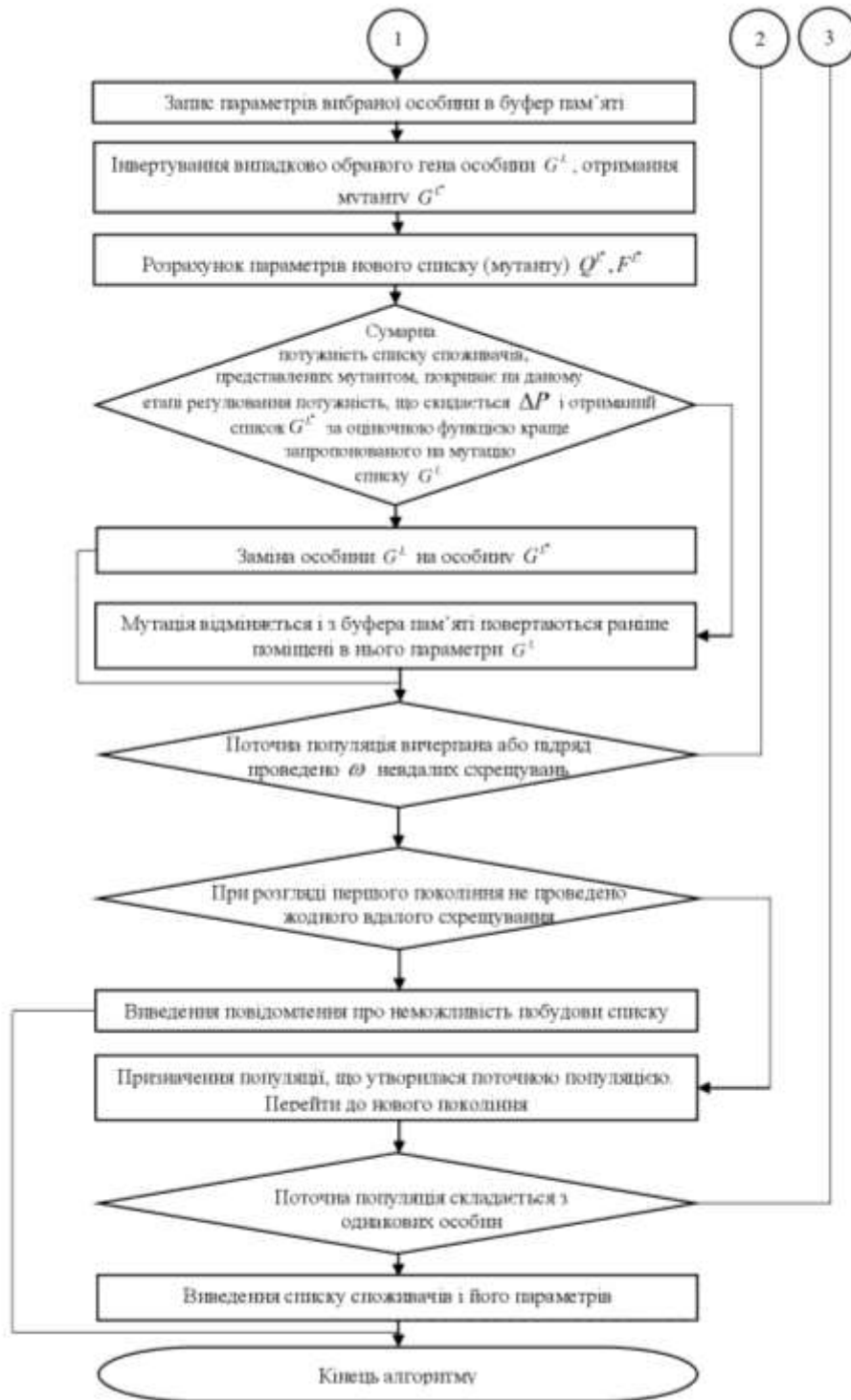


Рисунок 3 – Детальний генетичний алгоритм вибору споживачів-регуляторів

Висновок.

Зниження навантаження промисловими підприємствами за допомогою споживачів-регуляторів в години максимуму енергосистеми сприяє вирівнюванню графіка навантаження, що знизить необхідність додаткових маневрових потужностей, а також вартість електричної енергії. В якості критеріїв, за якими обирається найбільш оптимальний список споживачів-регуляторів обрано функції збитку та кількості перемикачів. Досліджено та побудовано генетичний алгоритм вибору споживачів-регуляторів, та метод експертного оцінювання для ранжування та вибору оптимального списку споживачів, за допомогою яких відбуватиметься регулювання навантаження.

V.P. Kalinchyk ¹, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof, ORCID 0000-0003-4028-0185

O. Borychenko ¹, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof, ORCID 0000-0002-6127-2945

O. Meita ¹, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof, ORCID 0000-0002-4132-5202

V.V. Kalinchyk ¹, Cand. Sc. (Eng.), ORCID 0000-0003-3931-646X

V. Pobigaylo ¹, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof, ORCID 0000-0003-2673-7329

¹National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

RANKING OF CONSUMERS-REGULATORSELECTRICAL LOAD

It is shown that managing electricity consumption by regulating the power of consumer-regulators is an important factor in reducing the loads of industrial enterprises. It is shown that during peak hours of the power system, it is advisable to reduce the capacity of enterprises to level the overall schedule of electrical loads. The procedure for reducing the total load can be achieved by regulating the power consumption of consumers - regulators or by disconnecting them. To rank consumers-regulators, it is necessary to perform an optimization procedure. For the optimization procedure, we propose the use of combinatorial algorithms based on heuristic schemes for finding solutions. The method of finding the optimal list of such consumers using a genetic algorithm, a heuristic search method used to solve optimization and modeling problems by randomly selecting a combination and variation of the noise parameters using mechanisms similar to natural selection, is investigated. To solve the problem, a software model of the evolutionary process - the development of a certain population of individuals - is created. An algorithm is described that can be used to obtain the most optimal solution for the choice of consumers at an enterprise. The genetic algorithm is considered to solve the problem of selecting the composition of consumers at the lower level of the enterprise's power grid. In the process of selection, the functions of loss and number of switching are analyzed, which tend to minimize when searching for a solution. The program model of the evolutionary process includes the following stages: creation of the initial population; crossing; mutation. A detailed description of the genetic algorithm, its essence, and the principle of its application for load regulation by selecting the optimal consumer option for regulating the electric load are considered. The criteria for selecting the most optimal list of consumer-regulators are the functions of loss and the number of switching operations.

Keywords: electricity consumption, power, electrical load, optimization, genetic algorithm.

References

1. Prakhovnyk, A.V. Ways and Stages of Establishing a Scientific Direction on the Issue of Comprehensive Management of Electricity Utilization. Scientific News of NTUU "KPI". – 1999. - № 1. – P. 58 – 70.
2. Optimal Management of Electrical Loads. Kalinchyk V.P., Kalinchyk I.V., Lukianchuk A.D., Tkachuk A.O. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". - Kyiv. 2009.- 12 p. – Ukr. – Deposited in DNTB of Ukraine on 12.10.09, No. 95-Ukr – 2009.
3. Kalinchyk V.P. Management of power consumption modes of industrial consumers // V.P. Kalinchyk, V.A. Pobigaylo, V.V. Kalinchyk, O.V. Meita, Y. M. Chuniak / Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Problems of improvement of electric machines and devices. Theory and practice. - № 1(7)- 2022.- P.38-41
4. Vakal L.P. Genetic algorithms as a tool for solving nonlinear boundary value problems // L.P. Vakal / Computer tools, networks and systems. - 2015. - № 14. - P.16-23
5. Sivanandam S. N. Introduction to Genetic Algorithms / S. N. Sivanandam, S.N.Deepa –Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. - 318 p.
6. Koss V. A cybernetic approach to the analysis of information transformation in human thinking procedures // V. Koss // Svitoglyad. - 2010. - № 4. - P. 14 - 17.
7. Clement R. Genetic Algorithms and Dus-Driver Scheduling. // Clement R., Wren A./ Presented at the 6th International Conference for Computer-Aided Transport Scheduling. Lisbon. Portugal. 1993.
8. Shkrebtiiy M.V. Application of genetic algorithms for the selection of consumers-regulators / Shkrebtiiy M.V., Kalinchyk V.P. / Collection of scientific papers. Materials of the VII International Scientific and Technical Conference. Energy. ecology. human. - Kyiv: Igor Sikorsky Ky-iv Polytechnic Institute, IEE, 2016. - P. 115-117.
9. Kalinchyk V. Choosing the priority scale of consumers-regulators of electricity consumption // V. Kalinchyk, G. Khitko / Collection of scientific papers. Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Internet Conference "Problems and Prospects for the Development of Science at the Beginning of the Third Millennium in Europe and Asia" - Pereyaslav-Khmelnytskyi - 2016.- P.245-246.
10. Kalinchyk V. Management of electric load with the help of consumers-regulators // V. Kalinchyk, M. Shkrebtiiy. Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Internet Conference "Problems and Prospects for the Development of Science at the Beginning of the Third Millennium in Europe and Asia" - Pereyaslav-Khmelnytskyi - 2016.- P.246-248.

Надійшла: 29.08.2024

Received: 29.08.2024