

---

## **Евристичне управління дискретними системами енергетики**

**Олександр Іванович Брунеткін**

Кафедра програмних і комп'ютерно-інтегрованих технологій, Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна

ORCID 0000-0002-6701-8737

**Олександр Валерійович Бабенко**

Кафедра програмних і комп'ютерно-інтегрованих технологій, Національний університет «Одеська політехніка», Одеса, Україна

ORCID 0009-0009-9197-1446

### **Для цитування цієї статті:**

Брунеткін Олександр, Бабенко Олександр. Евристичне управління дискретними системами енергетики. International Science Journal of Engineering & Agriculture. Vol. 2, No. 6, 2023, pp. 65-72. doi: 10.46299/j.isjea.20230206.08

**Надійшла до редакції:** 01 листопада 2023 р.; **Схвалено:** 30 листопада 2023 р.;

**Опубліковано:** 01 грудня 2023 р.

---

**Анотація:** Розглянуто евристичне управління дискретними системами енергетики, в основу якого покладено цільову функцію оптимізаційного розв'язання задачі для системи теплопостачання із змінною структурою технічних засобів. Цільова функція поєднує в собі такі властивості як якість процесу, ефективність обладнання, його надійність і вартість ресурсів, що дозволяє комплексно оцінювати процес функціонування системи на основі техніко-економічних показників при обмеженнях на ресурси і визначати найкраще рішення у разі їх зміни. В основу математичної моделі для забезпечення управління системою теплопостачання по вибору структури об'єкта управління покладено використання генетичного алгоритму, що дозволяє досягти раціонального використання енергоресурсів і мінімізувати час розрахунків. Запропоновано три керуючі алгоритми пошуку оптимального рішення. Запропоновано комплексний критерій оптимального управління структурою системи на основі техніко-економічних показників. Розроблено кілька варіантів керуючих алгоритмів, що визначають оптимальну структуру технічних засобів, використовуючи генетичний алгоритм. Кожен із варіантів має свої особливості. Якщо у першому варіанті реалізовано релейне управління обладнанням та введення обмежень на ресурси та значення вагових коефіцієнтів критерію управління здійснює оператор, то у другому — їх значення автоматично оцінюється на основі наявності енергоресурсів з урахуванням їх майбутніх надходжень, а також непередбачених подій, що впливають на роботу системи теплопостачання. У третьому варіанті під час виконання управління за попередньо розрахованим планом паралельно ведеться розрахунок наступного плану з урахуванням зміни потужності устаткування. Для зменшення кількості перемикань обладнання при оптимізації структури системи розроблено четвертий алгоритм, в якому управління здійснюється не лише зміною структури системи, а й зміною завдань регуляторів теплопередаючих технічних засобів.

**Ключові слова:** Евристичне управління, керування зміною структури, критерій оптимального керування, генетичний алгоритм, система теплопостачання, цільова функція

---

## 1. Вступ

Накладемо на процес управління обмеження та умови.

- Забезпечення максимально можливої якості, тобто мінімізувати відхилення поточного параметра від заданого.
- Забезпечення максимально надійної надійності обладнання.
- Використання процесу управління найбільш ефективного устаткування.
- Забезпечення надійності обладнання не нижче задано.
- Система має в міру можливості збереження працездатності в умовах обмеженості енергоресурсів.

## 2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єкт дослідження: система управління тепlopостачанням із змінною структурою технічних засобів об'єкта управління.

Предмет дослідження: математичне забезпечення розв'язання задачі оптимізації автоматизованої систем управління процесами тепlopостачання із змінною структурою технічних засобів.

## 3. Мета та задачі дослідження

Завдання управління можна сформулювати в такий спосіб: забезпечити оптимальний баланс між як технологічного процесу, надійністю, ефективністю та вартістю. При цьому слід, що довілля може змінюватися непередбачуваним чином. Розглянемо поточний стан системи через рівні інтервали часу. В межах інтервалу структура системи змінюється, тобто. обладнання не включається та не вимикається, та працює в номінальному режимі. Таким чином, завдання керуючого алгоритму – отримати план перемикання обладнання, що відповідає оптимальному вирішенню з точки зору обраного критерію.

## 4. Аналіз літератури

Аналіз різних літературних джерел показав, що для вирішення подібних завдань добре використовувати евристичне управління дискретними системами.

Теоретичні дослідження задач оптимізації проводили В.М. Глушков, А.Г. Івахненко, Р. Белман, Л.С. Понтрягін, Л.А. Барський, В.З. Козін, А.С. Давідкович та ін. Розв'язанню оптимізаційних задач в галузі теплоенергетики присвятили свої роботи Е.В. Сарнацький, Р.Р. Аvezов, Р.В. Жесан, С.П. Плешков [2,3,4,5,6].

Сучасні наукові досягнення довели, що розв'язання завдань тепlopостачання може бути отримано шляхом використання взаємозамінного обладнання, яке працює незалежно одне від одного при паралельному підключенні. Це робить доцільним об'єднання його в рамках єдиної системи для отримання оптимального співвідношення якості продукції при мінімізації вартості витрачених ресурсів за рахунок постійної зміни структури як теплогенеруючих, так і теплопередаючих технічних засобів [2,3,4].

Проведений аналіз показав, що під оптимальним керуванням розуміється керування структурою регулятора і оптимізацією його поточних налаштувань. Аналіз літературно-патентних джерел показав, що дослідники в галузі автоматизації звернули увагу на завдання керування зміною структури технічних засобів порівняно давно, на етапі класифікації автоматизованих систем, однак у відкритій літературі не виявлено ніяких алгоритмів керування структурою складної системи для підвищення ефективності [5,6].

## 5. Метод формування плану перемикання обладнання

Складність вирішення завдань формування плану переключення обладнання передбачається тим, що немає чіткої залежності оптимальної структури системи від її поточного і необхідного стану. Так як цільова функція може досягати різних альтернативних структур системи, в кожен момент ми вимагаємо необхідності вибору, наслідки якого можна оцінити тільки в майбутньому. Беремо до уваги, що система теплопостачання складається з трьох об'єктів (два газових котли і ТНУ), кожен з яких може бути або включений, або виключений, отримуємо  $2^3 = 8$  можливих наявних систем в кожен момент часу. Відповідно безліч з  $N$  інтервалів дає нам можливі плани переключення обладнання.

Очевидно, що простий перебір усіх варіантів може зайняти занадто багато часу. Таким чином, виникає питання, як для прийняттого часу знайти оптимальне або близьке до оптимального рішення.

Можна провести визначені аналогії між вирішуваною задачею і задачами планування розподілу ресурсів. Найбільш близькою за змістом є задача про створення раціону [1].

Отже, формуємо основні властивості вирішуваної задачі:

- величезна кількість альтернативних рішень;
- немає інформації про залежність плану переключення обладнання від поточного стану системи;
- цільова функція може мати безліч локальних екстремумів.

Аналіз різних літературних джерел [2,3,4,5,6] показав, що для вирішення подібних завдань добре використовуються генетичні алгоритми. Тому було вирішено використовувати їх для отримання плану переключення обладнання, достатньо близького до оптимального з точки зору обраного критерію дискретності функція, аргументами якої є плани перемикання технічних засіб  $x$  протягом  $t$ . В остаточній формі цільова функція відбувається вигляду:

$$J(x; t) = \sqrt{w_r R_n^2(x; t) + w_q Q_n^2(x; t) + w_s S_n^2(x; t) + w_e E_n^2(x; t)} \quad (1)$$

де:  $w_r, w_q, w_s, w_e$  – вагові коефіцієнти, які приймаються експертним методом;  $R(t)$  – ймовірністю відмови системи;  $Q(t)$  – якістю підтримувати заданої температура;  $S(t)$  – вартістю енергоресурсів;  $E(t)$  – ефективністю перетворення енергії.

При описі генетичних алгоритмів використовуються визначення, використані з генетики. Наприклад, мова іде про популяцію осіб, а в якості базових понять застосовуються ген, хромосома, генотип, фенотип, аллель. Також підходять цим термінам визначення з технічної лексики, зокрема, ланцюг, двоїчна послідовність, структура [7,8].

Дуже важливим поняттям в генетичних алгоритмах вважається функція пристосовності, інакше звана функцією оцінки. Вона представляє міру здатності даної особи в популяції. Ця функція відіграє головну роль, оскільки дозволяє оцінити ступінь пристосовності окремих осіб у популяції та вибрати з них найбільш пристосовані (тобто мають найбільше значення функції пристосовності) відповідно до еволюційного принципу виживання «сильніших» (краще всього пристосованих). Функція пристосовності також отримала свою назву безпосередньо з генетики. Вона надає сильний вплив на функціонування генетичних алгоритмів і повинна мати точне і правильне визначення. У завданнях оптимізації функція пристосовності, як правило, оптимізується і називається цільовою функцією. В задачах мінімізації цільова функція перетворюється, і проблема зводиться до максимізації. В теорії управління функція пристосування може приймати вид функції погрішності, а в теорії ігор – функції вартості. На кожній ітерації генетичного алгоритму пристосованість особи кожної даної популяції оцінюється за допомогою функцій працездатності, і на цій основі створюється наступна

популяція осіб, складових безліч потенційних рішень проблем, наприклад, завдань оптимізації [9,10].

Чергова популяція в генетичному алгоритмі називається поколінням, а до знову створеної популяції особи застосовується термін «нове покоління» або «покоління потомків». Метод пошуку найкращого рішення у вигляді класичного генетичного алгоритму наступний.

Шаг 1. Початок, введення даних.

Шаг 2. Ініціалізація, вибір вихідної популяції хромосом.

Шаг 3. Оцінка здатності хромосом в популяції.

Шаг 4. Перевірка умов пристосовності хромосоми, якщо умова виконана, здійснюємо відбір кращої за критерієм хромосоми і завдання пошуку вважається виконане, кінець.

Шаг 5. Умову не виконано, відсутні пристосовані хромосоми.

Шаг 6. Продовжуємо селекцію.

Шаг 7. Застосовуємо генетичні оператори.

Шаг 8. Створюємо нову популяцію хромосом, з новими властивостями.

Шаг 9. Переходим на Шаг 3.

Розглянемо застосування генетичного алгоритму для вирішення завдань складання плану переключення обладнання. Перш за все, необхідно закодувати своє рішення у вигляді послідовності генів.

У кожен момент часу система може знаходитися в одному з 8-ми різних станів, що визначають комбінації включеного обладнання. Прийmemo, що 1 відповідає ввімкненому складу одиниць обладнання, а 0 — вимкненому, тому можна скласти наступну таблицю кодування наявних систем.

Очевидно, що в двійковій системі стану системи теплопостачання відповідні числа від 0 до 7. Якщо прийняти, що кожен ген буде відповідати інтервалу часу. Наприклад, ген, що має значення 3, буде відповідати подвійному представленню 011, що означає вимкнено котел №1, і ввімкнене обладнання, котел №2 і ТНУ.

**Таблиця 1.** Таблиця кодування станів системи.

Код стану	Котел №1	Котел №2	ТНУ
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

Послідовність генів утворює хромосому. Довжина хромосоми визначається кількістю N інтервалів. Таким чином, послідовність генів в будь-якій хромосомі являє собою план переключення обладнання.

Пошук структури методом генетичного алгоритму починається з формування початкової популяції хромосом. У цьому випадку ця популяція складалася з 10 хромосом і формується випадковим чином [11,12].

Для оцінки працездатності кожної хромосоми використовувався вираз (1). Для цього моделювалася робота системи відповідно до плану перемикання обладнання, даної конкретної хромосоми, і розраховувалися всі необхідні компоненти. Критерій зупинки алгоритму це умова незмінності найбільш пристосованої хромосоми протягом 50 циклів. Проведений аналіз за викладеним методом підтверджує, що генетичні алгоритми дозволяють знаходити у величезній кількості альтернативних прийнятних рішень за розумний час. Так навіть при

$N=1000$  середній час пошуку рішення склало всього 500 с за цей час, як повний перебір усіх варіантів зайняв би  $3,2 \cdot 10^{996}$  с.

Головний же висновок полягає в тому, що, вибрав конкретну конфігурацію ЕОМ, призначену для моделювання, і задаючись прийнятним часом пошуку рішення, залежно від рис. 1 можна визначити максимальне значення параметра  $N$ .

З іншої сторони представляється доцільним проводити моделювання на період, що перевищує тривалість самого тривалого перехідного процесу системи. В наслідок цього, розділив на величину  $N$  знайдену на рис. 1 можна визначити значення інтервалу  $\Delta\tau$ :

$$\Delta\tau \leq \frac{\tau_{mn}}{N}. \quad (2)$$

Так, наприклад, вибрав максимальний час пошуку рішення рівний 120 секундам на рис. 1 знаходимо  $N \approx 500$ . З попередніх досліджень встановлено, що максимальна тривалість перехідного процесу в системі теплопостачання становить приблизно 9500 с. В наслідок цього:  $\Delta\tau \leq \frac{9500}{500} = 19$  с. Ґрунтуючись на отриманому результаті, подальше моделювання системи теплопостачання проводилося при  $\Delta\tau = 15$  с.

## 6. Результати розробки керуючих алгоритмів системи

У ході роботи по створенню керуючого алгоритму були запропоновані різні варіанти, що відрізняються складністю і потенційними можливостями.

*Управляючий варіант алгоритму 1.* Це простий варіант алгоритму, який у подальшому був використаний у процесі імітаційного моделювання. Послідовність дій наступна.

Шаг. 1. Введення вихідних даних. Значення ваги, що визначають і кількість пріоритетних ресурсів.

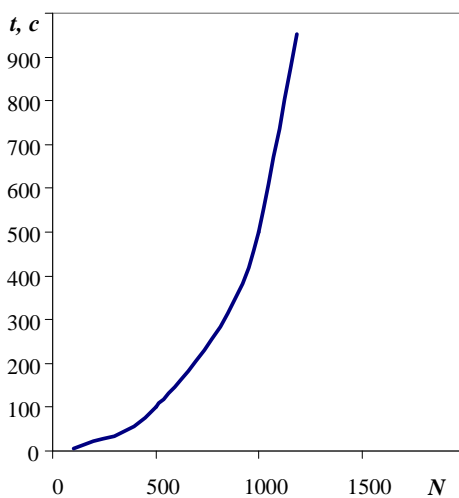
Шаг. 2. Формування плану переключення обладнання генетичним алгоритмом.

Шаг. 3. Реалізація плану.

Шаг. 4. Перевірка умов реалізації плану, якщо план не реалізований перехід на Шаг 3.

Шаг. 5. План реалізований, переходимо на перевірку умов завершення роботи, якщо немає, то переходимо на Шаг 1.

Шаг. 6. Робота завершена. Вихід із алгоритму.



**Рис. 1.** Залежність середнього часу пошуку рішення від кількості інтервалів  $N$ .

Для простого алгоритму можна представити у вигляді нескінченного циклу. У цьому випадку введення обмежених ресурсів і значення вагових коефіцієнтів критеріїв оптимального управління здійснює оператор. Цей алгоритм може бути використаний для реалізації

автоматизованого управління або ж як система підтримки прийняття рішень. Хоча перший варіант керуючого алгоритму досить точний для проведення імітаційного моделювання системи теплопостачання, з практичної точки зору він малоприматний [13,14].

*Управляючий алгоритм варіант 2.* Необхідно виключити людський фактор на кожному кроку алгоритму. Тому був розроблений більш інтелектуальний варіант керуючого алгоритму, який дозволяє автоматично оцінювати значення вагових коефіцієнтів складових критеріїв (1) на підставі поточної наявності первинних енергоресурсів, їх майбутніх поступлень, а також усіх непередбачених флуктуацій, що впливають на роботу параметрів системи. Послідовність дій наступна.

Шаг. 1. Введення вихідних даних. Визначення доступних ресурсів.

Шаг. 2. Рішення задачі розподілу ресурсів. Визначення кількості кожного ресурсу на текучу ітерацію.

Шаг. 3. Формування плану переключення обладнання генетичним алгоритмом без урахування кількості ресурсів.

Шаг. 4. Визначення дефіциту кожного ресурсу.

Шаг. 5. Зміна вагових коефіцієнтів критеріїв оптимального управління пропорційно величині відповідного дефіциту ресурсу.

Шаг. 6. Формування уточненого плану переключення обладнання генетичним алгоритмом з урахуванням кількості ресурсів.

Шаг. 7. План реалізації.

Шаг. 8. Перевірка умов реалізації плану, якщо план не реалізований перехід на Шаг 6.

Шаг. 9. Реалізований план переходу на введення змін у кількість доступних ресурсів у результаті виникнення зовнішніх і внутрішніх збурень перевірку переходимо на Шаг 2.

Шаг. 10. План реалізовано, збурення відсутні. Вихід із алгоритму.

Перевага даного алгоритму полягає в тому, що тільки в системі спостерігається дефіцит будь-якого ресурсу, відбувається збільшення відповідних вагових компонентів в критеріях управління, що, в свою чергу, приводить до зниження поточних витрат ресурсу. З запропонованого підходу в цьому алгоритмі реалізована спроба об'єднання АСУП і АСУ ТП. На верхньому рівні вирішується класична задача планування розподілу ресурсів. На нижньому — приймається рішення про те, як слід переключити конкретне обладнання для того, щоб досягти оптимального значення цільової функції по використанню ресурсів.

*Управляючий алгоритм варіант 3.* Далі відзначимо, що в запропонованих алгоритмах основні розрахункові витрати проходять в момент формування плану. Після того, як сформований план, розрахункова потужність ЕОМ не використовується. У підсумку ми тратимо кілька хвилин на формування плану, який реалізується протягом кількох годин. З метою задіяння вимірювальних і розрахункових можливостей ЕОМ в процесі виконання плану була запропонована наступна концепція [15].

Припустимо, що обладнання системи теплопостачання працює не в релейному режимі, а на різних рівнях потужності. Для визначеності приймемо, що такі рівні 5: 0, 25, 50, 75 і 100%. З розрахункової точки зору завдання пошуку оптимального плану істотно ускладнюється, так як кількість варіантів тепер  $(5^3)^N = 125^N$ . З іншої сторони, маневрування потужності дозволить більш гнучко використовувати ресурси всередині системи теплопостачання. Крім того, як уже було сказано, є великий потенціал не використаного часу роботи ЕОМ. Тому перспективним представляється гібридний підхід. На початку формується попередній план переключення обладнання виходячи з того, що воно працює в релейному режимі. Далі, поки цей план реалізується, паралельно формується поточний план, який передбачає роботу обладнання на різних рівнях потужності. Таким чином, з'являється можливість більш гнучкого управління, що покращує ефективність.

## 7. Висновки

1. Вперше запропонований комплекс алгоритмів управління системою теплопостачання зі зміненою структурою технічних засобів, який дозволяє реалізувати оптимальне управління за рахунок зміни структури об'єкта управління.

2. Пошук оптимального рішення в розробленому комплексі керуючих алгоритмів здійснюється з використанням методу пошуку оптимуму «генетичний алгоритм», який дозволить у фактично без кінцевій множині варіантів знайти рішення, близьке до оптимального за припустимий часовий інтервалом.

3. Пошук оптимального рішення залежить від обмеженості ресурсів, які можуть задаватися оператором, або розраховуватися системою управління на базі інформації про плановану кількість і час надходження ресурсів.

4. Запропонований комбінований алгоритм пошуку оптимального рішення, який полягає в поєднанні швидко розрахованого попереднього рішення, заснованого на релейному режимі регулювання обладнання з наступним точним рішенням, розрахованого у процесі реалізації попереднього рішення, і заснованого на припущеннях щодо можливості регулювання потужності обладнання.

---

### Список літератури:

1) Максимова О.Б. Методика розрахунку критеріїв управління структурою складних технічних систем / О.Б. Максимова, В.О. Давидов, В.М. Тонконогий // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. — 2011. — №3. — С. 19-23.

2) Максименко І.М. Розробка принципів цілорічного управління установкою теплопостачання на основі методів об'єктно-орієнтованого аналізу / І. Н. Максименко, Ю. К. Тодорцев // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури . — Вип . 17. — 2005. — С. 251 — 253.

3) Максимова О.Б. Исследование адаптивных самоорганизующихся автоматизированных систем обеспечения комфортной температуры / О.Б. Максимова, В.О. Давыдов , В.М. Тонконогий // Тр . Одес . политехн . ун -та. — Одесса, 2011. — Вип . 2(36). — С. 155-160.

4) Максимов М.В., Максимова О.Б., Мінчев Д.С. Методи та моделі управління системою зі зміненою структурою об'єктів теплопостачання. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 2021, Том 32 (71) Ч. 1 № 2 с. 170 – 179.

5) Давидов В.О. аналіз надійності ПО АСУТП / В. О. Давидов, О.Б. Максимова, А.А. Шевчук // Холодильна техніка і технологія. — Одесса, 2011. — Вип . 6(134). — С. 86 — 91.

6) Проектирование специализированных информационно-вычислительных систем: Учеб. пособие по спец. ЕОМ і АСУ/ Смирнов Ю.М., Воробьев Г.Н., Потапов Е.С., Сюзев В.В.; Під ред. Смирнова Ю.М. — М.: Вищ . шк ., 1984. — 359 с.

7) Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: пер. с польск. И.Д. Рудинского . — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 452 с.

8) Ammar, S. Characteristics and features of a performance evaluation model using a multilevel fuzzy rule-based system [Текст] / S. Ammar, R. Wright. // International Journal of Technology, Policy and Management, Vol. 3 No. 3/4, 2003. – P. 301-321.

9) Cricelli, L. Modelling the competition of an HNO versus an MVNO in the mobile telecommunications industry [Текст] / L. Cricelli, M. Grimaldi and N. L. Ghiron // International Journal of Technology, Policy and Management, Vol. 9 No. 3, 2009.– P. 277-295.

10) Kondratenko, Y. P. Modelling and optimisation of tanker's cargo process in real fuzzy conditions [Текст] / Y. P. Kondratenko, L. P. Klymenko, V. Y. Kondratenko and D. M. Pidopryhora // Lectures on Modeling and Simulation. AMSE Periodicals, Series A, Vol. 9, Palma de Majorca, Balearic Islands, Spain, 2008.– P. 122-133.

- 11) Zadeh, L. A. Fuzzy sets [Текст] / L. A. Zadeh // Information and Control. – Vol. 8, 1965. – P. 338-353.
- 12) Zimmermann, H. J. Fuzzy Set Theory and Its Applications [Текст] / H. J. Zimmermann. – Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, 1992.
- 13) Ротштейн, А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. [Текст] / А. П. Ротштейн. – Винница: "УНІВЕРСУМ-Вінниця", 1999. – 300 с
- 14) Dixon, R. The ALSTOM benchmark challenge on gasifier control [Текст] / R. Dixon, A. Pike, and M. Donne // Proc. Inst. Mech. Eng. I, J. Syst. Control Eng., 2000, 214. – P. 389-394.
- 15) Taylor, C. J. Proportional-integral-plus (PIP) control of the ALSTOM gasifier problem [Текст] / C. J. Taylor, A. P. McCabe, P. C. Young, and A. Chotai // IMECHE Proc., J. Syst. Control Eng., 2000, 214. – P. 469-480

---

## Heuristic control of discrete power systems

### Oleksandr Brunetkin

Department of Software and Computer-Integrated Technologies, Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine  
ORCID 0000-0002-6701-8737

### Oleksandr Babenko

Department of Software and Computer-Integrated Technologies, Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine  
ORCID 0009-0009-9197-1446

---

**Abstract:** The heuristic management of discrete energy systems is considered, which is based on the objective function of the optimization solution of the problem for the heat supply system with a variable structure of technical means. The objective function combines such properties as the quality of the process, the efficiency of the equipment, its reliability and the cost of resources, which allows you to comprehensively evaluate the process of functioning of the system on the basis of technical and economic indicators with restrictions on resources and to determine the best solution in case of their change. The basis of the mathematical model for ensuring the control of the heat supply system by choosing the structure of the control object is the use of a genetic algorithm, which allows achieving rational use of energy resources and minimizing calculation time. Three control algorithms for finding the optimal solution are proposed. A comprehensive criterion for optimal management of the system structure based on technical and economic indicators is proposed. Several variants of control algorithms have been developed that determine the optimal structure of technical means using a genetic algorithm. Each of the options has its own characteristics. If in the first option relay control of the equipment is implemented and the introduction of restrictions on resources and the value of the weighting factors of the control criterion is carried out by the operator, then in the second option their value is automatically estimated based on the availability of energy resources, taking into account their future receipts, as well as unforeseen events affecting the operation of the system heat supply. In the third option, during the execution of control according to a previously calculated plan, the calculation of the next plan is carried out in parallel, taking into account the change in the capacity of the equipment. In order to reduce the number of equipment switches while optimizing the system structure, a fourth algorithm was developed, in which control is carried out not only by changing the system structure, but also by changing the tasks of heat transfer technical means regulators.

**Keywords:** Heuristic control, structure change control, optimal control criterion, genetic algorithm, heat supply system, objective function

---