

УДК 621.313

РОЗПІЗНАВАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ ПРОГРАМ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО КЛАСУ СКЛАДНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ЗА ІНФОРМАЦІЄЮ ЙОГО ДОВІЛЬНОГО ПРЕДСТАВНИКА

В. Ф. Шинкаренко, Ю. В. Гайдаєнко, Л. М. Кобзенко, П. В. Отришко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна. E-mail: svf46@voliacable.com

Показано, що довільний електромеханічний об'єкт є носієм генетичної інформації. Розглянуто взаємозв'язок генетичної інформації електромеханічних об'єктів з породжувальною періодичною системою первинних джерел магнітного поля й генетичними програмами їх структурної еволюції. Аналізуються рівні подання знань у генетичних програмах структуроутворення електромеханічних систем. Запропоновано методологію визначення генетичних програм довільного рівня деталізації за наявності опису лише одного представника класу. На прикладі складної електромеханічної системи показано послідовність застосування процедур генетичного синтезу й аналізу в задачах розпізнавання та розшифровки генетичних програм. Показано взаємозв'язок структури магнітного поля з гомологією й просторовою геометрією обмоток, а також із фізичним станом вторинного середовища в об'єктах-нащадках. Визначено інноваційний потенціал генетичних програм досліджуваного класу електромеханічних систем. Наведено результати еволюційних експериментів, що підтверджують достовірність виконаних досліджень.

Ключові слова: гібридний електромеханічний об'єкт, генетичний аналіз, генетичний код, генетична програма, еволюційний експеримент.

РАСПОЗНАВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРОГРАММ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КЛАССА СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ИНФОРМАЦИИ ЕГО ПРОИЗВОЛЬНОГО ПРЕДСТАВИТЕЛЯ

В. Ф. Шинкаренко, Ю. В. Гайдаєнко, Л. Н. Кобзенко, П. В. Отришко

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
просп. Победы, 37, 03056, г. Киев, Украина. E-mail: svf46@voliacable.com

Показано, что произвольный электромеханический объект является носителем генетической информации. Рассмотрена взаимосвязь генетической информации электромеханических объектов с порождающей периодической системой первичных источников магнитного поля и генетическими программами их структурной эволюции. Анализируются уровни представления знаний в генетических программах структурообразования электромеханических систем. Предложена методология определения генетических программ произвольного уровня детализации по наличию описания только одного представителя класса. На примере сложной электромеханической системы показана последовательность применения процедур генетического синтеза и анализа в задачах распознавания и расшифровки генетических программ. Показана взаимосвязь структуры магнитного поля с гомологией и пространственной геометрией обмоток, а также физическим состоянием вторичной среды в объектах-потомках. Определен инновационный потенциал генетических программ исследуемого класса электромеханических систем. Приведены результаты эволюционных экспериментов, подтверждающих достоверность выполненных исследований.

Ключевые слова: гибридный электромеханический объект, генетический анализ, генетический код, генетическая программа, эволюционный эксперимент.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Наявність програми розвитку – фундаментальна властивість живих систем. Програми розвитку мають генетичну природу, матеріалізовану в структурі геному кожного живого організму. Тому наявність власної генетичної програми до останнього часу вважалась унікальною властивістю, що відрізняє живу систему від штучної.

Відкриття періодичної системи електромагнітних елементів (первинних джерел електромагнітного поля), яка одночасно є їх генетичною класифікацією (ГК), і подальший аналіз її інваріантних властивостей зумовили необхідність перегляду традиційних уявлень щодо принципів структурної організації та законів розвитку складних систем природного й природно-антропогенного типу [1].

За результатами структурно-системних досліджень встановлено, що електромеханічні об'єкти

(ЕМ-об'єкти) й системи належать до систем природно-антропогенного типу, які мають генетичну природу. Електромеханічні об'єкти є носіями генетичної інформації, яка однозначно розпізнається через структуру об'єкта й відтворюється у вигляді універсального генетичного коду. Ідентифікація генетичної інформації є необхідною умовою для відтворення генетичних програм, які зосереджують високоінтелектуальну інформацію щодо структурного потенціалу електромеханічних об'єктів-нащадків.

З використанням генетичних програм уперше розроблено наукові основи структурного передбачення й спрямованого синтезу нових ЕМ-об'єктів за заданою функцією цілі [2, 3]. Створені за результатами досліджень об'єкти фактично стали першими у світі технічними системами, які були синтезовані за їх генетичними програмами. Результати розшифровки генетичних програм відкривають можливість

створення високоефективних генетичних банків інновацій і генетичних баз знань, які містять систематизовану інформацію щодо генетично допустимих структурних варіантів ЕМ-об'єктів. Тому задачі визначення, аналізу та практичного використання інноваційного потенціалу генетичних програм, у межах конкретних функціональних класів електромеханічних систем (ЕМ-систем), належать до актуальних науково-технічних задач сучасної електромеханіки.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Напрямок досліджень із визначення, розшифровки та практичного використання генетичних програм у технічних об'єктах уперше започаткований ученими київської школи генетичної і структурної електромеханіки в НТУУ «КПІ». За результатами попередніх досліджень встановлено, що історично визначена структурна різноманітність створених електромагнітних і електромеханічних об'єктів розпізнається й упорядковується через генетичну інформацію елементного базису ГК. Обмежена сукупність цілісних структур хромосомного рівня виконує функцію породжувальних відносно генетично допустимої різноманітності структур-нащадків більш високих рівнів генетичної складності. Відкриття такої закономірності стало теоретичною основою для визначення програм структуроутворення довільних класів ЕМ-об'єктів, які за аналогією з програмами біологічних систем відповідають статусу генетичних.

Отже, поняттю генетичної програми довільного класу ЕМ-систем ставиться у відповідність кінцева множина парних електромагнітних хромосом, генетична інформація яких визначає структурну різноманітність і межі існування об'єктів-нащадків, що задовольняють цільовій функції системи [2]. Наявність детермінованого зв'язку між генетичними програмами й результатами технічної еволюції об'єктів електромеханіки підтверджено експериментально [4].

У даній роботі вперше ставиться задача визначення рівнів організації генетичних програм та їх розпізнавання й розшифровки за наявності інформації лише одного структурного представника. Наявність таких програм відкриває можливість отримання системної, високоінтелектуальної інформації стосовно генетично допустимих об'єктів, як відомих видів, так і видів, ще невідомих на даний час технічної еволюції зазначеного класу.

Ставиться задача визначення сукупності генетичних програм певного функціонального класу ЕМ-систем за описом лише одиничного представника цього класу. В термінах генетичної теорії структуроутворення задача зводиться до визначення генетично допустимої різноманітності електромагнітних парних хромосом досліджуваного класу ЕМ-об'єктів за результатами аналізу генетичної інформації його відомого представника (об'єкта, моделі, опису, креслень тощо).

Для забезпечення коректності розв'язання задачі приймаємо наступні припущення:

– вихідну множину батьківських хромосом обмежуємо елементним базисом першого великого періоду генетичної класифікації;

– у рамках даного дослідження не враховуються близнюкові гібриди, синтезовані на основі джерел – ізотопів;

– не розглядаються генетичні програми гібридних структур видового рівня, які становлять предмет самостійного геномного та інноваційного аналізу;

– враховуються хромосомні набори гібридних структур, що містять комбінаторні варіанти первинних джерел поля (структури з вторинними джерелами магнітного поля в задачах синтезу генетичних програм не враховуються).

Відповідно до принципу системності, довільний ЕМ-об'єкт є представником різних систем із різними рівнями їх організації та структурної складності. Як наслідок, довільний об'єкт є носієм інформації про свою приналежність до відповідної множини систем. Знання спадкової інформації (генетичного коду та структурної формули) і рівня генетичної складності ЕМ-об'єкта, за умови наявності породжувальної періодичної системи первинних джерел магнітного поля, відкривають можливість розпізнавання й розшифровки генетичних програм.

Кожному структурному рівню генетичної організації ЕМ-систем ставиться у відповідність конкретна генетична програма, основу якої становить відповідний принцип збереження, або структурний закон.

Системні інформаційні зв'язки між породжувальною системою (генетичною програмою) і довільним об'єктом, який є одним із структурних представників такої програми, визначається дослідником через логічну послідовність методів генетичного аналізу й синтезу (рис. 1).

Архітектура інформаційних зв'язків у методології розпізнавання генетичних програм, у загальному випадку, вимагає наявності трьох обов'язкових складових: «Дослідник» ↔ «Технічна еволюція» ↔ «Породжувальна періодична система».

Задачу відтворення генетичних програм, за умови наявності інформації структурного представника, можна узагальнити наступною послідовністю логічно взаємопов'язаних основних етапів: генетичного аналізу ЕМ-об'єкта (системи); синтезу генетичних програм; розшифровки й аналізу генетичних програм відповідних рівнів; постановки еволюційних експериментів (за необхідності). У межах кожного етапу здійснюється розв'язання відповідних локальних задач. Із використанням зазначеної послідовності процедур аналізу й синтезу відтворюється вся структура та супідрядність взаємопов'язаних генетичних програм наступних рівнів: об'єктного, популяційного, видового, родового (геометричного класу); гомологічного ряду (електромагнітно й топологічно споріднених об'єктів) та функціонального класу (рис. 2).

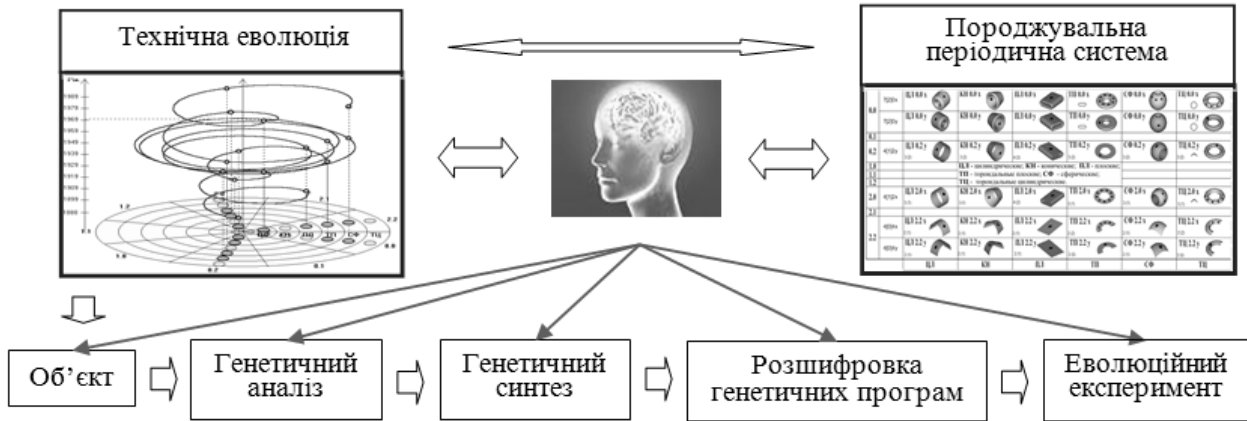


Рисунок 1 – Архітектура системної методології відтворення й розшифровки генетичних програм за наявності одиничного ЕМ-об'єкта

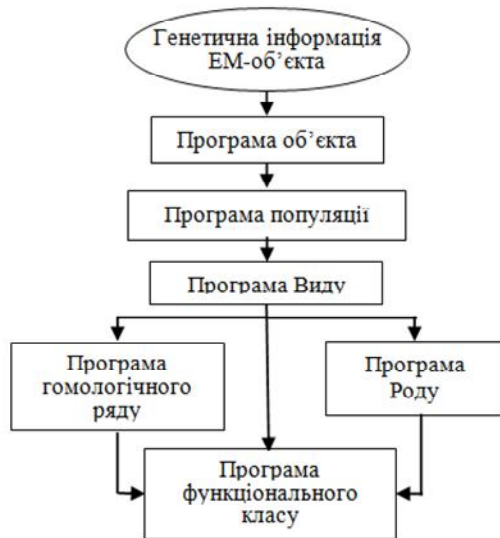


Рисунок 2 – Структура супідрядності й класифікація генетичних програм, що визначаються через генетичну інформацію довільного ЕМ-об'єкта

Структура супідрядності генетичних програм указує на три можливих шляхи визначення й дослідження генетичної програми функціонального рівня: через програми Видів, через родові програми й з використанням програм гомологічних рядів.

Відповідно до поставленої мети, вибір об'єкта дослідження здійснювався за критеріями: наявності достатньо високого рівня генетичної складності; широкого діапазону функцій (поліфункціональності); унікальності об'єкта (відсутності близьких аналогів); наявності необхідної інформації (опису) для розпізнавання його структури.

Відповідно до зазначених вимог, об'єктом дослідження було обрано ЕМ-систему, опис якої було опубліковано у 1946 р. [5]. Об'єкт дослідження належить до складних систем, що суміщає дві індукційні електричні машини обертового й дві машини поступального руху, які взаємодіють зі спільною рухомою частиною (рис. 3). Результати генетичного аналізу її структури свідчать про те, що об'єкт дос-

лідження є структурним представником сумішених ЕМ-систем роду циліндричних, функціонально призначених для здійснення складного керованого просторового руху приводного механізму. У загальному випадку, рухома частина ЕМ-системи, за умови незалежного живлення обмоток елементарних старторів, може реалізувати наступні види просторового руху рухомої частини:

- обертовий рух, у тому числі реверсивний ($\pm \omega_{ox}$);
- поступальний і зворотно-поступальний рухи ($\pm V_{ox}$);
- обертально-поступальний (гвинтовий) рух ($\omega_{ox} \times V_{ox}$);
- коливальні рухи ($\pm \omega_{\beta}, \pm V_L$);
- складний програмований рух ($D_{\omega V}$).

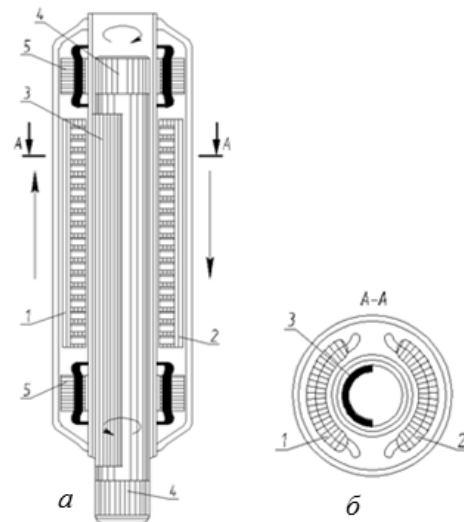


Рисунок 3 – Об'єкт дослідження [5]: а) поздовжній перетин; б) поперечний перетин; 1, 2 – дугові статори біжучого поля S_X ; 3 – короткозамкнена обмотка дугової форми на рухомій частині; 4 – короткозамкнені обмотки циліндричної форми S_Y ; 5 – циліндричні статори обертового поля

Зазначені види просторового руху визначають цільову функцію даної ЕМ-системи:

$$F_{EM} = [\pm\omega_{OX}, \pm V_{OX}, (\omega_{OX} \times V_{OX}), \pm\omega_{\beta}, \pm V_L, D_{\omega V}]. \quad (1)$$

Задача генетичного аналізу полягає у визначенні генетичної інформації, генетичного коду й рівня генетичної складності об'єкта дослідження.

Визначення складових генетичної інформації здійснювалось за результатами аналізу просторової геометрії активних поверхонь, топології й електромагнітної симетрії обмоток елементарних індукторів. За результатами аналізу визначено складові генетичних кодів батьківських хромосом, а також оператори генетичного синтезу (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати визначення й аналізу складових генетичної інформації гібридної ЕМ-системи

| Структурна ознака ЕМ-системи | Генетична інформація | Генетичний статус ЕМ-структури |
|---|-----------------------------------|--|
| Суміщена осесиметрична структура з циліндричними активними поверхнями | CL | Представник гібридних ЕМ-структур роду циліндричних |
| Циліндричний круговий статор C_V оберտального поля поверхневою обмоткою | $CL\ 0.2y$ | Представник Виду обертових машин із групою симетрії 0.2 |
| Кількість статорів $N_{CV}=2$ | $R_I : (K_R = 2)$ | Реплікована (двоелементна) первинна |
| Циліндричний дуговий статор C_X біжучого поля з поверхневою обмоткою | $CL\ 2.2x$ | Структурний представник Виду циліндричних, поступального руху, з групою симетрії 2.2 |
| Кількість статорів $N_{CX} = 2$ | $R_I : (K_R = 2)$ | Реплікована (двоелементна) первинна |
| Циліндрична рухома частина, спільна для статорів C_V и C_X | CL | Мутована вторинна структура |
| Просторове суміщення статорів C_V и C_X відносно спільної рухомої частини | $CL\ (0.2y \times 2.2x)_I$ | Внутрішньородовий дигібрид електромагнітно-топологічного типу |
| Аксіальне розташування статорів C_V відносно рухомої частини | $L_{OX} (C_{V1}, C_{V2})$ | Реплікований просторовий ізомер аксіального типу |
| Дзеркальне розташування статорів C_X відносно осі симетрії | $S_I (C_{X1}, C_{X2})$ | Просторовий ізомер (радіально симетричний) |
| Зустрічна орієнтація обертових полів статорів C_V | $I : \omega (C_V)^{-1}$ | Електромагнітно-інверсна |
| Зустрічна орієнтація біжучих полів статорів C_X | $I : V(C_X)^{-1}$ | Електромагнітно-інверсна |
| Спільна рухома частина для статорів C_V та C_X | $M_2 [L_2 > (L_{CV} + L_{CX})_1]$ | Мутована (за аксіальним напрямом) вторинна |

Результати генетичного аналізу дозволяють встановити еволюційний і таксономічний статус об'єкта дослідження. Досліджуваній об'єкт належить до складних суміщених багатofункціональних електромеханічних систем для реалізації складного просторового руху ($C_{\omega V}$), є структурним представником класу індукційних електричних машин із твердотільною рухомою частиною (C_S), об'єктом виду гібридних систем електромагнітно-топологічного типу (C_{ET}), належить до роду циліндричних електричних машин (C_{CL}), входить до популяції реплікованих ізомерів (C_{RI}), є представником гомологічного ряду дигібридних структур (C_H):

$$S_{EM} \subset (C_{\omega V}, C_S, C_{ET}, C_{CL}, C_{RI}, C_H). \quad (2)$$

Одночасна приналежність об'єкта до класів (2) є логічним наслідком принципу системності й свідченням того, що такий об'єкт є носієм генетичної інформації стосовно всіх зазначених вище класів.

Генетична програма довільного об'єкта є відповідною сукупністю хромосом, яка визначає його спадкову структуру, здатну до реалізації заданої цільової функції. Чим більша кількість хромосом у

генетичній структурі об'єкта, тим вищий рівень його складності.

Генетична програма об'єктного рівня визначається через процедуру генетичного моделювання. Задача моделювання полягає у встановленні відповідного рівня генетичної складності й визначенні мінімального хромосомного набору, необхідного для синтезу структури S_{EM} , із заданою функцією цілі F_{EM} . Як відомо, внутрішня структура (структура геному) гібридних об'єктів відтворюється моделями конвергентного типу [1, 6]. Синтез моделі здійснювався на основі отриманої генетичної інформації, з використанням генетичних операторів – реплікації R , інверсії I , схрещування ($A \times B$) та мутації (M), визначених за результатами генетичного аналізу (рис. 4).

Результати аналізу генетичної моделі показують, що програма гібридного об'єкта S_{EM} визначається хромосомним набором із 14 парних хромосом, які утворені за результатами схрещування двох батьківських хромосом $CL\ 0.2y$ і $CL\ 2.2x$.

Рівень генетичної складності об'єкта визначається хромосомою шостого покоління S_{6242} , яка є кінцевим результатом генетичного синтезу, основу алгоритму якого становить принцип «від простого до

складного»). Результати розшифровки генетичної програми гібридного об'єкта й послідовність генетичних перетворень надано в табл. 2.

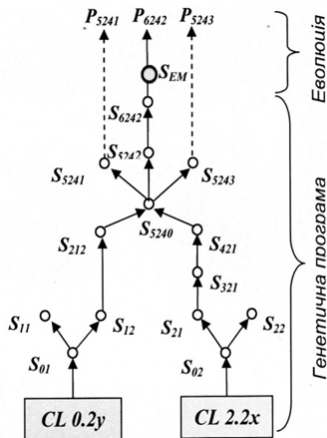


Рисунок 4 – Конвергентна генетична модель внутрішньої структури гібридного ЕМ-об'єкта

Генетична структура досліджуваного об'єкта S_{EM} визначається структурою синтезованої хромосоми S_{6242} , яка в символічному поданні описується наступною структурною формулою:

$$S_{6242} = [2CL(0.2y \times CL2.2x) : R_{02OX} : R_{22OZ} : I_{02}(\omega)^{-1} : I_{22}(V)^{-1}]_1 \times [2CL0.2y \times CL2.2y : M_{OX}(L_2 > L_1) : R_{02OX}]_2 \rightarrow S_{EM} \subset P_{6242} \quad (3)$$

Структура хромосоми S_{6242} одночасно виконує функцію генетичної програми відповідної структурної популяції P_{6242} , а також є породжувальною відносно певної множини популяцій функціонального типу:

$$S_{6242} \rightarrow (P_{F1}, P_{F2}, P_{F3}, \dots, P_{Fn}) \quad (4)$$

Генетична програма роду визначає структурний потенціал об'єктів-нащадків у межах відповідного геометричного класу.

Таблиця 2 – Результати розшифровки генетичної програми гібридного ЕМ-об'єкта

| Шифр хромосоми | Структурна формула | Статус хромосоми |
|----------------|--|--------------------------------|
| $CL\ 0.2y$ | $CL0.2y$ | Батьківська |
| $CL\ 2.2x$ | $CL2.2x$ | Батьківська |
| S_{01} | $[CL0.2y : R(k_R=2)]_1$ | Реплікована, інформаційна |
| S_{02} | $[CL2.2x : R(k_R=2)]_1$ | Реплікована, інформаційна |
| S_{11} | $(2CL0.2y : R_{OV})_1$ | Просторовий ізомер |
| S_{12} | $(2CL0.2y : R_{OX})_1$ | Породжувальна |
| S_{21} | $(2CL2.2y : R_{OV})_1$ | Породжувальна |
| S_{22} | $(2CL2.2y : R_{OX})_1$ | Просторовий ізомер |
| S_{212} | $(2CL0.2y : R_{OX} : I_E)_1$ | Породжувальна |
| S_{321} | $(2CL2.2y : R_{OV} : I_{OX})_1$ | Породжувальна |
| S_{421} | $(2CL2.2y : R_{OV} : I_E)_1$ | Породжувальна |
| S_{5240} | $[(2CL0.2y : R_{OX} : I_E) \times (2CL2.2y : R_{OV} : I_E)]_1$ | Гібридна, інформаційна |
| S_{5241} | $[(CL0.2y : R_{OX} : I_E) \times (CL0.2y : R_{OX} : I_E) \times (2CL2.2y : R_{OV} : I_E)]_1$ | Гібридний ізомер |
| S_{5242} | $[(CL0.2y : R_{OX} : I_E) \times (2CL2.2y : R_{OV} : I_E) \times (CL0.2y : R_{OX} : I_E)]_1$ | Гібридна, породжувальна |
| S_{5243} | $[(2CL2.2y : R_{OV} : I_E) \times (CL0.2y : R_{OX} : I_E) : (CL0.2y : R_{OX} : I_E)]_1$ | Гібридний ізомер |
| S_{6242} | $[(CL0.2y : R_{OX} : I_E) \times (2CL2.2y : R_{OV} : I_E) \times (CL0.2y : R_{OX} : I_E)]_1 \times (CL)_2$ | Гібридна, парна, породжувальна |

Як відомо, основу синтезу внутрішньородових гібридних ЕМ-структур становить комбінаторний принцип схрещування електромагнітних батьківських хромосом, які мають відмінність генетичної інформації у другій і третій складових універсального генетичного коду [6]

$$A \times B \rightarrow H_G, \quad (5)$$

де хромосоми A і B надано їх генетичними кодами: $A = (0, a_2, a_3)$; $B = (0, b_2, b_3)$; $a_2, a_3, \dots, b_2, b_3, \dots$ – складові генетичної інформації.

Спільний аналіз генетичної інформації (табл. 1) і родового набору батьківських хромосом $G_{ЦЛ}$, свідчить, що структура досліджуваного об'єкта є результатом дигібридного схрещування двох батьківських хромосом із циліндричною просторовою геометрією, але з різними топологічними й електромагнітними властивостями. Це вказує на її приналежність до класу електромагнітно-топологічних дигібридів H_{ET} :

$$S_{EM} = (CL0.2y \times CL2.2x) = CL(0.2y \times 2.2x) \subset H_{ET}. \quad (6)$$

З урахуванням сукупності прийнятих припущень, елементний базис роду циліндричних у структурі ГК надано набором із шести батьківських хромосом базового рівня:

$$G_{CL} = (CL0.0y; CL0.0x; \mathbf{CL0.2y}; CL2.0x; CL2.2y; \mathbf{CL2.2x}). \quad (7)$$

Генетичні коди батьківських хромосом, що схрещуються, у структурі родового набору (7) виділено напівжирним шрифтом. Крім зазначеної пари хромосом, родовий набір допускає також і інші варіанти схрещувань, що задовольняють моделі (5).

У загальному випадку, в межах довільного роду,

процедура дигібридного (за другою й третьою складовими генетичних кодів) схрещування породжує кінцеву множину із семи гібридних хромосом типу H_{ET} , простір допустимих схрещувань яких узагальнюється матрицею (табл. 3).

Синтезована матриця симетрична відносно головної діагоналі, що дозволяє в подальшому розглядати лише одну її частину. Простір допустимих схрещувань (табл. 3) інваріантний до просторової форми хромосом, що дає підстави розглядати структуру матриці як узагальнену стосовно задач аналізу гібридних структур довільного роду.

Як відомо, в предметній області першого великого періоду ГК, за видом просторового руху хвилі поля, батьківські хромосоми поділяються на три кінцевих підмножини: з обертовими (\odot), біжучими (\rightarrow) та просторово-концентричними (\ominus) хвилями поля [1].

Кожний набір гібридних хромосом, відповідно до принципу збереження генетичної інформації, породжує відповідні структурно-функціональні види об'єктів-нащадків, тому кожна родова програма буде зберігати спадкову інформацію з однією генетично визначеною комбінацією просторової структури магнітного поля.

У табл. 4, в символічному поданні, наведено результати розшифровки генетичних програм рівня H_{ET} , які визначають взаємозв'язок гомології з просторовою структурою електромагнітного поля в гібридних хромосомах, що належать до різних геометричних класів первинних джерел поля циліндричної (CL), конічної (KN), плоскої (PL), тороїдної плоскої (TP), сферичної (SF) і тороїдної циліндричної (TC) просторової геометрії.

Таблиця 3 – Матриця генетично допустимого простору схрещувань дигібридних ЕМ-структур топологічно-електромагнітного типу (H_{ET}) у межах довільного роду

| Хромосома B | Складові генетичної інформації хромосоми A | | | | | |
|-----------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | <i>0.0y</i> | <i>0.0x</i> | <i>0.2y</i> | <i>2.0x</i> | <i>2.2y</i> | <i>2.2x</i> |
| <i>0.0y</i> | - | - | - | <i>(0.0y × 2.0x)</i> | - | <i>(0.0y × 2.2x)</i> |
| <i>0.0x</i> | - | - | <i>(0.0x × 0.2y)</i> | - | <i>(0.0x × 2.2y)</i> | - |
| <i>0.2y</i> | - | <i>(0.0x × 0.2y)</i> | - | <i>(0.2y × 2.0x)</i> | - | <i>(0.2y × 2.2x)</i> |
| <i>2.0x</i> | <i>(0.0y × 2.0x)</i> | - | <i>(0.2y × 2.0x)</i> | - | <i>(2.0x × 2.2y)</i> | - |
| <i>2.2y</i> | - | <i>(0.0x × 2.2y)</i> | - | <i>(2.0x × 2.2y)</i> | - | - |
| <i>2.2x</i> | <i>(0.0y × 2.2x)</i> | - | <i>(0.2y × 2.2x)</i> | - | - | - |

Таблиця 4 – Взаємозв'язок структури магнітного поля з гомологією й просторовою геометрією обмоток у гібридних об'єктах-нащадках

| Генетичний код гомологічного ряду | Родова приналежність гібридної хромосоми | | | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | <i>CL</i> | <i>KN</i> | <i>PL</i> | <i>TP</i> | <i>SF</i> | <i>TC</i> |
| <i>(0.0x × 0.2y)</i> | $\rightarrow \odot$ | $\odot \odot$ | $\uparrow \rightarrow$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ |
| <i>(0.0x × 2.2y)</i> | $\rightarrow \odot$ | $\odot \odot$ | $\uparrow \rightarrow$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ |
| <i>(0.0y × 2.0x)</i> | $\odot \rightarrow$ | $\odot \odot$ | $\rightarrow \uparrow$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ |
| <i>(0.0y × 2.2x)</i> | $\odot \rightarrow$ | $\odot \odot$ | $\rightarrow \uparrow$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ |
| <i>(2.0x × 2.2y)</i> | $\rightarrow \odot$ | $\odot \odot$ | $\uparrow \rightarrow$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ |
| <i>(0.2y × 2.2x)</i> | $\odot \rightarrow$ | $\odot \odot$ | $\rightarrow \uparrow$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ |
| <i>(2.0x × 0.2y)</i> | $\rightarrow \odot$ | $\odot \odot$ | $\uparrow \rightarrow$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ | $\odot \odot$ |

Як видно з аналізу табл. 4, кожний гомологічний ряд містить чотири комбінаторні варіанти ортогональних магнітних полів: з обертово-біжучими ($\odot \rightarrow$); обертово-концентричними ($\odot \odot$); ортогонально-біжучими ($\uparrow \rightarrow$) й ортогонально-обертовими ($\odot \odot$) хвилями поля. Зазначені структури поля є топологічно-еквівалентними, оскільки зберігають зв'язність і орієнтованість гібридних хромосом.

Якщо в межах довільного роду вид результуючого поля залишається незмінним, то в структурі гомологічного ряду ортогональні поля надано одними й тими ж послідовностями з чотирьох генетично допустимих комбінацій. Гомологічний ряд ЕМ-структур, представником якого є об'єкт дослідження, в табл. 4 позначено напівжирними символами.

Відповідно до принципу періодичності родів, аналогічні гібридні структури будуть мати місце також у складі інших п'яти геометричних класів першого великого періоду ГК. Множину структур генетично допустимих дигібридів класу $\sum H_{ET}$, у межах першого великого періоду, запишемо в матричній формі

$$\sum H_{ET} = (CL, KN, PL, TP, SF, TC) \times \begin{pmatrix} (0.0x \times 0.2y) \\ (0.0x \times 2.2y) \\ (0.0y \times 2.0x) \\ (0.0y \times 2.2x) \\ (2.0x \times 2.2y) \\ (0.2y \times 2.2x) \\ (2.0x \times 0.2y) \end{pmatrix} \quad (8)$$

Як видно з аналізу матриці (8), генетично допустима кількість гібридних хромосом, у межах шести родів першого великого періоду ГК, визначається 42 парними хромосомами. Кожна гібридна хромосома виконує функцію породжувальної відносно відповідних 42 видів гібридних ЕМ-об'єктів-нащадків.

Структуру матриці (8) можна розглядати як одну з форм компактного подання шуканої генетичної макропрограми в межах функціонального класу гібридних ЕМ-об'єктів $\sum H_{ET}$. Програма містить інформацію

не тільки про кількісний склад допустимих видів та родів класу, але й визначає емерджентні властивості структур-нащадків, які вони отримують за результатами гібридизації. Для гібридів електромагнітно-топологічного типу такі властивості визначаються спільною дією двох просторових хвиль поля ортогональної орієнтованості, а також наявністю суміщених активних поверхонь (обмоток) із різною електромагнітною симетрією й топологією. Відповідно до принципу дисиметризації П. Кюрі [8], інтегральна група симетрії гібридних структур-нащадків буде визначатися симетрією відповідної батьківської хромосоми, яка має більш високий рівень електромагнітної дисиметрії. Унаслідок порушення електромагнітної симетрії на хромосомному рівні, буде мати місце відповідне посилення впливу поздовжніх і поперечних первинних кінцевих ефектів на рівні об'єктів-нащадків (табл. 5).

У термінах генетичної теорії первинні кінцеві ефекти можна розглядати як еквіваленти специфічних спадкових «хвороб», які завжди будуть проявлятися в об'єктах-нащадках, синтезованих на хромосомах типу (6).

Комбінаторні варіанти результуючого поля, з урахуванням просторової геометрії й компоновальної схеми активних поверхонь, визначають емерджентні властивості ЕМ-об'єктів гібридного типу. Інформація, що узагальнена в генетичних програмах (табл. 4, 5) та доповнена даними щодо структури й фізичних властивостей вторинних хромосом, є основою для створення генетичних банків даних, каталогів і баз знань, а також постановки задач спрямованого синтезу нових різновидів гібридних ЕМ-об'єктів досліджуваного класу $\sum H_{ET}$. Слід зазначити, що програма класу (8) інваріантна до фізичного стану вторинної хромосоми, тому вона розповсюджується як на об'єкти з твердотільними рухомими частинами, так і на дискретні та рідкі електропровідні середовища, плазму та середовища біологічного походження (табл. 6).

Таблиця 5 – Взаємозв'язок електромагнітної дисиметрії гібридних хромосом з видом первинних кінцевих електромагнітних ефектів

| | Електромагнітна дисиметрія хромосом класу $\sum H_{ET}$ | | | | | |
|----------------------|--|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | (0.0×0.2) | (0.0×2.0) | (0.0×2.2) | (0.2×2.0) | (0.2×2.2) | (2.0×2.2) |
| | Результуюча дисиметрія і види кінцевих ефектів в об'єктах-нащадках | | | | | |
| | 0.2 | 2.0 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| Вид кінцевих ефектів | Поперечний | Поздовжній | Поздовжньо-поперечний | Поздовжньо-поперечний | Поздовжньо-поперечний | Поздовжньо-поперечний |

Таблиця 6 – Взаємозв'язок структури поля гібридних ЕМ-об'єктів із фізичним станом вторинного середовища

| Структура поля | Вид просторового поля | Фізичний стан і структура вторинного середовища | Геометричні класи гібридних ЕМ-систем |
|------------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| $\odot \rightarrow$ | Обертово-поступальне | Твердотільне суцільне; твердотільне дискретне; рідина; плазма | CL |
| $\odot \odot$ | Обертове + просторово-концентричне | Рідина; тверде дискретне; плазма | KN; TP; SF |
| $\uparrow \rightarrow$ | Плоско-паралельне | Твердотільне суцільне; твердотільне дискретне; рідина; плазма | PL |
| $\odot \odot$ | Ортогонально-обертове | Рідина; тверде дискретне; плазма | TC |

Ступінь достовірності результатів досліджень і інноваційний потенціал класу визначалися на основі постановки еволюційних експериментів [4].

Як відомо, генетично допустима різноманітність видів Q_G , яка подана їх генетичною програмою, містить дві їх кінцеві підмножини

$$Q_G = (Q_H + Q_F) \subset \Sigma H_{ET}, \quad (9)$$

де Q_H – історично визначені види ЕМ-об'єктів, що створені за час еволюції T_E ; Q_F – генетично визначені види, представники яких ще відсутні на даний час еволюції.

За результатами патентно-інформаційного пошуку встановлено, що на даний час еволюції об'єкти підмножини Q_H є представниками лише двох гібридних видів, що становить 4,76 % від генетично допустимого видового потенціалу класу

$$Q_H = [CL(0.2y \times 2.0x); CL(0.2y \times 2.2x)]. \quad (10)$$

Отже, інноваційний потенціал видового складу гібридних об'єктів функціонального класу ΣH_{ET} складає 95,24 %.

Всі об'єкти, які визначено за результатами патентно-інформаційного пошуку, узгоджуються з генетичними формулами відповідних гібридних видів, що входять до розшифрованих генетичних програм, наданих табл. 3 і 4 та матрицею (8), що підтверджує достовірність виконаних досліджень.

ВИСНОВКИ. 1. Уперше здійснено постановку задачі з розпізнавання та аналізу сукупності взаємопов'язаних генетичних програм стосовно складних електромеханічних систем за наявності опису лише одного структурного представника класу.

2. Науково обгрунтовано, що довільний електромеханічний об'єкт, незалежно від свого еволюційного статусу, рівня технічної складності й функціонального призначення, є носієм генетичної інформації, яка за умови наявності породжувальної періодичної системи є достатньою для розпізнавання й розшифровки його генетичних програм і визначення їх прогностичного потенціалу.

3. Уперше, за описом складної ЕМ-системи, здійснено розпізнавання й розшифровано генетичні програми: об'єктного і популяційного рівнів, родову програму й програму гомологічного ряду, а також макропрограму функціонального класу.

4. За результатами розшифровки макропрограми функціонального класу електромагнітно-топологічних гібридних ЕМ-систем, до якого належить об'єкт дослідження, встановлено, що його структурна різноманітність визначається сукупною генетичною інформацією 42 електромагнітних хромосом дигібридного типу.

5. За результатами аналізу генетичних програм визначено кількісний склад генетично допустимих

видів гібридних об'єктів, встановлено їх таксономічний і еволюційний статус, визначено генетичні та структурні формули, а також установлено детермінований взаємозв'язок структури магнітних полів із видом кінцевих електромагнітних ефектів, фізичним станом вторинного середовища, топологією й просторовою геометрією обмоток об'єктів-нащадків.

6. На основі проведених еволюційних експериментів підтверджено достовірність результатів розшифровки генетичних програм і визначено інноваційний потенціал досліджуваного класу гібридних ЕМ-об'єктів, який на видовому рівні становить 95,24 % від генетично допустимого.

Визначення й розшифровка генетичних програм у межах певного класу ЕМ-систем виконується лише один раз, але їх прогностичний, інформаційний та інноваційний потенціал, інтегрований з евристичним потенціалом дослідника, забезпечує можливість їх багатоцільового й тривалого використання в системних і прикладних задачах технічної електромеханіки: в інноваційному проектуванні, у винахідництві, при створенні генетичних банків даних, інформаційних баз даних і баз знань, у технології інноваційної освіти, організації системних та міждисциплінарних досліджень тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шинкаренко В.Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем. – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с.
2. Шинкаренко В.Ф. Генетические программы структурной эволюции антропогенных систем. (Междисциплинарный аспект) // Праці Таврійського держ. агротехн. ун-ту. – 2013. – Мелітополь. – Вип. 13. – Т. 4. – С. 11–20.
3. Шинкаренко В.Ф. Уровни представления знаний и классы решаемых задач в технологии генетического предвидения // Електротехніка і електромеханіка. – 2009. – № 6. – С. 31–36.
4. Shinkarenko V.F., Shvedchikova I.A., Kotlyarova V.V. Evolutionary Experiments in Genetic Electromechanics. 13th Anniversary International scientific Conference «Unitech'13», 22–23 November 2013. – Bulgaria: Gabrovo. – Iss. 3. – PP. 289–294.
5. А. св. СССР, № 73412. МКИ H02K 33/00, H 02K 41/04. Электродвигатель возвратно-поступательного движения / Г.С. Вайнберг. Заявлено 17.10.1946. Заявка № 729. Оpubл. 30.06.1949.
6. Шинкаренко В.Ф., Гайдаенко Ю.В. Генетические принципы структурообразования гибридных электромеханических систем // Вісник КДУ імені Михайла Остроградського. – Вип. 3/2010 (62), част. 2. – С. 47–50.
7. Сонин А.С. Курс макроскопической физики. – М.: Физматлит, 2006. – 256 с.

DISCOVERING OF GENETIC PROGRAMS OF THE FUNCTIONAL CLASS OF DIFFICULT ELECTROMECHANICAL SYSTEMS ACCORDING TO HIS ANY REPRESENTATIVE

V. Shinkarenko, Iu. Gaidaienko, L. Kobzenko, P. Otrishko

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

prosp. Peremohy, 37, Kiev, 03056, Ukraine. E-mail: svf46@voliacable.com

It is shown that arbitrary electromechanical object is a carrier of genetic information. The interrelations between the genetic information of electromechanical objects with generating periodic system of primary sources of magnetic field and the genetic programs of their structural evolution were studied. The levels of presentation of knowledges in genetic programs of structuring of electromechanical systems are analyzed. The methodology of discovering of genetic programs at any specification level on description of only one representative of a class is proposed. By the example of complex electromechanical system it is shown the genetic synthesis and the analysis procedures application sequence in the tasks of decoding and interpretation of genetic programs. It is shown interrelation of magnetic field structure with homology and special geometry of windings as well as with physical state of secondary environment in the descendant objects. Innovative potential of genetic programs of the class of electromechanical systems in question was determined. Results of evolutionary experiments, confirming credibility of performed researches, were given.

Key words: hybrid electromechanical object, genetic analysis, genetic code, genetic program, evolutionary experiment.

REFERENCES

1. Shinkarenko, V.F. (2002), *Osnovy teorii evolyutsii elektromekhanichnykh system* [Bases of electromechanical systems' evolution theory], Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
2. Shinkarenko, V.F. (2013), "Genetic programs of structural evolution of anthropogenic systems (Interdisciplinary aspect)", *Pratsi Tavriyskogo derzh. agrotekhn. un-tu.*, Vol. 4., no. 13, pp. 11–20. (in Russian)
3. Shinkarenko, V.F. (2009), "Levels of knowledge representation and classes of solved tasks in technology of genetic foresight", *Elektrotekhnika i elektromekhanika*, no. 6, pp. 31–36. (in Russian)
4. Shinkarenko, V.F., Shvedchikova, I.A. and Kotlyarova, V.V. (2013), "Evolutionary Experiments in Genetic Electromechanics", 13th Anniversary International scientific Conference «Unitech'13», 22–23 November 2013, Gabrovo, Bulgaria, Vol. 3, pp. 289–294.
5. Weinberg, G.S. (1949), Inventors certificate USSR. 73412. Int. Cl. H02K 33/00, H02K 41/04. Back and forth motion electric motor.. Appl. No 729, 17.10.1946. Published since 30.06.1949. (in Russian)
6. Shinkarenko, V.F. and Gaydaienko, Iu.V. (2010), "Genetic structurization principles of hybrid electromechanical structures", *Visnyk KDU*, Vol. 3, no. 62, part 2, pp. 47–50. (in Russian)
7. Sonin, A.S. (2006), *Kurs makroskopicheskoy fizyky* [Course in macroscopic crystal chemistry], Phizmatlit, Moscow. (in Russian)

Стаття надійшла 19.03.2014.