

УДК 621.313

Шинкаренко В.Ф., докт. техн. наук, професор  
Шиманська А.А., канд. техн. наук, доцент  
Котлярова В.В., ст. викладач.  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, [ntuukafem@ukr.net](mailto:ntuukafem@ukr.net)

## ПРИНЦИПИ ГЕНЕТИЧНОГО ВИДОУТВОРЕННЯ В АДАПТИВНІЙ ЕВОЛЮЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Характерною тенденцією розвитку сучасної науки є все більш глибоке та органічне проникнення в природу еволюційних ідей, які безпосередньо пов'язані з концепцією генетичної організації складних фізичних систем. Проблема еволюції техніки – одна з найбільш дискусійних і неоднозначних у сучасній науці. Вона неодноразово ставиться в науково-методичній літературі, починаючи з середини минулого сторіччя, проте досі не отримала задовільного рішення, про що свідчить постійне звернення до неї і понині [1 - 4].

В концепції системної еволюції, складні технічні системи постають як цілісні генетично організовані системи (ГОС), розвиток яких є невід'ємною складовою коеволюції природи, людини і технологій. Дослідження закономірностей спадкової еволюції і принципів структуроутворення ГОС, на рівні довільних функціональних і таксономічних класів технічних систем, відкриває можливість їх систематизації і передбачення, що становить актуальну проблему для технічної науки, освіти і інновацій [5].

Якщо в традиційній концепції спостерігача, зростаюча різноманітність електромеханічних об'єктів (ЕМ-об'єктів) сприймається у вигляді розрізної неупорядкованої інформації, то з точки зору генетичної еволюції і таксономії вона є свідченням наявності багаторівневого, взаємопов'язаного еволюційного процесу, організація якого регламентується принципами електромеханічного перетворення енергії і принципами генетично організованих систем, а технічна реалізація і напрями функціонального застосування, визначаються людиною. Методологію і організацію геномно-еволюційних досліджень в технічних науках, вперше започатковано в електромеханіці, де розроблено теоретичні і методологічні засади генетичної систематики і технологію генетичного передбачення напрямів структуроутворення ЕМ-об'єктів [5, 6].

Об'єктом даного дослідження обрано клас електромеханічних систем (ЕМ-систем) з сферичною активною зоною, які в генетичній таксономії відповідають рангу Роду. Характерною тенденцією в еволюції об'єктів електромеханіки, яка спостерігається протягом останніх десятиліть, є суттєве зростання обсягів інформації за результатами дослідження, розробки та практичного застосування сферичних електричних машин (СЕМ). Завдяки специфічним родовим властивостям, таким як центральна симетрія магнітного поля, можливість забезпечення керованого багатокординатного обертального руху, реалізація прямого приводу та високий рівень структурно-параметричної адаптивності, СЕМ знаходять широке використання в технічних системах різноманітного функціонального призначення (рис. 1).

Генетичні програми функціональних і таксономічних класів ЕМ-систем містять повну і систематизовану інформацію як стосовно відомих видів, які появилися в процесі еволюції історично, так і стосовно неявних видів, об'єкти яких ще відсутні в еволюції досліджуваного класу [7, 8]. Тому, мета досліджень полягала в експериментальній перевірці достовірності теорії генетичного видоутворення ЕМ-систем з підтвердження можливості реалізації сценарію відкриття і цілеспрямованого введення нових видів в технічну еволюцію роду СЕМ.



Рис. 1 – Напрями функціональної еволюції електромеханічних систем роду сферичних ( $T_E = 140$  років).

Постановці еволюційних експериментів передувало визначення макrogenетичної програми структуроутворення СЕМ. Генетична програма визначається елементно-інформаційним базисом родового породжувального таксону в межах відповідного малого періоду генетичної класифікації. Структура породжувального таксону роду сферичних представлена генетичними кодами 6 батьківських хромосом:

$$P_C = \langle SP\ 0.0y; SP\ 0.0x; SP\ 0.2y; SP\ 2.0x; SP\ 2.2y; SP\ 2.2x \rangle \subset G_{SP} \quad (1)$$

Хромосомний набір (1) визначає генетично допустиму множину видів базового рівня (без врахування джерел-ізопів) за принципом «один код – один вид»:

$$N_{SP} = \langle S_{00y}; S_{00x}; S_{02y}; S_{20x}; S_{22y}; S_{22x} \rangle \subset G_{SP} \quad (2)$$

Поява нового виду, як макроеволюційної події, ідентифікується методами генетичного аналізу за пріоритетною датою (опису, дати патентування або технічної реалізації) першого структурного представника відповідного виду (мікроеволюційної події). Відповідно з положеннями теорії генетичного видоутворення, подія, що визначає початкову еволюцію нового виду, визначається появою його першого структурного представника з одночасною зміною еволюційного статусу виду (вид «неявний» набуває статусу Виду «реально-інформаційного»).

Відповідність генетичних програм реальним процесам технічного структуроутворення на об'єктному і видовому рівнях визначалася методами ідентифікації генетичних кодів, операторів генетичного синтезу і таксономічної приналежності для кожного об'єкта СЕМ, виявленого за результатами патентно-інформаційного пошуку. За результатами генетичного аналізу об'єктів, виявлених в ході історичних і патентно-інформаційних досліджень встановлено, що еволюція індуктивних машин роду сферичних триває 140 років (1885 – 2025 р.р.). Макроеволюційний процес наглядно відтворює поступове розширення видового складу СЕМ відповідно з їх родовою генетичною програмою. Якщо початковий період еволюції роду (з 1885 по 1940 р.) був представлений лише об'єктами базового виду  $SP\ 0.2y$ , то на даний час, технічна еволюція СЕМ представлена різноманітністю об'єктів восьми видів. Серед них 6 видів базового рівня, які виникли історично ( $SP\ 0.2y$ ,  $SP\ 2.0x$ ,  $SP\ 2.2x$  та  $SP\ 2.2y$ ) і два види – близнюки ( ${}^1SP\ 2.0x$  та  ${}^1SP\ 0.0y$ ). Об'єкти ще двох неявних видів

(базового SP 0.0x і виду близнюка <sup>1</sup>SP 0.2y) авторами вперше введено в технічну еволюцію цілеспрямовано за сценарієм «керована еволюція» (рис. 2).

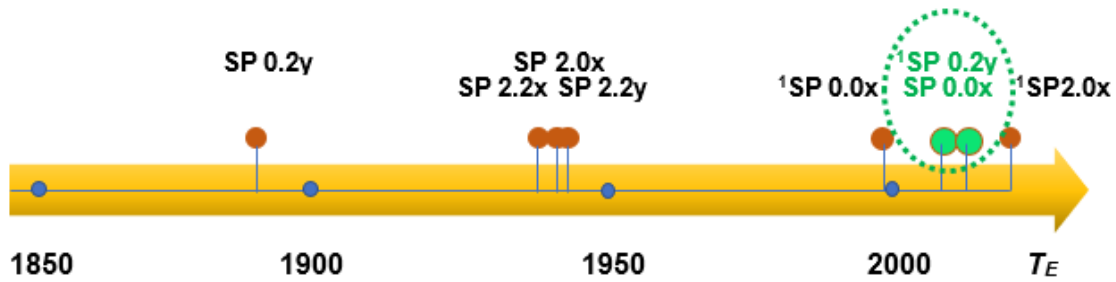


Рис. 2 – Макроеволюційний процес видоутворення сферичних ЕМ-систем ( $T_E = 140$  років,  $N_S = 8$ ). Виділено генетичні коди нових видів електромеханічних систем, які авторами введено в еволюцію цілеспрямовано.

Вперше визначено хронологію і геноміку вузлових еволюційних подій – появу нових видів СЕМ, з зазначенням їх генетичного статусу, генетичних кодів, авторів і пріоритету відкриття. Експериментально підтверджено теорію видоутворення ЕМ-систем і наявність детермінованих зв’язків відповідних еволюційних подій з макрогенетичною програмою роду та місцеположенням породжувальних електромагнітних хромосом в періодичній структурі породжувальної системи (генетичної класифікації) (табл. 1).

Таблиця 1. Хронологія і автори відкриття нових видів в еволюції сферичних електромеханічних систем.

Дата відкриття	Генетичний код Виду	Автори відкриття, країна	Функціональний клас СЕМ	Архетип Виду
1885	SP 0.2y	Томсон-Хьюстон (Англія)	Перша електрична машина індуктивного типу з кульовим ротором. Архетип індуктивних ЕМ Роду сферичних	
1938	SP 2.0x	Джон В. Кларк (Массачусетський технологічний інститут, США)	Перша сферична магнітна система для лабораторії ядерних досліджень.	
1945	SP 2.2y	Фрідкін П.А. (СРСР)	Перша технічна реалізація ЕМ-системи з поворотною OZ – симетрією активної зони на основі сферичної індукційної машини.	
	SP 2.2x			
1999	<sup>1</sup> SP 0.0y	Компанія Токамак Energy (Англія)	Перший у світі сферичний токамак MAST для термоядерного синтезу.	
2010	<sup>1</sup> SP 0.2y	Шинкаренко В.Ф., Котлярова В.В. Кафедра електромеханіки КПІ імені Ігоря Сікорського (Україна)	Перший сферичний електромеханічний дезінтегратор з обмоткою – близнюком.	
2014	SP 0.0x		Перший сферичний електромеханічний дезінтегратор з 100% використанням активного об’єму.	
2020	<sup>1</sup> SP 2.0x	Zhejiang University, Hangzhou (Китай)	Перший індукційний двигун – близнюк для системи керування мікросупутником.	

Середньочасовий інтервал появи нового виду в історичній еволюції функціональних класів ЕМ-систем становить 50 - 80 років. З використанням технології генетичного передбачення і інноваційного синтезу він скорочується до 2-4 років (фактично визначається часом, необхідним для здійснення процедур генетичного передбачення і синтезу, розробку і патентування оригінальних технічних рішень та виготовлення їх дослідних зразків).

Результати еволюційних експериментів підтверджують, що керований людиною процес структуроутворення ЕМ-систем, як на об'єктному, так і на видовому рівнях, відбувається у строгій відповідності з їх родовими генетичними програмами. Вперше визначено і експериментально підтверджено генетичні принципи утворення нових видів ЕМ-систем: генетично-історичний (з можливістю відтворення хронології появи видів, їх генетичних кодів і авторів відкриття) і генетично-прогностичний, з введенням в еволюцію нових видів за сценарієм «керована еволюція», як невід'ємної складової технології генетичного передбачення та інноваційного синтезу. Визначено перспективні напрями подальшого видоутворення СЕМ, які будуть визначатися потенціалом неявних видів: гібридних (моно-, дигібридних, полігібридних та міжсистемних), видів – близнюків і видів з домінуванням генетично мутованих популяцій. Розроблено генетичний банк інновацій СЕМ навчально-методичного призначення, який призначений для постановки освітніх програм і освітніх інноваційних траєкторій типу «відкриття систем».

Організація досліджень з відкриттям і введенням в еволюцію нових видів технічних систем становить принципово новий напрям міждисциплінарних досліджень на основі використання технології генетичного передбачення і потужного структурного потенціалу генетичних програм. З огляду на інноваційну природу і конкурентний відбір об'єктів в еволюції технічних систем, результати дослідження відкривають нові можливості в стратегії керування знаннями і технічними інноваціями.

#### Список посилань

1. W. Ebeling, A. Engel and R. Feistel: Physik der Evolutionsprozesse. Akademie-Verlag, Berlin 1990. – 256 p.
2. R. Lachmayera, I. Mozgovaa, W. Reimcheb, F. Colditzc, G. Mrozb, P. Gottwald. Technical inheritance: A concept to adapt the evolution of nature to product engineering. 2nd International Conference on System-Integrated Intelligence: Challenges for Product and Production Engineering. Procedia Technology 15 ( 2014 ). - 178 – 187 p.
3. Бесов Л.М. Історія науки і техніки. / Л.М. Бесов – 3-є вид., переробл. і доп. – Харків: НТУ «ХПІ», 2004. – 382 с.
4. Історія науки й техніки : навч. посіб. / Р. В. Гула, І. Г. Передерій, О. В. Вітринська, Л. Б. Гарашенко. – К. : «Каравела», 2020. – 240 с.
5. Шинкаренко В.Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем. / В.Ф. Шинкаренко – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с.
6. Августинович (Шиманська) А.А. Теоретичні засади створення генетичної систематики видів електричних машин. Автореф. дис. к.т.н. – К.: Інститут електродинаміки НАНУ, 2008. – 20 с.
7. Шинкаренко В.Ф. Генетические программы структурной эволюции антропогенных систем. (Междисциплинарный аспект) / В.Ф. Шинкаренко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 13, том 4. Мелітополь, 2013. – С. 11 - 20.
8. Shynkarenko V., Kuznietsov Y. Genetic Programs of Complex Evolutionary Systems (Part 1). 11th Anniversary International scientific Conference «Unitech'11», 18 – 19 November 2011. Gabrovo, Bulgaria. Vol. I. P.p. 33-43.