

УДК 621.313

В. Ф. Шинкаренко, д-р техн. наук,
Ю. В. Гайдаенко

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСШИФРОВКИ И АНАЛИЗА МАКРОГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРОГРАММ ГИБРИДНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация. Предложен матрично-символьный подход к синтезу и анализу генетических программ, определяющих принципы структурной организации гибридных электромеханических объектов произвольной видовой принадлежности. Выполнена расшифровка и анализ обобщенной генетической программы внутривидового уровня, открывающей возможность структурного предвидения и направленного синтеза гибридных электромеханических объектов с заданными свойствами.

Ключевые слова: гибридная электромеханическая структура, гибридная обмотка, генетический код, скрещивание, генетическая программа, структурное предвидение, системный анализ, направленный синтез электромагнитная хромосома, эмерджентность

V. F. Shinkarenko, ScD.,
I. V. Gaidaienko

DECODING AND ANALYSIS RESULTS OF THE HYBRID ELECTROMECHANICAL OBJECTS' MACRO-GENETIC PROGRAMS

Abstract. This paper offers a matrix-symbolic approach to the synthesis and analysis of the genetic programs defining the principles of structurization of hybrid electromechanical objects of general species. The authors carry out decoding and analysis of the generalized genetic program of intrageneric level opening possibility of structural foresight and directed synthesis of hybrid electromechanical objects with set properties.

Keywords: hybrid electromechanical structures, hybrid winding, genetic code, crossing, genetic programs, structural foresight, system analysis, directed synthesis, electromagnetic chromosome, emergence

В. Ф. Шинкаренко, д-р техн. наук,
Ю. В. Гайдаенко

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗШИФРОВКИ Й АНАЛІЗУ МАКРОГЕНЕТИЧНИХ ПРОГРАМ ГИБРИДНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Анотація. Запропоновано матрично-символьний підхід до синтезу й аналізу генетичних програм, які визначають принципи структурної організації гібридних електромеханічних об'єктів довільної видової приналежності. Виконано розшифровку й аналіз узагальненої генетичної програми внутрішньовидового рівня, що відкриває можливість структурного передбачення й спрямованого синтезу гібридних електромеханічних об'єктів із заданими властивостями.

Ключові слова: гібридна електромеханічна структура, гібридна обмотка, генетичний код, схрещування, генетична програма, структурне передбачення, системний аналіз, спрямований синтез, електромагнітна хромосома, емерджентність.

Введение. Гибридизация относится к фундаментальным принципам структурной организации сложных развивающихся систем. Прогрессирующее разнообразие совмещенных объектов и комплексов – закономерная ветвь в структурной эволюции систем различной физической и абстрактной природы. Сегодня трудно найти область знаний, где бы не использовались вещества, материалы, объекты или технологии гибридного типа.

Широкое распространение гибридов в технике объясняется возможностью получения и использования новых функциональных свойств, присущих только гибридным системам.

Принцип гибридизации – один из наиболее продуктивных общесистемных принципов, определяющих эволюцию сложных технических систем, включая сложные техноценозы с компонентами различной генетической природы.

С другой стороны, отсутствие строгой теории гибридных структур в технических науках существенно усложняло поиск рациональных схем таких объектов, ограничивая их исследования и использование лишь отдельными структурными композициями. Научные основы теории гибридных электромеханических структур впервые были разработаны лишь вначале нынешнего столетия в рамках общей

теории генетической эволюции электромеханических систем (ЭМ-систем) [1].

Результатами предшествующих фундаментальных исследований было установлено, что гибридные системы, как и системы биологического происхождения, имеют генетическую природу. Элементный базис электромагнитных хромосом (первичных источников электромагнитного поля), допускающих скрещивание, и их универсальные генетические коды представлены периодической структурой генетической классификации (ГК). Процедуры синтеза электромеханических гибридных структур (ЭМ-структур) моделируются конвергентными генетическими моделями комбинаторных скрещиваний на уровне родительских электромагнитных хромосом, имеющих отличия в составляющих генетической информации [2]. Упорядоченные наборы электромагнитных гибридных хромосом, удовлетворяющие заданной функции цели, обладают статусом генетических программ по отношению к генетически предсказуемому разнообразию структур-потомков [3].

В статье анализируется матричный подход к синтезу, расшифровке и анализу генетических программ гибридных ЭМ-структур, который в комбинации с символьным представлением генетической информации позволяет предвидеть системные и специфические свойства наследственности в гибридных объектах – потомках. В качестве объекта исследования рассматривается класс гибридов внутриродового уровня [4], структурные представители которого нашли широкое применение в электрических машинах, электромеханических и магнитогидродинамических устройствах, а также совмещенных ЭМ-системах различного функционального назначения [5 – 6]. Предлагаемый метод обладает универсальностью по отношению к гибридным ЭМ-объектам различного уровня сложности (пространственным схемам распределенных многофазных обмоток, индукторным системам, электромагнитным и электромеханическим устройствам совмещенного типа с электромагнитным, магнитоэлектрическим или смешанным возбуждением электромагнитных волн поля), имеющих различную родовую принадлежность.

Постановка задачи. Под генетической программой некоторого класса ЭМ-объектов в

генетической электромеханике подразумевается генетически допустимое конечное множество парных электромагнитных хромосом, содержащих наследственную информацию по отношению к разнообразию объектов-потомков конкретного класса (функционального, родового, видового, и др. уровней). В общем случае, задача определения и анализа генетической программы исследуемого класса ЭМ-объектов включает необходимость выполнения следующих процедур:

постановку задачи (формулирование целевой функции, обоснование принимаемых допущений и определение состава ограничений);

определение генетической программы исследуемого класса ЭМ-объектов в предметной области ГК;

расшифровку генетической программы методами геномного анализа;

системный анализ и обобщение генетически предопределенных свойств порождающих структур исследуемого класса;

анализ структурного и инновационного потенциала класса;

создание систематизированного генетического банка данных;

отбор структур в соответствии с заданной функцией цели;

направленный синтез и визуализацию конкурентоспособных ЭМ-структур;

принятие решения по использованию результатов синтеза.

Следует отметить, что если системная задача определения, расшифровки и анализа генетической программы некоторого класса ЭМ-объектов осуществляется один раз, то ее результаты (генетический банк данных) предназначены для длительного использования многими поколениями исследователей.

В генетической теории эволюции ЭМ-систем смысловые понятия малого периода, геометрического класса и Рода строго детерминированы, так как относятся к одной и той же категории объектов, находящихся на различных уровнях их структурной организации (хромосомном, объектном и таксономическом, соответственно).

С целью упрощения постановку задачи определения генетически допустимого пространства скрещиваний Q_{HG} в пределах некоторого Рода (G_i) первичных источников поля, рассмотрим с учетом следующих допущений:

родовая принадлежность порождающих источников поля ограничивается пределами

первого большого периода ГК ($G_i \subset P^l$), структура которого включает шесть малых периодов источников поля;

рассматривается исходное множество родительских хромосом базового уровня (источники – изотопы в данной задаче не рассматриваются);

пространство скрещиваний ограничивается первым поколением парных гибридных хромосом (сложные, многоуровневые гибридные композиции не учитываются);

рассматривается область генетически допустимых скрещиваний только для первичных хромосом (структура вторичных хромосом учитывается в задачах анализа конкретных функциональных классов гибридов);

структурное разнообразие гибридных объектов рассматривается на примере структур с m -фазными распределенными обмотками.

Генетическая программа. С учетом принятых допущений, морфологию и топологию родительских хромосом произвольного Рода G_i (с учетом топологического признака ориентируемости) в символьном представлении можно представить упорядоченным набором из шести обобщенных родительских хромосом:

$$\langle H_{0.0y}; H_{0.0x}; H_{0.2y}; H_{2.0x}; H_{2.2y}; H_{2.2x} \rangle \subset G_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

1. Матрица генетически допустимого пространства скрещиваний родительских электромагнитных хромосом

	$H_{0.0y}$	$H_{0.0x}$	$H_{0.2y}$	$H_{2.0x}$	$H_{2.2y}$	$H_{2.2x}$
$H_{0.0y}$	—	$0.0(x \times y)$	$(0.2 \times 0.0)y$	$(2.0x \times 0.0y)$	$(2.2 \times 0.0)y$	$(2.2x \times 0.0y)$
$H_{0.0x}$	$0.0(x \times y)$	—	$(0.2y \times 0.0x)$	$(2.0 \times 0.0)x$	$(2.2y \times 0.0x)$	$(2.2 \times 0.0)x$
$H_{0.2y}$	$(0.2 \times 0.0)y$	$(0.2y \times 0.0x)$	—	$(2.0x \times 0.2y)$	$(2.2 \times 0.2)y$	$(2.2x \times 0.2y)$
$H_{2.0x}$	$(2.0x \times 0.0y)$	$(2.0 \times 0.0)x$	$(2.0x \times 0.2y)$	—	$(2.2y \times 2.0x)$	$(2.2 \times 2.0)x$
$H_{2.2y}$	$(2.2 \times 0.0)y$	$(2.2y \times 0.0x)$	$(2.2 \times 0.2)y$	$(2.2y \times 2.0x)$	—	$2.2(x \times y)$
$H_{2.2x}$	$(2.2x \times 0.0y)$	$(2.2 \times 0.0)x$	$(2.2x \times 0.2y)$	$(2.2 \times 2.0)x$	$2.2(x \times y)$	—

По числу скрещиваемых информационных признаков (в структурных формулах такие признаки отображены в скобках) область Q_{HG} содержит два подкласса гибридных структур:

$$Q_{HG} = (Q_{HGm} + Q_{HGd}) \subset G_i, \quad (2)$$

где n – число малых периодов в структуре первого большого периода ГК.

При фиксированном количестве исходных структур пространство допустимых скрещиваний Q_{HG} , можно представить в виде ортогональной матрицы, отображающей область существования и определяющей структурные формулы гибридных хромосом (табл. 1). Инвариантная к процедуре гибридизации составляющая, кодирующая пространственную геометрию H скрещиваемых хромосом, в структурных формулах не показана.

Полученная матрица симметрична относительно своей диагонали, что позволяет в дальнейшем рассматривать только одну ее часть. В терминах генетической теории диагональ матрицы отображает генетический принцип репликации (удвоения) родительских электромагнитных хромосом, обладающих генетически идентичной информацией. Реплицированные структуры порождают классы многоэлементных объектов, составляющие самостоятельную ветвь в структурной эволюции ЭМ-систем.

Анализ матрицы (табл. 1) показывает, что генетически допустимое разнообразие гибридных ЭМ-структур в пределах произвольного Рода (геометрического класса первичных источников магнитного поля) ограничено 15 парными хромосомами гибридного типа.

В соответствии с принципом сохранения генетической информации комбинации хромосом базового уровня однозначно определяют количественный состав и генетическое разнообразие гибридных Видов ЭМ-объектов.

где Q_{HGm} – порождающие хромосомы моногибридных Видов:

$$Q_{HGm} = [H_{0.0}(x \times y); H(0.2 \times 0.0)y; H(2.2 \times 0.0)y; H(2.0 \times 0.0)x; H(2.2 \times 0.0)x; H(2.2 \times 0.2)y]$$

$$H(2.2 \times 2.0)x; H2.2(x \times y)] \subset Q_{HG}, \quad (3)$$

где Q_{HGd} – порождающие хромосомы дигибридных Видов:

$$Q_{HGd} = [H(2.0x \times 0.0y); H(2.2x \times 0.0y); H(0.2y \times 0.0x); H(2.2y \times 0.0x); H(2.0x \times 0.2y); H(2.2x \times 0.2y); H(2.2y \times 2.0x)] \subset Q_{HG}$$

Таким образом, в пределах произвольного Рода G_i допускается образование 8 моногибридных и 7 дигибридных Видов ЭМ-структур. Исходя из принципа парности (идентичность группы электромагнитной симметрии и пространственной геометрии в структуре скрещиваемых признаков), структура произвольного

Рода G_i содержит 3 порождающие структуры двойникового типа [7]:

$$Q_{HGxy} = [H0.0(x \times y); H(2.0x \times 0.2y); H2.2(x \times y)] \subset Q_{HG}. \quad (5)$$

Анализ структуры класса Q_{HGxy} свидетельствует о том, что структурное разнообразие двойниковых Видов представлено пересекающимся конечным подмножеством по отношению к подмножествам Q_{HGm} и Q_{HGd} , так как образовано двумя моногибридными и одной дигибридной порождающими хромосомами :

$$Q_{HGxy} \cup (Q_{HGm} + Q_{HGd}). \quad (6)$$



Рис. 1. Пространство допустимых комбинаторных скрещиваний в иерархической структуре обобщенной генетической модели

Конечные наборы парных хромосом, представленные подмножествами (3) и (4) выполняют функцию обобщенной генетической макропрограммы гибридных ЭМ-объектов внутриродового уровня, наделенной прогностической функцией [7]. Графическое представление генетически допустимого пространства внутриродовых скрещиваний (рис. 1) отображает взаимосвязь элементарного бази-

са Порождающей периодической системы первичных источников электромагнитного поля с гибридными классами ЭМ-объектов.

Анализ пространства допустимых скрещиваний, представленных обобщенной генетической моделью, позволяет определить количественный состав гибридных Видов ЭМ-объектов. В пределах 6 родов первого большого периода ГК, с учетом принятых допуще-

ний, допустимо образование 90 гибридных Видов ЭМ-объектов, в т.ч. 48 Видов моногибридного типа и 42 Вида с дигибридным статусом. В пределах первого большого периода ГК допускается образование 18 гибридных Видов двойникового типа.

Анализ генетической программы. Конкретный вид пространственной волны поля электромагнитной хромосомы генетически предопределен комбинацией двух составляющих генетического кода – пространственной геометрией активной поверхности источника и ее ориентируемостью. В предметной области первого большого периода ГК, по виду пространственного распределения волны поля, родительские хромосомы подразделяются на три конечных подмножества: с вращающейся (\odot), бегущей (\rightarrow) и пространственно-концентрической (\odot) волнами поля.

Каждый набор хромосом, в силу своей генетической предрасположенности, порождает соответствующие структурно-функциональные классы объектов – потомков. Поэтому, с учетом родовой принадлежности родительских хромосом, каждая родовая программа будет содержать наследственную информацию о гибридных объектах – потомках с определенными пространственными комбинациями первичных магнитных полей.

В общем случае по топологическому признаку ориентируемости обобщенная генетическая программа Q_{HG} , содержит два подкласса структур с однонаправленными (\uparrow) и ортогональными (\times) магнитными полями. Если ортогональные поля магнитно независимы, то однонаправленные поля создают результирующие волну поля и силы, определяющие характер движения рабочего органа или технологической среды. Указанные классы инвариантны к пространственной геометрии электромагнитных хромосом, так как определяются топологическим признаком ориентируемости. Таким образом, в пределах произвольного Рода генетически допустимо образование 6 гибридных Видов с однонаправленными и 9 Видов с ортогональными результирующими магнитными полями (табл. 3).

Нетрудно заметить, что однонаправленность пространственных волн магнитного поля является системным свойством моногибридов, в то время как наличие ортогонально

ориентированных результирующих магнитных полей присуще только дигибридным ЭМ-структурам. Исключением из общего правила составляют двойниковые гибриды с структурными формулами $H0.0(x \times y)$ и $H2.2(x \times y)$, которые обладая статусом моногибридов, имеют ортогональную структуру результирующего магнитного поля. Эта особенность объясняется идентичностью групп электромагнитной симметрии скрещиваемых хромосом, что обуславливает моногибридный механизм их структурообразования. Для всех остальных гибридных структур (табл. 3), в соответствии с принципом диссимметризации П. Кюри [8], интегральная группа симметрии будет определяться симметрией исходной хромосомы с более высоким уровнем электромагнитной диссимметрии.

Логическим следствием такой закономерности является тенденция к усилению влияния концевых электромагнитных эффектов в гибридах-потомках (продольных – $K_L \neq 0$, и поперечных – $K_B \neq 0$), отображающих своего рода их «наследственные болезни», которые будут проявляться в процессах преобразования энергии реальных ЭМ-объектов в виде дополнительных потерь мощности.

Системный анализ генетически допустимых видов гибридных обмоток. Взаимная ориентация и результирующие магнитные поля гибридных ЭМ-структур определяется геометрией и топологией скрещиваемых обмоток. Генетическая программа произвольного Рода содержит три топологических подкласса гибридных m -фазных обмоток (табл. 3):

- кольцевого типа (три Вида в группах 0.0 и 2.0):

$$T_{KK} = (K_{00x} \times K_{00y}; K_{20x} \times K_{00y}; K_{20x} \uparrow K_{00x}); \quad (7)$$

- поверхностного типа (три Вида в группах 0.2 и 2.2):

$$T_{PP} = (P_{22y} \uparrow P_{02y}; P_{22x} \times P_{02y}; P_{22x} \uparrow P_{20x}); \quad (8)$$

- и 9 Видов обмоток со смешанной топологией активных поверхностей (представители всех четырех групп 0.0, 0.2, 2.2 и 2.2):

$$T_{KP} = T_{PK} = (P_{02y} \uparrow K_{00y}; P_{22y} \uparrow K_{00y}; P_{22x} \times K_{00y}; P_{02y} \times K_{00x}; P_{22y} \times K_{00x}; P_{22x} \uparrow K_{00x}; K_{20x} \times P_{00y}; P_{22y} \times K_{20x}; P_{22x} \uparrow K_{20x}). \quad (9)$$

При выборе структуры гибридного ЭМ-объекта необходимо обращать также внимание на соотношение площадей активных поверхно-

стей в гибридной структуре. В табл. 3 приведены структурные коды соотношения активных поверхностей скрещиваемых обмоток, при допущении, что: структурный код активной поверхности источников группы 2.2 (источники с ограниченной активной длиной и шириной)

обозначен числом 22, источников групп 0.2 и 2.0 (поверхностные обмотки на замкнутых поверхностях) представлен кодами 02 и 20, а источников группы 2.2 (кольцевые обмотки с двухсторонней замкнутой активной поверхностью) кодом – 22.

2. Структура генетической программы и системные электромагнитные свойства гибридных ЭМ-объектов внутривидового уровня (фрагмент генетического банка данных)

Структурная формула хромосомы	Статус гибридной хромосомы	Взаимная ориентация волн поля	Код композиции активных поверхностей	Группа симметрии	Концевые электромагнитные эффекты	Код m -фазной обмотки
$0.0 (x \times y)$	Двойниковый моногибрид	↗	00:00	0.0	$K_L = 0; K_B = 0;$	$K_{00x} \times K_{00y}$
$(0.2 \times 0.0)y$	Моногибрид	↑↑	02:00	0.2	$K_L = 0; K_B > 0;$	$\Pi_{02y} \uparrow \uparrow K_{00y}$
$(2.0x \times 0.0y)$	Дигибрид	↗	20:00	2.0	$K_L > 0; K_B = 0;$	$K_{20x} \times K_{00y}$
$(2.2 \times 0.0)y$	Моногибрид	↑↑	22:00	2.2	$K_L > 0; K_B > 0;$	$\Pi_{22y} \uparrow \uparrow K_{00y}$
$(2.2x \times 0.0y)$	Дигибрид	↗	22:00	2.2	$K_L > 0; K_B > 0;$	$\Pi_{22x} \times K_{00y}$
$(0.2y \times 0.0x)$	Дигибрид	↗	02:00	0.2	$K_L = 0; K_B > 0;$	$\Pi_{02y} \times K_{00x}$
$(2.0 \times 0.0)x$	Моногибрид	↑↑	20:00	2.0	$K_L > 0; K_B = 0;$	$K_{20x} \uparrow \uparrow K_{00x}$
$(2.2y \times 0.0x)$	Дигибрид	↗	22:00	2.2	$K_L > 0; K_B > 0;$	$\Pi_{22y} \times K_{00x}$
$(2.2 \times 0.0)x$	Моногибрид	↑↑	22:00	2.2	$K_L > 0; K_B > 0;$	$\Pi_{22x} \uparrow \uparrow K_{00x}$
$(2.0x \times 0.2y)$	Двойниковый дигибрид	↗	20:02	2.0	$K_L > 0; K_B > 0;$	$K_{20x} \times \Pi_{00y}$
$(2.2 \times 0.2)y$	Моногибрид	↑↑	22:02	2.2	$K_L > 0; K_B > 0;$	$\Pi_{22y} \uparrow \uparrow \Pi_{02y}$
$(2.2x \times 0.2y)$	Дигибрид	↗	22:02	2.2	$K_L > 0; K_B > 0;$	$\Pi_{22x} \times \Pi_{02y}$
$(2.2y \times 2.0x)$	Дигибрид	↗	22:20	2.2	$K_L > 0; K_B > 0;$	$\Pi_{22y} \times K_{20x}$
$(2.2 \times 2.0)x$	Моногибрид	↑↑	22:20	2.2	$K_L > 0; K_B > 0;$	$\Pi_{22x} \uparrow \uparrow K_{20x}$
$2.2 (x \times y)$	Двойниковый моногибрид	↗	22:22	2.2	$K_L > 0; K_B > 0;$	$\Pi_{22x} \times \Pi_{22y}$

Эмерджентность гибридных ЭМ-структур. Термин эмерджентность (от англ. *emergence* – возникновение, появление нового) в теории систем означает наличие у сложной системы особых свойств, не присущих её исходным подсистемам, то есть, отображает несводимость свойств системы к сумме свойств её компонентов. В ряде случаев применяется также синоним – «системный эффект».

Как известно, эмерджентность относится к общесистемным признакам гибридных объ-

ектов различной физической природы. Широкое распространение гибридных ЭМ-объектов и систем в значительной степени обусловлено возможностью получения и практического использования нового специфического свойства, отсутствующего в объектах более низкого уровня сложности.

В гибридных хромосомах внутривидового уровня эмерджентность проявляется в образовании новых пространственных компоновок активных частей (пространственная изомерия) и в получении более сложной пространствен-

ной структуры результирующего магнитного поля, что обеспечивает реализацию новых функциональных свойств ЭМ-объектов (получение сложного пространственного движения рабочего органа, интенсификацию перемешивания жидких или сыпучих проводящих сред, реализацию многостепенного управляемого движения подвижной части совмещенных машин и др.).

В качестве примера в табл. 4 представлены структурные формулы и пространственные комбинации совмещенных полей гибридных хромосом, принадлежащих к различным геометрическим классам первичных источников поля: цилиндрическим (ЦЛ), коническим (КН), плоским (ПЛ), тороидальным плоским (ТП), сферическим (СФ) и тороидальным цилиндрическим (ТЦ). Структура результирующего поля, с учетом пространственной геометрии и схемы компоновки активных поверхностей, определяет эмерджентные свойства гибридных ЭМ-структур.

Совместный анализ информации, представленной в таблицах 3 и 4, показывает, что в пределах первого большого периода ГК генетическая макропрограмма включает следующие подклассы гибридных структур по признаку пространственного движения результирующего магнитного поля:

с вращательным движением (15 Видов пяти Родов):

$$Q(\odot) = \begin{bmatrix} \text{ЦЛ} \\ \text{КН} \\ \text{ТП} \\ \text{СФ} \\ \text{ТЦ} \end{bmatrix} \times [(0.2 \times 0.0)y; (2.2 \times 0.2)y]; \quad (10)$$

с поступательным движением (9 Видов двух Родов):

$$Q(\rightarrow) = \begin{bmatrix} \text{ЦЛ} \\ \text{ПЛ} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} (2.0 \times 0.0)x; (2.2 \times 0.0)x; \\ (2.2 \times 2.0)x; (0.2 \times 0.0)y; \\ (2.0 \times 0.0)x; (2.2 \times 0.2)y; \\ (2.2 \times 2.0)x \end{bmatrix} \quad (11)$$

с пространственно-концентрической волной поля (9 видов трех Родов):

$$Q(\odot) = \begin{bmatrix} \text{КН} \\ \text{ТП} \\ \text{СФ} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} (2.0 \times 0.0)x; \\ (2.2 \times 0.0)x; \\ (2.2 \times 2.0)x \end{bmatrix} \quad (12)$$

с вращательно-поступательным (винтовым) движением (14 Видов двух Родов):

$$Q(\odot \rightarrow) = \begin{bmatrix} \text{ЦЛ} \\ \text{ТЦ} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.0(x \times y); (2.0x \times 0.0y); \\ (0.2y \times 0.0x); (2.2y \times 0.0x); \\ (2.0x \times 0.2y); (2.2x \times 0.2y); \\ (2.2y \times 2.0x); 0.0(x \times y); \\ (2.0x \times 0.0y); (0.2y \times 0.0x); \\ (2.2y \times 0.0x); (2.0x \times 0.2y); \\ (2.2x \times 0.2y); (2.2y \times 2.0x); \end{bmatrix} \quad (13)$$

с совмещенными вращательной и пространственно-концентрической волнами поля ($\odot \odot$), в Родах с конической, тороидальной плоской и сферической активными поверхностями (всего 21 Видов Рода):

$$Q(\odot \odot) = \begin{bmatrix} \text{ЦЛ} \\ \text{КН} \\ \text{ТП} \\ \text{СФ} \\ \text{ТЦ} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.0(x \times y); (2.0x \times 0.0y); \\ (0.2y \times 0.0x); (2.2y \times 0.0x); \\ (2.0x \times 0.2y); (2.2x \times 0.2y); \\ (2.2y \times 2.0x); (2.2y \times 2.0x); \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$Q(\uparrow \rightarrow) = \begin{bmatrix} \text{ПЛ} \\ \text{ТЦ} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.0(x \times y); (2.0x \times 0.0y); \\ (0.2y \times 0.0x); (2.2y \times 0.0x); \\ (2.0x \times 0.2y); (2.2x \times 0.2y); \\ (2.2y \times 2.0x) \end{bmatrix} \quad (15)$$

При необходимости аналогичным образом можно представить генетическую программу ЭМ-структур с пульсирующими переменными полями как комбинацию двух инверсных волн поля:

встречно бегущих (\leftrightarrow) для структурных Видов цилиндрической и тороидальной плоской (подгруппы 0.0x, 2.0x и 2.2x) и плоской пространственной геометрии;

– встречно вращающихся ($\odot \odot$) – для остальных Родов ЭМ-структур, включая цилиндрические (подгруппы 0.0y, 0.2y и 2.2y).

Анализ табл. 4 показывает, что пространственная структура результирующего поля «чувствительна» к его морфологии и топологии, т.е. определяется пространственной геометрией и признаком ориентируемости исходных волн поля. Кроме того, существует определенная корреляция между пространственным распределением результирующего поля и физическим состоянием движущегося вторичного тела (среды) преобразователя (табл. 5), обусловленная генетической предрасположенностью гибридной хромосомы.

Результаты структурно-системного анализа генетических макропрограмм (10 – 15) составляют основу для постановки широкого круга задач структурного предвидения [7] и направленного инновационного синтеза гибридных ЭМ-объектов с заданными функциональными свойствами.

4. Взаимосвязь эмерджентности гибридных ЭМ-структур с их родовой принадлежностью (фрагмент генетического банка данных)

Статус порождающей хромосомы	Ориентированность хромосом	Родовая принадлежность гибридной хромосомы					
		ЦЛ	КН	ПЛ	ТП	СФ	ТЦ
Двойниковый моногибрид	↗	2.2(x×y)	2.2(x×y)	2.2(x×y)	2.2(x×y)	2.2(x×y)	2.2(x×y)
		☉→	☉⊙	↑→	☉⊙	☉⊙	☉☉
Двойниковый дигибрид	↗	(0.2y×2.0x)	(0.2y×2.0x)	(0.2y×2.0x)	(0.2y×2.0x)	(0.2y×2.0x)	(0.2y×2.0x)
		☉→	☉⊙	↑→	☉⊙	☉⊙	☉☉
Моногибрид у-подгруппы	⇒	(2.2×0.2)y	(2.2×0.2)y	(2.2×0.2)y	(2.2×0.2)y	(2.2×0.2)y	(2.2×0.2)y
		☉☉	☉☉	→→	☉☉	☉☉	☉☉
Моногибрид х-подгруппы	⇒	(2.2×2.0)x	(2.2×2.0)x	(2.2×0.2)y	(2.2×0.2)y	(2.2×0.2)y	(2.2×0.2)y
		→→	⊙⊙	→→	⊙⊙	⊙⊙	☉☉
Дигибрид	↗	(2.2x×0.2y)	(2.2x×0.2y)	(2.2x×0.2y)	(2.2x×0.2y)	(2.2x×0.2y)	(2.2x×0.2y)
		☉→	☉⊙	↑→	☉⊙	☉⊙	☉☉

5. Совместимость структуры магнитного поля гибридного ЭМ-объекта с физическим состоянием его вторичного тела (среды)

Физическое состояние вторичной среды	Структура результирующего магнитного поля							
	☉	⊙	→	☉→	☉⊙	↑→	↔	☉☉
Твердое сплошное	+	□	+	+	□	+	□	□
Твердое дискретное	+	+	+	+	+	+	+	+
Жидкость	+	+	+	+	+	+	+	+
Плазма	+	+	+	+	+	+	+	+
Биологическая среда	+	+	+	+	+	+	+	+

Заключение. Результаты исследований представляют дальнейшее развитие генетической теории гибридных электромеханических структур различного функционального назначения. Впервые показано, что гибридные ЭМ-объекты и системы представляют самостоятельную и предсказуемую ветвь в структурной эволюции сложных систем, охватывающую все родовые категории независимо от их функциональной принадлежности. Основные результаты можно обобщить следующими положениями:

1. Предложен матрично-символьный подход к синтезу и анализу генетических программ, с использованием которого определена обобщенная генетическая программа гибридных электромеханических структур внутривидового уровня, содержащая системную наследственную информацию о количественном составе как известных Видов ЭМ-структур,

так и Видов неявного типа, структурные представители которых еще отсутствуют на данное время технической эволюции.

2. Установлены системные связи генетической программы гибридных объектов с периодической структурой ГК, принципом диссимметризации П. Кюри, принципом парности, гомологическими рядами и основными таксономическими категориями Вида и Рода, что подтверждает фундаментальность и непротиворечивость положений генетической теории гибридных ЭМ-объектов.

3. Осуществлена расшифровка генетической программы и выполнен системный анализ взаимосвязи электромагнитных, топологических и морфологических свойств гибридных Видов ЭМ-структур, что открывает возможность постановки новых системных и прикладных инженерных задач и существенно

сокращает временные ресурсы на поисковые исследования.

4. Исследовано и проанализировано системное свойство эмерджентности гибридных структур, знания о котором позволяют на хромосомном уровне осуществлять направленный выбор и синтез гибридных ЭМ-структур с требуемыми свойствами.

5. Определены количественный состав и системные свойства многофазных гибридных обмоток, а также установлена взаимосвязь их электромагнитных свойств с топологией и пространственной геометрией активных поверхностей гибридных ЭМ-структур.

6. По результатам исследований впервые получена систематизированная информация о структурном и инновационном потенциале гибридных структур, которая выступает эффективным средством упорядочения знаний и рассчитана на длительное использование в задачах структурного предвидения и направленного синтеза, гибридных ЭМ-объектов различного функционального назначения.

Достоверность полученных результатов исследований подтверждена результатами эволюционных экспериментов, а также решением ряда прикладных задач структурного предвидения и инновационного синтеза электромеханических устройств различного функционального назначения: [9 – 12]. Все разработанные технические решения обладают конкурентоспособностью и, по существу, представляют собой первые в мире гибридные ЭМ-объекты, синтезированные на основе их генетических программ.

Результаты исследований составляют системную основу для постановки задач структурного предвидения и создания генетических банков, данных гибридных ЭМ-объектов, систематизированная информация которых обладает прогностическим и инновационным потенциалом по отношению к широкому кругу прикладных задач структурной электромеханики.

Список использованной литературы

1. Шинкаренко В. Ф. Основы теории эволюции электромеханических систем / В. Ф. Шинкаренко – К. : Наукова думка, 2002. – 288 с.
2. Шинкаренко В. Ф., Гайдаенко Ю. В. Генетические принципы структурообразова-

ния гибридных электромеханических систем / В. Ф. Шинкаренко, Ю. В. Гайдаенко // Вісник КДУ ім. Михайла Остроградського. – 2010. – Вип. 3/2010 (62). – Ч. 2. – С. 47 – 50.

3. Shinkarenko V., Gaidaienko Iu., Ahmad N. Al-Husban. Genetic Programs of Structural Evolution of Hybrid Electromechanical Objects (2013), *International Journal of Engineering & Technology*, Vol 2, No 1, pp. 44 – 49.

4. Шинкаренко В. Ф., Гайдаенко Ю. В. Структурно-системный анализ гибридных электромеханических объектов внутривидового уровня / В. Ф. Шинкаренко, Ю. В. Гайдаенко // Електротехніка і електромеханіка. – 2010. – № 5. – С. 30 – 33.

5. Антонов А. Е. Электрические машины магнитоэлектрического типа. Основы теории и синтез / А. Е. Антонов // Институт электродинамики. – К. : НАН Украины, 2011. – 216 с.

6. Mendrela E. Silniki indukcyjne o Dwoch Stopniach Swobody Mechanicznej, (1984), *Zeszyty Naukowe Politechniki Swietokrzyskiej, Elektryka*, 14, Kielce, 126 p.

7. Shynkarenko V. Genetic Foresight in Science and Technology: from Genetic Code to innovative, (2010), *Project. 10th Anniversary International Scientific Conference “Unitech’10 19 – 20 November, Gabrovo, Bulgaria*, Vol. III, pp. 297 – 302.

8. Сонин А. С. Курс макроскопической кристаллохимии. / А. С. Сонин. – М. : Физматлит, 2006. – 256 с.

9. Пат. 82880 Україна, МПК В23В 19/00, В23В 47/00. Шпиндельный узел верстата / Шинкаренко В. Ф., Кузнецов Ю. М., Гайдаенко Ю. В., Ковтун А. С., Олійник К. О. – № u201211168, заявл. 26.09.2012; опубл. 27.08.2013. Бюл. № 16.

10. Пат. 64345 Україна, МПК F03D1/00, H02K 1/27. Вітроагрегат / Шинкаренко В. Ф., Чумак В. В., Гайдаенко Ю. В., Мірошник О. Л.; заявник і патентовласник Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”. – № u201102821; заявл. 10.03.2011; опубл. 10.11.2011. Бюл. № 21.

11. Пат. 97186 Україна, МПК H02K 41/025, B65G 23/22, B65G 54/00. Електромеханічна система для транспортування труб / Шинкаренко В. Ф., Чумак В. В., Гайдаенко Ю. В., Мірошник О. Л.; заявник і патентовласник Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”. – №

a201007687; заявл. 18.06.2010; опубл. 10.01.2012. Бюл. № 1.

12. Пат. 68827 Україна, МПК H02K 35/00. Електричний генератор зворотно-поступального руху / Шинкаренко В. Ф., Чумак В. В., Маляренко С. О., Мошняга Т. А.; заявник і патентовласник Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”. – № u201111968; заявл. 11.10.2011; опубл. 10.04.2012. Бюл. №7.

Получено 05.05.2014

References

1. Shinkarenko V.F. Osnovi teorii evolyutsii elektromekhanichnikh sistem [Bases of Electromechanical Systems' Evolution Theory], (2002), Kiev, Ukraine, *Naukova Dumka Publ.*, 288 p. (In Ukrainian).

2. Shinkarenko V.F., and Gaidaienko Iu.V. Geneticheskie principy strukturoobrazovaniya gibridnyh jelektromekhanicheskikh system, [Genetic Structurization Principles of Hybrid Electromechanical Structures], (2010), *Visnyk of Mykhailo Ostrogradskyi KDU*. Vup. 3/2010 (62), Vol. 2, pp. 47 – 50 (In Russian).

3. Shinkarenko V., Gaidaienko Iu., and Ahmad N. Al-Husban. Genetic Programs of Structural Evolution of Hybrid Electromechanical Objects, (2013), *International Journal of Engineering & Technology*, Vol 2, No. 1, pp. 44 – 49.

4. Shinkarenko V.F, Gaidaienko Iu.V. Strukturno-sistemnyj analiz gibridnyh jelektromekhanicheskikh obektov vnutrirodo-vogo urovnja [Structural and System Analysis of Hybrid Electromechanical Objects at Intrageneric Level], (2010), *Electrical Engineering and Electromechanics*, No.5, pp. 30 – 33 (In Russian).

5. Antonov A.E. Jelektricheskie mashyny magnitojelektricheskogo tipa. Osnovy teorii i sintez [Permanent Magnet Electrical Machines. Bases of theory and Synthesis]. (2011), Kiev, Ukraine, *Nation. Acad. of Sci., Institute of Electrodynamics*, 216 p. (In Russian).

6. Mendrela E. Silniki Indukcyjne o Dwoch Stopniach Swobody Mechanicznej, (1984), *Zeszyty Naukowe Politechniki Swietokrzyskiej, Elektryka*, 14, Kielce, 126 p.

7. Shynkarenko V. Genetic Foresight in Science and Technology: from Genetic Code to innovative, (2010), *Project. 10th Anniversary International Scientific Conference “Unitech’10”*.

19–20 November 2010, Gabrovo, Bulgaria, Vol. III, pp. 297 – 302.

8. Sonin A.S. Kurs makroskopicheskoy kristallogimii. [Course in Macroscopic Crystal Chemistry], (2006), Moscow, Russian Federation, *Phizmatlit*, 256 p. (In Russian).

9. Pat. 82880 Україна, МПК V23V 19/00, V23V 47/00. Shpindel'nij vuzol verstata Shinkarenko V.F., Kuznietsov Y.N., Gaidaienko Iu.V., Kovtun A.S., Oliynyk K.O. Appl. No. u201211168, 26.09.2012. Published from 27.08.2013. Bull. No 16, [Shinkarenko V.F., Kuznietsov Y.N., Gaidaienko Iu.V., Kovtun A.S., Oliynyk K.O. Patent No. 82880, Ukraine Int. Cl. B23B 19/00, B23B 47/00. Spindle Unit for Machinetool] Appl. No. u201211168, 26.09.2012. Published from 27.08.2013. Bull. No 16 (In Ukrainian).

10. Pat. 64345 Україна, МПК F03D1/00, N02K 1/27. Vitroagregat, Shinkarenko V.F., Chumak V.V., Gajdaenko Ju.V., Miroshnik O.L.; заявник і патентовласник Nacional'nij tehnicnij universitet Ukraini “Kiivs'kij politechnij institut”. – № u201102821; заявл. 10.03.2011; опубл. 10.11.2011. Бюл. № 21, [Shinkarenko V.F., Chumack V.V., Gaidaienko Iu.V., Miroshnyk O.L. Patent No. 64345, Ukraine Int. Cl. F03D1/00, H02K 1/27. Wind-power Unit.]; Patent Applicant and owner is National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”. Appl. No. u201102821, 10.03.2011. Published from 10.11.2011. Bull. No 21 (In Ukrainian).

11. Pat. 97186 Україна, МПК N02K 41/025, V65G 23/22, V65G 54/00. Elektromekhanichna sistema dlja transportuvannja trub, Shinkarenko V.F., Chumak V.V., Gajdaenko Ju.V., Miroshnik O.L.; заявник і патентовласник Nacional'nij tehnicnij universitet Ukraini “Kiivs'kij politechnij institut”. – No. a201007687; заявл. 18.06.2010; опубл. 10.01.2012. Бюл. № 1, [Shinkarenko V.F., Chumack V.V., Gaidaienko Iu.V., Miroshnyk O.L. Patent No. 97186, Ukraine Int. Cl. H02K 41/025, B65G 23/22. Electromechanical System for Steel Pipe Transportation.]; Patent Applicant and Owner is National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”. Appl. No. a201007687, 18.06.2010. Published from 10.01.2012. Bull. No. 1 (In Ukrainian).

12. Pat. 68827 Україна, МПК N02K 35/00. Електричний генератор зворотнопоступального

ruhu, Shinkarenko V.F., Chumak V.V., Maljarenko S.O., Moshnjaga T.A.; заявник і патентовласник Nacional'nij tehničnij universitet Ukraïni “Kiïvs'kij po-litehničnij institut”, No. u201111968; zajavl. 11.10.2011; Opubl. 10.04.2012. Bjul. No.7. [Shinkarenko V.F., Chumack V.V., Maliarenko S.O., Moshniaga T.A. Patent No. 68827, Ukraine Int. Cl. H02K 35/00. Electrical Generator of Reciprocating Motion.]; Patent Applicant and Owner is National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”. Appl. No. u201111968, 11.10.2011; Published from 10.04.2012. Bull. No 7 (In Ukrainian).



Шинкаренко Василий Федорович, д.т.н., проф., зав. каф. электромеханики НТУУ «КПИ».
Украина, 03056, г. Киев, ул. Политехническая, 37.
Тел.: +380 (44) 406-82-38.
E-mail: svf46@voliacable.com



Гайдаенко Юрий Васильевич, ассистент каф. электромеханики НТУУ «КПИ».
Украина, 03056, г. Киев, ул. Политехническая, 37.
Тел.: +380 (68) 809-19-92.
E-mail: yuriygaid@ukr.net