

СТРУКТУРНО-СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ГИБРИДНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ВНУТРИРОДОВОГО УРОВНЯ

Аналізуються принципи структурної організації гібридних електромеханічних об'єктів внутрішньородового рівня. Розглянуто генетичні моделі спрямованого синтезу електромеханічних структур гібридного типу. Визначені класифікаційний статус і кількісний склад генетично допустимих класів гібридних структур. Наведено фрагмент генетичного банку даних структурного потенціалу гібридних об'єктів.

Анализируются принципы структурной организации гибридных электромеханических объектов внутривидового уровня. Рассматриваются генетические модели направленного синтеза электромеханических структур гибридного типа. Определены классификационный статус и количественный состав генетически допустимых классов гибридных структур. Приводится фрагмент генетического банка данных структурного потенциала гибридных объектов.

ВВЕДЕНИЕ

Объекты и системы гибридного типа представляют один из наиболее распространенных и интенсивно развивающихся классов электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ), широко используемых в технических системах и технологических комплексах различного функционального назначения. Несмотря на достаточно длительную эволюцию и широкое распространение гибридных электромеханических объектов (ЭМ-объектов), теоретические обобщения, касающиеся определения принципов структурообразования, источников разнообразия и видовой структуры исследуемого класса, в научно-технической литературе, до последнего времени, отсутствовали.

Подобные ситуации, характеризующиеся не способностью классической теории осуществлять постановку и решение новых системных задач, возникающих в процессе эволюции научного познания, в технических науках возникают довольно часто. С точки зрения сциентологии, факт наличия такого несоответствия, является прямым следствием первой теоремы Гёделя о неполноте.

Устранение возникшего несоответствия (согласно второй теореме Гёделя) возможно при условии появления научной парадигмы более высокого уровня обобщения. В структурной электромеханике такой теоретической парадигмой стала теория генетической эволюции электромеханических систем [1], в рамках которой впервые была научно обоснована возможность постановки и последующего решения задач структурно-системного анализа произвольных функциональных классов ЭМ-объектов с возможностью структурного предвидения генетически допустимых разновидностей структур.

По результатам предыдущих исследований [1, 2] авторами научно доказано, что гибридные ЭМ-объекты имеют многоуровневую упорядоченную структуру, подчиняющуюся фундаментальным принципам генетически организованных систем. Формой представления принципов сохранения, интегрального периодического закона и генетических кодов первичных электромагнитных элементов, является периодическая структура генетической классификации (ГК) первичных источников электромагнитного поля, обладающая статусом естественной классификации.

Познание генетических принципов структурной организации ЭМ-систем – ключ к понятию сложности, решению проблемы систематизации знаний, структурного предвидения и инновационного синтеза систем по заданной функции цели. Решение указанных задач относится к прерогативе новых научных направлений "Генетическая электромеханика" и "Генетическое предвидение" [3, 4]. Поэтому научное

обоснование генетических принципов структурной организации и закономерностей развития видообразия гибридных ЭМПЭ, представляет собой актуальное направления фундаментальных исследований генетической и структурной электромеханики.

ПРИНЦИПЫ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГИБРИДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В основе синтеза гибридных ЭМ-структур лежит общесистемный генетический принцип межвидового скрещивания электромагнитных хромосом, имеющих различия в генетической информации [2]. Принцип скрещивания, совместно с принципами репликации, инверсии, кроссинговера и мутации, определяет границы генотипической изменчивости структурного видообразия объектов-потомков. Но в отличие от первых четырех, механизм скрещивания предусматривает возможность образования гибридных структур на межвидовом, межродовом системном и межсистемном уровнях структурной организации ЭМПЭ, включая возможность образования сложных совмещенных ЭМ-систем, включающих подсистемы другой генетической природы (механические гидравлические, электронные, биологические и др.).

Категория Рода объединяет геометрически родственные виды ЭМПЭ, которые на генетическом уровне представлены первичными элементами соответствующих малых периодов ГК [1, 5]. Генетическое родство по признаку пространственной геометрии, удовлетворяет требованию пространственного совмещения исходных электромагнитных структур, что объясняет широкое разнообразие внутривидовых гибридов, наблюдаемое на различных уровнях структурной организации ЭМПЭ.

Между элементарным базисом (структура ГК) и таксономическими категориями (Вид, Род) существует детерминированная взаимосвязь, которая определяется логической последовательностью следующих уровней: "первичные источники поля малого периода" → "геометрический класс ЭМ-объектов" → "геометрически подобные Виды" → "Род". В терминах генетической теории структурообразования первичные источники поля выполняют функцию родительских электромагнитных хромосом, наделенных способностью образовывать структуры более высокого уровня сложности.

Исходя из определения гибридного ЭМ-объекта [2], некоторая гибридная структура H образуется в результате скрещивания порождающих структур A и B , различающихся по составу генетической информации

$$A \times B \rightarrow H, \quad (1)$$

где символом \times обозначен оператор генетического скрещивания.

В зависимости от количества скрещиваемых признаков, по аналогии с биологическими гибридами, будем различать: моногибриды (один признак), ди-гибриды (пара признаков) и полигибриды (больше двух скрещиваемых признаков). Тогда задача определения структур, допускающих скрещивание, сводится к определению возможных комбинаторных вариантов пересечения несовпадающих составляющих генетической информации в универсальных генетических кодах исходных электромагнитных хромосом.

Представим исходные электромагнитные хромосомы A и B в выражении (1), соответствующими трехзвенными структурами генетических кодов:

$$A = (a_1, a_2, a_3) \in S_A, \quad (2)$$

$$B = (b_1, b_2, b_3) \in S_B, \quad (3)$$

где $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$ – составляющие генетической информации скрещиваемых хромосом, принадлежащих видам S_A и S_B соответственно.

Отличительным признаком внутривидовых гибридов, является принадлежность скрещиваемых электромагнитных хромосом к одному геометрическому классу ($a_1 = b_1$). Обозначим идентичные (не пересекающиеся) составляющие генетической информации в структуре кодов цифрой 0. Тогда пространство возможных скрещиваний (с учетом местоположения родительских хромосом в пределах периода, генетической природы и количества скрещиваемых признаков) будет определяться следующими вариантами синтеза (рис. 1):

а) с образованием гибридных порождающих структур по признаку ортогональной электромагнитной ориентированности (x - y ориентированных):

$$H_{xy} = (0, 0, a_3) \times (0, 0, b_3) = (a_3 \times b_3); \quad (4)$$

б) с образованием гибридных электромагнитных хромосом по признаку смешанной электромагнитной симметрии:

$$H_1 = (0, a_2, 0) \times (0, b_2, 0) = (a_2 \times b_2); \quad (5)$$

в) с образованием гибридных хромосом со смешанной электромагнитной симметрией и ортогональной (x - y) ориентируемостью:

$$H_2 = (0, a_2, a_3) \times (0, b_2, b_3) = \{(a_2, a_3) \times (b_2, b_3)\}. \quad (6)$$

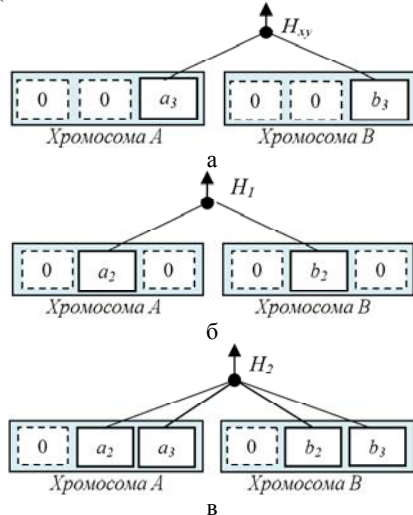


Рис. 1. Генетические модели межвидовых скрещиваний в пределах произвольного малого периода:

- а) с совмещенной (x - y) ориентируемостью H_{xy} ;
- б) со смешанной электромагнитной симметрией H_1 ;
- в) со смешанной симметрией и ориентируемостью H_2

Каждой генетической модели (4) – (6), на объектном уровне ставится в соответствие определенный класс и количественный состав внутривидовых гибридных ЭМ-объектов.

ридных ЭМ-объектов.

Рассмотренные генетические модели инвариантны к пространственной форме родительских хромосом и составляют теоретическую основу для решения задач направленного синтеза гибридных ЭМ-структур произвольной родовой принадлежности.

ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ СИНТЕЗА ВНУТРИРДОВЫХ ГИБРИДОВ

Элементный базис в пределах "идеального" (генетически полного) рода ЭМПЭ, в периодической структуре ГК, представлен 6 родительскими хромосомами базового уровня (в данном исследовании не рассматриваются класс первичных источников – изотопов). С учетом принятого ограничения, область существования генетически допустимых гибридных структур в пределах произвольного рода ЭМПЭ, будет определяться комбинаторным пространством допустимых скрещиваний на элементном базисе из 6 электромагнитных хромосом (рис. 2).

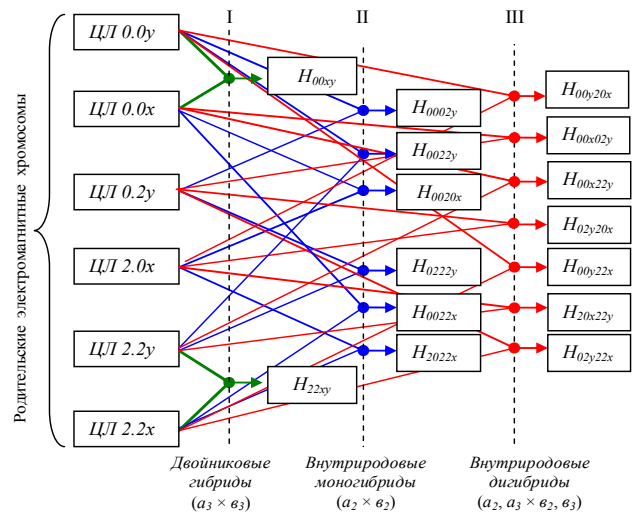


Рис. 2. Обобщенная генетическая модель синтеза гибридных электромагнитных объектов внутривидового уровня (на примере рода цилиндрических электрических машин)

В соответствии с моделью (4), скрещиваемые родительские хромосомы будут различаться только по признаку ориентируемости ($a_3 \neq b_3$).

Структуры с указанными свойствами удовлетворяют принципу парности. В соответствии с принципом сохранения генетической информации, такому типу хромосом, на эволюционном уровне, соответствуют электромагнитные объекты, принадлежащие к видам – двойникам [1]. Указанные свойства обеспечивают устойчивую область скрещиваний таких структур на хромосомном уровне и широкое разнообразие гибридов на объектном. Синтезированные структуры типа H_{xy} в дальнейшем будем обобщать понятием двойниковых гибридов.

Таким образом, двойниковыми гибридами будем называть подмножества внутривидовых гибридов, скрещиваемые электромагнитные хромосомы которых, удовлетворяют принципу парности. Двойниковые моногибриды характеризуются идентичностью пространственной геометрии скрещиваемых источников поля и принадлежностью к одной группе электромагнитной симметрии.

В соответствии с принципом парности, элементный базис двойниковых гибридов в пределах произвольного малого периода P_i , определяется тремя парами электромагнитных хромосом:

$$H_{xy} = (H_{00xy}, H_{02y20x}, H_{22xy}) \subset P_i. \quad (7)$$

Например, для рода цилиндрических ЭМПЭ, области H_{xy} , ставятся в соответствие следующие 3 класса двойниковых гибридов:

$$H_{00xy} = (\text{ЦЛ } 0.0x \times \text{ЦЛ } 0.0y) = \text{ЦЛ } 0.0 (x \times y), \quad (8)$$

$$H_{0220xy} = (\text{ЦЛ } 0.2y \times \text{ЦЛ } 2.0x) = \text{ЦЛ } (0.2y \times 2.0x), \quad (9)$$

$$H_{22xy} = (\text{ЦЛ } 2.2x \times \text{ЦЛ } 2.2y) = \text{ЦЛ } 2.2 (x \times y). \quad (10)$$

Следует отметить, что двойниковые гибридные ЭМ-структуры, представленные моделями (8) и (10) относятся к классу моногибридов, а объекты по модели (9) представляют класс дигибридов. Поэтому, исходя из правил скрещивания, и межвидового статуса гибридов, указанные разновидности двойниковых ЭМ-объектов, в дальнейшем будем относить к классу внутривидовых дигибридов.

Техническая реализация структурных представителей классов H_{00xy} и H_{0220xy} в электрических машинах с твердотельной подвижной частью, позволяет эффективно использовать их эмерджентное свойство, которое заключается в возможности реализации управляемого вращательно-поступательного движения подвижной части машины (рис. 3).

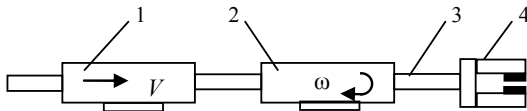


Рис.3. Электромеханическая система с управляемым вращательно-поступательным движением руки робота (структурный представитель класса двойниковых гибридов ЦЛ (2.0x × 0.2y)). 1 – индуктор бегущего поля; 2 – индуктор вращающегося поля; 3 – подвижная часть; 4 – схват руки робота

Геометрическое родство и идентичность информации по признаку ориентированности родительских хромосом, дает основание классифицировать синтезированные структуры согласно модели (5), как представителей класса внутривидовых моногибридов. Порождающие хромосомы такого типа совмещают источники поля, принадлежащие к различным группам электромагнитной симметрии. Комбинаторное пространство скрещиваний по второй группе признаков ($a_2 \times b_2$), на примере рода цилиндрических ЭМПЭ, допускает возможность синтеза следующих 6 классов внутривидовых моногибридов:

$$H_{0002y} = (\text{ЦЛ } 0.0y \times \text{ЦЛ } 0.2y) = \text{ЦЛ } (0.0 \times 0.2)y, \quad (11)$$

$$H_{0022y} = (\text{ЦЛ } 0.0y \times \text{ЦЛ } 2.2y) = \text{ЦЛ } (0.0 \times 2.2)y, \quad (12)$$

$$H_{0020x} = (\text{ЦЛ } 0.0x \times \text{ЦЛ } 2.0x) = \text{ЦЛ } (0.0 \times 2.0)x, \quad (13)$$

$$H_{0222y} = (\text{ЦЛ } 0.2y \times \text{ЦЛ } 2.2y) = \text{ЦЛ } (0.2 \times 2.2)y, \quad (14)$$

$$H_{0022x} = (\text{ЦЛ } 0.0x \times \text{ЦЛ } 2.2x) = \text{ЦЛ } (0.0 \times 2.2)x, \quad (15)$$

$$H_{2022x} = (\text{ЦЛ } 2.0x \times \text{ЦЛ } 2.2x) = \text{ЦЛ } (2.0 \times 2.2)x. \quad (16)$$

Моногибридные структуры характеризуются общностью пространственной геометрии и идентичностью признака ориентированности в исходных хро-

мосомах. Указанное свойство обеспечивает высокую степень пространственной и электромагнитной совместимости структур-потомков.

Например, к классу внутривидовых моногибридов, относятся электрические машины, активные части которых совмещают две многофазные обмотки с различной электромагнитной симметрией (рис. 4).

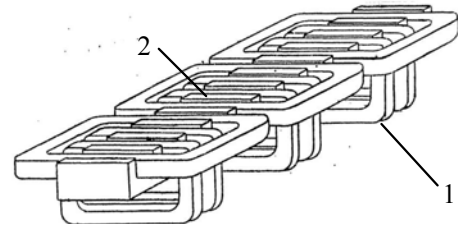


Рис. 4. Плоский индуктор тягового ЛАД с совмещенной трехфазной обмоткой [6] – структурный представитель внутривидовых моногибридов класса ЦЛ (2.0 × ЦЛ 2.2)x: 1 – секции кольцевой обмотки; 2 – секции концентрической обмотки

Если в качестве элементной основы будут выбраны родительские хромосомы, принадлежащие к различным топологическим группам и отличающиеся по признаку ориентированности, то синтез ЭМ-структур необходимо осуществлять по правилу скрещивания двух признаков ($a_2, a_3 \times a_2, a_3$). Классы структур, удовлетворяющие модели (6), будем называть внутривидовыми дигибридами.

В структуре обобщенной модели, применительно к рассматриваемому роду цилиндрических ЭМПЭ, генетически допустимо образование следующих 6 классов дигибридов:

$$H_{00y20x} = (\text{ЦЛ } 0.0y \times \text{ЦЛ } 2.0x) = \text{ЦЛ } (0.0y \times 2.0x), \quad (17)$$

$$H_{00x02y} = (\text{ЦЛ } 0.0x \times \text{ЦЛ } 0.2y) = \text{ЦЛ } (0.0x \times 0.2y), \quad (18)$$

$$H_{00x22y} = (\text{ЦЛ } 0.0x \times \text{ЦЛ } 2.2y) = \text{ЦЛ } (0.0x \times 2.2y), \quad (19)$$

$$H_{00y22x} = (\text{ЦЛ } 0.0y \times \text{ЦЛ } 2.2x) = \text{ЦЛ } (0.0y \times 2.2x), \quad (20)$$

$$H_{20x22y} = (\text{ЦЛ } 2.0x \times \text{ЦЛ } 2.2y) = \text{ЦЛ } (2.0x \times 2.2y), \quad (21)$$

$$H_{02y22x} = (\text{ЦЛ } 0.2y \times \text{ЦЛ } 2.2x) = \text{ЦЛ } (0.2y \times 2.2x). \quad (22)$$

С учетом ранее оговоренного уточнения, относительно (9), общее количество внутривидовых дигибридов составляет 7 классов.

Полученные результаты генетического моделирования позволяют определить количественный состав генетически допустимых классов гибридных ЭМ-объектов (табл. 1).

Исходя из анализа результатов генетического моделирования, можно дать следующее определение объекта исследования: внутривидовые гибриды представляют собой генетически определенный класс ЭМ-объектов, образованных в результате скрещивания исходных родительских структур, принадлежащих к одному малому периоду в периодической структуре ГК.

Таблица 1

Количественный состав и структура генетически допустимых классов гибридных ЭМПЭ внутривидового уровня

Статус класса	Родительские хромосомы	Двойниковые гибриды (N_2)	Внутривидовые моногибриды (N_m)	Внутривидовые дигибриды (N_d)	Общее количество в пределах P^I
Количество	36	12	36	42	90

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ БАНК ДАННЫХ ГИБРИДНЫХ СТРУКТУР

Большое разнообразие гибридных классов ЭМ-структур и наличие прогностической информации о структурных классах гибридов, еще отсутствующих на данное время эволюции, обуславливает необходимость создания генетических банков данных (ГБД) [3]. Такие информационные системы предназначены для накопления, хранения и извлечения генетической информации о структурном разнообразии генетически

допустимых разновидностей ЭМПЭ. Упорядоченная информация, представленная в структуре ГБД, характеризуются высоким инновационным потенциалом, так как содержит данные о неясных классах гибридных структур, еще отсутствующих на данном этапе эволюции ЭМ-систем. В качестве примера, в табл. 2 приведен фрагмент ГБД, содержащий полную генетическую информацию о базовых структурах гибридных ЭМПЭ, синтезированных в пределах трех родов. Так как элементный базис первого большого периода

ГК определяет видовое разнообразие 6 родов ЭМ-систем, то общее число генетически допустимых гибридов внутривидового уровня составит 90 классов.

В зависимости от назначения, информация в таких ГБД может быть представлена в кодовом, графическом,

вербальном или смешанном вариантах. При необходимости она может быть дополнена соответствующими инструкциями и приложениями, ориентированными на соответствующие категории пользователей.

Таблица 2

Генетический банк данных гибридных классов ЭМПЭ внутривидового уровня (фрагмент)					
Род ЭМПЭ	Двойниковые гибриды	Моногибриды		Дигибриды	
Цилиндрические	$ЦЛ\ 0.0\ (x \times y)$	$ЦЛ\ (0.0 \times 0.2)y$	$ЦЛ\ (0.2 \times 2.2)y$	$ЦЛ\ (0.0y \times 2.0x)$	$ЦЛ\ (0.0x \times 0.2y)$
	$ЦЛ\ 2.2\ (x \times y)$	$ЦЛ\ (0.0 \times 2.2)y$ $(0.0 \times 2.0)x$	$ЦЛ\ (0.0 \times 2.2)x$ $ЦЛ\ (2.0 \times 2.2)x$	$ЦЛ\ (2.0x \times 2.2y)$ $ЦЛ\ (0.2y \times 2.2x)$ $ЦЛ\ (0.2y \times 2.0x)$ $ЦЛ\ (0.0x \times 0.2y)$	$ЦЛ\ (0.0x \times 2.2y)$ $ЦЛ\ (0.0y \times 2.2x)$
Плоские	$ПЛ\ 0.0\ (x \times y)$	$ПЛ\ (0.0 \times 0.2)y$	$ПЛ\ (0.2 \times 2.2)y$	$ПЛ\ (0.0y \times 2.0x)$	$ПЛ\ (2.0x \times 2.2y)$
	$ПЛ\ 2.2\ (x \times y)$	$ПЛ\ (0.0 \times 2.2)y$ $ПЛ\ (0.0 \times 2.0)x$	$ПЛ\ (0.0 \times 2.2)x$ $ПЛ\ (2.0 \times 2.2)x$	$ПЛ\ (0.0x \times 0.2y)$ $ПЛ\ (0.0x \times 2.2y)$ $ПЛ\ (0.0y \times 2.2x)$	$ПЛ\ (0.2y \times 2.2x)$ $ПЛ\ (0.2y \times 2.0x)$
Тороидальные	$ТП\ 0.0\ (x \times y)$	$ТП\ (0.0 \times 0.2)y$	$ТП\ (0.2 \times 2.2)y$	$ТП\ (0.0y \times 2.0x)$	$ТП\ (2.0x \times 2.2y)$
	$ТП\ 2.2\ (x \times y)$	$ТП\ (0.0 \times 2.2)y$ $ТП\ (0.0 \times 2.0)x$	$ТП\ (0.0 \times 2.2)x$ $ТП\ (2.0 \times 2.2)x$	$ТП\ (0.0x \times 0.2y)$ $ТП\ (0.0x \times 2.2y)$ $ТП\ (0.0y \times 2.2x)$	$ТП\ (0.2y \times 2.2x)$ $ТП\ (0.2y \times 2.0x)$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты исследования можно обобщить следующими положениями:

- структурную организацию гибридных ЭМ-объектов, на внутривидовом уровне, определяет принцип межвидового скрещивания первичных источников электромагнитного поля, принадлежащих к одному малому периоду в структуре ГК;
- исходя из анализа таксономической структуры "идеального" рода и комбинаторного пространства внутривидовых скрещиваний, разработана обобщенная генетическая модель направленного синтеза гибридных ЭМ-объектов. Предложенная генетическая модель инвариантна к пространственной геометрии ЭМ-объектов, что обеспечивает ее универсальность по отношению к задачам инновационного синтеза гибридных структур в пределах произвольных родов ЭМПЭ;
- по результатам генетического моделирования установлено, что в пределах произвольного рода ЭМПЭ генетически допустимо образование 15 классов гибридных объектов, включающих 2 подкласса двойниковых гибридов, 6 подклассов моногибридов и 7 подклассов дигибридов;
- на основе совместного генетического анализа периодической структуры ГК и предложенной генетической модели установлено, что функцию порождающих структур, по отношению к генетически допустимому разнообразию гибридных ЭМ-объектов внутривидового типа, выполняют 90 парных электромагнитных хромосом;
- по результатам направленного синтеза создан генетический банк данных, который содержит полную генетическую информацию о структурном потенциале как существующих, так и генетически допустимых классов гибридных ЭМ-объектов исследуемого уровня.

Полученные результаты исследований определяют теоретический базис и методологическую основу для постановки и решения задач системного и междисциплинарного характера, а также широкого круга инновационных задач структурного предвидения и направленного синтеза гибридных ЭМ-объектов с заданными функциональными свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шинкаренко В.Ф. Основы теории эволюции электромеханических систем. – К.: Наукова думка, 2002. – 288с.
2. Шинкаренко В.Ф., Гайдаенко Ю.В. Генетические принципы структурообразования гибридных электромеханических систем // Вісник КДУ ім. М. Остроградського. – Випуск 3/2010 (62). – Частина 2. – С. 47-50.
3. Шинкаренко В.Ф. Актуальные проблемы и задачи генетической электромеханики // Труды III Междунар. науч.-техн. конф. "Электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии и управляемые электромеханические системы ЕЕССЕС-2007". – Екатеринбург, УГТУ-УПИ. – 2007. – С. 27-33.
4. Шинкаренко В.Ф. Генетическое предвидение: от генетического кода к инновационным проектам и научным открытиям. – Материалы междунар. науч.-техн. конф. "Проблемы повышения эффективности электромеханических преобразователей в электроэнергетических системах". 21-25 сентября 2009. – Севастополь. – С. 3-6.
5. Шинкаренко В.Ф., Платкова Н.А. Категория рода в таксономической структуре эволюционной систематики электрических машин // Електротехніка і електромеханіка. – 2003. – № 2. – С. 61-66.
6. А.С. №1391448 (СССР) МКИ H02K 41/025. Индуктор линейного асинхронного двигателя / Е.А. Андрюхин, А.Т. Горелов, Е.В. Козаченко, Ю.Д. Соколов. – Оpubл. 07.04.93. Бюл. №13.

Поступила 02.09.2010

Шинкаренко Василий Федорович, д.т.н., проф.

Гайдаенко Юрий Васильевич

Национальный технический университет Украины

"Киевский политехнический институт"

кафедра электромеханики

03056, Киев, пр. Перемоги, 37

тел. (044) 406-82-38, e-mail: svf46@voliacable.com

V.F. Shynkarenko, I.V. Gaidaienko

A structural-system analysis of hybrid electromechanical objects of intrageneric level.

In the article, principles of structural organization of hybrid electromechanical objects of intrageneric level are analyzed. Genetic models of directed synthesis of hybrid-type electromechanical structures are considered. The article defines classification status and quantitative structure of genetically admissible classes of the hybrid structures. A fragment of the genetic databank of the hybrid objects structural potential is adduced.

Key words – electromagnetic chromosome, genetic code, crossing, genetic model, innovative synthesis, hybrid electromechanical object, genetic databank.