

УДК 621.313

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА УПРАВЛЯЕМОЙ ЭВОЛЮЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**В. Ф. Шинкаренко, Ю. В. Гайдаенко, С. А. Маляренко, А. Т. Мошняга**

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

Приведены результаты расшифровки генома функционального класса электрических генераторов возвратно-поступательного движения. Впервые представлены генетические программы структурообразования исследуемого класса генераторов, определяющие стратегию перехода от наблюдаемой эволюции к управляемой. На основе генетических программ осуществлено структурное предвидение и определены перспективные виды генераторов, подлежащие технической реализации в инновационных проектах.

**Ключевые слова:** порождающая периодическая система, генетический код, генетическая программа, видовое разнообразие, электрический генератор возвратно-поступательного движения.

**ГЕНЕТИЧНА ПРОГРАМА КЕРОВАНОЇ ЕВОЛЮЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ ЗВОРОТНО-ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ**

**В. Ф. Шинкаренко, Ю. В. Гайдаєнко, С. О. Маляренко, А. Т. Мошняга**

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

Наведено результати розшифровки геному функціонального класу електричних генераторів зворотного-поступального руху. Вперше представлено генетичні програми структуроутворення досліджуваного класу генераторів, що визначають стратегію переходу від еволюції, що спостерігається, до керованої еволюції. Із застосуванням генетичних програм здійснено структурне передбачення й визначено перспективні види генераторів для технічної реалізації в інноваційних проектах.

**Ключові слова:** породжувальна періодична система, генетичний код, генетична програма, видова різноманітність, електричний генератор зворотного-поступального руху.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** Наличие собственных программ развития – общесистемное свойство всех живых организмов, поскольку такие программы определяют структурную организацию организма и обеспечивают адаптацию и функционирование индивидуума в меняющихся условиях внешней среды. Генетические программы живого, материализованные в структуре генома, содержат инструкции, обеспечивающие высшую форму структурной упорядоченности и функциональной согласованности, присущие живым системам.

До последнего времени понятие генетических программ использовалось исключительно в биологии, генетике и генетической медицине. Однако результаты фундаментальных и экспериментальных исследований, полученные в последнее время в области генетической электромеханики, убедительно показали, что генетические программы структурообразования являются фундаментальным свойством всех генетически организованных, развивающихся систем, включая и системы антропогенного происхождения [1]. Поэтому развитие исследований в данном направлении открывает возможность постановки и решения принципиально новых системных задач, включая задачи структурного предвидения и инновационного синтеза новых классов электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ) по заданной функции цели.

Открытие периодической системы электромагнитных элементов (первичных источников электромагнитного поля) [2], которая одновременно является их генетической классификацией (ГК), и последующий анализ ее инвариантных свойств потребовали пересмотра традиционных представлений о

принципах структурной организации и законах развития сложных систем природного и природно-антропогенного типа.

Основные результаты исследований в области структурной и генетической электромеханики можно обобщить следующими положениями [1]:

– существующее разнообразие классов антропогенных систем, созданное многими поколениями специалистов, характеризуется высокоупорядоченными системными связями и подчиняется фундаментальным законам структурной наследственности и генетической изменчивости;

– техническая эволюция электромеханических систем (ЭМ-систем) генетически предсказуема, так как осуществляется в строгом соответствии с генетическими программами, обобщенной формой представления которых выступают принципы сохранения электромагнитной структуры и интегральный периодический закон и периодическая структура Порождающей системы электромагнитных элементов (первичных источников электромагнитного поля);

– структурное разнообразие и системные признаки произвольных электромагнитных или электромеханических объектов (ЭМ-объектов), созданных в процессе технической эволюции, распознаются через их генетические коды, множество которых упорядочивается Порождающей системой, одновременно выполняющей функцию их генетической классификации;

– взаимосвязь элементного базиса с ЭМ-объектами, возникшими в процессе реальной технической эволюции, осуществляется в соответствии с фундаментальным принципом сохранения генетической информации, носителями которой

выступают первичные электромагнитные структуры, составляющие предметную область Порождающей системы;

– произвольный функциональный класс ЭМ-объектов, возникший в процессе структурной эволюции, состоит из Видов, разнообразие которых подчиняется принципу «генетический код – один Вид»;

– произвольный единичный ЭМ-объект обладает генетической «памятью», то есть содержит необходимый объем генетической информации, достаточный для определения его системных связей с другими генетически родственными объектами, что позволяет установить пределы генетически допустимого разнообразия (с точностью до популяции), независимо от того, задействованы ли объекты в эволюции на данное время или нет.

Разработанные автором технологии расшифровки генетических программ на уровне геномов произвольных функциональных классов ЭМПЭ [3] открыли возможность постановки и решения принципиально новых системных задач, связанных с предвидением и практическим использованием структурного потенциала ЭМПЭ, еще не задействованного в технической эволюции [5–7].

В качестве объекта исследования в данной статье рассматривается класс бесконтактных синхронных генераторов возвратно-поступательного движения с возбуждением от постоянных магнитов. Такие генераторы получают широкое распространение в автономных энергетических системах типа «генератор–ДВС», «генератор–двигатель волновой электростанции» и других системах совмещенного типа.

Целью работы является определение генетически допустимого разнообразия Видов (генетической программы структурообразования) функционального класса синхронных генераторов (СГ) с магнитоэлектрическим возбуждением, реализующих возвратно-поступательное движение, и определение на ее основе области существования конкурентоспособных разновидностей бесконтактных СГ.

#### МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

В соответствии с положениями теории генетической эволюции электромеханических систем [1], генетическая программа структурообразования содержится в структуре генома соответствующего функционального класса ЭМ-объектов [4]. В терминах генетической теории под геномом подразумевается генетически определенный набор порождающих электромагнитных хромосом, определяющий видовое разнообразие (качественный и количественный состав) исследуемого класса. Поэтому задача определения генетической программы решается путем определения структуры генома класса и его расшифровки.

Исходя из информационного анализа известных проектов, достигнутого технического уровня и технических требований, в качестве составляющих и ограничений целевой функции поиска  $F_{Ц}$  выделим следующие существенные признаки.

1. Рассматриваем генетически допустимое разнообразие бесконтактных синхронных генераторов,

реализующих возвратно-поступательное движение.

2. С целью снижения электрических потерь на возбуждение используем магнитоэлектрический способ возбуждения генератора, обеспечивающий длительную автономную эксплуатацию ВЭС с использованием современных высококоэрцитивных постоянных магнитов.

3. Якорная обмотка генератора трехфазная распределенная.

4. Подвижная часть генератора должна обеспечивать механическое совмещение с двигателем ВЭС.

5. Поиск ограничиваем поисковым пространством первого большого периода ГК, содержащего информацию о структурном потенциале ЭМПЭ вращательного и поступательного движения.

6. Результаты синтеза должны включать информацию о генетически допустимом разнообразии как об известных (реально-информационных) Видах генераторов, так и о потенциально возможных (неявных) их Видах, еще отсутствующих на данное время технической эволюции.

7. Полученная информация должна обеспечивать гарантированную полноту поиска.

8. На данном этапе поиска исключаем из рассмотрения структуры более высоких уровней сложности (гибридные, совмещенные, сложные и т.д.).

Таким образом, целевая функция поиска принимает вид:

$$F_{Ц} = \{ \pm V_{var}, S_{1m}, (S_2 \times M), \Phi_{m3}, Q_{\Sigma} \} \subset R^n, \quad (1)$$

где  $\pm V_{var}$  – требование по виду пространственного движения;  $S_{1m}$  – трехфазная распределенная обмотка якоря;  $(S_2 \times M)$  – требование по совмещению подвижной части СГ;  $\Phi_{m3}$  – магнитоэлектрическое возбуждение;  $Q_{\Sigma}$  – требование полноты поиска при заданных ограничениях;  $R^n$  – поисковое пространство признаков размерности  $n$  в пределах предметной области первого большого периода ГК  $P^1$ .

*Структура генома и видовое разнообразие класса.* Для функциональных классов ЭМ-систем, к которым относится и класс электрических генераторов возвратно-поступательного движения, генетическая программа определяется в виде конечного множества парных электромагнитных хромосом, обобщаемых понятием области существования искомого класса  $Q$ . Область  $Q$  определяется на элементном базисе периодической системы ГК путем проверки непротиворечивости генетической информации родительских хромосом заданной  $F_{Ц}$ . Так как  $F_{Ц}$  содержит ограничение по виду пространственного движения, структура генома определяется только электромагнитными хромосомами двух геометрических классов – цилиндрической и плоской пространственных форм.

Исходя из принципа сохранения генетической информации, каждой хромосоме на геномном уровне ставится в соответствие конкретный Вид СД на эволюционном уровне. С учетом сказанного, количественный состав генетически допустимого разнообразия Видов СГ возвратно-поступательного движения определяется количеством парных хромосом в структуре генома класса (табл. 1).

Таблиця 1 – Генетически допустимое разнообразие Видов электрических генераторов возвратно-поступательного движения

Группа	Подгруппа	Р о д	
		Цилиндрических	Плоских
0.0	у	-	ПЛ 0.0у
	х	ЦЛ 0.0х	ПЛ 0.0х
0.2	у	<sup>2</sup> ЦЛ 0.2у	ПЛ 0.2у; <sup>1</sup> ПЛ 0.2у; <sup>2</sup> ПЛ 0.2у; <sup>3</sup> ПЛ 0.2у
2.0	х	ЦЛ 2.0х; <sup>1</sup> ЦЛ 2.0х; <sup>3</sup> ЦЛ 2.0х	ПЛ 2.0х; <sup>1</sup> ПЛ 2.0х; <sup>2</sup> ПЛ 2.0х; <sup>3</sup> ПЛ 2.0х
2.2	у	-	ПЛ 2.2у; <sup>1</sup> ПЛ 2.2у; <sup>2</sup> ПЛ 2.2у
	х	ЦЛ 2.2х; <sup>1</sup> ЦЛ 2.2х; <sup>2</sup> ЦЛ 2.2х	ПЛ 2.2х; <sup>1</sup> ПЛ 2.2х; <sup>2</sup> ПЛ 2.2х

Результаты макрогеномного анализа. Результаты расшифровки и анализа генома класса СГ можно обобщить следующими положениями.

1. Структурный потенциал исследуемого класса СГ определяется 24 парными хромосомами, удовлетворяющими заданной  $F_{Ц}$ .

2. Генетически допустимое разнообразие Видов определяется восемью Видами генераторов с цилиндрической пространственной геометрией, 16 Видами генераторов с плоской активной поверхностью.

3. Видовое разнообразие исследуемого класса СГ представлено девятью Видами базового уровня

$$Q_{S_0} = (ПЛ\ 0.0у; ЦЛ\ 0.0х; ПЛ\ 0.0х; ПЛ\ 0.2у; ЦЛ\ 2.0х; ПЛ\ 2.0х; ПЛ\ 2.2у; ЦЛ\ 2.2х; ПЛ\ 2.2х) \quad (2)$$

и 15 Видами-близнецами

$$Q_{S_1} = ({}^2ЦЛ\ 0.2у; {}^1ПЛ\ 0.2у; {}^2ПЛ\ 0.2у; {}^3ПЛ\ 0.2у; {}^1ЦЛ\ 2.0х; {}^3ЦЛ\ 2.0х; {}^1ПЛ\ 2.0х; {}^2ПЛ\ 2.0х; {}^3ПЛ\ 2.0х; {}^1ПЛ\ 2.2у; {}^2ПЛ\ 2.2у; {}^1ЦЛ\ 2.2х; {}^2ЦЛ\ 2.2х; {}^1ПЛ\ 2.2х; {}^2ПЛ\ 2.2х) \quad (3)$$

4. По признаку общности топологических свойств исследуемый класс генераторов представлен шестью гомологическими рядами

$$Q_{S_{II}} = \langle H_{00у}, H_{00х}, H_{02у}, H_{20х}, H_{22у}, H_{22х} \rangle, \quad (4)$$

где

$$H_{00у} = ПЛ\ 0.0у; \quad (5)$$

$$H_{00х} = ЦЛ\ 0.0х; ПЛ\ 0.0х; \quad (6)$$

$$H_{02у} = (ПЛ\ 0.2у; {}^2ЦЛ\ 0.2у; {}^1ПЛ\ 0.2у; {}^2ПЛ\ 0.2у; {}^3ПЛ\ 0.2у); \quad (7)$$

$$H_{20х} = (ЦЛ\ 2.0х; ПЛ\ 2.0х; {}^1ЦЛ\ 2.0х; {}^3ЦЛ\ 2.0х; {}^1ПЛ\ 2.0х; {}^2ПЛ\ 2.0х; {}^3ПЛ\ 2.0х); \quad (8)$$

$$H_{22у} = ПЛ\ 2.2у; {}^1ПЛ\ 2.2у; {}^2ПЛ\ 2.2у; \quad (9)$$

$$H_{22х} = (ЦЛ\ 2.2х; ПЛ\ 2.2х; {}^1ЦЛ\ 2.2х; {}^2ЦЛ\ 2.2х; {}^1ПЛ\ 2.2х; {}^2ПЛ\ 2.2х) \quad (10)$$

5. Ранговая структура геносистематики исследуемого класса представлена двумя таксономическими уровнями: родовым (род цилиндрических и плоских) и видовым, включающим восемь и 16 Видов соответственно:

$$G_{ЦЛ} = S_{00х}, {}^2S_{02у}, S_{20х}, {}^1S_{20х}, {}^3S_{20х}, S_{22х}, {}^1S_{22х}, {}^2S_{22х}; \quad (11)$$

$$G_{ПЛ} = (S_{00у}, S_{00х}, S_{02у}, {}^1S_{02у}, {}^2S_{02у}, {}^3S_{02у}, S_{20х}, {}^1S_{20х}, {}^2S_{20х}, {}^3S_{20х}, S_{22у}, {}^1S_{22у}, {}^2S_{22у}, S_{22х}, {}^1S_{22х}, {}^2S_{22х}). \quad (12)$$

6. По электромагнитным свойствам видовое разнообразие класса содержит следующие четыре

подкласса СГ, отличающихся структурой и электромагнитной симметрией  $m$ -фазных обмоток:

$$N_{ЭМ} = S_{00}; S_{02}; S_{20}; S_{22}, \quad (13)$$

где

$$S_{00} = ПЛ\ 0.0у; ЦЛ\ 0.0х; ПЛ\ 0.0х; \quad (14)$$

$$S_{02} = (ПЛ\ 0.2у; {}^2ЦЛ\ 0.2у; {}^1ПЛ\ 0.2у; {}^2ПЛ\ 0.2у; {}^3ПЛ\ 0.2у); \quad (15)$$

$$S_{20} = (ЦЛ\ 2.0х; ПЛ\ 2.0х; {}^1ЦЛ\ 2.0х; {}^3ЦЛ\ 2.0х; {}^1ПЛ\ 2.0х; {}^2ПЛ\ 2.0х; {}^3ПЛ\ 2.0х); \quad (16)$$

$$S_{22} = (ПЛ\ 2.2у; {}^1ПЛ\ 2.2у; {}^2ПЛ\ 2.2у; ЦЛ\ 2.2х; ПЛ\ 2.2х; {}^1ЦЛ\ 2.2х; {}^2ЦЛ\ 2.2х; {}^1ПЛ\ 2.2х; {}^2ПЛ\ 2.2х). \quad (17)$$

Как видно из сравнительного анализа, группы видов, представленные выражениями (7) и (15), а также (8) и (16), являются тождественными, что объясняется совпадением электромагнитных и топологических свойств элементов, входящих в группы 0.2 и 2.0 периодической структуры ГК.

Каждому из подклассов (14)–(17) на объектном уровне ставится в соответствие определенный тип  $m$ -фазных обмоток:

- электромагнитно симметричных, кольцевого типа ( $S_{00}$ );
- электромагнитно симметричных в продольном направлении и асимметричных в поперечном, поверхностного типа ( $S_{02}$ );
- электромагнитно симметричных в поперечном направлении и асимметричных в продольном, кольцевого типа ( $S_{20}$ );
- электромагнитно асимметричных, поверхностного типа ( $S_{22}$ ).

Наибольший интерес, с точки зрения максимального значения удельной мощности, представляют Виды, содержащие структуры генераторов, характеризующихся предельным использованием активного объема. Такими свойствами генетически наделены структуры генераторов, входящих в подкласс  $S_{02}$ .

Полученные результаты макрогеномного анализа исследуемого класса СГ можно рассматривать одновременно и как конкретный результат структурного предвидения. Генетически допустимое разнообразие Видов исследуемого класса генераторов можно представить двумя подклассами

$$Q_{\Sigma} = \Sigma S_R + S_F, \quad (18)$$

где:  $S_R$  – реально-информационные Виды, возникшие в процессе технической эволюции;  $S_F$  – неявные Виды, еще отсутствующие на данное время эволюции. Структура Видов  $S_R$  определялась по данным патентно-информационного поиска, результаты которого свидетельствуют, что в технической эволюции генераторов возвратно-поступательного движения задействованы структурные представители только четырех Видов из 24 генетически допустимых:

$$S_R = ЦЛ\ 2.0х; ПЛ\ 2.0х; ЦЛ\ 2.2х; ПЛ\ 2.2ху. \quad (19)$$

Зная количественный состав  $S_R$  и генетически допустимое количество Видов  $Q_{\Sigma}$ , по уравнению (18) определяется разнообразие неявных Видов  $S_F$ , которое для исследуемого класса СГ представлено 20 Видами:

$$S_F = (\text{ПЛ } 0.0y; \text{ЦЛ } 0.0x; \text{ПЛ } 0.0x; \text{ПЛ } 0.2y; \text{ЦЛ } 0.2y; \\ \text{^1ПЛ } 0.2y; \text{^2ПЛ } 0.2y; \text{^3ПЛ } 0.2y; \text{^1ЦЛ } 2.0x; \text{^3ЦЛ } 2.0x; \\ \text{^1ПЛ } 2.0x; \text{^2ПЛ } 2.0x; \text{^3ПЛ } 2.0x; \text{^1ПЛ } 2.2y; \text{^2ПЛ } 2.2y; \\ \text{^1ЦЛ } 2.2x; \text{^2ЦЛ } 2.2x; \text{^1ПЛ } 2.2x; \text{^2ПЛ } 2.2x). \quad (20)$$

Генетические программы внутривидового уровня. Если программа макроуровня определяет видовую структуру исследуемого класса, то генетические программы популяций определяют структурный потенциал ЭМ-объектов на внутривидовом уровне. Генетические программы структурообразования внутривидового уровня определяются интегральной информацией конечного подмножества генетически модифицированных электромагнитных парных хромосом, определяющих популяционную структуру Вида и устанавливающих пределы его генетической изменчивости. Задачи определения генома популяций в пределах произвольного Вида ЭМПЭ относятся к классу задач микрогенетического анализа.

Инвариантность генетической информации порождающих хромосомных наборов ко времени эволюции и уровню научно-технического прогресса открывает возможность постановки задач структурного предвидения и последующего направленного синтеза ЭМ-структур, удовлетворяющих заданной функции цели на уровне геномов популяций произвольных Видов ЭМПЭ.

Архитектура внутривидовых генетических программ строго иерархична – каждый вышестоящий уровень использует и сохраняет информацию электромагнитных хромосом подчиненного уровня. Каждый реальный объект – потомок, возникший в процессе структурной эволюции, – сохраняет генетическую информацию соответствующей порождающей хромосомы.

Наличие устойчивых информационных связей наследственного типа является следствием фундаментального принципа сохранения генетической информации, лежащего в основе генетической эволюции сложных систем различной физической природы [2]. Указанная закономерность подтверждается экспериментально, путем идентификации генетических кодов известных структурных разновидностей ЭМ-объектов произвольного уровня сложности, функциональной принадлежности и времени эволюции.

Синтез генетической модели неявного Вида. Генетическая информация произвольного Вида ЭМ-объектов заключена в родительской хромосоме  $s_{00} \in \langle S_0 \rangle$ , где  $\langle S_0 \rangle$  – упорядоченное множество первичных источников электромагнитного поля в периодической структуре ГК. Состав генетической информации отображается универсальным генетическим кодом, составляющие которого определяют наследственные признаки структур-потомков Вида: электромагнитную симметрию, топологию и их пространственную геометрию.

Устойчивость произвольного Вида ЭМ-систем определяется разнообразием его популяционной структуры. Чем выше внутривидовое разнообразие, тем устойчивее развитие Вида по отношению к

влиянию дестабилизирующих факторов окружающей среды. В реальной (наблюдаемой) эволюции эту функцию выполняет коллективный интеллект специалистов. Время формирования популяционной структуры Вида исчисляется десятками лет. Время эволюции самых «древних» эволюционных деревьев (Виды вращающихся электрических машин ЦЛ 0.2y и ТП 0.2y), составляет 190 лет. Но их эволюция еще далека от завершения. В теории генетического моделирования эту важную функцию выполняют генетические операторы синтеза: скрещивание, репликация, инверсия, кроссинговер и мутации [1], обеспечивающие широкий диапазон генетической изменчивости в пределах, ограниченных генетической информацией (генетическим кодом) родительской хромосомы Вида. Время синтеза генетической модели с полной расшифровкой его генома можно осуществить за несколько часов или несколько минут (компьютерная версия). Существенное сокращение временных и материальных ресурсов на поисковые исследования инновационного характера, при условии гарантированной полноты решения задачи, – одно из основных преимуществ генетического подхода.

Совокупность генетически модифицированных электромагнитных хромосом, синтезированных в результате применения генетических операторов синтеза, обобщаются понятием генома Вида. Такие хромосомные наборы содержат в себе наследственную информацию о структурном потенциале и системных свойствах всех структур-потомков, которые уже возникли в процессе эволюции или могут возникнуть в будущем (эволюционным путем или в результате направленной эволюции).

Наличие указанных закономерностей позволяет реализовать сценарий управляемой макроэволюции, то есть научно предвидеть и целенаправленно вводить в техническую эволюцию новые Виды ЭМПЭ из числа неявных, которые удовлетворяют заданной функции цели.

В качестве примера на рис. 1 представлена траектория направленного синтеза нового Вида СГ, наследственная информация которого получена по результатам расшифровки генетической программы (20).

В качестве исходной структуры была выбрана родительская хромосома-изотоп  ${}^1\text{ЦЛ}2.0x \in S_F$ , выполняющая функцию порождающей по отношению к близнецовому Виду. Направленность траектории синтеза искомой ЭМ-структуры обеспечивалась последовательным применением генетических операторов синтеза по принципу «от простого к сложному», обеспечивающему преемственность наследственной информации в процессе усложнения хромосом. Проверка корректности процедур синтеза и отбор порождающей хромосомы в изомерной группе определялись путем сопоставления генетической информации синтезированных хромосом по отношению к заданной  $F_{Ц}$ .

По результатам синтеза определена порождающая электромагнитная хромосома ( $S_{301}$ ), удовлетворяющая заданной целевой функции (табл. 2.).

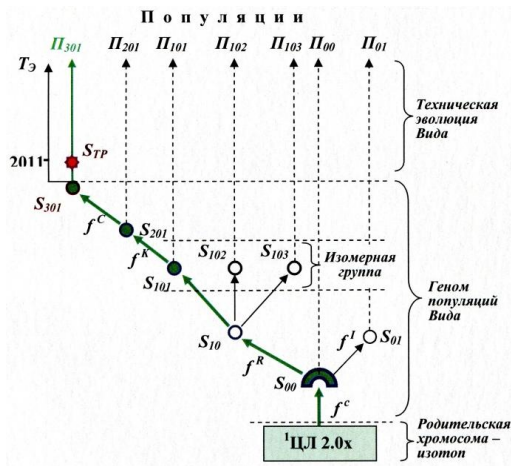


Рисунок 1 – Генетическая модель направленного синтеза структуры генератора по заданной  $F_{Ц}$  в поисковом пространстве Вида-близнеца  ${}^1ЦЛ 2.0x$

Таблица 2 – Результаты расшифровки структуры генома Вида-близнеца  ${}^1ЦЛ 2.0x$

Хромосома	Статус электромагнитной хромосомы	Генетическая формула	Коэффициент соответствия $F_{Ц}$
$S_{00}$	Родительская хромосома – изотоп: цилиндрическая дуговая, электромагнитно диссимметричная, х-ориентируемая (порождающая)	${}^1ЦЛ 2.0x$	-
$S_{00}$	Парная электромагнитная хромосома с магнитоэлектрическим возбуждением (порождающая)	$({}^1ЦЛ 2.0x)_1 \times ({}^1ЦЛ 2.0x)_2$	-
$S_{01}$	Пространственно-инверсная хромосома $S_{00}$ , (порождающая)	$[({}^1ЦЛ 2.0x)_1 \times ({}^1ЦЛ 2.0x)_2]^{-1}$	0,65
$S_{10}$	Электромагнитно-реплицированная, трехэлементная ( $k_R = 3$ ) хромосома $S_{00}$ , (промежуточная)	$[({}^1ЦЛ 2.0x)_1 \times ({}^1ЦЛ 2.0x)_2] k_R$	-
$S_{101}$	Пространственная хромосома-изомер поворотного типа ( $\alpha = 120^0$ ), (порождающая)	$3[({}^1ЦЛ 2.0x)_2 \times ({}^1ЦЛ 2.0x)_1] k_{R\alpha}$	-
$S_{102}$	Пространственная хромосома-изомер аксиального типа (х-координата), (порождающая)	$3[({}^1ЦЛ 2.0x)_2 \times ({}^1ЦЛ 2.0x)_1] k_{Rx}$	-
$S_{103}$	Пространственная хромосома-изомер смешанного типа (х-координата, $\alpha = 120^0$ ), (порождающая)	$3[({}^1ЦЛ 2.0x) \times ({}^1ЦЛ 2.0x)_1] k_{R\alpha x}$	0,8
$S_{201}$	Электромагнитно-симметрированная хромосома $S_{101}$ (групповой кроссингвер $C_{ABC}$ ), (порождающая)	$3[({}^1ЦЛ 2.0x)_2 \times ({}^1ЦЛ 2.0x)_1] k_{R\alpha x} C_{ABC}$	0,9
$S_{301}$	Искомая структура (генератор – движитель), полученная в результате пространственного совмещения хромосомы $S_{201}$ с механическим движителем $D$ , (порождающая)	$\{3[({}^1ЦЛ 2.0x)_2 \times ({}^1ЦЛ 2.0x)_1] k_{R\alpha x} C_{ABC}\} \times \{D\}$	1

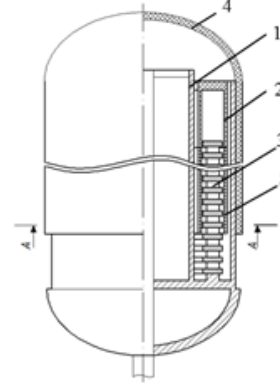


Рисунок 2 – Конструкция синхронного генератора, разработанная по результатам генетического синтеза (порождающая хромосома  $S_{301}$  Вида-близнеца  ${}^1ЦЛ 2.0x$ ): 1, 2 – внутренний и наружный магнитопроводы; 3 – система возбуждения; 4 – корпус поплавка-двигателя; 5 – обмотка якоря

Синтезированный вариант генератора обладает рядом преимуществ по сравнению с известными аналогами, в том числе:

- повышенной удельной мощностью – за счет лучшего использования активного объема;
- модульным принципом реализации конструкции индуктора и обмотки якоря;
- полной симметрией фазных токов, которая обеспечена применением группового кроссингвера по отношению к обмотке якоря;
- лучшими массогабаритными показателями – за счет совмещения конструктивных узлов поплавковой камеры с функцией внешних магнитопроводов.

**ВЫВОДЫ.** Результаты исследований можно рассматривать как конкретный пример перехода от эволюции наблюдаемой к стратегии управляемой эволюции ЭМ-систем, реализуемой через технологию структурного предвидения и направленного синтеза по заданной функции цели. Основные результаты геномных исследований можно обобщить следующими положениями.

1. Впервые определена и расшифрована генетическая программа функционального класса бесконтактных синхронных генераторов, реализующих возвратно-поступательное движение, которая определяется 24 парными электромагнитными хромосомами.

2. Определен количественный состав и разнообразие генетически допустимых Видов генераторов возвратно-поступательного движения, который содержит восемь Видов генераторов цилиндрического исполнения и 16 Видов генераторов плоской пространственной формы.

3. По результатам геномного аналізу встановлено, що видове різноманітність класу представлено дев'ятьма видами базового рівня і 15 видами бізнесового типу.

4. По результатам порівняльного аналізу генетично допустимого різноманітності Видів і реально-інформаційних Видів вперше визначено 20 неясних Видів генераторів, структурні представники яких ще відсутні на даний час технічної еволюції класу.

5. Для перевірки достовірності практичного використання генетичних програм здійснено спрямований синтез і розробка технічного рішення на безконтактний генератор для вольової електростанції поплавкового типу [8].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Shinkarenko V., Kuznietsov Y. Genetic Programs of Complex Evolutionary Systems (Part 1) // 11<sup>th</sup> Anniversary International scientific Conference «Unitech'11», 18–19 November 2011. – Gabrovo, Bulgaria, 2011. – Vol. I. – PP. 33–43.

2. Шинкаренко В.Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем. – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с.

3. Шинкаренко В.Ф. Уровні представлення знань і класи розв'язуваних задач в технології генетичного предвидення // Електротехніка і

електромеханіка. – 2009. – № 6. – С. 31–36.

4. Shinkarenko V.F., Zagirnyak M.V., Shvedchikova I.A. Structural-Systematic Approach in Magnetic Separators Design // Computational Methods for the Innovative Design of Electrical Devices. – 2011. – Iss. 327. – PP. 201–217.

5. Шинкаренко В.Ф. Генетичне предвидення як системна основа в стратегії управління інноваційним розвитком технічних систем // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – 2011. – Вип. 11. – Т. 4. – С. 3–19.

6. Shynkarenko V. Genetic Foresight in Science and Technology: from Genetic Code to Innovative Project // 10<sup>th</sup> Anniversary International scientific Conference «Unitech'10», 19–20 November 2010. – Gabrovo, Bulgaria, 2010. – Vol. III. – PP. 297–302.

7. Шинкаренко В.Ф., Гайдаєнко Ю.В., Мирошник О.І. Моделі структурного предвидення і спрямованого синтезу гібридних електромеханічних об'єктів подвійного типу // Сб. науч. трудов «Вопросы теории и проектирования электрических машин». – Ульяновск: УЛГТУ, 2010. – С. 105–112.

8. Заявка на Патент України на корисну модель u201111968 МПК H02 K35/00. Електричний генератор зворотно-поступального руху / Шинкаренко В.Ф., Чумак В.В., Малиєнко С.О., Мошняга Т.А.; заявл. 11.10.2011.

#### GENETIC PROGRAM OF DIRECTIVE EVOLUTION OF ELECTRICAL RECIPROCATING GENERATORS

**V. Shinkarenko, I. Gaydayenko, S. Malyarenko, T. Moshnyaga**

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”

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

The results of genome decoding of electric reciprocating generators functional class are listed in the article. Genetic structuring programs of the investigated class of generators, defining strategy of changeover from observable to operated evolution, are presented for the first time. With the use of genetic programs there has been carried out structural prediction and have been defined perspective types of generators for technical realization in innovative projects.

**Key words:** generating periodic system, a genetic code, genome decoding, a genetic program, specific variety, electric reciprocating generator.

#### REFERENCES

1. Genetic Programs of Complex Evolutionary Systems (Part 1) / V. Shinkarenko, Y. Kuznietsov // 11<sup>th</sup> Anniversary International scientific Conference «Unitech'11», 18–19 November 2011. – Gabrovo, Bulgaria. – Vol. I. – PP. 33–43.

2. Shinkarenko V.F. *General Evolutional Theory of Electromechanical Systems*. – K.: Naukova dumka, 2002. – 288 p. [in Ukrainian]

3. Shinkarenko V.F. Levels of knowledge representation and classes of current tasks in a genetic foresight technology // *Elektrotehnika i elektromehhanika*. – 2009. – № 6. – PP. 31–36. [in Russian].

4. Structural-Systematic Approach in Magnetic Separators Design / V.F. Shinkarenko, M.V. Zagirnyak, I.A. Shvedchikova // *Computational Methods for the Innovative Design of Electrical Devices*. – 2011. – Iss. 327. – PP. 201–217.

5. Shinkarenko V.F. Genetic foresight as system basis in management strategy of technical systems in innovative development // *Proceedings of Tavria State Agrotechnological University*. – 2011. – Iss. 11. – № 4.

– PP. 3–19. [in Russian]

6. Shynkarenko V. Genetic Foresight in Science and Technology: from Genetic Code to Innovative Project // 10<sup>th</sup> Anniversary International scientific Conference «Unitech'10», 19–20 November 2010. – Gabrovo, Bulgaria. – Vol. III. – PP. 297–302.

7. Shinkarenko V.F., Gaydayenko O.L., Miroshnik I.V. Structural foresight and streamlined synthesis models of hybrid electromechanical objects at intrageneric level // *Collection of scientific works «Electrical machines theory and design issues»*. – Ulianovsk: UIGTU, 2010. – PP. 105–112. [in Russian]

8. Application for a patent of Ukraine u201111968 MIZ H02 K35/00. *Electrical reciprocating generator* / Shinkarenko V.F., Chumack V.V., Maliarenko S.O., Moshniha T.A.; stated 11.10.2011. [in Ukrainian]

Стаття надійшла 11.02.2012.

Рекомендовано до друку  
д.т.н., проф. Чорним О.П.