

В. Ф. ШИНКАРЕНКО, И. А. ШВЕДЧИКОВА, В. В. КОТЛЯРОВА

ИЗОТОПИЯ В СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭВОЛЮЦИИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Аналізується еволюція вчення про ізотопію за останні 100 років. Розглянуто принципи структуроутворення електромагнітних джерел ізотопів і визначено ієрархію рівнів їх складності в структурній організації електромеханічних перетворювачів енергії. Показано взаємозв'язок структурної ізотопії з елементно-інформаційним базисом породжувальної системи і технічною еволюцією видів-близнюків електромеханічних систем. Визначено генетичні програми і основні властивості структур – ізотопів перших чотирьох поколінь. Наведено результати постановки еволюційних експериментів, що підтверджують достовірність генетичних програм в структуроутворенні об'єктів – близнюків. Показана міждисциплінарність явища ізотопії в системах як природного, так і антропогенного походження. Наведено приклади практичного використання результатів досліджень в задачах інноваційного синтезу нових різновидів електромеханічних об'єктів.

Ключові слова: електромеханіка, структурна ізотопія, генетична програма, еволюція, експеримент, системність.

Анализируется эволюция учения об изотопии за последние 100 лет. Рассмотрены принципы структурообразования электромагнитных источников-изотопов и определена иерархия уровней их сложности в структурной организации электромеханіческих преобразователей энергии. Показана взаимосвязь структурной изотопии с элементарно-информационным базисом порождающей системы и технической эволюцией видов-близнецов электромеханіческих систем. Приведены результаты постановки эволюционных экспериментов, подтверждающие достоверность генетических программ в структурообразовании объектов-близнецов. Показана междисциплинарность явления изотопии в системах как естественного, так и антропогенного происхождения. Приведены примеры практического использования результатов исследований в задачах инновационного синтеза новых разновидностей электромеханіческих объектов.

Ключевые слова: электромеханіка, структурная изотопия, генетическая программа, эволюция, эксперимент, системность.

Purpose. Scientific explanation of the system nature and principles of isotope formation in technical systems using the example of analysis of genetic programs and the technical evolution of electromechanical energy converters. **Methodology.** Research of the principles of isotope sources structure formation was carried out in accordance with the principles of conservation of symmetry and topological invariance, homology and the principle of pairing, the principle of conservation of genetic information and integral periodicity, the form of representation of which is the structure of genetic classification. The reliability of the structural isotope theory and the degree of its manifestation in the technical evolution of electromagnetic objects was verified by evolutionary experiments. **Results.** The main results of the study of isotope in the last 100 years are considered. The principles of structure formation of electromagnetic isotopes sources and the hierarchy of complexity levels in the structural organization of the electromechanical energy converters are determined. The relationship of isotope structures with element information basis of the generative system and the twin-species determining the direction of the technical evolution of electromechanical systems is shown. The results of evolutionary experiments setting confirming the accuracy of the structural prediction using genetic structure formation programs of isotopes are presented. Systemability of isotope phenomena in a genetically-organized systems both natural and anthropogenic origin is analyzed. **Originality.** The system nature of isotope is presented based on its direct connection with the element and information basis of genetically organized systems, with the structure of groups and the periods of the generating system of primary elements. The systemic nature of isotope makes it necessary to extend it to other evolving technical systems. **Practical value.** The practical significance of research results is determined by the development of genetic data banks that systematize information on the genetically permissible variety of isotope sources. Such information systems supplemented by information on existing types of twin objects form the information basis for the realization of the technology of structural prediction and the implementation of directed synthesis of new electromechanical objects.

Keywords: electromechanics structural isotope, genetic program, evolution, experiment, systemability.

Введение. Исследование принципов структурной организации сложных развивающихся систем сегодня считается одной из самых востребованных форм научного знания. С точки зрения структурно-системного подхода окружающий мир рассматривается современной наукой как сложная система, состоящая из множества иерархически организованных и развивающихся подсистем различной физической природы (космических, химических, биологических, социальных, технических и др.), находящихся в разного рода отношениях и связях друг с другом и образующих определенную целостность. «Мир представляется как открытая динамичная система, в которой «все взаимодействует со всем, все проявляется во всем», и самоорганизацией, которой управляют фундаментальные законы природы: закон равновесия, как определяющий условие устойчивости, и законы сохранения...» [1].

Результаты структурно-системных исследований, полученные в последнее время в области структурной и генетической электромеханіки, позволили выделить особый класс генетически организованных

систем (ГОС), к категории которых относятся и системы, функционирующие на электромеханіческих принципах преобразования энергии. Генетически организованная система – целостная система физической или абстрактной природы, функционирование и структурная эволюция которой осуществляется на основе системных законов информационной наследственности и структурной изменчивости, обеспечивающих ее развитие и равновесие с окружающей средой.

Отличительным свойством ГОС является наличие собственного элементарно-информационного базиса, системным носителем которого выступает периодическая порождающая система (Generative System) первичных элементов. Для структур электромагнитного типа эту функцию выполняет генетическая классификация (ГК) первичных источников электромагнитного поля, которая одновременно является формой представления принципов сохранения электромагнитных структур (ЭМ-структур) и интегрального периодического закона [2].

Высокая степень структурно-информационной упорядоченности порождающего элементарного базиса

© В.Ф. Шинкаренко, И.А. Шведчикова, В.В. Котлярова, 2018

ГК с учетом горизонтального обмена информацией между ГОС различной генетической природы открывает возможность выявления и анализа инвариантных свойств исследуемых классов структур в их логической взаимосвязи с принципами и законами, которые классической наукой рассматриваются как частные принципы, присущие только определенному типу физической системы. К категории таких фундаментальных свойств относится явление изотопии, которое до недавнего времени считалось специфическим свойством лишь отдельных химических элементов, а сегодня является объектом исследования многих научных дисциплин (физики элементарных частиц, биофизики, алгебраической топологии, лингвистики и др.).

Поэтому важной задачей генетической электромеханики, как и других технических дисциплин, является изучение природы и принципов структурообразования изотопов и определение их места и значения в эволюции электромеханических преобразователей энергии.

Анализ литературных данных и постановка проблемы. Формирование системных представлений в науке является длительным и нелинейным процессом реализации индуктивного метода познания «от частного к общему». Структурно-системный подход позволяет интегрировать целостную картину мира на основе конвергенции различных областей знаний и горизонтального (междисциплинарного) обмена информацией. В том случае, когда объектом исследования становится одно из свойств, определяющих понятие целостности ГОС, тогда то, что длительное время считалось специфическим, для узкой области знаний, со временем приобретает статус системного фундаментального принципа или закона. Не исключением стало и явление изотопии, достаточно сложный процесс познания которого длится уже более чем 100 лет.

Как известно, термин «изотопия» происходит от греческих слов: *ισος* – одинаковый, *τοπος* – место. Длительное время явление изотопии считалась специфическим свойством, присущим отдельным химическим элементам. Изотопию химических элементов впервые предвидел У. Крукс, который в 1887–1889 гг. выдвинул гипотезу существования метаэлементов (атомных разновидностей химических элементов). Атомы, которые имеют различный вес, но занимают одно и то же место в периодической системе химических элементов, в 1910 г. Ф. Содди назвал изотопами [3]. Диапазон распространения и практического применения химических изотопов сегодня исключительно широк и разнообразен. Уникальные свойства и растущая значимость практического применения изотопов, которые заняли доминирующее положение в их исследовании, отодвинули изучение системной природы этого явления на второй план. В настоящее время уже открыто и синтезировано более чем 3000 изотопов 114 химических элементов, подтвержденных Международным союзом теоретической и прикладной химии (IUPAC) [4]. Согласно прогнозам специалистов более 4000 изотопов еще предстоит открыть. Однако попытки ряда ученых построить пе-

риодическую систему изотопов на основе естественной системы химических элементов пока не увенчались успехом [5].

Более поздними исследованиями было установлено, что в химических и биохимических реакциях наряду с классическим, масс-зависимым изотопным эффектом, сортирующим ядра по массам, имеет место также магнитный изотопный эффект, который фракционирует ядра по их магнитным моментам. Магнитный изотопный эффект сохраняет память о космохимическом, геохимическом и биохимическом происхождении молекул вещества. С 1972 г. исследование изотопических эффектов магнитного типа выделилось в самостоятельное научное направление, обобщаемое понятием магнитной изотопии [6].

Одним из крупнейших научных достижений прошлого столетия стало открытие и изучение генетического единства и изотопной гетерогенности вещества Солнечной системы. При исследовании химического состава метеоритного вещества впервые было установлена наследственная взаимосвязь между первичными (короткоживущими) изотопами и их изотопическими «потомками», сохраняющими память о некогда существовавших изотопах-предшественниках, родившихся при взрыве сверхновых звезд [7].

Распространению исследований изотопических явлений в других дисциплинах способствовало введение понятия изотопии в топологии (Analysis Situs), которое первоначально использовалось для описания различий в гомеоморфизме комплексов [8]. В современной трактовке к преобразованиям изотопии относятся произвольные топологически эквивалентные преобразования, которые допускают непрерывную деформацию одного подмножества в другое без самопересечений [9].

В 60-х гг. прошлого столетия А.-Ж. Греймас перенес понятие изотопии с химии и физики в лингвистику, где под этим термином обобщались варианты семантической эквивалентности, т.е. рекуррентной повторяемости семантических элементов, принадлежащих к одной и той же категории [10]. Несколько позже последователями Греймаса было также введено понятие родовой и видовой семантической изотопии. На данное время семантическая изотопия представлена рядом научных направлений в лингвистических и литературоведческих исследованиях.

В 1932 г. в физике элементарных частиц В. Гейзенберг высказал идею о том, что протон и нейтрон необходимо рассматривать как два возможных состояния одной и той же частицы – нуклона [11]. Для описания указанных состояний были введены понятия изотопической симметрии, изотопического спина и изотопической инвариантности. Последующий анализ изотопических различий сыграл определяющую роль в разработке систематики элементарных частиц, за которую американский физик М. Гелл-Манн получил Нобелевскую премию по физике за 1969 г. [12].

Современный уровень представлений об изотопии существенно расширился. Исследования показы-

вают, что изотопы являются носителями памяти о рождении и преобразовании молекул, а фракционирование изотопов определяет не только химическую, но и биологическую историю вещества. Молекула хранит память о своем рождении, которая может быть как короткой – длительностью в тысячные и миллиардные доли секунды после рождения, так и длинной – длительностью в тысячелетия [13]. Исходная идея, определяющая интерес к исследованию роли изотопии для биологических форм жизни, была впервые высказана В.И. Вернадским. В работе, опубликованной в 1926 г. под названием «Изотопы и живое вещество», В.И. Вернадский предположил, что «живые организмы способны избирать определенные изотопы из их смесей, каковыми являются многие элементы окружающей нас среды» [14].

Фракционирование изотопов в живых организмах обладает принципиальным и глубоким своеобразием, обусловленным ферментативным характером процессов биосинтеза. В начале нынешнего столетия было опубликовано ряд работ, посвященных изотопии молекул ДНК, в которых развивается концепция вероятной роли этого явления в молекулярной эволюции живых систем. Результаты исследований и проведенные эксперименты, подтвердили наличие изотопного эффекта в конформациях молекул ДНК [15].

Открытием порождающей системы первичных источников электромагнитного поля было положено начало структурно-системным исследованиям в развивающихся технических системах. В 1998 г. при изучении инвариантных свойств первичных источников электромагнитного поля в периодической структуре ГК были обнаружены разновидности первичных элементов, генетический код которых полностью совпадал с генетическим кодом источников поля базового уровня, но отличались от последних своей локальной пространственной геометрией при условии сохранения их родовой геометрии. Общность составляющих генетической информации в структуре генетических кодов и одинаковость местоположения новых элементов в периодической структуре ГК дало основание обобщить разнообразие таких первичных структур понятием первичных источников-изотопов [2, 16]. В структуре универсального генетического кода источник-изотоп обозначается верхним цифровым индексом перед буквенной составляющей кода, который соответствует порядковому номеру источника-изотопа в ряду поколений (например, ${}^1CL2.0x$; ${}^3TP0.2y$).

Краткий анализ истории учения об изотопии наглядно показывает сложность и неоднозначность процесса познания одного из фундаментальных принципов структурной организации сложных систем. За 100 лет эволюции границы учения об изотопии существенно расширились и обогатились впечатляющими результатами в части широкого практического использования химических изотопов в различных областях человеческой деятельности. Однако исследо-

вания изотопии, особенно в системах антропогенного типа, еще далеки от завершения, что не дает однозначного ответа об универсальности и междисциплинарности этого явления, ограничиваясь результатами их анализа, не выходящими за пределы понятия «системы в системе».

Цель и задачи исследования. Структурный потенциал первичных источников-изотопов в значительной мере остается невостребованным и скрытым от исследователей из-за отсутствия системных исследований по структурной изотопии в технических науках, огромного разнообразия возможных форм и сложной пространственной геометрии активных поверхностей. Поэтому целью работы является научное объяснение системной природы и принципов структурообразования изотопов в технических системах на примере анализа генетических программ и технической эволюции электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ).

Для достижения указанной цели были поставлены следующие основные задачи:

- определить принципы структурообразования источников-изотопов и исследовать их взаимосвязь с элементарно-информационным базисом периодической структуры ГК;
- исследовать системные и индивидуальные свойства источников-изотопов и установить их непосредственную связь с технической эволюцией объектов электромеханики;
- определить генетические программы и разработать систематизированные генетические каталоги источников-изотопов;
- провести эволюционные эксперименты, необходимые для подтверждения достоверности теоретических положений и моделей структурообразования электромагнитных изотопов;
- осуществить междисциплинарный анализ системности изотопии в генетически организованных системах различной физической природы.

Принципы структурообразования источников-изотопов. Общность принципа кодирования генетической информации и генетическое родство с источниками базового уровня ГК указывает на то, что на источники-изотопы распространяются общесистемные принципы структурообразования: принципы сохранения симметрии и топологической инвариантности, гомология и принцип парности, принцип сохранения генетической информации и интегральная периодичность, формой представления которых является структура ГК (табл. 1). Процесс структурообразования произвольного объекта-потомка на основе источника-изотопа можно представить генетической моделью: «генетический код источника-изотопа» → «электромеханический объект-близнец» → «популяция объектов-близнецов» → «вид-близнец» → «род-близнец». Указанная иерархическая последовательность уровней сложности свидетельствует о генетической природе структурной изотопии ЭМПЭ.

Таблица 1 – Взаимосвязь уровней структурной организации электромагнитных объектов с элементарно-информационным базисом порождающей системы

Структурная единица порождающей системы	Принципы	Инвариантная составляющая генетической информации	Таксономическая категория
Элемент (первичный источник поля)	Принципы сохранения электромагнитной симметрии; топологической инвариантности; генетической информации	Код источника поля	Базовый вид
		Цифровой индекс изотопа	Виды-близнецы
	Принцип парности	Третья составляющая кода	Виды-двойники
Малый период	Принцип диссимметризации П. Кюри	Первая составляющая кода	Род
Подгруппа	Принцип топологической инвариантности	Вторая и третья составляющие кода	Гомологический ряд видов

Наличие детерминированной информационной связи между генетическими кодами изотопов и разнообразием видов-близнецов, по существу, подтверждает известный вывод, сделанный шведским естествоиспытателем Карлом Линнеем еще в 1751 г.: «Видов насчитываем столько, сколько различных форм создано в самом начале» [17], но с одним важным уточнением: функцию «начала» процессов видообразования в данном случае выполняет элементарно-информационный базис ГК. Отсюда следует, что строгое разделение элементарного базиса на структуры базового уровня и структуры-изотопы возможно только на уровне периодических порождающих систем первичных элементов, которые выступают системным носителем их генетических кодов.

Как известно, наиболее общими являются свойства структур, инвариантные при любых топологических преобразованиях. В периодической структуре ГК основные характеристики топологических пространств (непрерывность, связность, ориентируемость) определяют свойства первичных источников поля в пределах подгрупп. Поэтому топологические инварианты входят в состав универсальных генетических кодов, т.е. определяют фундаментальные принципы структурообразования сложных ЭМ-систем, организованных по генетическим принципам.

Одним из важнейших понятий топологии является понятие объемлющей изотопии, которое непосредственно связано с непрерывной деформацией многообразия «объемлющего пространства», переводящее одно подмногообразие в другое [18]. В структуре малых периодов ГК свойством «объемлющего пространства» наделена родовая геометрия источников поля.

Рассмотрим пример формообразования ряда генетически родственных структур на примере первичного источника поля $X_{CL0.2y}$ с цилиндрической активной поверхностью. Процедуру генерации топологически эквивалентных электромагнитных структур, при условии сохранения объемлющей геометрии Рода ($G_{CL} = const$) и неизменности топологии источника ($0.2y = const$), можно представить следующей последовательностью гомеоморфных преобразований [18]:

$$f_1 : X_{CL0.2y} \rightarrow Y_1 = X^1_{CL0.2y}, \quad (1)$$

$$f_2 : X^1_{CL0.2y} \rightarrow Y_2 = X^2_{CL0.2y}, \quad (2)$$

$$f_3 : X^2_{CL0.2y} \rightarrow Y_3 = X^3_{CL0.2y}, \quad (3)$$

$$\dots$$

$$f_n : X^{n-1}_{CL0.2y} \rightarrow Y_n = X^n_{CL0.2y}, \quad (4)$$

где f_1, f_2, f_3 – функции гомеоморфных преобразований (непрерывных деформаций);

$$Y_1 = X^1_{CL0.2y}, \quad Y_2 = X^2_{CL0.2y}, \quad Y_3 = X^3_{CL0.2y}, \quad \dots,$$

$Y_n = X^n_{CL0.2y}$ – источники-изотопы 1- n поколений.

Последовательности преобразований (1-4) с учетом составляющих генетической информации ставится в соответствие ряд пространственных структур источников-изотопов (рис. 1).

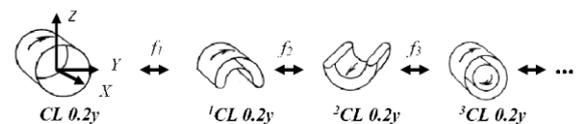


Рис. 1 – Гомеоморфизм источников-изотопов (фрагмент ряда): $CL0.2y$ – исходная (объемлющая) активная поверхность первичного источника поля базового уровня; $^1CL0.2y$, $^2CL0.2y$, $^3CL0.2y$ – поверхности источников-изотопов 1-3 поколений; f_1, f_2, f_3 – функции гомеоморфных преобразований

Идентичность генетических кодов свидетельствует о том, что синтезированный ряд источников электромагнитного поля принадлежит к общему топологическому пространству, а вариации геометрии их активных поверхностей представляют собой результат локального полиморфизма для заданного объемлющего пространства (в данном случае пространства с симметрией цилиндра). Гомеоморфизм источников-изотопов одновременно определяет и метод их синтеза, который приобретает статус формализованного и направленного путем применения группы пространственных деформаций.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что гомеоморфизм первичных источников в структуре ГК проявляется не только на локальном (элементарном) уровне (рис. 1), но и на групповом уровне (в пределах соответствующих подгрупп). В соответствии с принципом топологической инвариантности первичные источники поля в пределах евк-

лидового пространства R^3 произвольной подгруппы G_i первого большого периода ГК связаны между собой гомеоморфными преобразованиями:

$$f_1 : X_{CL\ 0.2y} \rightarrow Y_1 = X_{KN\ 0.2y}, \quad (5)$$

$$f_2 : X_{KN\ 0.2y} \rightarrow Y_2 = X_{PL\ 0.2y}, \quad (6)$$

$$f_3 : X_{PL\ 0.2y} \rightarrow Y_3 = X_{TP\ 0.2y}, \quad (7)$$

$$f_4 : X_{TP\ 0.2y} \rightarrow Y_4 = X_{SF\ 0.2y}, \quad (8)$$

$$f_5 : X_{SF\ 0.2y} \rightarrow Y_5 = X_{TC\ 0.2y}. \quad (9)$$

Топологическое родство порождающих структур на групповом и элементном уровнях имеет принципиальное различие. Если гомеоморфизм произвольного элемента порождающей системы отображает свойство его геометрического полиморфизма и представляет метод синтеза структур-изотопов, то групповой гомеоморфизм порождает гомологические ряды первичных источников и определяет методы синтеза ЭМ-структур на основе закона гомологических рядов (рис. 2).

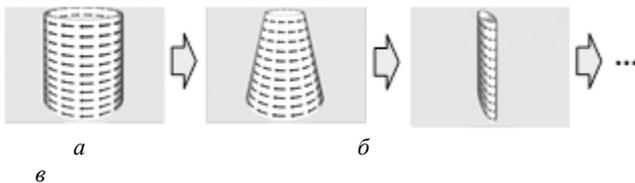


Рис. 2 – Групповой гомеоморфизм источников магнитного поля (подгруппа $0.2y$): а – цилиндрическая ($S_{CL0.2y}$); б – коническая ($S_{KN0.2y}$); в – плоская ($S_{PL\ 0.2y}$) активные поверхности

В структурной эволюции электромеханических объектов (ЭМ-объектов) источники-изотопы выпол-

няют функцию порождающих структур по отношению к большому разнообразию неявных (еще отсутствующих на данное время эволюции) Видов, образуя параллелизмы близнецовых структур на всех иерархических уровнях структурной организации ЭМПЭ. Разнообразие источников-изотопов электромагнитного типа отображает общесистемное свойство полиморфизма, присущее материальному миру, эволюционирующему на принципах информационной наследственности. В концепции общей теории систем принцип полиморфизма имеет статус закона природы [19].

Свойства источников-изотопов. Отличия в свойствах источников-изотопов по отношению к источникам базового уровня обусловлены их электромагнитной природой и многовариантностью возможных структурных реализаций, удовлетворяющих первой составляющей генетической информации в структуре универсального генетического кода. В качестве примера рассмотрим свойства базового источника поля $CL\ 0.2y$ и двух ближайших источников-изотопов $^1CL\ 0.2y$ и $^2CL\ 0.2y$ (табл. 2).

Источники изотопных уровней сохраняют свойства базовых источников в части родовой геометрии (первая составляющая генетического кода), а также свойства, определяемые второй и третьей составляющей генетического кода: группу электромагнитной симметрии (0.2); число Бетти ($\beta_{CL0.2}=1$); ориентированность источника (y -типа); топологический класс поверхности (двухсторонние, замкнутые с краями); тип краевых электромагнитных эффектов (первичный, поперечный).

Таблица 2 – Отличительные свойства источников-изотопов $^1CL\ 0.2y$ и $^2CL\ 0.2y$

Свойства	Первичный источник поля базового уровня	Источник-изотоп (поколение 1)	Источник-изотоп (поколение 2)
Генетический код	$CL\ 0.2y$	$^1CL\ 0.2y$	$^2CL\ 0.2y$
Графическое изображение			
Группа симметрии	$n = \infty; m = 1$	$n = 2; m = 1$	$n = 2; m/m = 1/1$
Обобщенные параметры активной поверхности	R, L	R_1, R_2, α, L	R_1, R_2, α, L
Число активных сторон	1	2	2
Пространственная геометрия	Цилиндрическая замкнутая	Цилиндрическая замкнутая, дуговая	Цилиндрическая замкнутая, дуговая
Волна поля	Вращающаяся, ω	Вращающаяся, ω	Бегающая, V
Инверсия волны поля	-	+	+

Отличительной особенностью источников-изотопов и синтезированных на их основе ЭМ-объектов близнецового типа является более высокий уровень сложности пространственной геометрии их активной поверхности по сравнению с источниками базового уровня. В большинстве случаев указанная сложность компенсируется возможностью улучшения удельных показателей, повышения эффективности использования активных материалов обмотки-близнеца, увеличения числа активных сторон или получения инверсных магнитных полей на смежных активных поверхностях (рис. 3).

Устойчивость информационных связей в объектах-близнецах обеспечивается принципом сохранения генетической информации. Общность генетических кодов базовых источников и источников-изотопов позволяет осуществлять постановку задач типа «открытие систем», т.е. определять генетические программы структур-близнецов по информации единичного объекта. Параллелизм свойств источников базового уровня и изотопов указывает на то, что произвольный объект-близнец будет обладать эффектом «генетической памяти», т.к. он является носителем генетической информации о своей порождающей

структуре, ее местоположении в структуре ГК и принадлежности к определенному роду и гомологическому ряду. В генетической электромеханике феномен генетической памяти ЭМ-объектов положен в основу методологии генетического анализа, используемого при определении и расшифровке генетических программ функциональных классов ЭМ-систем по информации единичного представителя класса [20].

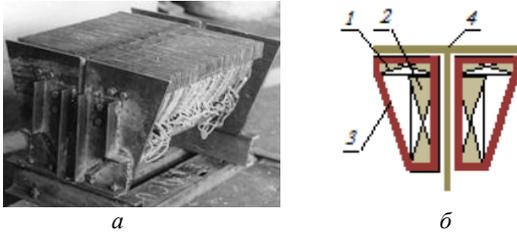


Рис. 3 – Двухсторонний плоский индуктор тягового линейного двигателя (ОКБ ЛЭД) – представитель вида-близнеца 2(¹PL2.0x) с Г-образной активной поверхностью:

a – общий вид индуктора; *б* – поперечный разрез двигателя:
1 – магнитопровод; 2 – секция кольцевой распределенной обмотки; 3 – секция обмотки с Г-образной активной зоной; 4 – Т-образный вторичный элемент

Разнообразие источников-изотопов определяется и упорядочивается структурой порождающей перио-

дической системы, образуя, по отношению к первичным элементам базового уровня, иерархическую последовательность параллельных уровней (поколений) источников-изотопов. Изотопы различных геометрических видов, относящихся к одному поколению (имеющих общий числовой индекс), образуют гомологические ряды структур-близнецов в пределах соответствующих подгрупп. Поэтому изотопный состав *i*-го поколения (*i*≠0) в пределах первого большого периода ГК можно представить полным набором «идеальных» гомологических рядов

$$({}^iH_{00y}, {}^iH_{00x}, {}^iH_{02y}, {}^iH_{20x}, {}^iH_{22y}, {}^iH_{22x}) \subset S_i, \quad (10)$$

где S_i – множество порождающих элементов-изотопов первого большого периода ГК;

$${}^iH_{00y} = ({}^iC_{CL}; {}^iC_{KN}; {}^iC_{PL}; {}^iC_{TP}; {}^iC_{SF}; {}^iC_{TC})_{00y}, \quad (11)$$

$${}^iH_{00x} = ({}^iC_{CL}; {}^iC_{KN}; {}^iC_{PL}; {}^iC_{TP}; {}^iC_{SF}; {}^iC_{TC})_{00x}, \quad (12)$$

$${}^iH_{02y} = ({}^iC_{CL}; {}^iC_{KN}; {}^iC_{PL}; {}^iC_{TP}; {}^iC_{SF}; {}^iC_{TC})_{02y}, \quad (13)$$

$${}^iH_{20x} = ({}^iC_{CL}; {}^iC_{KN}; {}^iC_{PL}; {}^iC_{TP}; {}^iC_{SF}; {}^iC_{TC})_{20x}, \quad (14)$$

$${}^iH_{22y} = ({}^iC_{CL}; {}^iC_{KN}; {}^iC_{PL}; {}^iC_{TP}; {}^iC_{SF}; {}^iC_{TC})_{22y}, \quad (15)$$

$${}^iH_{22x} = ({}^iC_{CL}; {}^iC_{KN}; {}^iC_{PL}; {}^iC_{TP}; {}^iC_{SF}; {}^iC_{TC})_{22x}. \quad (16)$$

Подмножество порождающих структур, представленное рядами (10-16), выполняет функцию макрогенетической программы источников-изотопов *i*-го поколения (рис. 4).

Виды электромагнитной симметрии	2.0	¹ ЦЛ 2.0x	¹ КН 2.0x	¹ ПЛ 2.0x	¹ ТП 2.0x	¹ СФ 2.0x	¹ ТЦ 2.0x
	0.2	¹ ЦЛ 0.2y	¹ КН 0.2y	¹ ПЛ 0.2y	¹ ТП 0.2y	¹ СФ 0.2y	¹ ТЦ 0.2y
	2.2	¹ ЦЛ 2.2x	¹ КН 2.2x	¹ ПЛ 2.2x	¹ ТП 2.2x	¹ СФ 2.2x	¹ ТЦ 2.2x
		¹ ЦЛ 2.2y	¹ КН 2.2y	¹ ПЛ 2.2y	¹ ТП 2.2y	¹ СФ 2.2y	¹ ТЦ 2.2y
		ЦЛ	КН	ПЛ	ТП	СФ	ТЦ
Геометрические классы источников-изотопов							

Рис. 4 – Генетическая программа источников-изотопов первого поколения в координатах базовых признаков ГК (первый большой период; группы 0.2, 2.0 и 2.2)

В пределах произвольного поколения N^i сохраняется как генетическая структура, так и системные свойства источников-изотопов. Это указывает на то, что независимо от уровня сложности такие свойства как гомология, парность, таксономические свойства и др. произвольного порождающего источника и структур-потомков будут определяться положением источника в периодической структуре ГК.

Исходя из непрерывности топологических пространств мощность множества источников-изотопов при числе поколений $N \geq 2$ всегда будет выше мощности множества источников поля базового уровня. Например, для первых 5-ти поколений исходного множества первичных источников поля первого большого периода ГК ($N^1 = 36$) мощность множества источников изотопов будет равна ${}^iN = 180$ ($i = 1, \dots, 5$). Наличие детерминированных высокоупорядоченных связей между первичными источниками поля базового

уровня ГК и соответствующими поколениями источников-изотопов позволяет предвидеть их структурное разнообразие и определить системные свойства (генетическую информацию) структур-потомков.

Эволюционные эксперименты. В процессе технической эволюции структуры-близнецы присутствуют на всех уровнях структурной организации ЭМ-систем: объектном (объекты-близнецы), видовом (виды-близнецы), родовом (рода-близнецы). К видам-близнецам относятся виды ЭМПЭ, генетическая информация порождающих хромосом которых представлена генетическими кодами источников-изотопов [15]. Следует отметить, что подобная строгая корреляция между генотипом изотопов и видами-близнецами может иметь место только при условии наличия порождающей периодической системы элементов. Например, в биологической таксономии такая связь пока не установлена. Структурными эквивален-

тами источников-изомеров являются технически реализованные ЭМ-объекты близнецовых видов (полнообразующие активные поверхности и распределенные обмотки, магнитные системы индукторов и якорей электрических машин, электромагнитные и электромеханические устройства и др.) (рис. 5).

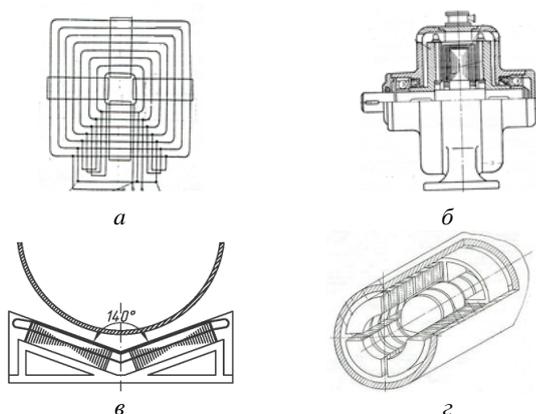


Рис. 5 – Примеры электромагнитных и электромеханических объектов-близнецов, выявленных по результатам информационного поиска: а – обмотка индуктора (представитель вида-близнеца ⁴PL 2.0х); б – электрическая вращающаяся машина (³TP 0.2у); в – устройство для транспортировки труб (¹PL 2.2х); г – двигатель поступательного движения 4(¹CL 2.0х)

Достоверность положений теории структурной изопопии и степень ее проявления в технической эволюции ЭМ-объектов проверялась постановкой эволюционных экспериментов [21, 22]. В соответствии с программой эксперимент проводился в два этапа. Задача первого этапа заключалась в постановке серии геномно-исторических экспериментов с целью выяв-

ления объектов-близнецов и проверки их структурно-информационного соответствия. Конечная цель экспериментов второго этапа – целенаправленное введение в структурную эволюцию ЭМ-объектов и неявных видов, структуры которых выявлены и синтезированы на основе их генетических программ. Если эксперименты первого этапа используют информацию исторического прошлого исследуемой системы, то программа эволюционных экспериментов второго этапа оперирует информацией будущего, полученной по результатам генетического предвидения и материализованной в настоящем.

Серия экспериментов геномно-исторического уровня проводилась методом сопоставления данных патентно-информационного поиска с результатами идентификации генетических кодов обнаруженных объектов-близнецов. Поиск осуществлялся на глубину $T_E = 80$ лет. Генетические границы эксперимента охватывали три первых поколения источников-изомеров. По результатам геномно-исторического эксперимента было выявлено 43 структурных представителя, генетическая информация которых полностью совпала с генетическими кодами соответствующих источников-изомеров в структуре ГК (табл. 3).

Анализ результатов эксперимента показал, что подавляющее большинство видов-близнецов (90,28%) относятся к категории неявных, структурные представители которых еще отсутствуют на данное время их эволюции. В технической эволюции объектов электромеханики ($T_E = 80$ лет) задействованы структурные представители 7-ми видов-близнецов всех трех поколений из числа допустимых ($\Sigma N_S = 72$). Известные виды-близнецы находятся на ранней стадии эволюции и представлены единичными ЭМ-объектами.

Таблица 3 – Область существования генетического разнообразия видов-близнецов с отображением видов, исторически задействованных в технической эволюции

Подгруппа	Малый период																	
	CL			KN			PL			TP			SF			TC		
	Поколение источников-изомеров																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0.2у																		
2.0х																		
2.2у																		
2.2х																		

Эксперименты первого этапа подтвердили достоверность информации макрогенетических программ и корректность генетических принципов и моделей структурообразования видов-близнецов.

Эволюционные эксперименты второго этапа осуществлялись по программе геномно-прогностических экспериментов [21, 23]. Практическая реализация эксперимента предусматривала: расшифровку и анализ генетических программ соответствующих функциональных классов ЭМ-объектов; процедуру выбора порождающих структур из числа генетически допустимых; направленный синтез ЭМ-структур по результатам предвидения; разработку оригинальных технических решений и их патентование. Конечная цель таких экспериментов ориентирована на целенаправленное введение в

люцию объектов и открытие новых информационных видов-близнецов из числа неявных, обнаруженных по результатам расшифровки генетических программ.

Для обеспечения чистоты эксперимента область синтеза была искусственно ограничена одним гомологическим рядом ($H_{0,2у}$) и одним поколением (третьим) источников-изомеров (табл. 4). Указанные ограничения обусловили направленность группового синтеза конкурентоспособных технических решений в пределах одного гомологического ряда (0.2у). Вполне очевидно, что реализация эксперимента в такой постановке возможна только при условии наличия генетической программы указанного ряда.

Таблица 4 – Генетическая карта ЭМ-объектов-близнецов, структурные представители которых синтезированы и введены в техническую эволюцию ЭМПЭ по их генетическим программам

Подгруппа	Малый период																	
	CL			KN			PL			TP			SF			TC		
	Поклоение источников-изотопов																	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0.2y																		
2.0x																		
2.2y																		
2.2x																		

Эксперимент осуществлялся последовательно для двух функциональных классов ЭМ-систем: класса асинхронных машин и класса электромеханических дезинтеграторов (ЭМД).

Практическое осуществление прогностического эксперимента эквивалентно реализации сценария управляемой эволюции путем одновременного ввода ($T_E \rightarrow \min$) в структурную эволюцию конкурентоспособных групп ЭМ-объектов-близнецов, структуры которых идентифицированы и синтезированы по генетической программе идеального гомологического ряда (рис. 6) [24, 25].

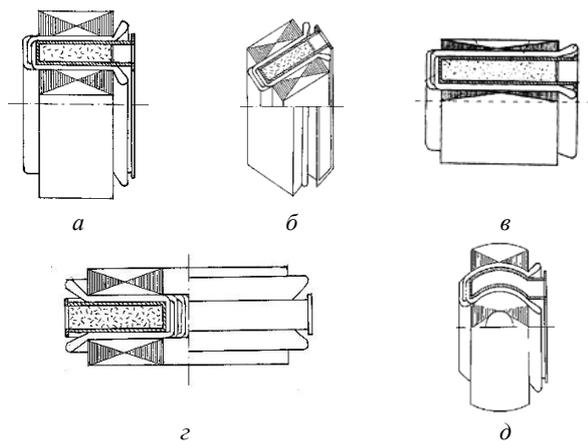


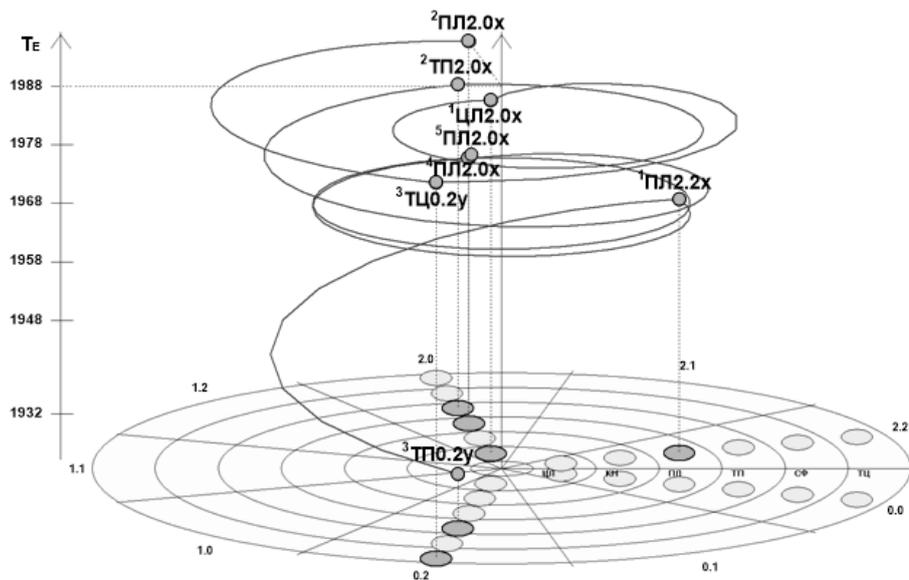
Рис. 6 – Объекты-близнецы (представители класса электромеханических дезинтеграторов), синтезированные на основе анализа генетической программы гомологического ряда ${}^3(H_{02y})$: а – ${}^3CL0.2y$; б – ${}^3KN 0.2y$; в – ${}^3PL0.2y$; г – ${}^3TP0.2y$; д – ${}^3SF0.2y$

По существу, указанные объекты можно рассматривать как первые в мире технические объекты-близнецы, синтезированные по их генетическим программам. Аналогичный по генетическому и видовому разнообразию ряд структур с обмотками-близнецами был синтезирован для функционального класса асинхронных машин. Сравнительный анализ результатов прогностического эксперимента (табл. 4) с данными исторического этапа видообразования (табл. 3) свидетельствует о факте ввода в эволюцию четырех новых видов-близнецов (${}^3CL0.2y$, ${}^3KN 0.2y$, ${}^3PL 0.2y$ и ${}^3SF 0.2y$), которые до постановки экспериментов имели статус неявных видов.

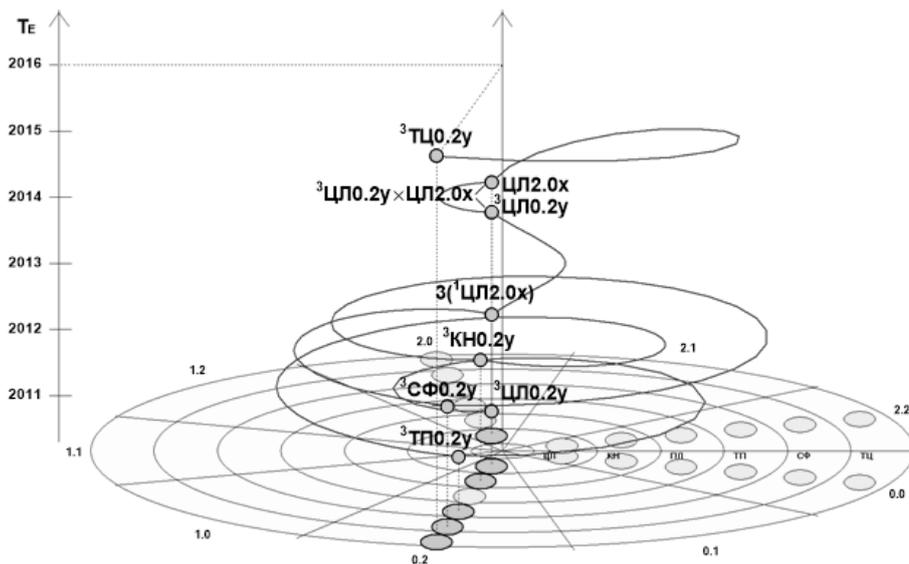
Результаты проведенных эволюционных экспериментов подтверждают достоверность теоретических положений, определяющих генетическую организацию и эволюцию структурной изотопии в ЭМ-системах. Результаты второго этапа экспериментов убедительно показывают возможность перехода от концепции наблюдаемой эволюции, т.е. от фиксации исторических событий к стратегии управляемой эволюции (генетические программы \rightarrow предвидение \rightarrow направленный синтез \rightarrow инновации), которая обеспечивает существенное сокращение временных и материальных ресурсов на поисковые исследования. Если средний темп эволюции видов-близнецов за $T_E = 80$ лет исторического этапа составил 0,28 событий в год, то этот же показатель с применением технологии генетического предвидения и синтеза ($T_E = 4$ года) составил 6 событий в год (рис. 7). Из 6-ти синтезированных и введенных в техническую эволюцию близнецовых структур ЭМД четыре структуры являются представителями впервые открытых видов-близнецов.

Практическая значимость результатов исследований определяется разработкой генетических банков данных, систематизирующих информацию о генетически допустимом разнообразии источников-изотопов. Такие информационные системы, дополненные информацией о существующих видах объектов-близнецов, составляют информационную основу для реализации технологии структурного предвидения, осуществления направленного синтеза новых ЭМ-объектов, разработки систематики близнецовых ЭМПЭ и создания информационного обеспечения генетических банков инноваций для соответствующих функциональных классов ЭМ-объектов.

Системность изотопии (междисциплинарный аспект). Используя метод горизонтального (междисциплинарного) переноса генетической информации, можно осуществить сравнительный анализ особенностей проявления изотопии в развивающихся системах различной генетической природы. В табл. 5 обобщены сведения об изотопии как для систем с достаточно высоким уровнем их познания (химических, физических, лингвистических, электромагнитных), так и для систем с малоизученным, но прогнозируемым наличием указанного явления (музыкальных, числовых и фрактальных).



а



б

Рис. 7 – Макроэволюционные траектории процессов видообразования близнецовых ЭМ-объектов:
 а – наблюдаемая эволюция ($T_E = 80$ лет, $K_E = 0,28$ соб./год);
 б – управляемая эволюция по программе эволюционного эксперимента ($T_E = 4$ года, $K_E = 6$ соб./год)

Таблица 5 – Междисциплинарный анализ изотопии в генетически организованных системах различной физической природы

Природа ГОС	Порождающая система элементов	Природа полиморфизма	Изотопный эффект
Химическая	Система химических элементов	Массовая	Массовое число
		Магнитная	Магнитный момент
Элементарных частиц	Систематика элементарных частиц	Зарядовая	Изотопический спин
Электромагнитная	ГК первичных источников магнитного поля	Геометрическая	Пространственная геометрия
Лингвистическая	Порождающая грамматика	Семантическая	Семантический повтор
Музыкальная	Диатоника	Звуковая	Тембр звука
Математическая	Система натуральных чисел	Числовая	Дробное число
Фрактальная	L-система	Геометрическая	Дробная метрическая размерность

Результаты сравнительного анализа показывают, что для каждой ГОС природа полиморфизма и вид проявления изотопии специфичны. Вместе с тем анализ проявления изотопии в системах различной физической природы позволяет обобщить важные системные свойства этого явления:

- изотопия – фундаментальное свойство и необходимое условие структурной организации развивающихся систем как природного, так и антропогенного происхождения;

- в генетически организованных системах функцию системного носителя информации о структурном разнообразии изотопов выполняют порождающие системы первичных элементов определенной физической или абстрактной природы;

- вид изотопических вариаций (изотопный эффект) определяется физической природой полиморфизма элементного базиса ГОС;

- структуры-изотопы связаны между собой отношением гомеоморфизма, который одновременно определяет и методологию их синтеза;

- структуры изотопы наделены «генетической памятью» о своей порождающей системе;

- на эволюционных уровнях организации изотопия представлена соответствующими видами-близнецами.

Системность изотопии определяется ее непосредственной связью с элементно-информационным базисом ГОС, структурой групп и периодов порождающей системы первичных элементов, принципами сохранения симметрии и топологии ЭМ-структур, принципами кодирования и сохранения генетической информации, генетическими программами структурообразования сложных систем, таксономическими категориями и реальными процессами структурной эволюции развивающейся системы.

Проявление системности структурной изотопии обуславливает необходимость ее рассмотрения в непосредственной взаимосвязи с другими принципами структурообразования, равно как и изучение других фундаментальных явлений (периодичности, гомологии, самоподобия, парности и др.) невозможно осуществлять вне связи с изотопией. В структурной организации ГОС отсутствуют порождающие структуры без изотопии, как и не существует объектов, не имеющих своих близнецовых форм, возникающих в процессе структурной эволюции.

Системная природа изотопии обуславливает необходимость ее распространения на другие развивающиеся технические системы. Исследование структурной изотопии в технических системах и ее практические приложения находится еще на начальном этапе. В данной статье результаты практической реализации структурной изотопии ограничены объектами электромеханики. Однако область приложения структурной изотопии, по убеждению авторов статьи, намного шире. Вне рассмотрения остаются вопросы взаимосвязи порождающих множеств изотопов ГК с функциональными классами сложных электромагнитных систем специального назначения (токамаков, стеллараторов, коллаидеров, сверхпро-

водящих магнитных систем, устройств магнитной левитации и др.), где исследователей изотопии еще ждут новые открытия и научные обобщения.

Явление изотопии ЭМ-структур согласуется с законом генетического разнообразия: генетически запрограммированное многообразие изначальных форм на элементном уровне (генетический полиморфизм) – необходимое условие устойчивого развития генетически организованной системы в конкурентной борьбе за существование.

Выводы. Результаты теоретических и экспериментальных исследований показывают, что явление изотопии относится к общесистемным принципам, определяющим фундаментальные свойства генетически организованных систем как природного, так и антропогенного происхождения. Структуры-изотопы имеют генетическую природу, а их разнообразие, свойства, элементный состав и информационный базис определяются периодической структурой соответствующей порождающей системы. Изотопия выступает важным источником структурообразования и представляет собой высокоупорядоченную информационную основу для реализации технологии генетического предвидения на всех уровнях структурной организации сложных развивающихся ЭМ-систем.

Изотопия электромеханических структур отображает общесистемное свойство геометрического полиморфизма первичных источников электромагнитного поля, определяющих структурную эволюцию электромеханических преобразователей энергии близнецовых видов.

Открытие явления изотопии в электромеханических структурах еще раз подтверждает фундаментальность и достоверность генетической классификации первичных источников электромагнитного поля и ее системообразующую роль в методологии структурно-системных исследований.

Список литературы

1. Пригожин И. Р., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / И. Р. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 240 с.
2. Шинкаренко В. Ф. Основы теорії еволюції електромеханічних систем / В. Ф. Шинкаренко. – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с.
3. Дзюа М. История химии / М. Дзюа. – М.: Мир, 1975. – 478 с.
4. Greenaway F. IUPAC. Science International: A History of the International Council of Scientific Unions / F. Greenaway. – Cambridge University Press, 2006. – 292 p.
5. Семинин В. И. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева / В. И. Семинин. – М.: Изд-во «Химия», 1972. – 188 с.
6. Бучаченко А. Л. Магнитная изотопия: новые горизонты / А. Л. Бучаченко // Вестник РАН. – 2010. – Т. 80, № 2. – С. 107-113.
7. Шуколюков Ю. А. Звездная пыль в руках / Ю. А. Шуколюков // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – №7. – С. 74-80.
8. Житомирский О. К. Задачи по высшей геометрии. Ч. I. / О. К. Житомирский, В. Д. Львовский, В. И. Милинский. – Л. – М.: ОНТИ, 1935. – 306 с.
9. Франсис Дж. Книжка с картинками по топологии / Дж. Франсис. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
10. Greimas A. J. Sémantique structurale. Recherche de méthode / A. J. Greimas. – Paris, 1966. – 262 p.
11. Швевбер С. Введение в релятивистскую квантовую теорию поля / С. Швевбер. – М.: Изд-во иностр. литературы, 1963. – 303 с.
12. Hawking S. Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes / S. Hawking. – Publisher: «Bantam Books», 1998. – 256 p.

13. Бучаченко А. Л. Новая изотопия в химии и биохимии / А. Л. Бучаченко. – М.: Наука, 2007. – 189 с.
14. Вернадский В. И. Изотопы и живое вещество / В. И. Вернадский // Докл. АН СССР. Сер. А. – 1926. – С. 215-218.
15. Иванов А. А. Зависит ли конформация ДНК от различия изотопных составов ее нитей? / А. А. Иванов // Химическая физика. – 2007. – Т. 26, № 11. – С. 57-60.
16. Шинкаренко В. Ф. Словник із структурної і генетичної електромеханіки / В. Ф. Шинкаренко, А. А. Шиманська. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 112 с.
17. Алексеев Е. Б. Ботаническая номенклатура / Е. Б. Алексеев, И. А. Губанов, В. Н. Тихомиров. – М.: Издательство МГУ, 1989. – 168 с.
18. Прасолов В. В. Наглядная топология / В. В. Прасолов. – М.: МЦНМО, 2006. – 112 с.
19. Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии (философские и естественнонаучные аспекты) / Ю. А. Урманцев. – М.: Мысль, 1974. – 229 с.
20. Шинкаренко В. Ф. Розпізнавання генетичних програм функціонального класу складних електромеханічних систем за інформацією його довільного представника / В. Ф. Шинкаренко, Ю. В. Гайдасенко, Л. М. Кобзенко, П. В. Отришко // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2014. – № 1. – С. 57 – 65.
21. Shinkarenko V. F. Evolutionary Experiments in Genetic Electromechanics / V. F. Shinkarenko, I. A. Shvedchikova, V. V. Kotlyarova // 13th Anniversary International scientific Conference «Unitech'13». 22-23 November, 2013. – Gabrovo, Bulgaria. – 2013. – Vol. III. – P. 289-294.
22. Шведчикова И. А. Эволюционно-экспериментальные исследования функционального класса магнитных сепараторов / И. А. Шведчикова // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – 2013. – Вип. 13, т. 4. – С. 96-103.
23. Шинкаренко В. Ф. Структурний синтез складних електромашиних агрегатів з використанням їх генетичних програм / В. Ф. Шинкаренко, А. А. Шиманська, Ю. В. Гайдасенко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: «Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії». – 2016. – № 11 (1183). – С. 93-101.
24. Патент України на винахід № 97572, МПК H02K 41/025, B01F 13/08. Електромеханічний дезінтегратор / Шинкаренко В. Ф., Шиманська А. А., Лисак В. В.; патентовласник: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»; заявл. 28. 07. 2010; опубл. 27. 02. 2012, Бюл. № 4.
25. Шинкаренко В. Ф. Определение и анализ генетических программ совмещенных электромеханических систем типа «мотор-подшипник» с газомангнитным подвесом ротора / В. Ф. Шинкаренко, В. В. Котлярова, А. А. Шиманская // Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия: «Электрические машины и электромеханическое преобразование энергии». – 2015. – № 5(1114). – С. 96-101.
7. Shukoljukov Ju. A. Zvezdnaja pyl' v rukah [Stardust in the hands]. *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal*. 1996, no. 7, pp. 74-80.
8. Zhitomirskij O. K., L'vovskij V. D., Milinskij V. I. *Zadachi po vysshej geometrii. Ch. I*. [Higher Geometry tasks], Moscow, ONTI, 1935, 306 p.
9. Fransis Dzh. *Knizhka s kartinkami po topologii* [A book with pictures by topology], Moscow, Mir, 1991, 240 p.
10. Greimas A. J. *Sémantique structurale. Recherche de méthode*, Paris, 1966, 262 p.
11. Shveber S. *Vvedenie v reljativistskiju kvantovuju teoriju polja* [Introduction to relativistic quantum field theory], Moscow, Izd-vo inostr. literatury, 1963, 303 p.
12. Hawking S. *Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes*, Publisher: «Bantam Books», 1998, 256 p.
13. Buchachenko A. L. *Novaja izotopija v himii i biohimii* [A new isotopy in chemistry and biochemistry], Moscow, Nauka, 2007, 189 p.
14. Vernadskij V. I. *Izotopy i zhivoe veshhestvo* [Isotopes and living matter]. *Dokl. AN SSSR. Ser. A*, 1926, pp. 215-218.
15. Ivanov A. A. Zavisit li konformacija DNK ot razlichija izotopnyh sostavov ee nitej? [Does the conformation of DNA depend on the difference in the isotopic composition of its filaments?]. *Himicheskaja fizika*. 2007, T. 26, no. 11, pp. 57-60.
16. Shynkarenko V. F., Shymans'ka A. A. *Slovnnyk iz strukturoj i genetichnoj' elektromehaniki* [Dictionary of structural and genetic electromechanics], Kiev, NTUU «KPI», 2015, 112 p.
17. Alekseev E. B., Gubanov I. A., Tihomirov V. N. *Botanicheskaja nomenklatura* [Botanical nomenclature], Moscow, Izdatel'stvo MGU, 1989, 168 p.
18. Prasilov V. V. *Nagljadnaja topologija* [Visual topology], Moscow, MCNMO, 2006, 112 p.
19. Urmancev Ju. A. *Simmetrija prirody i priroda simmetrii (filosofskie i estestvennonauchnye aspekty)* [Symmetry of nature and the nature of symmetry (philosophical and natural-science aspects)], Moscow, Mysl', 1974, 229 p.
20. Shynkarenko V. F., Gajdajenko Ju. V., Kobzenko L. M., Otrishko P. V. *Rozpiznavannja genetychnykh program funkcional'nogo klasu skladnykh elektromehanichnykh system za informaciju jogo dovil'nogo predstavnyka* [Recognition of genetic programs of the functional class of complex electromechanical systems by information of its arbitrary representative]. *Elektromehanichni i energozberigajuchi systemy*. 2014, no. 1, pp. 57-65.
21. Shinkarenko V. F., Shvedchikova I. A., Kotlyarova V. V. *Evolutionary Experiments in Genetic Electromechanics. 13th Anniversary International scientific Conference «Unitech'13»*. 22-23 November, 2013, Vol. III, pp. 289-294.
22. Shvedchikova I. A. *Evoljutsionno-eksperimental'nyye issledovaniya funktsional'nogo klasa magnitnykh separatorov* [Evolutionary-experimental studies of the functional class of magnetic separators]. *Pratsi Tavrijs'koho derzhavnoho ahrotekhnichnoho universytetu*. 2013, issue 13, vol. 4, pp. 96-103.
23. Shynkarenko V. F., Shymans'ka A. A., Gajdajenko Ju. V. *Strukturnyy syntez skladnykh elektromashynnykh ahrehativ z vykorystannjam yikh henetychnykh prohram* [Structural synthesis of complex electric machines aggregates using their genetic program]. *Visnik NTU «HPI»*. *Harkiv: NTU «HPI» – Bulletin of NTU «KhPI»*. *Kharkiv: NTU «KhPI»*, 2016, no. 11 (1183), pp. 93-101.
24. Shynkarenko V. F., Shymans'ka A. A., Lysak V. V. *Patent Ukrai'ny na vynahid № 97572. Elektromehanichnyj dezintegrator* [Electromechanical disintegrator], patentovlasnyk: Nacional'nyj tehnicnyj universytet Ukrai'ny «Kyiv'skyj politehnicnyj instytut»; zajavl. 28. 07. 2010; opubl. 27. 02. 2012, Bjul. № 4.
25. Shinkarenko V. F., Kotlyarova V. V., Shymans'ka A. A. *Opredeleniye i analiz geneticheskikh programm sovmeshchennykh elektromekhanicheskikh sistem tipa «motor-podshipnik» s gazomagnitnym podvesom rotora* [Determination and analysis of genetic programs of combined electromechanical systems of the "motor-bearing" type with a gas-magnetic suspension of the rotor]. *Visnik NTU «HPI»*. *Harkiv: NTU «HPI» – Bulletin of NTU «KhPI»*. *Kharkiv: NTU «KhPI»*, 2015, no. 5 (1114), pp. 96-101.

References (transliterated)

1. Prigozhin I. R., Stengers I. *Vremja, haos, kvant. K resheniju paradoksa vremeni* [Time, chaos, quantum. Solution of the time paradox], Moscow, Editorial URSS, 2003, 240 p.
2. Shynkarenko V. F. *Osnovy teorii' evoljucii' elektromehanichnykh system* [The basis of the evolution theory of electromechanical systems], Kiev, Naukova dumka, 2002, 288 p.
3. Dzhuha M. *Istorija himii Dzhuha* [History of Chemistry], Moscow, Mir, 1975, 478 p.
4. Greenaway F. *IUPAC. Science International: A History of the International Council of Scientific Unions*. Cambridge University Press, 2006, 292 p.
5. Semishin V. I. *Periodicheskaja sistema himicheskikh jelementov D. I. Mendeleeva* [Periodic system of chemical elements of D. I. Mendeleev], Moscow, Izd-vo «Himija», 1972, 188 p.
6. Buchachenko A. L. *Magnitnaja izotopija: novye gorizonty* [Magnetic isotropy: new horizons]. *Vestnik RAN*. 2010, T. 80, no. 2, pp. 107-113.

Поступила (received) 02.10.2017

Изотопия в структурній організації і еволюції електромеханічних перетворювачів енергії / В. Ф. Шинкаренко, І. О. Шведчикова, В. В. Котлярова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: "Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії". – Х. : НТУ «ХПІ», 2018. – № 5 (1281). – С. 14–25. – Библиогр.: 25 назв. – ISSN 2409-9295.

Изотопия в структурной организации и эволюции электромеханических преобразователей энергии / В. Ф. Шинкаренко, И. А. Шведчикова, В. В. Котлярова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: "Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії". – Х. : НТУ «ХПІ», 2018. – № 5 (1281). – С. 14–25. – Библиогр.: 25 назв. – ISSN 2409-9295.

The isotopy in the structural organization and evolution of electromechanical energy converters / V. Shynkarenko, I. Shvedchykova, V. Kotlyarova // Bulletin of NTU "KhPI". Series: "Electric machines and electromechanical energy conversion." – Kharkiv : NTU "KhPI", 2018. – No. 5 (1281). – P. 14–25. – Bibliogr.: 25. – ISSN 2409-9295.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Шинкаренко Василь Федорович, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», завідувач кафедри електромеханіки, тел. (044)204-95-18; e-mail: svf1102@gmail.com.

Шинкаренко Василий Федорович, доктор технических наук, профессор, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», заведующий кафедры электромеханики, тел. (044)204-95-18; e-mail: svf1102@gmail.com.

Shynkarenko Vasyl Fedorovych, Doctor of Technical Sciences, Full Professor, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Chair of the Department of Electromechanics, tel. +38 (044) 204-95-18; e-mail: svf1102@gmail.com.

Шведчикова Ірина Олексіївна, доктор технічних наук, професор, Київський національний університет технологій та дизайну, професор кафедри електроніки та електротехніки, тел. (044)256-29-65, e-mail: ishved@i.ua.

Шведчикова Ирина Алексеевна, доктор технических наук, профессор, Киевский национальный университет технологий и дизайна, профессор кафедры электроники и электротехники, тел. (044) 256-29-65, e-mail: ishved@i.ua.

Shvedchykova Iryna Oleksiivna, Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Kyiv National Technical University of Technologies and Design, Professor of the Department of Electronics and Electrical Engineering, tel. +38 (044)256-29-65, e-mail: ishved@i.ua.

Котлярова Вікторія Володимирівна, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», асистент кафедри електромеханіки, тел. (050) 995-20-28; e-mail: sharik_2004@ukr.net.

Котлярова Виктория Владимировна, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», ассистент кафедры электромеханики, тел.(050) 995-20-28; e-mail: sharik_2004@ukr.net.

Kotliarova Viktoriia Volodymyrivna, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Assistant of the Department of Electromechanics, tel. +38 (055) 995-20-28; e-mail: sharik_2004@ukr.net.