

УДК 621. 318

ЭВОЛЮЦИОННО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КЛАССА МАГНИТНЫХ СЕПАРАТОРОВ

Шведчикова И.А., д.т.н.

*Восточноукраинский национальный университет имени Владимира
Даля (г. Луганск)*

Тел. (0642)41-71-20

Аннотация – обобщены результаты теоретических и эволюционно-экспериментальных исследований функционального класса магнитных сепараторов на системном уровне. Выполнена идентификация видовой принадлежности известных структурных представителей класса магнитных сепараторов по результатам исторического и патентного поиска в рамках геномно-исторического эксперимента. Показана практическая возможность экспериментального управления эволюционным процессом.

Ключевые слова – функциональный класс магнитных сепараторов, эволюционный эксперимент, геном, вид, гомологический ряд, структурное предвидение, системный уровень.

Постановка проблемы. Одним из действенных инструментов проверки теоретических положений в любой отрасли науки является эксперимент. Для проверки достоверности основных положений теории эволюции электромеханических систем (ЭМ-систем) в области генетической и структурной электромеханики находит применение концепция эволюционного эксперимента [1, 2].

Экспериментальное подтверждение наличия детерминированного соответствия между реальными электромеханическими объектами и генетически определенным ограниченным по численности элементным базисом периодической структуры генетической классификации представляет собой одну из актуальных научных проблем. Ее решение определяет стратегию перехода от наблюдаемой эволюции ЭМ-систем к управляемому использованию их инновационного потенциала при существенной экономии временных и материальных ресурсов.

Анализ последних исследований. Традиционно для описания совокупности теоретических и эмпирических конструкций используется

понятие методологического базиса, который обычно включает [3]: исходную эмпирическую информацию (факты, эмпирические концепции, гипотезы); теоретическую основу (теории, основные категории понятийного аппарата, допущения и идеализации, концепции, постулаты, аксиомы) и логическую основу (правила логических выводов, общие и частные модели, соотношения). Методологический базис эволюционных экспериментов в электромеханике тесно связан с фундаментальными положениями теории генетической эволюции электромеханических преобразователей энергии, основу которой составляет теория генетического видообразования ЭМ-систем [4].

В [1, 2] выделены два подхода к проведению эволюционных экспериментов: геномно-исторический и геномно-прогностический. Первый подход заключается в экспериментальном подтверждении генетической природы исторически сложившегося разнообразия электромеханических объектов. Задачей геномно-прогностических исследований является экспериментальное подтверждение результатов генетического и структурного предвидения [5]. Оба вида экспериментов могут осуществляться как на объектном, так и на популяционном, видовом и системном уровнях (функциональных классов и гомологических рядов). Например, в [2] функцию объекта исследования выполнял новый функциональный класс электромеханических дезинтеграторов многофакторного действия – технологических устройств, предназначенных для осуществления и интенсификации широкого спектра нанотехнологий.

Особый функциональный класс электромагнитных устройств технологического назначения образуют магнитные сепараторы. Характерным для них является возбуждение магнитного поля в некоторой рабочей зоне (зоне сепарации), механические процессы разделения магнитной и немагнитной составляющих исходного продукта с последующим полезным использованием одной или обеих из них. С помощью магнитных сепараторов решаются важные задачи ресурсосбережения, переработки отходов, повышения качества продукции в различных отраслях промышленности, включая сельское хозяйство.

Для магнитных сепараторов разработаны модели и методы их системного проектирования, основанные на генетических принципах структурообразования, проведены разрозненные эволюционные эксперименты [6-9]. В то же время целенаправленные эволюционно-экспериментальные исследования для данного класса устройств до сих пор не проводились.

Таким образом, несмотря на наличие определенного задела в области эволюционных экспериментов (на основе разработанного в рамках теории эволюции ЭМ-систем методологического базиса), считать эту проблематику окончательно решенной нельзя.

Формулирование цели статьи. Целью данной статьи является обобщение результатов и определение направлений дальнейших эволюционно-экспериментальных исследований функционального класса магнитных сепараторов.

Основная часть. Как уже отмечалось выше, эволюционные эксперименты могут проводиться как на микро- (объектный, популяционный и видовой), так и на макроуровне (гомологические ряды и функциональные классы). Для магнитных сепараторов выборочные экспериментальные исследования проведены на уровнях функционального класса (геномно-исторический эксперимент) и гомологических рядов (геномно-прогностический эксперимент).

Геномно-исторический эксперимент обусловлен первичностью процесса эволюции электромеханических объектов по отношению к их генетическим программам. Такой эксперимент осуществляется путем идентификации генетической информации известных структурных представителей реальных и информационных Видов ЭМ-систем [2].

Практическая реализация геномно-исторического эксперимента (некоторые результаты эксперимента для функционального класса магнитных сепараторов отражены в работах [7, 8]) на макроуровне напрямую связана с проведением макрогенетического анализа, который позволил получить информацию об уровне и темпах эволюции существующего видового разнообразия магнитных сепараторов, а также информацию о структуре неизвестных на данный момент эволюции класса Видов (неявных Видов). Время эволюции $T_{\text{э}}$ класса магнитных сепараторов составило $T_{\text{э}}=180$ лет. Анализ существующего структурного разнообразия магнитных сепараторов показал, что все известные технические решения на данном этапе эволюции представлены структурными представителями 11-ти реально-информационных Видов $N_{\text{РИ}}$:

$$N_{\text{РИ}} = (S_{\text{ПЛ2.2xy}}, S_{\text{ПЛО.2y}}, S_{\text{ПЛ2.2x1}}, S_{\text{ЦЛО.2y}}, S_{\text{ЦЛ2.2y}}, S_{\text{ТПО.0y}}, S_{\text{ТПО.2y}}, S_{\text{ТП2.0x}}, S_{\text{КН2.2y}}, S_{\text{КН2.0x}}), (1)$$

где $S_{\text{ПЛ2.2xy}}, \dots, S_{\text{КН2.0x}}$ – порождающие структуры реально-информационных Видов магнитных сепараторов, которые определялись по результатам исторических и патентно-информационных исследований за период с 1795 по 2010 г.г.

Количество неявных $N_{\text{неявн.}}$ потенциально конкурентоспособных Видов, еще не задействованных в эволюционном процессе (структурное предвидение), составило $N_{\text{неявн.}}=52$.

Следует отметить, что в процессе идентификации видовой принадлежности известных структурных представителей класса магнитных сепараторов по результатам исторического и патентного поиска был проведен, по сути, многократный геномно-исторический эволю-

ционный эксперимент, результаты которого на объектно-видовом уровне представлены в табл. 1 [6].

Таблица 1 – Результаты геномно-исторического эксперимента на объектно-видовом уровне

№ п/п	Год	Название устройства	Генетический код
1.	1831	Магнитный сепаратор с катушечными электромагнитами Генри	<i>ПЛ2.2x</i>
2.	1854	Сепаратор Шено с вращающимися природными магнитами	<i>ЦЛ0.2y</i>
3.	1880	Электромагнитный отклоняющий сепаратор Эдисона	<i>ПЛ0.2y</i>
4.	1890	Барабанный сепаратор Болл-Нортон	<i>ЦЛ2.2y</i>
5.	1895	Ленточный сепаратор Болл-Нортон	<i>ПЛ2.2y</i>
6.	Ок.1900	Промышленные подъемные электромагниты	<i>ТП2.0x</i>
7.	1920	Электромагнитный сепаратор типа Репид	<i>ТП0.2y</i>
8.	1967	Электромагнитный железоотделитель	<i>ПЛ2.2x₁</i>
9.	1970	Магнитный диск	<i>ТП0.0y</i>
10.	1977	Сепаратор для очистки волокнистых материалов	<i>КН2.2y</i>
11.	1982	Магнитный сепаратор	<i>КН2.0x</i>

Исторически первыми появились структурные представители реально-информационного Вида магнитных сепараторов с генетическим кодом *ПЛ2.2x*. В 1828 г. английский физик Дж. Генри продемонстрировал свои первые катушечные электромагниты (базовый Вид *ПЛ2.2x*), которые впоследствии нашли применение для целей магнитной сепарации. Начало эволюции базового Вида *ЦЛ0.2y* связано с именем Шено, который в 1854г. получил патент на сепаратор с вращающимися природными магнитами и полюсами чередующейся полярности по ходу движения материала.

Изобретение Т.Эдисоном в 1880 г. отклоняющего магнитного сепаратора положило начало эволюции следующего базового Вида – *ПЛ0.2y*. В 90-е г.г. XIX века Боллом и Нортон в США предложены барабанный и ленточный магнитные сепараторы, которые следует

считать структурными представителями базовых Видов *ЦЛ2.2у* и *ПЛ2.2у*. Примерно в это же время появились первые образцы подъемных электромагнитов, которые идентифицируются как структурные представители базового Вида *ТП2.0х*. Дисковые магнитные сепараторы типа Рапид (1920 г.) положили начало седьмому базовому Виду магнитных сепараторов вращательного движения (*ТП0.2у*).

Образование новых Видов магнитных сепараторов наиболее интенсивно продолжалось во 2-ой половине XX века. В 1967 г. предложен магнитный сепаратор подвешенного типа с клиновидной формой полюсных наконечников, положивший начало единственному реально-информационному виду-близнецу *ПЛ2.2х₁*. Японские фирмы фирма «Миура кагаку соти» и компания ASEA в 1970 г. разработали дисковые магнитные сепараторы (магнадиски) с двухсторонней поверхностью притяжения (базовый Вид *ТП0.0у*). В 1977 и 1982г.г. предложены магнитные сепараторы с конической формой активной поверхности, относящиеся соответственно к базовым Видам *КН2.2у* и *КН2.0х*.

Примеры некоторых генетически идентифицированных структурных представителей реально-информационных Видов показаны на рис. 1.

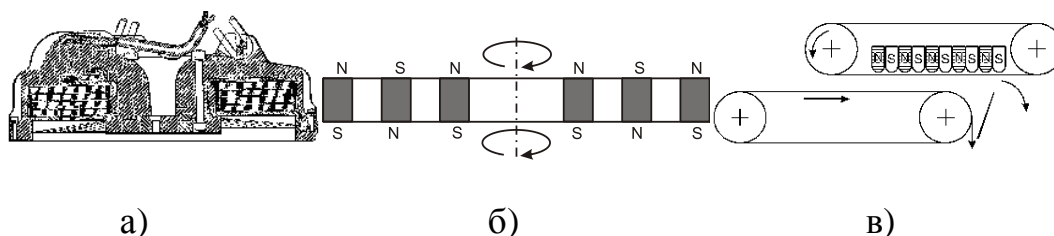


Рис. 1. Структурные представители реально-информационных Видов функционального класса магнитных сепараторов: а) *ТП2.0х*; б) *ТП0.0у*; в) *ПЛ2.2у*.

Сущность геномно-прогностического эксперимента заключается в экспериментальном подтверждении факта целенаправленного изменения эволюционного статуса неявных Видов, полученных по результатам структурного предвидения, в Виды реально-информационные. Методика проведения геномно-прогностического эксперимента приведена в [2].

Для класса магнитных сепараторов выборочный геномно-прогностический эксперимент был выполнен на макроуровне, а в качестве объекта предвидения выбрана структура гомологического ряда *H_{2.2у}*, представленная базовыми источниками подгруппы 2.2у в генетической классификации первичных источников поля [8, 10]:

$$H_{2.2y}=(ЦЛ2.2, ПЛ2.2y, КН2.2y, ТП2.2y, ТЦ2.2y, СФ2.2y). \quad (2)$$

Методика проведения геномно-прогностического эксперимента на уровне гомологического ряда предусматривает осуществление направленного структурного синтеза объектов гомологического ряда; разработку конкурентоспособных технических решений по результатам синтеза с предварительной проверкой их на патентную чистоту; осуществление патентной защиты оригинальных технических решений. Отличительной особенностью направленности эволюционного процесса является полнота гомологического ряда $H_{2.2y}$, определяемая целевой функцией синтеза.

В результате практической реализации геномно-прогностического эксперимента и направленного синтеза структур гомологического ряда были разработаны за сравнительно короткий промежуток времени (три года) оригинальные технические решения устройств для магнитной сепарации, защищенные охранными документами [11-13]. В то же время в условиях реальной эволюции объекты гомологических Видов появляются в различное время и на протяжении длительного временного интервала. Наличие указанной закономерности свидетельствует о возможности экспериментального управления эволюционным процессом.

Таким образом, предварительный обобщающий анализ результатов эволюционно-экспериментальных исследований функционального класса магнитных сепараторов показал, что если на системном уровне накоплен определенный фактический материал и проведены отдельные эволюционные эксперименты, то на микроуровне (популяционном, видовом) такая статистика еще нарабатывается.

Выводы. Обобщены результаты геномно-эволюционных экспериментов магнитных сепараторов на системном уровне (функционального класса и гомологического ряда), которые подтвердили достоверность моделей и методов системного проектирования магнитных сепараторов, основанных на генетических принципах структурообразования.

Дальнейшие исследования связаны с формированием эксплейнарного (поясняющего) базиса эволюционного эксперимента в направлении уточнения содержательной части эволюционно-экспериментальных исследований; совершенствования понятийного аппарата; построения классификаций; разработки методических рекомендаций к проведению экспериментов на макро- и микроуровнях; создания моделей, учитывающих влияние факторов изменяющейся внешней среды.

Литература

1. Шинкаренко В.Ф. Эволюционные эксперименты в структурной электромеханике / В.Ф. Шинкаренко, В.В. Котлярова // Проблемы підвищення ефективності електромеханічних перетворювачів в електроенергетичних системах: міжнар. наук.-техн. конф., 17-20 вересня 2012 р.: тези доп. – Севастополь, 2012. – С.7-12.

2. Шинкаренко В.Ф. Теория и практика управляемой эволюции на уровне произвольных видов электромеханических преобразователей энергии / В.Ф. Шинкаренко, В.В. Котлярова // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – 2012. – Вип. 2. – Т.1. – С.3-14.

3. Философия и методология науки. Часть 1. / [С.В. Девятова, А.В. Кезин, Н.И. Кузнецова и др.]. – М.: SvR-Аргус, 1994. – 304с.

4. Шинкаренко В.Ф. Основы теории эволюции электромеханических систем / В.Ф. Шинкаренко. – К.: Наукова думка, 2002. – 288с.

5. Шинкаренко В.Ф. Уровни представления знаний и классы решаемых задач в технологии генетического предвидения / В.Ф. Шинкаренко // Електротехніка і електромеханіка. – 2009. – № 6. – С.31-36.

6. Загирняк М.В. Магнитные сепараторы. Проблемы проектирования: монография / М.В. Загирняк, Ю.А. Бранспиз, И.А. Шведчикова. – К.: Техніка, 2011. – 224 с.

7. Шинкаренко В.Ф. Макрогенетический анализ и ранговая структура систематики магнитных сепараторов / В.Ф. Шинкаренко, М.В. Загирняк, И.А. Шведчикова // Електротехніка і електромеханіка. – 2009. – №5. – С.33-39.

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

9. Шведчикова И.А. Современный подход к решению проблемы системного проектирования электромеханических устройств / И.А. Шведчикова // Проблемы підвищення ефективності електромеханічних перетворювачів в електроенергетичних системах : міжнар. наук.-техн. конф., 17 – 20 вересня 2012 р.: тези доп. – Севастополь, 2012. – С.12-14.

10. Шинкаренко В.Ф. Использование межвидовых гомологий при синтезе новых структурных разновидностей магнитных сепараторов / В.Ф. Шинкаренко, М.В. Загирняк, И.А. Шведчикова // Електротехніка. – 2010. – №9. – С.47-51.

11. Пат. 40433 Україна, МПК В 03 С 1/00. Пристрій для магнітного розділення сипучих матеріалів / Шведчикова І.О., Сухаревська Н.О., Мартиненко Н.В.; заявник та власник Східноукраїнський націо-

нальний університет імені Володимира Даля. – №и 2008 12508; заявл. 24.10.08; опубл. 10.04.09, Бюл. № 7.

12. Пат. 48370 Україна, МПК (2009) В 03С 1/04. Пристрій для магнітного розділення сипучих матеріалів / Шведчикова І.О., Голубєва С.М., Сухаревська Н.О.; заявник і власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № u200908746; заявл. 29.10.09; опубл.10.03.10, Бюл.№5.

13. Пат. 69845 Україна, МПК (2012) В 03 С 1/04. Пристрій для магнітного розділення сипучих матеріалів / Шведчикова І.О., Ткач С.А.; заявник і власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № u201114149; заявл. 30.11.2011; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 9.

ЕВОЛЮЦІЙНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО КЛАСУ МАГНІТНИХ СЕПАРАТОРІВ

Шведчикова І.О.

Анотація

Узагальнено результати теоретичних і еволюційно-експериментальних досліджень функціонального класу магнітних сепараторів на системному рівні. Здійснена ідентифікація видової приналежності відомих структурних представників класу магнітних сепараторів за результатами історичного та патентного пошуків в межах геномно-історичного експерименту. Показана практична можливість експериментального управління еволюційним процесом.

EVOLUTIONARY AND EXPERIMENTAL RESEARCHES OF FUNCTIONAL CLASS OF MAGNETIC SEPARATORS

I. Shvedchikova

Summary

The results of theoretical and evolutionary experimental researches of functional class of magnetic separators are generalized on the system level. The identification of known structural representatives of the magnetic separation class on the belonging to species is satisfied by the results of historical and patent search in the frame of genomic-historical experiment. The practical possibility of experimental management by evolutionary process is shown.