

# СЕКЦІЯ 4: СТРУКТУРНО-СИСТЕМНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЦІ

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДИ ІЗОМОРФІЗМУ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ І МЕХАНІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

**Шинкаренко В.Ф., д.т.н., проф., Безязиченко В.Р., студент**  
*НТУУ «КПІ», кафедра електромеханіки*

**Вступ.** Прогресуюча різноманітність і тенденція ускладнення технічних систем з електромеханічними перетворювачами енергії, та їх широке використання у всіх сферах діяльності людини, ставить перед дослідниками нові системні задачі, для розв'язання яких необхідні знання з різних суміжних дисциплін і технологій. Результати структурно-системних досліджень, які отримано за останні роки на кафедрі електромеханіки НТУУ «КПІ» за науковим напрямом «Генетична і структурна електромеханіка», відкрили можливість постановки і розв'язання системних задач міждисциплінарного рівня [1].

Одним із фундаментальних принципів структурної організації складних систем є принцип ізоморфізму. Поняття ізоморфізму (від д.-грецьк. *ἴσος* — «рівний, однаковий, подібний» і *μορφή* — «форма») належить до загальнонаукових категорій і означає відповідність між об'єктами, яка відображає тотожність їх структур [2]. Результати аналізу структурної еволюції технічних систем свідчать про наявність широкого спектру структурно-функціональних відповідностей між технічними об'єктами, які узагальнюються поняттям ізоморфізму. Незважаючи на велику різноманітність структурно-функціональних аналогій в технічних системах, дослідження і узагальнення природи ізоморфізму залишається в технічних науках відкритим.

Попередніми дослідженнями встановлено, що антропогенні (в тому числі і технічні) системи, належать до класу генетично організованих систем, структурна організація і технічна еволюція яких визначається їх генетичними програмами [3]. Генетичні програми інваріантні до рівня складності і функціональної приналежності структур – нащадків. Вони містять повну і упорядковану інформацію стосовно генетично допустимої структурної і видової різноманітності відповідних класів технічних об'єктів, як відомих, так і потенційно можливих, ще відсутніх на даний час їх технічної еволюції. Тому поширення теоретичних положень генетичної концепції розвитку електромеханічних систем на міждисциплінарний рівень, з можливістю організації горизонтального обміну знань та реалізацією технології структурного передбачення нових класів складних технічних систем, є нагальною і актуальною науково-технічною проблемою.

**Мета роботи.** Метою роботи є експериментальне підтвердження достовірності наукової гіпотези стосовно генетичної природи ізоморфізму в електромагнітних і механічних об'єктах з осьовою симетрією. Об'єктом

дослідження обрано два класи осесиметричних структур різного функціонального призначення: багатороторні електричні машини і підшипники кочення (ковзання).

**Матеріали і результати досліджень.** Доказова база дослідження ґрунтується на ідеї існування спільного структурного і інформаційного базису, системним носієм якого виступає періодична структура генетичної класифікації первинних джерел електромагнітного поля [4]. Так як об'єкти дослідження належать до різних функціональних класів, було розроблено систему структурно-інформаційних відповідностей між електромагнітними і механічними структурами (табл. 1). Наявність такої кореляції ознак відкриває можливість використання спільного понятійного і методологічного апарату в задачах генетичного аналізу і синтезу структур різної генетичної природи.

Таблиця 1 – Структурно-інформаційні відповідності між класами багатороторних електричних машин і підшипників кочення (фрагмент)

Багатороторна електрична машина	Підшипник кочення (ковзання)
<b>Хромосомний рівень</b>	
Рухомий електричний заряд (електромагнітний ген)	Матеріальна точка (механічний ген)
Генетична інформація	Генетична інформація
Генетичний код	Генетичний код
Первинне джерело поля (первинна хромосома)	Первинна поверхня (первинна хромосома)
Вторинне джерело поля (вторинна хромосома)	Вторинна поверхня (вторинна хромосома)
Електромагнітна парна хромосома	Механічна парна хромосома
Орієнтованість електромагнітна	Орієнтованість (механічна)
<b>Об'єктний рівень</b>	
Зовнішній статор	Зовнішнє кільце (зовнішня направляюча)
Внутрішній статор	Внутрішнє кільце, (внутрішня направляюча)
Ротор	Тіло кочення (шарик, ролик)
Активна поверхня	Поверхня (доріжка, жолоб, направляюча) кочення (ковзання);
Одностороння активна поверхня	Одностороння поверхня кочення (ковзання)
Двостороння активна поверхня	Двостороння поверхня кочення (ковзання)

З врахуванням зазначених відповідностей, складові генетичної інформації в структурі універсального генетичного коду набувають інваріантних властивостей відносно функціонального призначення, рівня складності і часу технічної еволюції технічних об'єктів, що досліджуються. Коректність прийнятих відповідностей підтверджується результатами генетичного аналізу двох осесиметричних об'єктів: багатороторного асинхронного двигуна з конічною активною поверхнею і радіально-упорного підшипника з конічними тілами кочення (рис. 1).

Результати генетичного аналізу вказують на наявність генетичної спорідненості досліджуваних структур. Маючи відмінності в конструкції, матеріалах і функціях, структура багатороторного двигуна ізоморфна структурі

радіально-упорного підшипника, що підтверджується ідентичністю їх генетичних формул

$$2 (KN 0.2y)_1 : n (KN 0.2y)_2, \quad (1)$$

де  $2(KN 0.2y)_1$  – генетичний код первинної хромосоми;  $n(KN 0.2y)_2$  – структурний код вторинної хромосоми.

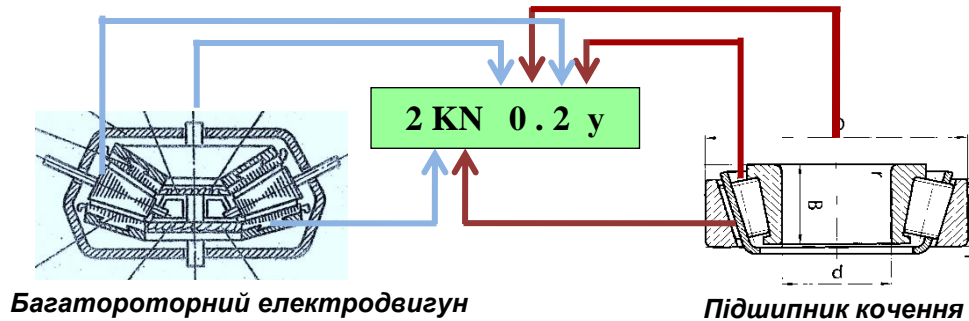


Рисунок 1 – Спільність складових генетичної інформації універсального генетичного коду в електромеханічному і механічному об'єктах

Спільність елементного базису відкриває можливість використання узагальнених генетичних моделей в задачах генетичного синтезу і аналізу як електромагнітних, так і механічних структур (рис. 2).

За результатами генетичного моделювання визначено рівень складності узагальненого об'єкта дослідження, який визначається генетичною інформацією породжувальної хромосоми  $S_{5022}$

$$S_{5022} = [2(KN 0.2y) : R_{OZ} : I : I_{EM}]_1 : [N(KN 0.2y) : M : R_{OZ}]_2 \quad (2)$$

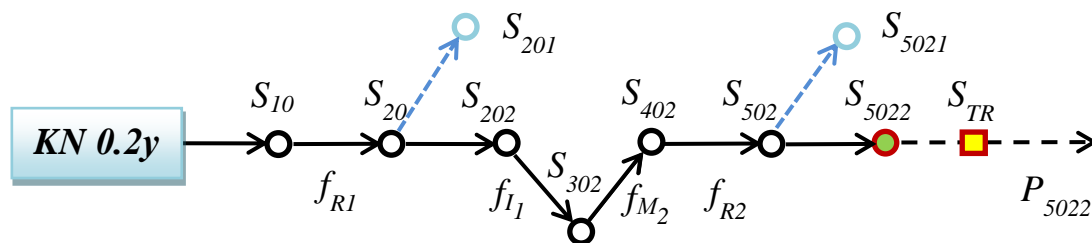


Рисунок 2 – Узагальнена генетична модель структуроутворення багатороторного осесиметричного об'єкта:  $KN 0.2y$  – батьківська хромосома;  $S_{10}, S_{20}, \dots, S_{5021}$  – парні електромагнітні хромосоми;  $S_{201}, S_{5021}$  – ізомерна група;  $S_{5022}$  – породжувальна хромосома об'єкта  $S_{TR}$ ;  $P_{5022}$  – популяція об'єктів – нащадків.

Достовірність теоретичних положень визначалася постановкою серії еволюційних експериментів, метою яких було визначення структурно-інформаційної відповідності між генетичними формулами (теорія) і реальними результатами технічної еволюції підшипників кочення (експеримент). Програма експериментів охоплювала різні класи підшипників: одно-, дво-, і багаторядні підшипники кочення, підшипники ковзання і підшипники з самоорієнтацією, підшипники без кілець, дугові і лінійні та підшипники гібридного типу, які представлені в каталогах провідних світових виробників підшипникової продукції (табл. 2).

Таблиця 2 – Результати розшифрування генетичної інформації в підшипниках кочення (фрагмент інформаційної бази даних)

Тип підшипника	Графічне зображення	Генетична формула	Генетична структура
Дворядний самоорієнтований		$2(SF\ 0.2y)_1 :$ $2[n(*SF)]_2$	Двосторонній сферичний ( $p/4 < \nu < p/2$ ), з сфероїдними тілами кочення
Дворядний шариковий		$2(SF\ 0.2y)_1 :$ $2[n(SF)]_2$	Двосторонній сферичний, з сферичними тілами кочення
Багаторядний циліндричний роликовий		$2(CL\ 0.2y)_1 :$ $6[n(CL)]_2$	Двосторонній циліндричний, з циліндричними тілами кочення
Дворядний гольчастий		$2(CL\ 0.2y)_1 :$ $2[n(CL)]_2$	Односторонній циліндричний, реплікований з циліндричними тілами кочення
Радіально-упорний роликовий		$2(KN\ 0.2y)_1 :$ $n(KN)_2$	Двосторонній конічний ( $0 < \beta < \pi/4$ ) с конічними тілами кочення
Упорний роликовий		$2(*SF\ 0.2y)_1 :$ $n(*SF)_2$	Двосторонній сферичний ( $p/4 < \nu < p/2$ ) ізотоп, з сфероконічними тілами кочення
Однорядний роликовий		$(SF\ 0.2y)_1 :$ $n(*SF)_2$	Двосторонній сферичний з сфероїдними тілами кочення

Результати дослідження, можна узагальнити наступними висновками:

- теоретично і експериментально підтверджено, що довільні осесиметричні структури, які належать до різних функціональних класів технічних систем є ізоморфними (структурно еквівалентними), за умови ідентичності їх генетичних формул;

- в задачах генетичного синтезу і аналізу електромагнітних і механічних структур осесиметричного типу, можна використовувати спільний елементний і інформаційний базис, який упорядковується періодичною структурою генетичної класифікації первинних джерел електромагнітного поля.

#### Перелік посилань

1. Шинкаренко В.Ф. Междисциплинарный подход к моделированию и созданию сложных технических систем на примере мотор – шпинделів / В.Ф. Шинкаренко, Ю.Н. Кузнецов. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні технології промислового комплексу СТПК-2015», випуск 2. – Херсон: ХНТУ, 2015. – С. 8 – 13.

2. Словник із структурної та генетичної електромеханіки / В.Ф. Шинкаренко, А.А. Шиманська. – К: НТУУ «КПІ», 2015. – 112 с.

3. Шинкаренко В.Ф. Генетические программы структурной эволюции антропогенных систем. (Междисциплинарный аспект) / В.Ф. Шинкаренко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 13, том 4. Мелітополь, 2013. – С. 11 - 20.

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