

# ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ

УДК 168.53:519.248: 519.873:681.5

М. Д. Кіселичник, Ф. Б. Павлов  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра прикладної фізики і наноматеріалознавства  
Мала технічна академія наук

## ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ФУНКЦІОНАЛЬНО НАДІЙНИХ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

© Кіселичник М. Д., Павлов Ф. Б., 2019

Розглянуто питання функціональної надійності енергоінформаційних систем і систем автоматичного регулювання. Показано, що для функціонально надійних систем оптимальна кількість незалежних параметрів дорівнює шести. Системи з більшою кількістю незалежних параметрів використовувати недоцільно.

Справедливість отриманих висновків підтверджується будовою Всесвіту і місцем в ній людини як саморегулюючої системи, що спостерігає. Надано практичні рекомендації.

Ключові слова: вимірність Всесвіту, надійність простору самовідображення, слідкуючих відкритих і замкнених систем.

M. Kiselychnyk, Ph. Pavlov  
Lviv Polytechnic National University,  
Little technical academy of science

## PRINCIPLES OF BUILDING OF FUNCTIONALLY RELIABLE COMPLEX SYSTEMS

© Kiselychnyk M., Pavlov Ph., 2019

The work is devoted to issues of functional sustainability of energy information systems and automatic control systems. It is shown that, in the general case, a system with a largest area of existence is more resistant to external influences. From the expression for calculating the surface area of multidimensional spheres, it was found that the six-dimensional sphere has the largest surface area. Therefore, for functionally reliable systems, the optimal number of independent parameters is six. Signals with a higher base or code value are not appropriate.

In automatic control systems, the energy or information power of an external influence is proportional to the number of parameters that are monitored. The most stable system, in which the maximum ratio of surface area to the number of directions of external influence.

In calculating this relationship, the first maximum with zero dimension means no interaction with the external environment. Practically, this happens in nature in order to save energy or information under adverse operating conditions.

The second maximum of the 3.5 dimension corresponds to the space functioning of the optimal system of automatic control. Since one of the parameters is a partially correlated time, the number of the remaining independent parameters is three. There is a minimum between these maxima, which indicates a lack of functional reliability of the first-order tracking systems. The validity of the findings is confirmed by the structure of the Universe and the place in it of man as a self-regulating tracking system.

Complex multidimensional systems should be divided into subsystems. This refers to the case when events occur on an inner closed surface (table 3). Moreover,  $n \leq 0$ . As a result, without solving the Schrödinger equations, we arrive at the periodic system of the elements of Mendeleev. The properties of energetic gases are analyzed.

**Key words: dimensionality of the Universe, reliable of space of selfreflection, open, tracking and closed systems.**

## Вступ

Актуальність теми зумовлена інтенсивним розвитком інформаційних технологій і впровадженням систем автоматичного регулювання.

Академік І. Коган вперше звернув увагу на можливу нестійкість складної системи [1], для чого залучив математичний апарат теорії інформації. Однак методика, використана в його роботі, дозволяє лише константувати факт ненадійності складних систем, але не дає практичних рекомендацій щодо підвищення їх функціональної надійності.

Мета роботи – одержання практичних рекомендацій щодо підвищення функціональної надійності енергоінформаційних систем і систем автоматичного регулювання. Для більшої вірогідності отриманих результатів у роботі використано лише академічні літературні першоджерела [2–4].

Робота пройшла апробацією на міжнародній конференції [4].

## 1. Загальні положення

Метод дослідження базується на математичній індукції і елементарних поняттях про гамма-функцію. За цілих значень  $x$  [2; с.952, ф.8.339.1]

$$\Gamma(x) = (x - 1)!$$

Експериментальні дослідження прості. Вдаримо по долоні молотком (система з великою площею поверхні). Не боляче. Вдаримо молотком через голку (система з малою площею поверхні). Боляче. Цей експеримент проведено на двовимірній поверхні. Користуючись методом індукції, надалі простором існування системи будемо розглядати поверхні різних вимірностей. На основі цього експерименту формуємо лему.

**Лема.** У загальному випадку до зовнішнього впливу з певною енергетичною або інформаційною потужністю найменш вразлива система, простір існування якої є найбільший.

## 2. Відкриті енергоінформаційні системи

**Теорема 1.** Найбільш стійким є шестивимірний гіперпростір.

Доведення.

Одновимірний об'єм – пряма лінія, обмежена двома крапками із нульовою вимірністю  $S_{0+1} = 2$ .

Двовимірний об'єм обмежує одновимірну поверхню – коло із площею поверхні  $S_{1+1} = 2\pi$ .

Для тривимірного об'єму площа двовимірної поверхні  $S_{2+1} = 4\pi$ . Площі поверхонь більшої вимірності розраховують за формулою [2; с. 634, ф. 4. 633]

$$S_{n+1} = \frac{2\pi^{\frac{n+1}{2}}}{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}$$

Із новою змінною  $x = (n + 1)$  попередній вираз спрощується та одержується рекурентна формула  $S_{x+1} / S_x = \pi / x$ . Користуючись нею і [4], знаходимо, що найбільшою є площа поверхні шестивимірної поверхні. Точніші розрахунки виконано в [3].

Практичним підтвердженням оптимальності шести вимірів є робота Р. Бартіні [3], у якій на основі шестивимірної поверхні  $S_{n+1} = 7,25$  із розмірністю  $L^3 T^3$  теоретично розраховано 19 фізичних констант (табл. 1). З них 12 з точністю до п'яти значущих цифр збіглися із одержаними раніше результатами експериментів, а 7 космологічних констант перед тим було не визначено.

Наш внесок у цю таблицю – подання результатів у системі SI, а не CGS.

У шестивимірному просторі з розмірністю

$$L^3 T^3 = \underbrace{L^3 T^{0.5}}_{x, y, z, t} \cdot \underbrace{T^3 L^{0.5}}_{\Sigma \omega_{1-3}, \vec{r}}$$

ми відчуваємо лише довжину  $x$ , ширину  $y$  і висоту  $z$ , які змінюються у скалярному часі  $t$ .

## . Аналітичне і експериментальне визначення констант у шестивимірному просторі

Константа	Позначення	$K = \delta E^\alpha B^\beta$	Структурна формула в системі LT	Розрахунок у системі LT	Розрахунок у системі SI	Експеримент
Стала Зоммерфельда	$1/\alpha$	$2^{-1}\pi^0 E^0$	$E/2$	$1.370376 \cdot 10^{22}$ $l^0 t^0$	$1.370376 \cdot 10^{22}$ $m^0 kg^0 c^0$	$1.370376 \cdot 10^{22}$
Стала гравітації	$\chi$	$2^{-2}\pi^{-1} E^0 B^0 F^*$	$1/4\pi F^*$	$7.986888 \cdot 10^{-22}$ $l^0 t^0$	$6.670028 \cdot 10^{-11}$ $m^3 kg^{-1} c^{-2}$	$6.670024 \cdot 10^{-11}$
Фундаментальна швидкість	$c$	$2^0 \pi^0 E^0 B^0$	$l/t$	$1.00000 \cdot 10^0$ $l^1 t^{-1}$	$2.997930 \cdot 10^8$ $m^1 kg^0 c^{-1}$	$2.997930 \cdot 10^8$
Базисне відношення мас	$n/m_e$	$2^1 \pi^1 E^0 B^1$	$2B/\pi$	$1.83869 \cdot 10^3$ $l^0 t^0$	$1.836849 \cdot 10^3$ $m^0 kg^0 c^0$	$1.836867 \cdot 10^3$
Ефективний гравітаційний радіус електрона	$\rho_{ef}$	$2^{-2}\pi^{-1} E^0 B^{-12}$	$r/4\pi B^{-12}$	$2.390078 \cdot 10^{-43}$ $l^1 t^0$	$6.734833 \cdot 10^{-58}$ $m^0 kg^0 c^0$	$6.74 \cdot 10^{-58}$
Гравітаційний радіус електрона	$\rho$	$2^{-1}\pi^{-1} E^0 B^{-12}$	$r/2\pi B^{-12}$	$4.780156 \cdot 10^{-43}$ $l^1 t^0$	$1.346977 \cdot 10^{-57}$ $m^0 kg^0 c^0$	$1.346990 \cdot 10^{-57}$
Електричний радіус електрона	$\rho_e$	$2^{-1}\pi^{-1} E^0 B^{-6}$	$r/2\pi B^6$	$2.758234 \cdot 10^{-22}$ $l^1 t^0$	$7.772291 \cdot 10^{-37}$ $m^1 kg^0 c^0$	$7.772329 \cdot 10^{-37}$
Класичний радіус інверсії	$r$	$2^0 \pi^0 E^0 B^0$	$r$	$1.0000000 \cdot 10^0$ $l^1 t^0$	$2.817851 \cdot 10^{-15}$ $m^1 kg^0 c^0$	$2.817850 \cdot 10^{-15}$
Маса електрона	$m_e$	$2^{-0}\pi^{-0} E^0 B^{-12}$	$2\pi r c^2$	$3.003461 \cdot 10^{-42}$ $l^3 t^2$	$9.108206 \cdot 10^{-31}$ $m^0 kg^1 c^0$	$9.108300 \cdot 10^{-31}$
Маса нуклона	$n$	$2 \pi^{-1} E^0 B^{-11}$	$2rc^2/\pi B^{11}$	$5.516965 \cdot 10^{-39}$ $l^3 t^2$	$1.673059 \cdot 10^{-27}$ $m^0 kg^1 c^0$	$1.673074 \cdot 10^{-27}$
Космічний радіус	$R$	$2^1 \pi^1 E^0 B^{12}$	$2\pi B^{12} r$	$2.091982 \cdot 10^{42}$ $l^1 t^0$	$5.894893 \cdot 10^{27}$ $m^1 kg^0 c^0$	$>10^{26}$
Маса космічна	$M$	$2^2 \pi^2 E^0 B^{12}$	$2^2 \pi R c^2$	$1.314431 \cdot 10^{43}$ $l^3 t^2$	$3.986105 \cdot 10^{54}$ $m^0 kg^1 c^0$	$>10^{54}$
Період космічний	$T$	$2^1 \pi^1 E^0 B^{12}$	$2\pi B^{12} t$	$2.091982 \cdot 10^{42}$ $l^0 t^1$	$1.996321 \cdot 10^{19}$ $m^0 kg^0 c^1$	$>10^{19}$
Дія космічна	$H$	$2^4 \pi^4 E^0 B^{24}$	$2\pi R M c$	$1.727729 \cdot 10^{86}$ $l^5 t^3$	$4.426149 \cdot 10^{91}$ $m^2 kg^1 c^{-1}$	$>10^{82}$
Густина космічна	$\gamma_k$	$2^{-2}\pi^{-3} E^0 B^{-24}$	$M/2\pi^2 R^3$	$7.273364 \cdot 10^{86}$ $l^0 t^2$	$9.858055 \cdot 10^{-31}$ $m^{-3} kg^1 c^0$	
Число елементарних екземплярів	$N$	$2^2 \pi^2 E^0 B^{24}$	$R/\rho$	$4.376389 \cdot 10^{84}$ $l^0 t^0$	$4.376389 \cdot 10^{84}$ $m^0 kg^0 c^0$	
Число елементарних актів	$N$	$2^3 \pi^3 E^0 B^{-6}$	$NT/t$	$9.115326 \cdot 10^{126}$ $l^0 t^0$	$9.155326 \cdot 10^{126}$ $m^0 kg^0 c^0$	
Стала Планка	$Th$	$2^{-1}\pi^{-1} E^0 B^{36}$	$\pi m_e c E r$	$2.586077 \cdot 10^{-39}$ $l^5 t^3$	$6.625091 \cdot 10^{-34}$ $m^2 kg^1 c^{-1}$	$6.625152 \cdot 10^{-34}$
Частота Комптона	$\nu$	$2^{-1}\pi^{-1} E^{-1} B^0$	$c/2\pi E r$	$5.806981 \cdot 10^{-4}$ $l^0 t^{-1}$	$6.178086 \cdot 10^{19}$ $m^0 kg^0 c^{-1}$	$6.178094 \cdot 10^{19}$

Із визначення матерії: “Матерія – філософська категорія для означення об’єктивної реальності, котра дається людині в відчуттях його...” впливає, що у реальному шестивимірному просторі існує нематеріальний потойбічний світ, якому відповідають три частоти  $\omega_{1-3}$  із розмірністю  $2\pi / T$  та радіус-вектор  $\vec{r}$ .

Чому ж ми не відчуваємо всі шість вимірів? Відповідь на поставлене запитання дає теорема 2.

### 3. Слідкуючі системи автоматичного регулювання

**Теорема 2.** Саморегульована система з мірністю 3,5 є найстійкішою.

*Доведення*

Припустимо, що певна енергоінформаційна дія рівномірно розподіляється між напрямками, кількість яких дорівнює вимірності поверхні  $m$ . Розрахуємо відношення площі поверхні  $S_{m+1}$  до кількості напрямків цієї дії.

$$\frac{S_{m+1}}{m} = \frac{2\pi^{\frac{m+1}{2}}}{m \Gamma\left(\frac{m+1}{2}\right)}$$

Простором існування системи є  $m$ -вимірна площа поверхні  $m+1$ -вимірної сфери. Найстійкіша система із мінімальним відношенням  $S_{m+1}/m$ .

Таблиця 2

**Розрахунок стійкості систем автоматичного регулювання**

Назва	Значення							
$m$	0	1	2	3	4	5	6	7
$S_{m+1}$	2	6,28	12,57	19,74	26,32	31,01	33,07	32,47
$S_{m+1}/m$	$\infty$	6,28	6,28	<b>6,58</b>	<b>6,58</b>	6,20	5,51	4,64

Функція максимальна при  $m = 0$ , другий максимум знаходиться між  $3 < m < 4$  і приблизно відповідає середньгеометричному значенню  $m = \sqrt{3} \cdot \sqrt{4} \approx 3.46$ .

Пропущені в розрахунках екстремуми приблизно відповідають середньоарифметичним значенням  $m$  за однакових відношень  $S_{m+1}/m$ . Відношення площі поверхні до кількості напрямків максимальні за мірності 3,5:

$$\frac{S_{3,5+1}}{3,5} = \frac{2\pi^{2,25}}{3,5 \cdot 1,25 \cdot \Gamma(1,25)} = \frac{2\pi^{2,25}}{3,5 \cdot 1,25 \cdot 0,906402} = 6,62702 \text{ max.}$$

Мінімум функції  $S_{m+1}/m$  при  $1 < m < 2$  свідчить про недостатню функціональну надійність систем автоматичного регулювання першого порядку.

### 4. Замкнені енергоінформаційні системи

Системи, у яких події відбуваються на внутрішній поверхні гіперсфери, є замкненими. Для них мірність  $n$  парна і  $m \leq 0$ . При аналізі складних систем їх доцільно поділяти на простіші (табл. 3 (Ar)).

Таблиця 3

**Розрахунок стійкості хімічних елементів**

$n = -2$	He	$S_{n+1} = -0,318$	$L^1 T^{\pm 1}$
1	2	3	4
-4	Be	+0,151	
-5	C	-0,121	
-8	O	+0,135	
-10	Ne	-0,193	$L^1 T^{\pm 5}$
-12	Mg	+0,338	
-14	Se	-0,699	
-16	S	+1,668	
-18	Ar	-4,516	$(L^1 T^{\pm 5})^2$

З [3; ф. 8.343], [3; ф. 8.338.2] результати відповідають періодичній системі елементів Менделєєва.

Стійкими є елементи з від'ємною площею поверхні  $S_{n+1}$ . У функції  $S_{n+1}$  період дорівнює 4. Додатні значення мають активні хімічні елементи, а від'ємні – інертні гази (He, Ne, Ar).

## 5. Прикладні питання

### 5.1. Фізика і астрономія

Одержаний у [4, 5] результат щодо шестивимірності нашого Всесвіту збігається із стародавнім філософським вченням, за яким вимірність його об'єму дорівнює семи.

### 5.2. Соціологія

Для керівника оптимальне число заступників або прямих підлеглих дорівнює трьом: у ректора має бути три проректора, у директора школи – три завуча.

### 5.3. Телекомунікації і пристрої автоматичного регулювання

Доцільно слідкувати в часі за трьома параметрами в радіоприймальних пристроях: це амплітуда –  $A$ , частота  $\omega$  і фаза  $\varphi$ . Системи першого порядку менш стійкі, а системи вищих порядків практично експлуатуються в ручному режимі.

### 5.4. Біологія

З метою збереження енергії або інформації за несприятливих умов функціонування може бути відсутньою взаємодія із зовнішнім середовищем ( $m = 0$ ): взимку ведмідь спить у барлозі, а рослини утворюють спори.

Надалі ми хочемо дослідити можливість обміну інформацією через одновимірний простір  $S_{0+1} / 0 = \infty$  та можливість зв'язку  $(x, y, z, t) \leftrightarrow \sum \omega_{1-3} \vec{r}$ , де  $t$  – частково корельований однобічно спрямований час.

## Висновки

1. Для функціонально надійних відкритих енергоінформаційних систем оптимальна кількість незалежних параметрів дорівнює шести. Недоцільно використовувати сигнали з базою або значністю коду більше шести.

2. Для стійких саморегульованих систем автоматичного регулювання оптимальна кількість незалежних параметрів, за якими відбувається слідкування в часі, дорівнює трьом. Системи з більшим числом вхідних параметрів доцільно поділяти на підсистеми (Ar).

3. Складні багатовимірні системи критичні до зміни умов функціонування. Тому їх необхідно проектувати квазіоптимальними із залученням теорії розмитих множин.

4. Справедливість одержаних результатів підтверджується шестивимірною будовою Всесвіту і місцем в ньому людини як саморегульованої слідкуючої системи.

1. Коган И. М. *Функциональная устойчивость и критичность оптимальных систем* // *Радиотехника*. 1977. № 4. С. 3–7. 2. Градштейн И. С. *Таблицы интегралов, сумм, рядов и производений* / И. С. Градштейн, Н. М. Рыжик. 5 изд. М.: Наука, 1971. 1108 с. 3. Бартини Р. О. *Некоторые соотношения между физическими константами*. // *Доклады академии наук СССР*. 1965. Т. 163. № 4. С. 861–864. 4. Павлов Ф. Б. *Шестивимірний Всесвіт і людина задум Творця* / Ф. Б. Павлов, Б. О. Павлов // *Збірник “Роль науки, релігії та суспільства у формуванні моральної особистості.” Матеріали ХХІІІ Міжнародної науково-технічної конференції*. Донецьк: НППШ “Наука і освіта”. 2008. С. 186–187. 5. Павлов Ф. Б. *Мірність Всесвіту і надсвітлові швидкості* / Ф. Б. Павлов, Б. О. Павлов // *Математичне моделювання складних систем: матеріали наук.-практ. конф., серія фіз.-мат. науки, Львів, 16 травня 2007 р.* Львів: Львів. Держ. ін-т ім. В. Чорновола, 2007. С. 102–113.