

УДК 631.3:061.4

## МЕТРИЗАЦІЯ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ АГРОВИРОБНИЦТВА ЗА УМОВ РИЗИКОВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

**В. Кравчук**, *д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України*  
*ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»,*  
**Г. Баранов**, *д-р техн. наук, проф.,*  
**О. Прохоренко**, *аспірант,*  
*Національний транспортний університет*

*Запропонована наукова концепція фундаментальної метризації ресурсних основ забезпечення функціональної стійкості агровиробництва продукції рослинництва за умов ризикованого землеробства. Обґрунтовано аксіоматична єдність розмірності і подібності фізичних вимірювань базисних процесів агровиробництва.*

*Доведено, що у єдиному просторово-часовому континуумі існують алгебраїчні метризовані залежності між гетерогенними ресурсними засобами ефективного агровиробництва.*

**Ключові слова:** *багатофункціональне землеробство, аграрні технології, ресурсні основи, метрологічні метрики, алгебраїчні взаємозалежності, функціональна стійкість.*

**Вступ.** Динаміка техніко-технологічної модернізації агропромислового комплексу (АПК) України на базі інноваційних сільськогосподарських машин (СГМ), агрегатів й комплексів, спрямована на високі рівні гарантії: безпеки життя з високою продуктивністю праці; продовольчої безпеки агровиробництва продукції рослинництва (АВІР); екологічної безпеки біосфери в умовах впливів різноманітних факторів зовнішнього навколишнього середовища (ЗНОС), включаючи ґрунтово-кліматичні особливості ризикованого землеробства [1-4].

Діяльність відомих численних полієргатичних (людино-машинних) виробничих організацій (ПЕВО) провідних країн світу вже суттєво впливає на всі складові глобальних процесів на планеті Земля, що за умов невиконання принципів Кіотського протоколу може привести до загрозливих змін форм життя на всій планеті [4]. Якщо не зменшити рівні забруднення екосистеми хімічними й біологічними отрутами, не припинити деградаційні руйнівні процеси геосфери, як наслідок зменшиться ресурсна основа ефективного землеробства.

**Постановка завдання.** У загальному вигляді вже відомі означені практикою складові майбутнього: безпека життя людини, збереження

стійкості АВПР у межах АПК, гарантоване адаптивне управління (ГАУ) процесами складних динамічних систем (СДС) тощо. Але не відомі умови, які формують єдину наукову парадигму функціональної стійкості керованих інноваційних об'єктів, СГМ та комплексів, що задовольняють вимогам ПЕВО у відкритому незалежному ЗНОС природного Всесвіту. Потреби визначення фундаментальних основ майбутнього ресурсного забезпечення інноваційних форм функціональної стійкості АВПР за умов реальних ризиків нестационарного ЗНОС обумовлюють відповідний науковий напрям.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження в [1-6] свідчить, що стрімкий розвиток АПК [1,2] та неперервне розширення й модернізація технічних засобів для їх практичного застосування [3] все більш пов'язані з накопиченням відповідних аграрних знань, які диференціюємо за окремими науковими напрямками [4]. Природна складність об'єктів Всесвіту, Космосу, Геліо-геоекології, Техніки та Технології визначаються на всіх рівнях опису динаміки процесів функціонування будь-яких СДС [7]. Від точності, повноти, адекватності конструктивних техніко-технологічних рішень стосовно інваріантності ( ситуативної, часткової, еквівалентної) до факторів необмеженого, незалежного, невизначеного ЗНОС, який на можливих рівнях впливає на елементи, агрегати й комплекси АВПР, залежать комплексні оцінки ефективності АПК та безпеки життя ПЕВО. Тому пошук принципів ресурсної будови майбутніх СДС, де при наявності реальних ризиків від ЗНОС гарантована безпека життя (VITO), є актуальним.

**Мета роботи** полягає у формуванні наукової концепції фундаментальної метризації ресурсних основ забезпечення функціональної стійкості АВПР за умов реального ризикованого землеробства. Таким чином, засоби ГАУ можуть досягати суттєвого покращення ефективності АВПР шляхом почергового обґрунтування завдань ПЕВО АПК на етапах конструктивного комплексного моделювання (ККМ) СДС, що гарантують принципове усунення небажаних поточних ризиків впливу ЗНОС. Для всіх форм життя об'єктів АВПР в реальних (прогнозних) умовах впливів факторів ЗНОС засоби ККМ СДС забезпечують раціональний розподіл ресурсів та техніко-технологічні рішення стосовно: синергетичної інтегрованої безпеки у біосферному просторово-часовому континуумі (ПЧК); законів почергового ГАУ силовими органами та двигунами; траєкторних параметрів маршрутів руху маневрених СГМ; дозованих диференційованих порцій внесення витратних матеріалів; оцінки фактичних ризиків та рівнів безпеки на кожній фазі реалізації зменшення запасів функціональної стійкості та ресурсних запасів.

**Основний матеріал.** Принципово ЗНОС характеризується всіма об'єктивними природними категоріями у будь-якої частки ПЧК [7]. У межах єдиного Всесвіту існує глобальна метризована вкладеність конкретних ПЧК на відповідних рівнях організації: атомарних нано-ансгтрем; агрегатних макро – мета; глобальних тера-денто масштабах. В той же час продукти

соціальної діяльності ПЕВО у вигляді штучних об'єктів АВПР завжди мають конкретні обмежені геометричні й фізичні параметри [8].

Поняття конкретної форми (поверхні, об'єму, корпусу) для кожного елемента й компонента СГМ дуже важливо для характеристики особливостей руху у ПЧК. Дійсно, рух СГМ по рельєфу поля обумовлений всіма активними силами та моментами взаємодії на його контактних поверхнях конструкції локальних факторів впливу ЗНОС. Тому принципово існує триєдність на зовнішньому (EXTERNAL), внутрішньому (INTERNAL) та контактному (ON CONTACT) рівнях взаємодії під час зміни просторових позицій СГМ відносно ЗНОС. Відповідні процеси взаємодії (interrelation, interaction, cooperation first element of compounds) характеризують конструктивну єдність носія руху, енерго-масової субстанції, форми корпусу під час проникнення у наступний об'єм ПЧК ЗНОС. Зі свого боку ЗНОС змінює власні незалежні природні властивості внаслідок заміщення частки об'єму на об'єми конкретного технічного об'єкта, який належить СГМ. Отже, слід тричі визначати поняття: глобальна зона кінцевих позицій та дій відповідно до стратегічного плану АПК; зональні технології доцільних безпечних операцій у тактичному ЗНОС, корисному для стійкості (serve vitality) АВПР за фазами розвитку рослин; базисні поточні позиції СГМ в оперативному локальному ЗНОС для реалізації програмного завдання оператора (real-time fly up) без фатальних помилок (vital errors). Цілісна повнота, неперервна вкладеність та диференційована триєдність цих складових ПЧК забезпечує ефективність АВПР АПК внаслідок функціональної стійкості всіх інтерфейсних компонент інноваційних СГМ.

Таблиця 1 – Класифікаційні ознаки першочергових визначальних семи видів ресурсів ПЕВО для двох форм і трьох розмірностей функціонування життєстійких СДС

Вид ресурсу	Поняття множини подібності у межах виду ресурсу СДС					
	лінійна		поверхнева		об'ємна	
	код	назва	код	назва	код	назва
1	2	3	4	5	6	7
T Time Scale	$L^0 T_{+1}^{+1}$	Період тривалості часу	$L^0 T_{+2}^{+2}$	Поверхня часу	$L^0 T_{+3}^{+3}$	Обсяг часу
$T^1 = \frac{\partial^2(T)}{\partial T^2}$	$L^0 T_{-1}^{-1}$	Частота події	$L^0 T_0^0$ *	Const 1 кроку часу	$L^0 T_{+1}^{+1}$ $\Delta$	Похідна спектру оцінки часу
$E = MV^2$ energy substantial $E^1 = \left(\frac{\partial E}{\partial T}\right) dL$	$L^{+5} T_{+1}^{-4}$	Енергія	$L^{+5} T_{+2}^{-3}$	Дія Момент руху	$L^{+5} T_{+3}^{-2}$	Момент інерції

## Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
	$L^+6T_{+1}^{-5}$	Швидкість передачі енергії	$L^+6T_{+2}^{-4}$	Швидкість передачі дії	$L^+6T_{+3}^{-3}$	Момент дії впливу
s substance subject $S^1 = \frac{\partial^2 S}{\partial L \partial T}$	$L^+1T_{+1}^0$ *	Довжина об'єкту	$L^+2T_{+2}^0$	Поверхня простору	$L^+3T_{+3}^0$ $\Delta$	Об'єм простору
	$L^0T_{-1}^{-1}$ *	Частота подібність стабільність	$L^+1T_0^{-1}$ $\Delta$	Швидкість об'єкта змін	$L^+2T_{+1}^{-1}$ *	Стабільність проникнення носія
$I = \left(\frac{\partial E}{\partial L}\right)dt$ information $I^1 = \frac{\partial^2(I)}{\partial T^2}$	$L^+4T_{+1}^{-3}$	Імпульс	$L^+4T_{+2}^{-2}$	Магнітний момент	$L^+4T_{+3}^{-1}$	Об'ємна швидкість зміщення
	$L^+4T_{-1}^{-5}$	Швидкість зміни сили біта	$L^+4T_0^{-4}$	Сила знання коду	$L^+4T_{+1}^{-3}$	Заряд слово байт
$M = \frac{E}{C^2}$ Material substratum $M^1 = \frac{\partial^2 M}{\partial L \partial T}$	$L^+3T_{+1}^{-2}$ *	Маса кількість	$L^+3T_{+2}^{-1}$	Об'ємні витрати матерії	$L^+3T_{+3}^0$ $\Delta$	Об'єм околу матерії
	$L^+2T_{-1}^{-3}$	Гradient форми	$L^+4T_0^{-4}$	Різниця потенціалу матерії	$L^+3T_{+1}^{-2}$	обільність проникнення у матеріал
$F = M^1(L^1T_0^{-1})$ finances scale $F^1 = \left(\frac{\partial^2 F}{\partial L^2}\right)dT^2$	$L^+3T_{-1}^{-4}$	Кутове прискорення маси банкнот	$L^+3T_0^{-3}$ *	Течія обміну	$L^+3T_{+1}^{-2}$	Грошова маса у підсумку
	$L^+1T_{-1}^{-2}$ *	Прискорення обміну валют	$L^+1T_0^{-1}$ $\Delta$	Швидкість процесу	$L^+1T_{+1}^0$ *	Досягнута довжина фін.операції
$O = \frac{\partial^d}{\partial T^d} \left(\frac{F}{I^1}\right)$ or ganzation substantive $O = \left(\frac{\partial O}{\partial T}\right)dL$	$L^{-1}T_{-1}^0$	Зміна провідності учасника	$L^{-1}T_{-2}^{-1}$	Щільність учасників ПЕВО	$L^{-1}T_{-3}^{-2}$	Зміна об'ємної щільності учасників
	$L^0T_{+1}^{-1}$	Частота взаємодії	$L^0T_{-2}^{-2}$	Кутове прискорення щільності	$L^0T_{-3}^{-3}$	Зміна кутового прискорення взаємодії

Вочевидь повний план дій можливо відображати на електронних картах (ESDIS) з відповідно суттєво різними масштабами деталізації околу ПЧК навколо базисних (реперних, ключових, вирішальних) позицій СГМ на майбутніх програмних ділянках маршруту у ЗНОС. Сутність, особливість і

специфіка кожної зони впливу нестационарного динамічного ЗНОС потребують їх передчасного врахування. Саме це необхідно для обов'язкового гарантованого виключення рокових помилок (ризиків непередбаченого невизначення) та конфліктних (conflict) рішень стосовно змін закону управління процесами безпосередньо під час руху СГМ. Бортові інформаційно-керівні комплекси (БІКК) з властивостями функціональної стійкості ГАУ завчасно повинні розв'язувати задачі, щоб ліквідувати прогнозні конфлікти та катастрофи (втрата врожаю) за умов можливих екстремальних подій у загрозливих фазах стану ЗНОС (квазіперіодичні випадкові збіги обставин).

Поняття виникнення екстремальних, позитивних, позаштатних непередбачених подій у ПЧК за критеріями безпеки технології визначають, що на наступний черговий крок цілісна система з засобами БІКК ГАУ не має у цю мить необхідних і достатніх ресурсів. Тому з метою уникнення ризиків (банкрутства) в конкретних умовах невизначеності та часткових знань про наближення до справжніх рівнів ризику ЗНОС треба негайно змінити означений статус.

Це можливо зробити завдяки системі підтримки прийняття рішень (СППР) на наступний черговий крок реагування на зміни тенденцій у часових рядах поточних й прогнозних ситуацій. Запропоновані засоби ГАУ процесами забезпечення на борту СГМ функціональної стійкості СДС за умов загрозливих дій ЗНОС насамперед оцінює спектр вимог та відповідно до таблиці 1 раціональний розподіл функцій, які витрачають наявні ресурси за таким переліком.

## *TESIMFO,* (1)

де  $T$  – time scale - унікальний час тривалості дискретної затримки чи реалізації активної силової дії, наслідки якої достовірно обґрунтовані визначеним інтервалом;

$E$  – energy substantial – енергія у будь-яких гетерогенних формах активного застосування відповідних силових дій у межах наявних запасів потенціалів за потреб цільової генерації від генераторів та накопичувачів;

$S$  – substance subject – субстанційний агрегат чи об'єкт суб'єкта ергатичної системи ієрархічного комплексного управління з використанням для оперативних дій декількох СППР;

$I$  – information ( data, news, code, command, signal та інші) форми існування інформаційних систем з розгалуженими засобами, які реалізують інформаційні (комп'ютерні, мікроконтролерні, електронні) технології вимірювання, формування, передачі, сприйняття перетворення, обробки, моделювання, прогнозування, випробування, прийняття рішень та їх

цілеспрямована реалізація у різноманітних гетерогенних формах управління СДС;

М – material substratum – матеріал природної конструктивної форми існування конкретного носія (компонент – елемента, конструкції, агрегата, комплексу, цілісної СДС), що забезпечує явний прояв цільової дії, роботи, формотворення у ПЧК;

F – finances scale – фінансові процеси у різноманітних ринкових формах реалізації обмінів продуктами (ESIM) товарами (TESIMF), послугами (TESIMFO) між відповідними ієрархічними рівнями АПК, АВІР, ПЕВО, ГАУ СГМ, які разом забезпечують якісне, цільове та ефективне функціонування механізованих, автоматизованих та інтелектуалізованих агротехнологій у життєвих циклах тривалих сівозмін та отримання врожаїв;

О – organization substantive – організація реальних комунікаційних зв'язків між технічними, технологічними, ергатичними, інтелектуальними складовими СДС, які необхідні й достатні для чисельних ПЕВО, щоб забезпечувати синергатичні форми існування життєвих циклів функціонально стійкого агровиробництва за умов поточного ризикованого землеробства під дією факторів ЗНОС.

Вищенаведені символічні ознаки категорійних понять первинних семи видів ресурсів, у табл. 1 представлені у двох формах базового визначення та похідної чи інтегро-диференціальної алгебраїчної функції у єдиному ПЧК СДС. Ці обидві форми дозволяють у межах символічно означеного кожного виду ресурсу розпізнавати три різні розмірності: лінійна, поверхнева, об'ємна. Прагматика й семантика агротехнологій вимагає окремо розраховувати витрати всіх ресурсів, які нормовані на одиницю: довжини (рядка, шляху, траєкторії; площі (смуги, ділянки, поля); об'єму (газу, рідини, твердих тіл). Завдяки табл. 1 описано  $7 \times 2 \times 6 = 42$  категорійних фундаментальних понять, які можна візуалізувати на двовимірній площині з двома ортогональними осями  $L^s$  та  $T^s$ , які перетинаються у  $L^o T^o$  спільній точці нульового околу обраної системи координат ПЧК.

Відповідно до робіт Р.О. ді Бартіні [10, 11] відомі фізичні змінні гетерогенних процесів (одночасно й параметри моделі подібного об'єкта) можливо визначити уніфіковано у вигляді алгебраїчного добутку лише двох аргументів:

$$K^d = [L^s \times T^s]_d = L^s T^s, \quad (2)$$

де  $d$  – мірний компактний комплекс відображає степеневі/цілочисельні залежності для  $S$  – просторово подібної протяжності та  $S$  – чашоподібної взаємодії (чи відсутності її) у певному локальному та обмеженому просторі конфігурацій, які описані у цій розмірній формі [11-13].

Запропонований компактний комплекс  $K^d$  формується [10,11] за таких алгебраїчних умов чисельних значень показників ступенів

$(S, S) \in \{-6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6\}$  зі збереженням симетрії натурального ряду чисел навколо спільного нульового елемента (Рис.1). Фактичне унікальне значення інтегрованого показника  $d$  визначається, як позначено в таблиці 1 відповідно до алгебраїчного складання:

$$d = S + S, \quad (3)$$

де  $d = \{-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\}$  за умов протилежних знаків для індексних ( $S$  та  $S$ ) складових точкових понять у 7-вимірному просторі їхніх цілечисельних значень.

Точкова модель у вигляді  $L^S T_d^S$  дозволяє гетерогенний конкретний об'єкт задавати у метричному просторі за умов (3) тензорами або алгебраїчними функціями (приклади дивись у табл. 1) координат даної точки чи формулами побудови з більш відомих елементів [5-9]. Відповідно до топологічних відношень, на рис.1, у цій роботі подано приклади формування похідних понять на базі фундаментальних спектрів, побудованих з інтегро-диференціальних споріднених понять (1), (2), (3) та табл.1.

### **Висновки**

У межах міжнародної глобалізованої системи техніко-технологічного регулювання з метою забезпечення функціональної стійкості агровиробництва продукції рослинництва за ризикованих впливів ЗНОС зростає роль інтелектуалізації знань стосовно охорони життя прогнозу тенденцій розвитку подій, систем випробування сільськогосподарської техніки, систематизації та стандартизації ресурсоощадних та енергоефективних технологій.

1. Об'єктивність, достовірність, прецизійність даних стосовно опису, моделювання, прогнозу та випробування майбутніх техніко-технологічних рішень можливі на базі двопараметричної метризації різноманітних форм, процесів, явищ в уніфікованому просторово-часовому континуумі.

2. Поліноміальна степенева форма метризації базового ресурсного забезпечення за семи видами символізації (TESIMFO) дозволяє більш детально у двох формах та за трьома базовими напрямками характеризувати основні функції та алгебраїчні похідні поліноміальних інтегралів у межах спектра інтегро-диференціальних споріднених понять АВПР.

3. Запропонована метризація з 46 понять за рахунок алгебраїчних символічних відношень забезпечує виключення помилок, похибок і колізій під час проектування, випробування та розроблення техніко-технологічних рішень інноваційних технологій АВПР. Розмірність і подібність символічних понять-категорій дозволяє підвищити ефективність засобів контролю,

діагностики та синергетичної верифікації під час пошуків запобігання відмов та забезпечення стійкості АПВ у невизначеному глобалізованому ЗНОС.

### Література

1. Кравчук В.І. Актуальні аспекти розвитку агроінженерної науки в контексті євроінтеграції / В.І Кравчук// Техніка і технології АПК.- 2015- №1- с. 5-9.

2. Кравчук В.І. Біосфера та агротехнології: Інженерні рішення / В.І Кравчук, А. Кушнар'юв, В.Таргоня, М.Павлишин, В. Гусар; за редакцією В.І Кравчука// Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім. Л. В. Погорілого.- Дослідницьке, 2015.- 239 с.

3. Кравчук В.І. Динаміка оновлення технічних засобів у сільгоспвиробництві України протягом 2004-2013 рр. Та прогноз на 2015-2018 рр./ В.І. Кравчук, М. Павлишин, В. Гусар, А. Бурилко//Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб.наук.праць УкрНДІПВТ ім. Л,В, Погорілого.- 2014.- вип..18(32).- с.8-18.

4. Кравчук В.І. Науково- випробувальні дослідження – на службу аграріям/ В.І. Кравчук, Т. Бабинець, В. Гусар, Є. Сербій, А. Бондаренко, Я. Козярук, Л. Лисак// Техніко- технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб.наук.праць Укр. НДІПВТ ім. Л.В.Погорілого. – Дослідницьке, 2015 - Випр.19(33). – с.3 – 21.

5. Кравчук В.І. Методологія та метрологічні основи функціональної стійкості агровиробництва в умовах ризикованого землеробства/ В.І Кравчук, Г,Л, Баранов, О.М. Прохоренко// Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб.Наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л.В. Погорілого.- Дослідницьке, 2015.- Вип..19(33).- с.22-31.

6. Сердюченко Н. Обґрунтування вибору дистанційних інформаційних пре дикторів для побудови регресій них моделей прогнозування врожайності / Н. Сердюченко, М. Новохацький// Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб.Наук.праць УкрНДІПВ ім. Л.В. Погорілого.- Дослідницьке,2015 – Вип..19(33). – с.364 - 369.

7. Баранов Г.Л. Структурное моделирование сложных динамических систем / Г.Л. Баранов, А.В. Макаров. – К.: Наук. думка, 1986. – 272 с.

8. Кравчук В.І. Процедури системно – аналогового моделювання та ланцюгових технологічних перетворень для ґрунтообробно-посівного агрегата / В.І. Кравчук, Г.Л. Баранов, О. М. Прохоренко// Техніко - технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук.праць Укр. НДІПВТ ім.. Л. В. Погорілого. – Дослідницьке, 2016.- Вип..20(34).- с. 80-93.



9. Кравчук В.І. Теоретичні основи адаптації сільськогосподарських машин (монографія) / В.І. Кравчук – К.: НАУ, 2005. – 208 с.

10. Бартини ди Р.О. Соотношения между физическими величинами / В сб.: Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. - М. Атомиздат, 1996. – с.249-266.

11. Бартини ди Р.О. Множественность геометрий и множественность физик / Р.О. ди Бартини, П.Г. Кузнецов// в сб.: Моделирование динамических систем, Брянск.- 1974.- с. 18-19.

12. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности / Л.А. Сена. – М.: Наука, 1977.

13. Дружинин В.В. Системотехника / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов. – М.: Радиосвязь, 1985. – 200 с.

#### **Аннотация.**

*Предложена научная концепция фундаментальной метризации ресурсных основ обеспечения функциональной устойчивости агропроизводства продукции растениеводства в условиях рискованного земледелия. Обоснованно аксиоматическое единство размерности и подобия физических измерений базисных процессов агропроизводства. Доказано, что в едином пространственно-временном континууме существуют алгебраические метризованные зависимости между гетерогенными ресурсными средствами эффективного агропроизводства.*

#### **Summary.**

*The scientific concept of fundamental metrication of the resource bases of providing of functional stability of agricultural production of crop production under conditions of risky farming is offered. The axiomatic unity of the dimension and similarity of physical measurements of the basic processes of agricultural production is substantiated. It is proved that in a single spatial-temporal continuum there are algebraic metrical dependencies between heterogeneous resource means of effective agricultural production.*