

# СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА ТА ОБЛАДНАННЯ: ПРОГНОЗУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ, ВИПРОБУВАННЯ

УДК 631.3:061.4

[http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24\(38\)-1](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24(38)-1)

## МЕТОДИКА СИНЕРГЕТИЧНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ РЕЖИМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ КЕРОВАНИХ ТРАНСПОРТНО- ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

**В. Кравчук**, д-р техн. наук, проф., член-кор. НААН України

<https://orcid.org/0000-0002-7991-0351>

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»,

**Г. Баранов**, д-р техн. наук, проф., <https://orcid.org/0000-0003-2494-8771>

**О. Прохоренко**, e-mail: [sashaprohorenko\\_s@ukr.net](mailto:sashaprohorenko_s@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0002-7451-3242>

Національний транспортний університет

### Анотація

**Мета статті:** розробити методику об'єднання зусиль наявних поліергатичних виробничих організацій (ПЕВО) у межах агропромислового комплексу (АПК) моделюванням інтеграційних процесів оперативного управління режимами системного функціонування наявних транспортно-енергетичних об'єктів АПК. За умов ергатичної самоорганізації на принципах мультиагентної взаємодії інтелектуальні ПЕВО цілеспрямовано формують конкретні техніко-технологічні рішення (ТТР) [1-7]. Прогноз враховує реальні фактори впливів довкілля під час реалізації технологічних операцій на запланованих маршрутах та відповідає часовим поточним подіям ситуативного збігу обставин у зонах підвищеного ризику подій (ЗПРП) [5] з можливими небажаними ризиками агровиробництва.

**Методика досліджень.** Методика об'єднання зусиль ПЕВО АПК для багатокритеріального забезпечення підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва (ВВР) передбачає трирівневі декомпозиції задач: стратегічні, тактичні, оперативні, кожна з яких має чіткий термін початку й завершення терміну реалізації. Обов'язкова фіксація змін станів за інтервал тривалості означених форм управління та використання запасів і ресурсів у необхідних та достатніх перехідних процесах ситуативної перебудови складних динамічних систем (СДС). Методика самоорганізації гарантованого адаптивного управління (ГАУ) синергетично інтегрує досягнення мети згідно із завданнями за критеріями безпеки дії сільськогосподарських машин (СГМ).

**Результати досліджень.** Доведено, що синергетична інтеграція об'єктів з різними транспортно-енергетичними призначеннями обумовлює нові показники керованого землеробства. Технологія моделювання складних динамічних систем прогнозуванням майбутніх режимів обґрунтовує показники якості, ефективності, безпеки системного функціонування на всіх ієрархічних рівнях ВВР.

Методика прогнозного випробування нової техніки і технологій для сільського господарства забезпечує застосування наявних засобів інформатизації агропромислових комплексів.

Традиційний поділ проблемних складних задач на глобальні рівні класифікації відношень (міждержавні, політичні, економічні, екологічні, експлуатаційні та їм подібні рівні ієрархії) значно розширюють простір прийняття конкретних конструктивних ТТР АПК. Значна кількість слабо структурованих взаємовідношень з різноманітними кількісними та якісними показниками суттєво ускладнює обґрунтування кращого вибору варіанта агровиробництва у конкретній біосфері [5]. Тому витрачається багато часу та необхідних ресурсів для досягнення мети багатокритеріального забезпечення техніко-технологічного рівня ВВР [2,5,6]. Інтегрована бажана згортка будь-яких часткових критеріїв повинна оцінювати реальний стан АПК без помилок, збитків, банкрутства.

**Висновки.** Обґрунтований конструктивний вибір керованої властивості змін заданого значення

визначається на етапі проектування сільськогосподарських машин (СГМ) та бортових багатофункціональних комплексів (ББК). Методика safety цільових функцій зняття невизначеності ступеня наближення до небезпечної зони наближень (НЗН) заздалегідь класифікована в кожній оперативній задачі управління рухом СГМ за конкретним збігом обставин під час ВПР у реальні ЗПРП, що фіксує геометрично вимірний просторово-часовий континуум (ПЧК), тобто взаємовідношень між безпечною зоною наближень БЗН та НЗН. Конкретний індекс адаптації ББК фіксує та відрізняє предикативні визначення дозволів для ситуативних умов на гарантовану реалізацію ТТР. В умовах загрози ББК виконує екстрені дії з безпечним віддаленням СГМ від загрозованих меж, наближених до факторів НЗН. Отже, ГАУ «відповідає» за те, що реальні траєкторії БЗН і НЗН не перетинаються та не контактують.

**Ключові слова:** кероване землеробство, новітні технології, ергатична самоорганізація, синергетичне управління.

**Вступ.** Історично в процесі виконання «Програми виробництва технологічних комплексів і обладнання для АПК на 1998-2005pp» і згідно з рішеннями Міжгалузевої комісії при КМУ виникали численні напрями розвитку методології PFS (Precise Farmer System) та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарства України [1-3]. Глобальне охоплення зусиль вітчизняних та закордонних фахівців агропромислових комплексів (АПК) обумовили поетапний розвиток керованого землеробства [4-6]. Особливість сучасного п'ятого етапу інтеграції гетерогенних процесів ризикованого землеробства [7] полягає у впровадженні сільськогосподарських машин (СГМ) [8] та засобів інтелектуальних інформаційних технологій (ІТ) на всіх ієрархічних рівнях полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО), які реалізують інноваційні завдання реформованого АПК [6-8].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** констатує, що фактичний стан АПК з наявними людськими ресурсами, значними виробничими втратами не відповідає вимогам [1-8] ефективного розв'язання проблеми землеробства. Поняття інтелектуальні транспортні системи (ITS – Intelligent Transportation Systems [9-11]) не визначає завершений стан. ITS лише фіксує увагу на інтелектуальних процесах землеробської діяльності. Акти дії здійснюються за принципами поєднання різних технологій моделювання з базовим принципом ергатичної (НМІ – human machine interconnection) взаємодії та взаємозалежності. Отже поняття ITS визна-

чає глобальну полієргатичну комплексну ієрархічну реальність [6]. Кожна ПЕВО, варіюється, еволюціонує та цілеспрямовано самоорганізовується у часі та просторі. Професійна спеціалізація кожної складової компоненти ВПР обумовлює відповідну реакцію ПЕВО з розподілом функцій на межі кожного інтерфейсу (Man-Machine Interfase) [9-12]. Бажане удосконалення ВПР, наприклад, засобами телематики PFS [3,8], обов'язково повинне (але це поки ще не гарантовано) забезпечувати новий кращий рівень якості та безпеки ризикованого землеробства.

**Мета і постановка задач.** Традиційний поділ проблемних складних задач на глобальні рівні класифікації відношень (міждержавні, політичні, економічні, екологічні, експлуатаційні та їм подібні рівні ієрархії) значно розширюють простір прийняття конкретних конструктивних техніко-технологічних рішень (ТТР). Значна кількість слабо структурованих взаємовідношень з різноманітними кількісними та якісними показниками суттєво ускладнює обґрунтування кращого вибору варіанту землеробства у конкретній біосфері [5]. Тому витрачається багато часу та необхідних ресурсів для досягнення мети багатокритеріального забезпечення техніко-технологічного рівня ВПР [2, 5, 6]. Інтегрована бажана згортка будь-яких часткових критеріїв повинна оцінювати реальний стан АПК без помилок, збитків, банкрутства.

Мета статті розробити методику об'єднання зусиль наявних ПЕВО у межах АПК завдяки технологіям моделюван-

ня інтеграційних процесів оперативного управління режимами системного функціонування наявних транспортно-енергетичних об'єктів АПК. За умов ергатичної самоорганізації на принципах мультиагентної взаємодії інтелектуальні ПЕВО цілеспрямовано формують конкретні ТТР [1-7]. Прогноз враховує реальні фактори впливів довкілля під час реалізації транспортно-енергетичної роботи на запланованих маршрутах та відповідає часовим поточним подіям ситуативного збігу обставин у зонах підвищеного ризику подій (ЗПРП) [5] з можливими небажаними ризиками землеробства.

**Виклад основного матеріалу.** Складність динамічних систем (СДС) [12] насамперед обумовлена багатьма різноманітними чинниками їхньої взаємодії (взаємозалежності, взаємозв'язку) із довкіллям [11]. Гетерогенність взаємодії реально має описи не менш ніж на семи ( $d=7$ ) рівнях ієрархічної будови СДС та довкілля. Спільна їх єдність обумовлена природною неоднорідністю просторово-часового континууму (ПЧК). Описи реальних природних явищ у ПЧК, незважаючи на розмірність відстаней  $l_j \in L$  та часових інтервалів  $\delta t \in T$  у фіксованому та задокументованому єдиному інформаційному просторі (ЄІП) вимагають застосування доцільних заходів та масштабів характеристики задачних подій у кожному помилковому прояві деградаційних процесів та гетерогенної взаємодії, яка для СДС та довкілля реально спільна [7].

Мета управління під час руху СГМ окрім реалізації транспортної роботи на запланованому маршруті у заданому ПЧК полягає у безпеці агровиробництва. Це однозначно вимагає процес руху без помилок та витрат у конкретних умовах та обставинах впливів факторів довкілля на інтервалі  $0 < \tau_i \leq 1$  у відносних одиницях. Саме така конструктивна форма управління рухом СГМ означає, що всі складові узгодженні, випробувані, скоординовані. Завдяки наявним ресурсам, методам, засобам та інструментам управління реалізує у певному ПЧК безаварійні (в цьо-

му сенсі оптимальні) режими руху у межах спільного процесу ВПР за відомими для АПК правилами дії у ЄІП в умовах часткової (нормалізованої та обмеженої  $q = 1 - P$ ) невизначеності дій інших учасників виробництва [8-11].

Людський фактор відображає можливість прояву ймовірнісних похибок  $P$  та помилок у прийнятті рішень на наступний (next) крок  $\tau$  акту дій. Технічні засоби та технологічні агрегати за умов нормування їхніх режимних параметрів [3-7] можуть з розрахунковою ймовірністю  $P = 1 - q$  відхилитись від експлуатаційної зони та опинитись у забороненій зоні. Інтерфейсні та телекомунікаційні засоби також можуть відмовити реалізовувати функції керування [3,8]. Лише неперервна контрольованість таких подій забезпечує надійність та достовірність ТТР в АПК. Тоді визначають завчасну класифікацію [11] передаварійного (risks) екстремального режиму. Робота засобів автоматичної (без очікування дії людини) підсистеми реагування дуже швидко використовує наявні резерви й захисні спецкомпоненти. Саме тоді засоби гарантованого адаптивного управління (ГАУ) відновлюють функціональну стабільність цілісної СДС за головним критерієм АПК – безпеки руху СГМ.

Завдяки багатоканальній гібридній розгалуженій організації швидкого реагування за допомогою спец автоматики стрибкоподібного відновлення (переключення, маневрування ресурсами) гарантується покращений (новий високий) рівень  $P + q = 1$  синергетичної безпеки з мінімальними витратами, які обумовлені лише заздалегідь класифікованими прогнозами існування випадкових збурень природної нестационарності довкілля. [7,11].

Обов'язковість захисних дуже швидко керованих перехідних режимів роботи спецавтоматики СГМ виконує роль зовнішнього доповнення СДС. Тоді роботизовані СГМ дуже активно, розумно, конструктивно та доцільно гарантують безпеку виробництва. Саме ці захисні й у той час необхідні рівні безпеки без поми-

лок та аварій заздалегідь були професійно запропоновані, верифіковані, налагоджені й протестовані [1,2,6,7] відповідними ПЕВО. Проектанти відповідають за стан надійності, живучості функціональної стійкості СДС разом із засобами спец автоматики СГМ. Визначальним для збереження стану життя (безпеки людини та біорізноманіття) є фаза блокування (відключення) людини оператора від контура оперативного управління діями СГМ. Тому одночасне прискорене включення інноваційної спец автоматики ефективно для ГАУ [7,9,10], СГМ [8] та загалом ВПР.

Роль спільності ЄІП визначається у можливості з єдиних позицій описувати явища конкретного ПЧК за доцільним документом ГАУ. Тоді можливий опис саме гетерогенності полів: геометрії багатовимірного простору з зазначенням умовно нерухомих (стаціонарних) точок; організації просторової будови з різноманітних учасників спільної (safety) взаємодії; еквівалентності різноманітного капіталу за принципами фінансових перерахунків та балансових відношень; матеріальної будови та стабільності інваріантних природних станів, (наприклад газів, речовини, твердого тіла); субстанційних сило-моментних взаємодій на різних відстанях (наприклад ядерних (in), контактних (on), віддалених (off)), але у формі обмежень існуванню; енергетичних відповідно до сутності потенціальних, кінематичних та динамічних режимів існування різних об'єктів СДС; ситуаційних причинно-наслідкових відношень у часовому вимірі. Природна єдність незалежних (паралельних, синхронних), або взаємозалежних (асинхронних, квазіперіодичних) означених вище полів та одночасно з ядерно-квантовою стрибкоподібністю обумовлює реакцію ГАУ зі зміною параметрів чи атрибутів. Прояв наслідкової безпеки це результат активного синергетичного фокусування на новій будові safety (часток й об'єктів) у ЄІП та ПЧК ВПР.

Досліджувана методика об'єднання зусиль ПЕВО АПК для багатокритеріального забезпечення підвищення ефективнос-

ті виробництва продукції рослинництва (ВПР) передбачає трирівневі декомпозиції задач: стратегічні, тактичні, оперативні, кожна з яких має чіткий термін початку й завершення терміну реалізації. Обов'язкова фіксація змін станів за інтервал тривалості означених форм управління та використання запасів і ресурсів у необхідних та достатніх перехідних процесах ситуативної перебудови складних динамічних систем (СДС). Методика самоорганізації гарантованого адаптивного управління (ГАУ) синергетично інтегрує досягнення мети згідно із завданнями за критеріями безпеки дії СГМ.

Стратегічні задачі управління спрямовані на тривалі (3-5-10) роки перебування з отримання для АПК нової мережі транспортних сполучень з покращеними показниками якості, надійності, ефективності та екологічності. Капітальні витрати ресурсів реалізують плановий розвиток ПЕВО АПК.

Тактичні задачі управління спрямовані на короткочасні (0,5-1-2) роки покращення ефективності ВПР та рівня безпеки руху СГМ за рахунок суттєвого зменшення зони ризику (ЗР). Новий покращений стан виникає через концентрацію зусиль та ресурсів на конкретних зонах (перетинах, розв'язках, вузьких містах тощо), які за певних умов обумовлювали небажану статистику зростання помилок саме тут й за типовими причинами землеробства. Тому ГАУ СГМ й роботи ліквідують повністю (чи суттєво зменшують) ЗР. Фактично, витрати швидко окупаються корисними ефектами підвищення прибутковості ВПР [5-7].

Оперативні задачі управління (стабілізації, слідкування, програмного маніпулювання ГАУ) найбільш швидкі й короткочасні за кожним інтервалом перехідних процесів виробництва, навіть протягом часового інтервалу кожної доби. Але саме такі ситуативні задачі за факту умов неможливості реалізації ГАУ будуть повсюди нагадувати кількістю реально скоєних помилок. Показники успішності, корисності, якості функціонування за-



пропонованих засобів оперативного ГАУ визначаємо як нормовану різницю:

$$\bar{e} = \bar{g} - \bar{y}, \quad (1)$$

де  $|\bar{e}| < \varepsilon$  вектор неузгоджень, невірноваженості та одночасно дозволу на незначні реальні часові відхилення між планом та фактом ВПР (у трубці життєвого варіативного потоку) взаємодії СДС та ЗОС;

$g = (g_1, g_2, \dots, g_k)$  вектор цільових safety вимог IAS є ITS до кожного з  $k$ - каналів інтервального управління транспортними засобами виробництва;

$y = (y_1, y_2, \dots, y_i \dots, y_k)$  вектор параметрів реалізації об'єктом управління результатних показників стану за кожним  $y_i$  вихідним станом завершення (тривалість доли секунди та секунда стабілізації) перехідного процесу [3,8,9].

Фундаментальна роль виразу (1) стосовно ймовірності  $p(S)$  настання події  $S$  є наслідок закону великих чисел Я. Бернуллі. Наслідок, який обумовлює  $0 < p(S) \leq 1$  та у випадках послідовності незалежних випробувань [6,7] для заданого  $\varepsilon > 0$  підпорядковує співвідношення

$$P\left(\left|\frac{m}{n} - p\right| < \varepsilon\right) > 1 - \frac{p \cdot q}{n \cdot \varepsilon^2}, \quad (2)$$

де  $m$  кількість настання подій  $S$  в  $n$  незалежних випробуваннях, які автоматично збільшуючись відповідають рівнянню

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\left(\left|\frac{m}{n} - p\right| < \varepsilon\right) = 1. \quad (3)$$

Тоді оцінка частоти подій  $S$  за виміром  $\frac{m}{n}$ ,  $\forall m > n$  характеризує одночасно інверсні події. Дійсно маємо ймовірність  $p(S) = p$  успіху та ймовірність протилежного (похибка-програш) або випадку  $q(\bar{S}) = q = 1 - p$  за умов  $p + q = 1$  для повної цілісності ЄІП.

Гарантування безпеки дій СГМ на ділянках агровиробництва конкретної ПЕВО означає, що робоча площа на ЗПРП поділена на дві складові. Одна частка має назву **безпечна зона наближень**

(БЗН) тобто така, де гарантовані події  $p(S)$  для запланованого виробництва. Друга частка, як доповнення до взаємодії СДС з факторами впливу довкілля, відображає характер незалежних природно реальних загроз, збурень, завад [5]. Вона має інверсну назву з ймовірнісними подіями  $p(S)$  заперечення (хаосу – тобто негарантування врожаїв), що логічно фіксує термін **небезпечна зона наближень** (НЗН) до загроз довкілля.

Обґрунтований конструктивний вибір керованої властивості змін  $e(t)$  заданого значення  $\varepsilon > 0$  визначається проектантми СГМ та бортових багатофункціональних комплексів (ББК). Методика safety цільових функцій зняття невизначеності ступеня наближення до НОН заздалегідь класифікована в кожній оперативній задачі управління рухом СГМ за конкретним збігом обставин під час ВПР. У реальні ЗПРП, що фіксує геометрично вимірний ПЧК, тобто взаємовідношень між БЗН та НЗН, можливо заздалегідь упорядкувати значення  $\varepsilon_i(S_i)$ . Конкретний індекс  $i \in I$  фіксує та відрізняє предикативні визначення дозволів для ситуативних умов  $I$  на гарантовану реалізацію адаптації ББК. В умовах загрози ББК виконує швидкі екстрені дії з швидким безпечним віддаленням СГМ від загрозливих меж наближень до факторів НОН. Таким чином ГАУ «відповідає» за те, що реальні траєкторії БОН й НОН не перетинаються та не контактують [4,7].

Побудова спец класифікатора ББК з цільовими багатокритеріальними функціями ГАУ спирається на результати технологій моделювання гетерогенних safety перехідних процесів та головну мету руху СГМ (наприклад за програмою PFS) [3]. Реалізація інтеграційних процесів оперативного управління поточними режимами функціонування транспортно-енергетичних об'єктів [9,10] повинна повністю враховувати зафіксовані техніко-технологічні властивості СГМ за вимогами ГАУ, що протестовані у документах технічного паспорту виробників [1,2,6] для реальних.

З врахуванням цих знань, що відобра-

жають ТТР конкретного виробництва і наведені вище відношення (1 та 2) можливо зробити доцільний індивідуальний класифікатор на індексовані параметри  $\varepsilon_i(S_i)$ . Інверсний принцип парного існування  $p$  та  $q$ ,  $S$  та  $(S)$  потрібен для спільної багатоконтурної інваріантності ГАУ. Методика, завдяки реальних швидких вимірювань ситуативно ключових параметрів багатовимірних відношень між БЗН та НЗН, дозволяє за малих значень  $n$  знати тенденції зміни прояву впливів факторів довкілля, а отже надійно впливати для гарантування рівня ефективності ВПР в АПК.

### Література

1. Кравчук В. І. Науково – випробувальні дослідження: адаптація до часу / В. І. Кравчук // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке, 2016.- Вип. 20 (34).- с. 4 - 8.
2. Кравчук В.І. Науково – випробувальні дослідження – орієнтири машинобудівника та аграрія /В. І. Кравчук// Техніка і технології АПК. – 2016. - №3. – с. 6 – 10.
3. Система точного землеробства: Л. В. Аніскевич, Д. Г. Войтюк, Ф. М. Захарин, С. О. Пономаренко: за ред. Л. В. Аніскевича//К.: -НУБіП України. 2018 .-566с.
4. Кравчук В. І. Теоретичні основи адаптації сільськогосподарських машин: монографія. – К.: НАУ, 2005. – 208 с.
5. Кравчук В. І. Біосфера та агротехнології, інженерні рішення / В. І. Кравчук, А. Кушнар'єв, В. Таргоня, М. Павлишин, В. Гусар; за редакцією В. І. Кравчука // Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого – Дослідницьке, 2015. – 239 с.
6. Кравчук В. І. Інтелектуалізація процесів визначення прогнозування технічного рівня сільськогосподарських машин / В. І, Кравчук, М. Павлишин, В. Гусар // Техніка і технології АПК. - №4. – 2015. – с. 8 - 11.
7. 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. пр. УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. Дослідницьке, 2015. – Вип. 19 (33). – с. 22 - 31.
8. Войтюк Д. Г. Машини для рослинництва: Практикум /Д. Г.Войтюк, О. П. Деркач, В. С. Лукач – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М. 2017. – 352с.
9. Кравчук В. І. Процедури системо – аналогового моделювання та ланцюгових технологічних перетворень для ґрунтообробно-посівного агрегата / В. І. Кравчук, Г. Л. Баранов, О. М. Прохоренко // Техніко – технологічні аспекти розвитку та опробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. Дослідницьке, 2016. – Вип. 20 (34). – с. 80 - 93.
10. Кравчук В. І. Системо – аналогове моделювання технологій екологічного землеробства за ланцюговими процесами / 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. пр. УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. Дослідницьке. – 2016. – Вип. 20 (34). – с. 269 – 279.
11. Керування ризиком. Словник термінів: ДСТУ ISO Guide 73: 2013 ( ISO Guide 73: 2009, IDT) - [чинний від 2014 – 07 – 01]. – К.: Мінекономрозвитку України, ( національний стандарт України).
12. Баранов Г. Л. Структурное моделирование сложных динамических систем / Г. Л. Баранов, А. В. Макаров // - К.: Наук. Думка. 1986. – 272 с.
13. Баранов Г. Л. Моделювання інтеграційних режимів функціонування транспортних та енергетичних об'єктів в умовах ризику / Г. Л. Баранов, О. М. Прохоренко // Інформаційна безпека.

Н.Ж. СУНУ ім. Даля. Луганськ. 2014. - № 1 (13). - с. 79 - 90.

### Literature

1. Kravchuk V. I. Scientific and experimental research: adaptation to time / V.I. Kravchuk // *Techno - technological aspects of development and testing of new technology and technology for agriculture in Ukraine: Coll. Sc. Art. L. Pogorilyy UkrNIDIPVT, Doslidnitske*, 2016. - Ed. 20 (34) .- p. 4 to 8.

2. Kravchuk V. I. Scientific and experimental researches - landmarks of the machine-builder and agrarian / V. I. Kravchuk // *Engineering and technology of agrarian and industrial complex*. - 2016 - №3. - p. 6 - 10.

3. Precision farming system: L. V. Aniskevich, D. G. Voytyuk, F.M., Zakharin, S. O. Ponomarenko: ed. L. V. Aniskevicha // *K.:: NUBiP of Ukraine*. 2018.-566s.

4. Kravchuk V. I. Theoretical foundations of adaptation of agricultural machines: monograph. - K. : NAU, 2005. - 208 p.

5. Kravchuk V. I. Biosphere and Agro-technology, Engineering Solutions / V. I. Kravchuk, A. Kushnarev, V. Targo, M. Pavlyshyn, V. Gusar; edited by V. I. Kravchuk // *Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine; L. Pogorilyy UkrNDIPVT, Doslidnitske*. 2015 - 239 p.

6. Kravchuk V. I. Intellectualization of the processes of determining the prediction of the technical level of agricultural machines / V.I. Kravchuk, M. Pavlyshyn, V. Gusar // *Technology and technology of agrarian and industrial complex*. - №4. - 2015. - p. 8 - 11.

7. Kravchuk V. I. Methodology and metrological bases of functional stability of agricultural production under conditions of risky farming / V. I. Kravchuk, G. L. Baranov, O. M. Prokhorenko // *Techno-technological aspects of development and testing of new technology and technologies for agriculture in Ukraine: Coll. Sc. Art. L. Pogorilyy UkrNDIPVT, Doslidnitske* 2015. - Issue 19 (33). - p. 22 - 31.

8. Voytyuk D. G. Machines for planting:

Workshop / D. G.Voytyuk, O. P. Derkach, V. S. Lukach - Nizhyn: Publisher Lysenko M.M., 2017 - 352 p.

9. Kravchuk V. I. Procedures of system analogue modeling and chain technological transformations for soil tillage plant / V. I. Kravchuk, G. L. Baranov, O. M. Prokhorenko // *Techno-technological aspects of development and testing of new technology and technologies for agriculture in Ukraine: Coll. Sc. Art. L. Pogorilyy UkrNIDIPVT, Doslidnitske*, 2016. - Vip. 20 (34). - p. 80 - 93.

10. Kravchuk V. I. Systems - analog modeling of ecological agriculture technologies in chain processes / V. I. Kravchuk, G. L. Baranov, O. M. Prokhorenko // *Techno-technological aspects of development and testing of new technology and technologies for agriculture in Ukraine: Coll. Sc. Art. L. Pogorilyy UkrNIDIPVT, Doslidnitske* - 2016. - Voip. 20 (34). - p. 269-279.

11. Risk management. Glossary of Terms: DSTU ISO Guide 73: 2013 (ISO Guide 73: 2009, IDT) - [valid from 2014 - 07 - 01]. - K. : Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine (national standard of Ukraine).

12. Baranov G. L. Structural modeling of complex dynamical systems / G. L. Baranov, A. V. Makarov // - K. : Science. Opinion. 1986 - 272 pp.

13. Baranov G. L. Simulation of integration modes of transport and energy objects functioning under risk conditions / G. L. Baranov, O. M. Prokhorenko // *Information security. N.Zh. Muddy them .. Dal. Lugansk* 2014. - No. 1 (13). - with. 79 - 90.

### Literatura

1. Kravchuk V. I. Naukovo - vyprobuval'ni doslidzhennja: adaptacija do chasu / V. I. Kravchuk // *Tehniko - tehnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannja novoi' tehniky i tehnologii' dlja sil's'kogo gospodarstva Ukrai'ny: Zb. nauk. pr. UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo. Doslidnyc'ke*, 2016.- Vyp. 20 (34).- s. 4 - 8.

2. Kravchuk V. I. Naukovo - vyprobuval'ni doslidzhennja - orijentyry mashy-

nobudivnyka ta agrarija /V. I. Kravchuk//  
Tehnika i tehnologii' APK. – 2016. - №3.  
– s. 6 – 10.

3. Systema tochnogo zemlerobstva: L. V. Aniskevych, D. G. Vojtjuk, F. M. Zaharyn, S. O. Ponomarenko: za red. L. V. Aniskevycha//K.: -NUBiP Ukrainy. 2018. -566s.

4. Kravchuk V. I. Teoretychni osnovy adaptacii' sil's'kogospodars'kyh mashyn: monografija. – K.: NAU, 2005. – 208 s.

5. Kravchuk V. I. Biosfera ta agrotehnologii', inzhenerni rishennja / V. I. Kravchuk, A. Kushnar'ov, V. Targonja, M. Pavlyshyn, V. Gusar; za redakcijeju V.I. Kravchuka // Ministerstvo agrarnoi' polityky ta prodovol'stva Ukrainy; UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo – Doslidnyč'ke, 2015. – 239 s.

6. Kravchuk V. I. Intelktualizacija procesiv vyznachennja prognuzuvannja tehničnogo rivnja sil's'kogospodars'kyh mashyn / V. I. Kravchuk, M. Pavlyshyn, V. Gusar // Tehnika i tehnologii' APK. - №4. – 2015. – s. 8 - 11.

7. Kravchuk V.I. Metodologija ta metrologični osnovy funkcional'noi' stijkosti agrovyrobnictva v umovah ryzykovanogo zemlerobstva / V. I. Kravchuk, G. L. Baranov, O. M. Prohorenko // Tehniko – tehnologični aspekty rozvytku ta vyprobuvannja novoi' tehniky i tehnologij dlja sil's'kogo gospodarstva Ukrainy: zb. nauk. pr. UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo. Doslidnyč'ke, 2015. – Vyp. 19 (33). – s. 22 - 31.

8. Vojtjuk D. G. Mashyny dlja roslynictva: Praktykum /D. G.Vojtjuk, O. P. Derkach, V. S. Lukach – Nizhyn: Vydavec' PP Lysenko M. M. 2017. – 352s.

9. Kravchuk V. I. Procedury systemo – analogovogo modeljuvannja ta lancjugovyh tehnologičnyh peretvoren' dlja gruntoobrobno-posivnogo agregata / V. I. Kravchuk, G. L. Baranov, O. M. Prohorenko // Tehniko – tehnologični aspekty rozvytku ta oprobuvannja novoi' tehniky i tehnologij dlja sil's'kogo gospodarstva Ukrainy: zb. nauk. pr. UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo. Doslidnyč'ke, 2016. – Vyp. 20 (34). – s. 80 - 93.

10. Kravchuk V. I. Systemo – analogove modeljuvannja tehnologij ekologičnogo zemlerobstva za lancjugovymy procesamy / V. I. Kravchuk, G. L. Baranov, O. M. Prohorenko // Tehniko – tehnologični aspekty rozvytku ta vyprobuvannja novoi' tehniky i tehnologij dlja sil's'kogo gospodarstva Ukrainy: zb. nauk. pr. UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo. Doslidnyč'ke. – 2016. – Vyp. 20 (34). – s. 269 – 279.

11. Keruvannja ryzykom. Slovnyk terminiv: DSTU ISO Guide 73: 2013 ( ISO Guide 73: 2009, IDT) - [chynnyj vid 2014 – 07 – 01]. – K.: Minekonomrozvytku Ukrainy, ( nacional'nyj standart Ukrainy).

12. Baranov G. L. Strukturnoe modeljovanie slozhnyh dynamyčeskyh system / G.L. Baranov, A. V. Makarov // - K.: Nauk. Dumka. 1986. – 272 s.

13. Baranov G. L. Modeljuvannja integracijnyh rezhymiv funkcionuvannja transportnyh ta energetyčnyh ob'ektiv v umovah ryzyku / G. L. Baranov, O. M. Prohorenko // Informacijna bezpeka. N.Zh. SUNU im.. Dalja. Lugans'k. 2014. - № 1 (13). – s. 79 – 90.

UDC 631.3: 061.4

## METHOD OF SYNERGETIC INTEGRATION OF THE MODES OF THE FUNCTIONING OF THE VEHICLE-POWER OBJECTS

**V. Kravchuk**, Dr. Tech. Sciences, Prof., Member-corr. of the NAAS of Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-7991-035>

SSO « L. Pogorilyy UkrNDIPVT»,

**G. Baranov**, Dr. Tech. Sciences, prof.,

<https://orcid.org/0000-0003-2494-8771>

**O. Prokhorenko**, <https://orcid.org/0000-0002-7451-3242>

National Transport University of Ukraine



### Summary

*The purpose of the article: to develop a method of combining the efforts of existing polyergatic production organizations (PEPO) within the agroindustrial complex (AIC) through the simulation technology of the integration processes of operational management of the modes of system functioning of the existing transport and energy objects of the agro-industrial complex. Under the conditions of an ergatic self-organization on the principles of multi-agent interaction, the intellectual PEPO purposefully formulate specific technical and technological decisions (TTDs) [1-7]. The forecast takes into account the real environmental factors during the implementation of transport work on the planned routes and corresponds to the time-based current events of situational coincidence in the areas of high-risk events (AHRE) [5] with possible unintended risks of farming.*

**Research methodology.** *The methodology of combining the efforts of the PEPO AIK for multicriterial support for increasing the efficiency of crop products production (CPP) involves three-level decomposition of tasks: strategic, tactical, operational, each of which has a clear start and end term. Obligatory fixing of state changes at intervals of the specified forms of management and use of stocks and resources in the necessary and sufficient transitional processes of situational restructuring of complex dynamic systems (CDS). The method of self-organization of guaranteed adaptive control (GAC) synergistically integrates the achievement of the goal in accordance with the objectives of the safety criteria of the agricultural machines (AM).*

**Research results.** *It is proved that the synergetic integration of objects with different transport and energy purposes leads to new indicators of controlled agriculture. The technology of modeling complex dynamic systems for predicting future regimes substantiates the indicators of quality, efficiency, safety of system functioning at all hierarchical levels of crop production (CPP).*

*The method of predictive testing in relation to the application of new technology and technology for agriculture provides the use of available means of informatization of agro-industrial complexes.*

*The traditional division of problem complex tasks into global levels of classification of relations (interstate, political, economic, ecological, operational and similar levels of hierarchy) considerably extends the space for the adoption of specific constructive engineering and technological solutions (TTDs) of the agribusiness. A significant number of poorly structured relationships with a variety of quantitative and qualitative indicators significantly impedes the justification of a better choice of agriculture in a particular biosphere [5]. Therefore, it takes a lot of time and necessary resources to achieve the goal of multi-criteria support for the technological and technological level of CPP [2,5,6]. Integrated desired convolution of any partial criteria should evaluate the actual state of the agro-industrial complex without loss, bankruptcy, accidents, errors.*

**Conclusions.** *The substantiated constructive choice of the controlled property of changes of a given value is determined by the designers of agricultural machines and onboard multifunctional complexes. The method of safety of the objective functions of removing the uncertainty of the degree of approach to the dangerous zone of approximation is pre-classified in each operational task of controlling the motion of the AM in a particular coincidence of circumstances during the CPP. In real AHRE, which captures a geometrically dimensional spatial-temporal continuum (STC), that is, the relationship between a safe of and dangerous zone of approximation. The specific index fixes and distinguishes the predictive determination of permissions for situational conditions on the guaranteed implementation of the BMC adaptation. Under conditions of threat, the BMC performs rapid emergency operations with a fast, safe removal of AM from threatening limits close to the DZA factors. Consequently, GAC «is responsible» for the fact that the real trajectories of the SZA and DZA do not intersect and do not interact.*

**Key words:** *managed agriculture, advanced technologies, ergatizing self-organization, synergetic management.*

УДК 631.3: 061.4

## МЕТОДИКА СИНЕРГЕТИЧНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ РЕЖИМОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ УПРАВЛЯЕМЫХ ТРАНСПОРТНО- ЕНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

**В. Кравчук**, д-р техн. наук, проф., член-корр. НААН України,

<https://orcid.org/0000-0002-7991-0351>

ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

**Г. Баранов**, д-р техн. наук, проф., <https://orcid.org/0000-0003-2494-8771>

**А. Прохоренко**, <https://orcid.org/0000-0002-7451-3242>

Национальный транспортный университет

### **Аннотация**

**Цель статьи:** разработать методику объединения усилий имеющихся полиэргатических производственных организаций (ПЭПО) в рамках агропромышленного комплекса (АПК) благодаря технологиям моделирования интеграционных процессов оперативного управления режимами системного функционирования имеющихся транспортно-энергетических объектов АПК. В условиях эргатической самоорганизации на принципах мультиагентного взаимодействия интеллектуальных ПЭПО целенаправленно формируют конкретные технико-технологические решения (ТТР) [1-7]. Прогноз учитывает реальные факторы воздействий окружающей среды при реализации транспортной работы на запланированных маршрутах и соответствует временным текущим событиям ситуативного стечения обстоятельств в зонах повышенного риска событий (ЗПРС) [5] с возможными нежелательными рисками земледелия.

**Методика исследований.** Методика объединения усилий ПЭПО АПК для многокритериального обеспечения повышения эффективности производства продукции растениеводства (ППР) предусматривает трехуровневые декомпозиции задач: стратегические, тактические, оперативные, каждая из которых имеет четкий срок начала и окончания срока реализации. Обязательная фиксация изменений состояний за интервал продолжительности указанных форм управления и использования запасов и ресурсов в необходимых и достаточных переходных процессах ситуативной перестройки сложных динамических систем (СДС). Методика самоорганизации гарантированного адаптивного управления (ГАУ) синергетически интегрирует достижения цели по задачами по критериям безопасности действия сельскохозяйственных машин (СГМ).

**Результаты исследований.** Доказано, что синергетическая интеграция объектов с различными транспортно-энергетическими назначениями обуславливает новые показатели управляемого земледелия. Технология моделирования сложных динамических систем прогнозированием будущих режимов обосновывает показатели качества, эффективности, безопасности системного функционирования на всех иерархических уровнях (ППР).

Методика прогнозного испытания по применению новой техники и технологий для сельского хозяйства обеспечивает применение имеющихся средств информатизации агропромышленных комплексов.

Традиционное разделение проблемных сложных задач на глобальные уровни классификации отношений (межгосударственные, политические, экономические, экологические, эксплуатационные и им подобные уровне иерархии) значительно расширяют пространство принятия конкретных конструктивных ТТР АПК. Значительное количество слабо структурированных взаимоотношений с различными количественными и качественными показателями существенно усложняет обоснование лучшего выбора варианта земледелия в конкретной биосфере [5]. Поэтому тратится много времени и необходимых ресурсов для достижения цели многокритериального обеспечения технико-технологического уровня ППР [2,5,6]. Интегрированная желательна свертка любых

частных критериев должна оценивать реальное состояние АПК без убытков, банкротства, аварий, ошибок.

**Выводы.** Обоснован конструктивный выбор управляемой свойства изменений заданного значения определяется проектантами сельскохозяйственных машин (СГМ) и бортовых многофункциональных комплексов (БМК). Методика safety целевых функций снятия неопределенности степени приближения к опасной зоне приближений (ОЗП) заранее классифицирована в каждой оперативной задаче управления движением СГМ по конкретному стечению обстоятельств во время ВПР. В реальные ЗПРП, фиксирующие геометрически измеримый пространственно-временной континуум (ПВК), т.е. взаимоотношений между безопасной зоной приближений БЗП и ОЗП. Конкретный индекс фиксирует и отличает предикативные определения разрешений для ситуативных условий на гарантированную реализацию адаптации БМК. В условиях угрозы БМК выполняет быстрые экстренные действия по быстрым безопасным удалением СГМ от угрожающих пределов, приближенных к факторам ОЗП. Итак, ГАУ «отвечает» за то, что реальные траектории БЗП и ОЗП не пересекаются и не контактируют.

**Ключевые слова:** управляемое земледелие, новейшие технологии, эргатическая самоорганизация, синергетическое управление.