

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АПК: ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ

УДК 631.153.3:001.891.54

[http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2020-1-26\(40\)-20](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2020-1-26(40)-20)

МУЛЬТИАГЕНТНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ВЗАЄМОДІЇ ПРОЦЕСІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ТЕХНІКИ Й АГРОТЕХНОЛОГІЙ

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

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

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»,

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

Національний транспортний університет,

Черницька І., chernytska.ilona@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4547-1044>

НУ«ПП імені Юрія Кондратюка»

Анотація

Мета роботи полягає у підвищенні продуктивності мультиагентної інтелектуальної взаємодії (МІВ) експертів полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО) та агропромислового комплексу (АПК) на базі алгебраїчних властивостей ситуаційно адаптуватися за глобальними критеріями функціональної стійкості режимів функціонування учасників виробництва продукції рослинництва (ВПР).

Методика досліджень. Глобальна функціональна стійкість складної динамічної системи (СДС), яка реалізує ієрархічне багатокритеріальне підвищення економічної ефективності отриманих врожаїв сільськогосподарських культур на кожному життєвому циклі (ЖЦ) їх виробництва, передбачає трирівневу декомпозицію задач АПК на стратегічні, тактичні, оперативні. Адаптивна координація між ними передбачає однозначну просторово-часову відповідність та узгодження операцій з фіксацією подій, станів та часових інтервалів тривалості доцільно корисних процесів. Об'єктна реалізація заданих функцій передбачає іншу декомпозицію структурної організації виконавців на відповідних рівнях: МЕ – метасистемні підсистеми; МА – макрокомплекси й агрегати; МІ – мікро- чи нанoelementи та пристрої виконавчої техніки і технології керування на розподіленому локальному рівні. У межах процесів гарантовано-адаптивного управління (ГАУ) методика передбачає причинно-наслідкові послідовні та паралельні гібридні стадії.

Методи досліджень: теорія аналізу і синтезу обчислювальних систем та інформаційних технологій (ІТ) для розроблення архітектури СДС і структури процесорів МІВ; теорії математичної логіки, автоматів і кодування для подання знань ВПР організації відповідно на рівнях прагматики, семантики, онтології, граматики та синтезу мов програмування взаємовідношень між учасниками МІВ; теорії баз знань і даних для підвищення продуктивності запитів на вибірку робочих оперативних моделей та відповідних типових програмних модулів з бібліотек операційної системи ГАУ.

Результати досліджень: проведено аналіз сучасного стану інформатизації АПК; визначено проблемні питання сталого розвитку екосистеми, біорізноманіття, продуктивності ВПР; формалізовано мету, задачі та функції ієрархічної організації ПЕВО; доведено доцільність синергетичного розвитку МІВ та адаптивність корпоративної багатокритеріальної координації ІАС; визначено методику гарантування необхідного прискорення розв'язання задач алгебраїчними властивостями кодованого єдиного інформаційного простору (ЄІП) з 46-базовими поняттями; надано схеми та принципи спрощення із застосуванням властивостей симплексів від нульового до третього рівня декомпозиції СДС; надані зрозумілі приклади уніфікованої класифікації функціональних структур і доказ отримання інноваційних принципів техніко-технологічних рішень (ТТР).

Ключові слова: прогноз, випробовування, алгебра взаємодії, інтелектуальний синтез, уніфіковані класифікатори, оцінки продуктивності мукотиагентної інтелектуальної взаємодії (МІВ).

Вступ. Функціональна стійкість виробництва продовольства АПК України [1-3] починається з використання даних поточних вимірювань [4]. Відповідно до третього етапу Агро 3.0 [5-8] збір та накопичування поточних даних реалізується від: датчиків-сенсорів, які реєструють стан ґрунту, повітря, рослин, сільськогосподарських машин (СГМ) на конкретних ділянках полів ВПР; станцій стеження за параметрами змін погоди та сонячної активності; космічних супутників дистанційного зондування станів географічно рознесених поверхонь сільськогосподарських угідь, вегетаційних індексів росту рослин, тощо.

Велика кількість інформаційних потоків, які циркулюють у каналах телекомунікацій та Internet, необхідна експертам АПК для реалізації задач рекомендованих Всесвітньою продовольчою організацією ФАО ООН [6-8]. Традиційні засоби ІТ призначені автоматизувати роботу експерта як інтелектуального агента системи (IAS – особа, яка приймає рішення), базуючись на власному досвіді та спрощених математичних методах у наявній операційній бібліотеці типових програмних модулів (ТПМ). Подібний розповсюджений трудомісткий підхід обумовлює реальну суб'єктивність конкретних оцінок та зменшує швидкість та оперативність колегіальних ТТР, які можливі завдяки МІВ ієрархічно розподілених IAS [1-3].

Подолати означені недоліки, які не сприяють сталому розвитку, можна шляхом синергетичної інтеграції МІВ на всіх рівнях функціонування інноваційного АПК України [8,9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій дає змогу зробити висновок, що зростають вимоги практики ПЕВО до задач: обробки даних, моніторингу та спостереження [4], аналізу сигналів, повідомлень і зображень (виключно кольорові та голографічні); розпізнавання образів, зображень, подій, тенденцій; ідентифікації та класифікації різноманітних режимів роботи ієрархічних, гібридних та гетерогенних структурних угруповань [10];

оперативного прийняття ТТР за багатьма критеріями ефективності професійної діяльності; оперативного навчання та ієрархічного гарантовано-адаптивного управління [2,11,24,25] елементами, блоками, модулями, агрегатами, машинами, комплексами та підсистемами реальних СДС у межах АПК[2-3]. Вищезначені задачі інформатизації сучасного сільськогосподарського виробництва[1-10] розв'язуються за принципами послідовної фон Неймановської архітектури та інноваційних нейромережових технологій розпаралелення процесів обробки інформаційних вхідних векторних масивів даних [11-16]. Але відомі методи та засоби нейроподібної обробки векторних даних [17,21] мають обмеження за критеріями максимальної швидкості функціонування з використанням кожного порогового нейрона [21] на отримання проміжних вихідних сигналів у шаруватих фрагментах потрібних мереж, включно й Internet з базовими станціями розподілених вузлів. Організація спеціалізованих квантових та оптоелектронних засобів з волоконно-оптичними каналами й лініями (ВОЛ) теоретично дає змогу проводити обробку великих (порядку 10^{10} - 10^{12} біт) масивів інформації [17]. Але застосування волоконних лазерів та методів хвильового кодування в оптоелектронній інтегральній пам'яті на основі суміщених структур арсенід Галію і Кремнію (GaAs/Si), поки ще обмежено значною вартістю сучасних нанотехнологій [17]. Тому доцільно для АПК оптимізувати наявні розподілені бази даних, наукові бібліотеки, центри навчання та підвищення кваліфікації з використанням Internet речей (IoT) [4,5,10] та мультиагентних ревалентних пошуків знань.

Мета і постановка задач. Метою роботи є вдосконалення методологічних основ збільшення швидкості та розширення функціональних можливостей наявних засобів інтелектуалізації інформаційних технологій ВПР у межах АПК для синергетичної інтеграції мультиагентної взаємодії на всіх рівнях управління (рис.1), які оптимізують та забезпечують сталий

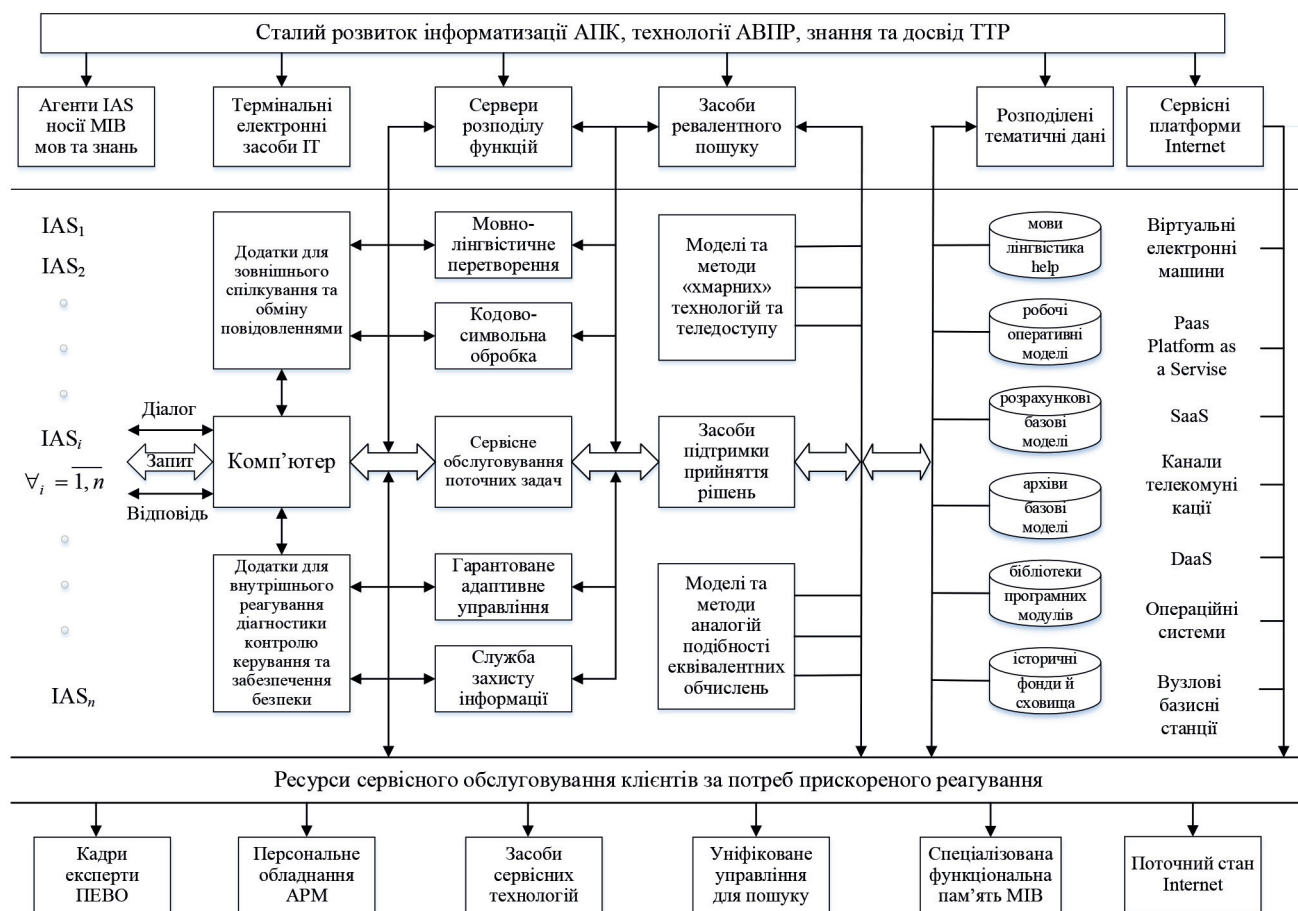


Рисунок 1 – Базова архітектура інтелектуалізації АПК на принципах МІВ

розвиток відповідно до рекомендацій Всесвітньої продовольчої організації ФАО ООН [6,7].

Об'єкт дослідження – процеси функціонування ПЕВО у межах АПК з наявними ресурсами інформаційних технологій, засобів телекомунікації та Internet для обробки даних інформаційно-аналітичного базису й розв'язування задач управління, включаючи СГМ.

Предмет дослідження – моделі, методи та засоби мультиагентної інтелектуальної взаємодії (МІВ) на всіх рівнях ГАУ [2] для економічно доцільного отримання прибуткових врожаїв та продовольчих рівнів безпеки у конкурентних ринкових умовах одночасно з впливами факторів нестаціонарного природного середовища (НПС) [9].

Для досягнення поставленої мети сталого розвитку АПК та отримання прибуткових врожаїв, які відповідають багатьма критеріям функціональної стійкості аграрним ПЕВО необхідно вирішувати

такі задачі.

1. Формалізувати зміст понять стосовно основ сталого розвитку СДС за умов синергетичних властивостей ЖЦ та ефективності ієрархії МІВ.

2. Визначити умови цільового синтезу ТТР для ГАУ, які забезпечують запобігання, ризиків у боротьбі з факторами опору та протидії НПС.

3. Надати опис алгебраїчної системи з властивостями самоорганізації кластерів у відкритих множинах.

4. Довести ефективність структурної адаптивної реорганізації ергатичними мовно-лінгвістичними змінами вирішальних параметрів ТТР, які формуються завдяки ефективності МІВ на всіх ієрархічних рівнях ВПР.

Аксиома. Отже, замість ускладненого напрацювання ТТР наявними традиційними засобами [22, 23] інформатизації АПК, зі слабо структурованими взаємовідношеннями між співвиконавцями,

запропоновано чітко фіксувати та повно описувати реальний рівень розподілу функцій [1-3] межі НМІ (human-machine-interconnection) людино-машинної взаємодії [11]) для кожного ІАС у межах участі МІВ. Електронна пам'ять комп'ютерів у сучасних умовах розвитку глобального Internet на кожному автоматизованому робочому місці забезпечує накопичування реально досвіду з якісними та кількісними показниками, які поетапно, покроково впливали на ТТР [9, 10] відповідно до запитів і замовлень від інших учасників МІВ. Усі формалізовані та контрольовані переліки різноманітних критеріїв оцінені за фіксованими ТПМ і тому відображають програмні дії відповідного етапу управління [2] без помилок, збитків, банкрутства та відхилень [26] від затверджених та узгоджених рішень. Це твердження лише фіксує факт корпоративної роботи [12-16] цілісної організації ПЕВО АПК і тому не виключає на інших етапах прийняття рішень враховувати наявні попередні накопичування ТТР_{i-k} із застосуванням прогнозів ТТР_{i+l} для формального поточного ТТР_i(t) у фіксованому часі ГАУ з обґрунтованими спробами покращити тенденцію [3,9,10] сталого цільового розвитку ВПР [6, 8]. Кожний фактичний прогноз враховує реальні фактори змінних впливів НПС на СГМ СДС підчас реалізації законів ГАУ з відповідними часовими поточними діями у локальних зонах підвищеного ризику подій (ЗПРП), включаючи небажані відхилення від планів землеробства [8].

Виклад основного матеріалу. Складність взаємодії Всесвіту та місце визначеного географічно НПС з штучно організованою СДС значно зростає з розширенням простору конкретних рішень ТТР_i(t) за критеріями сталого розвитку ЖЦ АПК [1-5,8]. Такі проблеми потребують враховувати міждержавні, політичні, економічні, екологічні природні відношення з відповідним визначенням задачних сфер управління на кожному з рівнів, взаємопов'язаних у єдиному вузлі фактичного стану взаємодії [10]. Досвід

практики життя доводить, що коли неможливо подолати лиха, криз, катастроф від НПС, тоді краще завчасно діяти [26]: адаптуватися; відхилятися від контактів з ЗПРП; завчасно відновлювати пошкоджене й дефектне; не порушувати баланс власних можливостей ресурсів і запасів стійкості ГАУ. Форс мажорні надзвичайні ситуації з порушенням безпеки життя [26] пов'язані не тільки із втратою врожаїв, але й зростанням обмежень капіталу на виробничі фонди подальшої діяльності. Корпоративна профілактика запобігання небажаного лиха для упередженого передбачення на 3-5 років краще реалізується об'єднанням ІАС у ПЕВО на принципах МІВ. Це стосується неперервної інформації, потік якої надходить від служб моніторингу [4] та спостереження за: космічним простором Землі та Сонця; водними течіями океанів та морів; змінами клімату та географічними регіонами; атмосферними явищами у вигляді катастрофічних збурень, які рухаються; біорізноманіттям флори, фауни, родючості ґрунтів; галузями людської діяльності з глобальними наслідками забруднення, пошкодження, руйнування й опосередкованого знищення екосистеми на планеті [5-9]. Описане вище дає змогу скласти перелік термінів та позначень стосовно понять, зрозумілих ІАС-учасників МІВ (рис. 1), які повинні забезпечувати сталий розвиток АПК за рекомендаціями ООН [6-8]. Але лідери більшості країн світу, які сприяли прийняттю єдиних цілей та напрямків дії, також підтримують національні мови спілкування й накопичування знань у власних інформаційних сховищах (наукових бібліотеках, архівах, електронних каталогах, базах знань і даних). У запропонованій методології увага сконцентрована на формування ЄІП [10], де наявні електронні ресурси ІАС є МІВ використовують наявні засоби глобальної мережі Internet (рис. 1), які стандартизовані ISO та ДСТУ [26].

Синергетична інтелектуалізація МІВ означає нову інноваційну якість роботи кожного ІАС, як осіб, які на запити й замовлення виробляють рішення і реко-

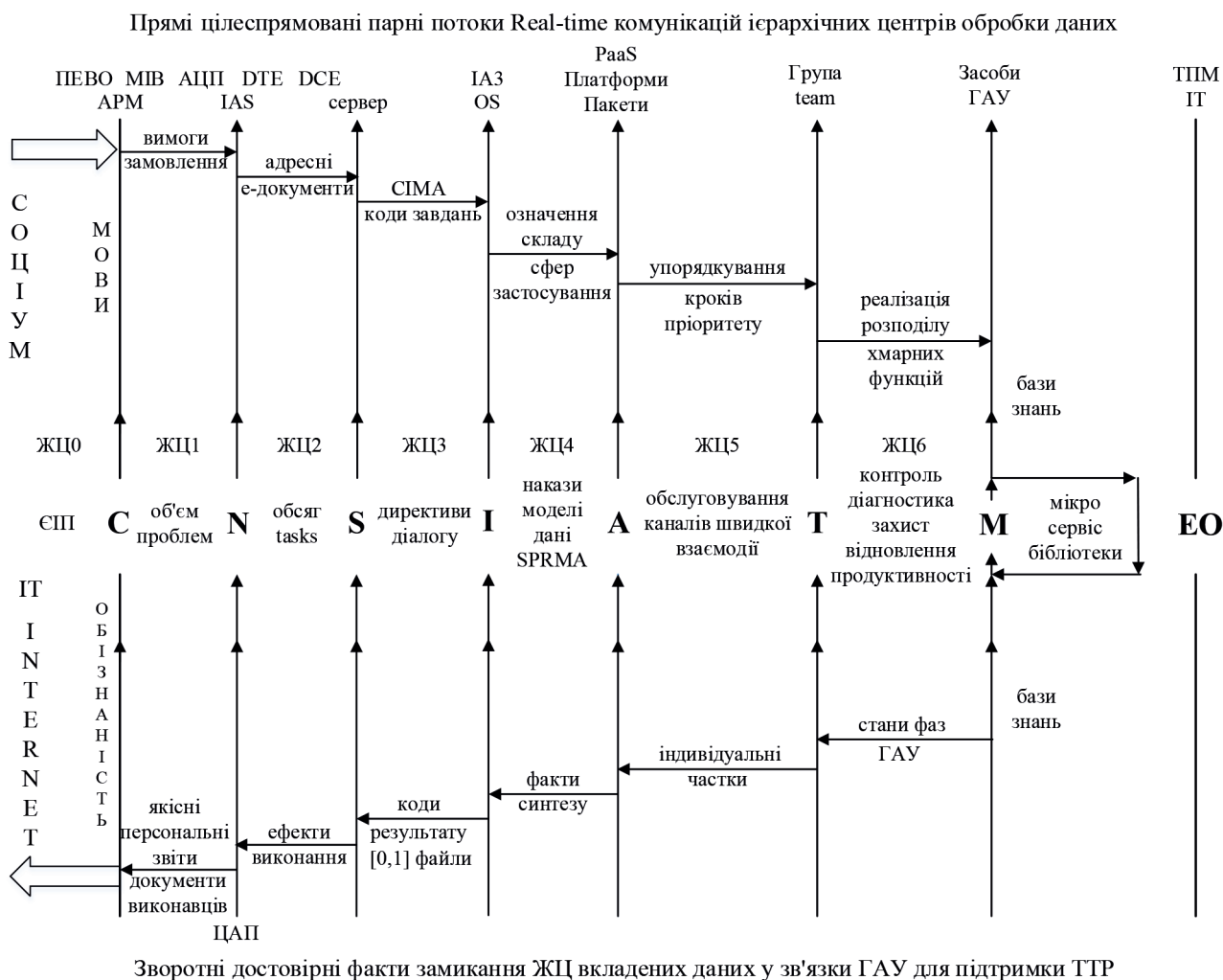


Рисунок 2 – Діаграма множинних потоків МІВ учасників ПЕВО на принципах CNSI ATM та синергетики життєвих циклів

мендації [9] на рівні компонентного за темою діалогу обізнаного експерта АПК. Накопичені раніше знання та практичний досвід ситуаційно подібних задач дає змогу певному IAS значно швидше (ніж традиційні засоби ІТ та автоматизованого пошуку із застосуванням наявних інформаційно-пошукових комплексів і платформ Interactive API, Elsevir Developer, Web of Science), а також більш об'єктивно у спільноті МІВ (рис.2) забезпечувати повноту, точність, доказовість випробовуваних ТТР [10].

Така продуктивність запропонованої інтелектуалізації обумовлена природними властивостями: асиметрія у внутрішніх ЖЦ, які реагують на сигнали впливу НПС. У цьому випадку, включаючи активну участь IAS ∈ МІВ, отримуємо можливість збільшувати час корисної дії

(ТК) порівняно з часом очікування (ТО), запізнення та впливу інших факторів зайвого відволікання від розв'язку поточної задачі. Обидві складові формують $T = TK + TO$ повний час тривалості відпрацювання необхідного $TTR_i(t)$. У природі на планеті Земля кожний біоорганізм наявного біорізноманіття використовує реально асиметрію $TK \gg TO$, де $TK \equiv TC$ – тривалість часу світла у межах доби, $TO \equiv TH$ – тривалість часу за цю добу відповідного календарного року сонячно-земних відношень. Отже, з урахуванням варіативності $TC \pm \Delta C + TH \pm \Delta H$ маємо оцінку потенціальної прибутковості вкладеності СДС ⊂ НПС у вигляді $T = 24 = TC + TH$ доби, де відхилення локального характеру взаємо компенсуються за законом парного балансу ($p + q = 1$) протилежних часткових складових [3,10]. За

аналогією синергетичний ефект у межах МІВ інтелектуальна творча праця експерта підтримується та прискорюється через real-time якісного задоволення його інформаційних потреб користувача [18] усупереч зайвим ергономічним вимогам традиційних інтерфейсів, які стримують швидкість зворотних діалогових зв'язків, вимагаючи додаткового «більш правильно-коректного» реагування згідно із застарілими задумками проєктантів ІТ [22-24].

Інтелектуалізація ІТ у межах МІВ буде мати синергетичну властивість завдяки (рис.1, 2) комплексу додаткових [3] кодово-адаптивних засобів:

- подання змісту об'єктивне, розширене для прагматики е-документів;
- швидкодії та адекватності зворотно-діалогової взаємодії за темою;
- цілеспрямованого змісту знань, правил, технологічних регламентів;
- неперервне навчання на досвіді й адаптації конкретних процесів ІТ;
- адаптивне розширення чи зміна функціональних можливостей та лінгвістики інтерфейсів за вимог користувачів МІВ;
- тематичне впорядкування масивів даних відповідно до швидкості обслуговування замовлених інформаційних продуктів і послуг з представленням даних у необхідних форматах та структурах;
- семантичного, онтологічного, інфологічного опрацювання текстів і зображень із застосуванням інноваційних тезаурусів, рубрикаторів, каталогів та класифікаторів, які удосконалюють технологію реферування електронних документів, їх параметризацією та систематизацією діалогового узгодження й підтримки корпоративних ТТР за правилами МІВ [12-21].

Інтелектуалізація безпеки МІВ АПК означає повну комплексність системної організації всіх питань [5], які гарантують у відповідних роках сталий цільовий програмний розвиток суспільства за потреб:

- раціональної продовольчої бази та харчового споживання;
- збереження біорізноманіття екологічних кластерів, покращення стану родю-

чість ґрунтів та рослин в умовах стрибкоподібних процесів розмноження бактерій, вірусів, хвороб, шкідників та екстремальних природних явищ;

- наукового розвитку сфери знань ЄІП, навчання новим формам діяльності [18], накопичування потенціалу функціональної стійкості ГАУ [2-3];

- інтегрованої адаптації техніко-технологічних smart роботів, комплексів та виконавчих підсистем ПЕВО [18-21];

- багаторівневого захисту мережних розподілених компонентів (рис. 2) МІВ АПК від ризиків [26] та процесів деградації, старіння, дефектоутворення, відмов та втручання хакерів й заборонених впливів тощо.

Описи регламентних умов цільового синтезу поточних ТТРі(t). для кожної smart компоненти підсистеми ГАУ передбачають їх зберігання, накопичування, організаційні зміни після фаз навчання й прийняття рішень на черговий крок адаптації. Усі означені процедури виконуються у межах МІВ ПЕВО АПК. Вони орієнтовані автоматично й змістовно (кількісно чисельно та якісно символічно-кодово) розкривати [3] сутність накопичених даних разом з фактичними недоліками [1,9,22] (нерегламентованим відхиленнями точкового, локального випадку). Головна задача адаптації ГАУ [2,3,11] на всіх ієрархічних рівнях (рис. 2) МІВ забезпечувати ефективні точні, повні, доказові та швидкі зворотні зв'язки ГАУ за критеріями функціональної стійкості, надійності, живучості не лише аварійного [26] елемента, блока, компонента, а також агрегата й підсистеми ВПР [5]. Розвинута тематично-ієрархічна організація пам'яті МІВ [10] забезпечує одночасно знання для стратегічних, тактичних й оперативних рішень відповідних учасників не лише синтезу закону ГАУ, а також прямої швидкої (рис. 2) виконавчої дії з фактичним завершенням фаз перехідних процесів, обумовлених тенденціями (завданнями, наказами, командами) на заміну чи корегування фрагмента попереднього плану. Для цього вздовж повної ієрархічної підпорядкованості рангів існують такі (рис. 1, 2) ком-

поненти пам'яті ЄІП: лінгво-семантичні мовні тезауруси, рубрикатори, електронні каталоги для логічної обізнаності людини-особи, яка приймає рішення ІАС МІВ; засоби індивідуальної лексикографічної ергономіки вербального адаптивного користувачького інтерфейсу для цифровізації термінального обладнання клієнт-сервер; засоби двобічного діалогу по кожному каналу МІВ [19-21] на горизонтальних та вертикальних рівнях ПЕВО; телекомунікаційні засоби адаптації базисних станцій та фрагментарних мереж обслуговування у глобальній системі Internet.

Запропонована додаткова (розосереджена у просторі географічного покриття діяльності ПЕВО за планами-програмами ВПР АПК) компонента єдиної (спільної регіональної колегіальної) пам'яті: стосовно тенденції функціонування конкретних (рис. 1, 2) виконавців ПЕВО СДС у реальному поточному НПС дає змогу самостійно [18] визначати календарно-часові умови цільового синтезу законів ГАУ. Тоді завчасно з упередженням забезпечувати запобігання лиха, ризиків банкрутства, зайвих витрат ресурсів і запасів [26] адекватними (можливо надзвичайними, миттєвими, рішучими, нетрадиційним) діями. Усі варіанти збігу обставин у взаємовідношеннях контактів між НПС та СДС можливо швидко моделювати, оцінювати й ранжувати за відповідними групами критеріїв (різна цільова згортка [2] для остаточного прийняття рішення). Саме такі прогнози та комп'ютерні випробування за методами теорії гри з природою [28] дають змогу досить точно, доказово порівнювати переваги та недоліки майже кожного кроку НПС та відповідно реагувати з витрачанням наявних ресурсів. Корпоративна самоорганізація учасників АПК дає змогу інтегрувати та розподіляти функції завдяки МІВ.

3. Алгебра понять - самоорганізація інтелекту.

Потреби сталого (функціонально стійкого до збурень) розвитку суспільства на кожному історичному проміжку ЖЦ формує формальний апарат сучасної мате-

матики [27]. Мова розв'язання більшості практичних задач засобами математики обумовила неперервну згортку значної кількості елементів опису вербально зрозумілих початкових (рис.1, 2) даних X у суто інші абстрактні математичні об'єкти з відповідною символікою [3]. Цільовий кінцевий результат можна позначити Y описом бажаних властивостей (атрибутів) замовленого [22-25] об'єкта. Сутність математичних задач полягає у описах функціональних (рис.1,2) перетворень $F: X \rightarrow Y$ з урахуванням множини функціональних реальних обмежень на сфері раціонального існування значення операндів (параметрів атрибутів) та функцій (процесів, операцій, перетворень, дозволених дій), які називають операторами дій ІТ. Поняття множини (наприклад, A, B, C, D) відноситься до переліку аксіом, які не визначають як науковий формалізм [27]. У теорії та практиці застосування ІТ звичайно використовують термінологічну інтерпретацію Георга Кантора. Поняття *множини* як об'єднання часткових складових означеного об'єкта, який визначається як цілісний еквівалентний цьому опису. У задачах оперують як кінцевими (обмеженими $n \in \mathbb{N}$) так й нескінченними ($\mathbb{N} \rightarrow \infty$) множинами. Алфавіт кожної мови завжди обмежено-кінцевий. Базис електронної обробки даних заснований на бінарному описі розряду знаку-символів алфавіту. Навпаки, з практичної точки зору тексти, зображення, сигналами краще не обмежувати у розгляді (рис. 1) історичних фондів та сховищ даних, знань людської діяльності. Вони зберігають слова, елементи, знаки у відповідних описах [18-22].

У цьому дослідженні поняття *алгебраїчна система* – об'єкт $\alpha = \langle A, \Omega_F, \Omega_P \rangle$, де: A – носій з елементів конкретної задачі; Ω_F – множина функціональних операцій на A ; Ω_P – множина предикатів і відношень на A у вигляді логічних описів [10,18,24,25]. Модель кожного об'єкта є опис $\alpha | \Omega_F \equiv 0$. Відомо багато прикладів алгебр [27]: ідеали, кільця, групи, булева алгебра логіки, решітки, квазігрупи.

Множина учасників ІАС, Є МІВ (рис.1),

де кожен застосовує на сприйнятих зрозумілих мовах власні лінгвістичні описи M у вигляді речень конкретного тексту чи діалогу. Саме на цьому першому кроці запропоновано застосовувати *тотожне* перетворення (рангу нуль) [27] завдяки підстановці n -го степеню щодо взаємно однозначних відображень множини з n символів алфавіту A для M_A мови на перші n натуральні числа $n \in N$ ряду цілих індексів.

Тотожні перетворення нульового рангу дають змогу відповідно до графа кодування (зворотне декодування) [3] отримувати зміну форми носія (аналог \rightarrow цифра або цифра \rightarrow аналог) [11] без зміни сенсу та сутності слів у реченні. За потреби прискорення розпізнавання можливі кодові перетворення (рис.1, 2) не лише елементів алфавіту, а також типових слів-понять, словоформ-скорочень, цілих масивів, типових фрагментів тексту без обмежень [10]. На цьому першому кроці еквівалентні типи (уніфіковані) перетворення [11] забезпечують подальше підвищення швидкодії багат шарового (подібного нейромережному [21]) обробку вхідних даних цілісними групами (масивами).

Класифікація, як перетворення першого рангу цифровізації, зачіпає вже самі елементи-поняття слів та логічні зв'язки між ними [18]. Наприклад, задано парний опис $p \vee q$, еквівалент дає змогу описати протилежне $N(p \vee q) = (\bar{p} \& \bar{q})$ твердження для поділення на дві групи $A \neq B$ підмножини у цілісному об'єднанні. Предикат типа *реципрокності* не змінює логічних символів операцій, але змінює сутність заперечення. Наприклад, $R(p \vee q) = (\bar{p} \vee \bar{q})$ для врахування топології протилежних підмножин та нейтралізації ефекту прямої дії. Предикат типу *корелятивність* дозволяє змінювати, наприклад, замінити операцію диз'юнкції на кон'юнкції та навпаки згідно еквівалентності $C(p \vee q) = (\bar{p} \wedge \bar{q})$ в конкретній схемі доказу чи виведення нових форм у межах повноти логіки [18]. Наприклад, доцільно формувати автоматично кортеж (рис.1, 2) на всі можливі варіанти дії для заданої ситуації за фак-

том змінних подій ВПР. Наявність загальної структури дає змогу у межах МІВ з індивідуальним експертними навичками ІАС застосовувати логічні перетворення в єдиній спільній нейроподібній [21] системі ЄІП. Саме запропонований підхід у ситуативних діалогах забезпечує синергетизм зв'язків - використовувати реальні мутації та адаптивний відбір (самонавчання) [18]. В об'єктах практики ПЕВО та за реальною участю ІАС, \leftrightarrow ІАС_і (згідно з групою логіки гетерогенних відношень МІВ) можна спільно систематизувати (Рис.1) множинні процедури діагностики розпізнавання, класифікації, контролю. Вони двоїсті для прямих та зворотних задач згідно з поточними завданнями, потребами і функціями дії МІВ повної СДС АПК.

Доведення ефективності структурно-параметричної адаптації знань МІВ зробимо на прикладі синергетичного ефекту методики застосування фундаментальних знань [3] та нетрадиційних творчих способів алгебраїзації. Наведемо обґрунтування доцільності поняття гіпергеометричної функції Л. Ейлера. Стационарні умови балансу за змінної $x < 1$ дано рівнянням [27]

$$x(1-x)y'' + (\gamma - (\alpha + \beta + 1)x)y' - \alpha\beta y = 0, \quad (1)$$

де сама функція та її дві похідні надають опис $y(\alpha, \beta, \gamma, x)$, як результат впливу внутрішніх параметрів α, β, γ вхідної змінної x безпосередньо у реальному об'єкті випробування. Багатокритеріальну якість перехідного процесу визначають ключові похідні (поняття – прискорення та швидкість). Раціональні витрати ресурсів визначають реальний баланс у кожному мить часу. Нехай випробування цікавлять техніко-технологічні параметри $\alpha = P$ тиск, $\beta = V$ об'єм робочого реактора, $\gamma = \theta$ температура. У цих умовах адекватні оперативні впливи засобів ГАУ необхідні щоб перетворити вхідний потік $x(t)$ у вихідний цільовий продукт $y(t)$ – наслідок планових [22-25] техніко-технологічних рішень ВПР. Відомо, що за умов $\beta = V = 1$ у відносних одиницях об'єму реальної конструкції ГПА доцільна гіпергеометрична

функція [24,25]. Вона у рівнянні (1) перетворюється без витрат часу в еквівалентне рівняння [27]

$$y(\alpha, 1, \gamma, x)_{\beta=1} = \left(\frac{1}{1-x}\right) y\left(1, \gamma - \alpha, \gamma, \frac{x}{x-1}\right). \quad (2)$$

Зробимо запропоновану підстановку символів для врахування конкретних понять атрибутів реального ґрунтообробно-посівного агрегата (ГПА) та швидко й точно виконаємо алгебраїчні символні операції. Отримаємо у відносних одиницях виміру узагальнений на множину ТТР класом ГПА результат щодо умов стабільного виходу $y(t) \in Y$ після можливих затухань перехідних короткочасних процесів до цільового значення $0 < y(t) < L$ [в.о.] у наслідок

$$\alpha \cdot \beta \cdot y \rightarrow 1 \cdot (\gamma - \alpha) y_k = y(t). \quad (3)$$

За цих умов рівняння (1) з урахуванням (2 та 3) визначає $(\gamma - \alpha) = 0$ або $\gamma = \alpha = 1$ [в.о.], де поняття α – тиск та γ – температура в однаковому β – об’ємі одного гетерогенного процесу перетворення Х-вхідної речовини (насіння) у вхідний продукт. Посівний матеріал Y на поверхні ґрунту після проходу на певній швидкості ГПА [24, 25].

Зробимо у рівнянні (2) аналіз сутності нової змінної

$$\frac{x}{x-1} = \frac{-x}{1-x}, \quad \forall x > 0.$$

Нехай імовірність процесного стану на вході ГПА

$$p = x = 0.5 + \rho \text{ [в.о.]}$$

Тоді антиподія як відхилення неякісного змісту буде

$$q = 1 - p = 1 - x = 0.5 - \rho$$

Але баланс $\forall \rho: p + q = 1$ – це закон природи ймовірнісного розподілу. Тому з урахуванням знаків векторів отримаємо:

$$\frac{\bar{p}}{\bar{q}} = \frac{0.5 + \rho}{0.5 - \rho} = \frac{1 + 2\varepsilon}{1 - 2\varepsilon} = \frac{-x}{1-x} \text{ [в.о.]}. \quad (4)$$

Що визначає принцип контролю якості за параметром, наприклад,

$|\rho| = |0,5\varepsilon| < 0.1$ [в.о.] відповідно до критерію ТТР_i(t) для інноваційного ГАУ.

Упорядковуємо опис випробувань варіантів та отриманих результатів синтезу згідно зрішеннями (3) та (4).

ГАУ, наприклад, ГПА [24,25], буде за всіма прогностичними критеріями ефективним, якщо забезпечено ТТР як регламент таких вимог:

$$0 < x(t) < 1, \forall x(t) > 0, y(t) > 0 \quad \text{для множини ТТР об'єкта ГПА;}$$

$\gamma \equiv \theta^0 = 1$, тобто $(\gamma - 1) = 0$ для стохастичної стабілізації продукту;

$\beta = 1, \alpha = 1 = \gamma = p$ згідно з інноваційними функціями Y .

Підсумок. Замість проблемного з труднощами розв'язування отримали спрощену конструктивну задачу $y(\alpha, \beta, \gamma, x) = y(1, 1, 1, x) = y(x)$.

Дійсно, отримане суттєве спрощення та забезпечено значення прискорення обчислень та необхідних варіативних випробувань. Порівняння методики можливе за описом (1) гіпергеометричної функції як ряду узагальненого чи двох інших варіантів.

$$\begin{aligned} y(\alpha, \beta, \gamma, x) &= 1 + \frac{\alpha \cdot \beta}{1 \cdot \gamma} x + \frac{\alpha(\alpha+1)\beta(\beta+1)}{1 \cdot 2 \gamma(\gamma+1)} x^2 + \\ &+ \frac{\alpha(\alpha+1)(\alpha+2)\beta(\beta+1)(\beta+2)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \gamma(\gamma+1)(\gamma+2)} x^3 + \dots \\ y(-\alpha, \beta, \beta, -x) &\equiv (1+x)^\alpha = 1 - \alpha(-x) - \frac{\alpha(1-\alpha)}{1 \cdot 2} (-x)^2 + \\ &+ \frac{-\alpha(1-\alpha)(2-\alpha)}{1 \cdot 2 \cdot 3} (-x)^3 + \dots \\ x \cdot y(1, 1, 2, -x) &\equiv \ln(1+x) = 1 + \frac{1}{2}(-x) + \frac{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2}{1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3} (-x)^2 + \\ &+ \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} (-x)^3 + \dots \end{aligned} \quad (5)$$

Якщо застосувати алгебраїчне поняття гладкий многовид [27], тоді у ньому кожна пара координатних околіїв, наприклад А, В, які перетинаються, забезпечують такі властивості відношень:

$$g \circ f^{-1} : E^n \rightarrow E^n, f : A \rightarrow E^n, g : B \rightarrow E^n, \quad (6)$$

де координатні околі А та В відображені у n-вимірну евклідову кулю [27] у сенсі ЄІП ІТ АПК.

Раніше у роботі [3] надано кодований базис з 46 уніфікованих понять та метризацією кожного його поняття у вигляді $L^p T_d^S$ згідно із законами кодування та де-

кодування із застосуванням підстановок параметризованих околів фіксованої тривимірності (ρ, S, d) .

$$\begin{aligned} \rho &= (+6, +5, +4, +3, +2, +1, 0, -1, -2), \forall i = \overline{-2, +6}; \\ S &= (-6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3), \forall j = \overline{-6, +3}; \\ d &= (0, \pm 1, \pm 2, \pm 3), \forall d_{ij} = (\rho + S) \in D; \end{aligned} \quad (7)$$

де множина понять D відображає лише апробовані багаторазово випробувані конкретні d_{ij} дії [2, 20, 23-25] у просторово-часовому континуумі згідно конкретних ТТР $_{ij}(l, t)$ практично колективної творчості ІАС відомих ПЕВО.

Запропонована методологія алгебраїзації знань для забезпечення сталого розвитку ВПР та загалом АПК гарантує перетворення часткових, локальних, ситуаційних оцінок [11] суб'єктивного характеру у суто об'єктивні узагальнені гетерогенні поняття науки ЄІП. Саме ці поняття відкриті для подальшого їх розвитку й накопичення конкретних практичних істин-фактів експлуатаційних випробувань у реальному відкритому НПС з можливим керуванням протидії ризику.

Висновки.

1. Корінна зміна технологій одержання інноваційних smart знань можлива на основі методології систематичної самоорганізації. Інноваційні якості цілісної спеціальної структури неможливі без пізнавальної творчої та інженерної практичної діяльності. Прогнозування та випробування продуктивності у межах АПК формує необхідні й достатні керівні впливи на сталий розвиток в умовах реальних ризиків, перешкод та невизначеності опору НПС.

2. Методика синергетичної адаптації ПЕВО завдяки МІВ гарантує необхідне інтеграційне прискорення завдяки алгебраїчним властивостям кодованого ЄІП з ієрархічним охопленням реальної спеціалізації та розподілу функцій, задач й завдань різних (мовно-лінгвістично-вербальних) формах (аналоغو-цифрового та цифрово-аналогового) перетворень у межах електронно-комп'ютерних технологій із застосуванням Internet.

3. Синергетика МІВ під час розв'язання поточних задач діяльності за рег-

ламентами ВПР й замовленнями АПК насамперед виникає завдяки спрощенню дуже складних понять, програм, комплексних цілей і розкриття їхньої сутності, особливості та специфіки у кодованих симплексах (нульового базового рівня парних з'єднань; першого рівня для ліній розвитку, руху, змін другого; рівня для площинних відношень різноманітної кривизни; третього рівня для базисних вузлів, які породжені перетинками площинних граней та перетинами ребер з'єднання єдиного гладкого многовиду з відкритими множинами.

Відповідно законів симетрії та подібності функцій застосування кодованих перетворення вже на початку ІАС ПЕВО безпосередньо підвищує електронну продуктивність комп'ютерів, каналів, телекомунікації та базисних станцій всіх підмереж Internet. Зазначене відбувається завдяки докорінному зменшенню навантаження на обслуговування адекватних та адаптованих електронних обмінів інформаційними масивами. Зростання результатної продуктивності комп'ютерних автоматизованих технологій обробки даних і реального ГАУ зменшує фазові затримки на очікування. Отже з безперервністю подолання недоліків та сприянню розвитку творчих здібностей ПЕВО до самоорганізації проблемних цілей, задач і програм розширюються сфери творчої активності кожного ІАС у межах єдиної скоординованої МІВ АПК.

Література

1. Кравчук В. Науково-випробувальні дослідження: адаптація до часу / В. Кравчук // Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке.-2016.-Вип. 20.-С.4-8

2. Кравчук В.І. Теоретичні основи адаптації сільськогосподарських машин: монографія. — К.:НАУ.-2015. — 208с.

3. Кравчук В.І. Методологія та метрологічні основи функціональної стійкості

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

4. Павлишин М. Розподілена інтелектуальна система агромоніторингу з використанням інтернет речей / М. Павлишин, І. Гусар, М. Павлишин // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Випуск 24 (38). - Дослідницьке, 2019. - С. 214-219.

5. Петрів Л. Цілі сталого розвитку: виклики для України та шляхи вирішення / Л. Петрів // НВЖ Техніка і технології АПК. Дослідницьке, 2019, №1 (110). – с. 37-43

6. Principles for the assessment of livestock impacts on biodiversity. URL: <http://www.fao.org/3/a-i6492e.pdf> (дата звернення: 25.05.2020).

7. Sustainable Food Value Chains Knowledge Platform. URL: <http://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/what-is-it> (дата звернення: 25.05.2020).

8. Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна». URL: http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf (дата звернення: 25.05.2020).

9. Кравчук В. Синтез техніко-технологічних рішень для розкриття і використання ресурсів агробіосфери / В. Кравчук, М. Новохацький, В. Гусар // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Випуск 24 (38). - Дослідницьке, 2019. - С. 193-201.

10. Кравчук В. Інформатизація агропромислового комплексу із застосуванням розгалужених сервісів: стан і перспективи розвитку / В. Кравчук, Г. Баранов, О. Комісаренко // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л.

Погорілого. Випуск 24 (38). - Дослідницьке, 2019. - С. 202-213.

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

12. Sun Le, Dong H., Khadeer Hussain F., Khadeer Hussain O., Chang E. Cloud service selection: State-of-the-art and future research directions. J. of Network and Computer Applications, 2014, vol. 45, pp. 134-150.

13. CloudServiceMarket. A comprehensive overview of Cloud Computing services. URL: <http://www.cloudservicemarket.info/default.aspx> (дата звернення: 25.05.2020).

14. Zhang Qi, Cheng Lu, Boutaba R. Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. J. of Internet Services and Applications, 2010, no. 1, pp. 7-18. DOI 10.1007/s13174-010-0007-6.

15. Kumar S., Prasad R. Importance of expert system shell in development of expert system. Intern. J. of Innovative Research & Development, 2015, vol. 4, iss. 3, pp. 128-133.

16. Кравчук В. Інформаційна технологія прогнозування та випробування майбутньої аграрної техніки / В.І. Кравчук, Г.Л. Баранов, О.С. Комісаренко // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Випуск 22 (36). - Дослідницьке, 2018. - С. 10-15.

17. Цирульник С. М. Застосування оптичної пам'яті на ВОЛЗ в системах підготовки та сортування даних інформаційно-обчислювальних систем / С. М. Цирульник // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2006. – № 1. – С. 32-36.

18. Подгорецкая, Н. А. Изучение приемов логического мышления у взрослых. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 150 с.

19. Яковлева Ю.В. Засоби підвищення релевантності пошуку в інформаційних системах наукових бібліотек: Автореф. дис... канд. техн. наук / Ю.В. Яковлева; – К., 2007. – 18 с.

20. Телятников О.О. Моделі та алго-

ритми оптимізації розподілених баз даних комп'ютерних інформаційних систем: Автореф. дис... канд. техн. наук / О.О. Телятніков – Донецьк, 2005. - 20 с.

21. Куперштейн Л.М. Методи та засоби нейроподібної обробки даних для систем керування: автореф. дис... канд. техн. наук / Куперштейн Л.М. – Вінниця, 2007. - 19 с.

22. Система точного землеробства: Л.С. Аніскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарин, С.О. Пономаренко: за ред. Л.В. Аніскевича // К.: – НУБіП України. 2018. – 566 с.

23. Войтюк Д.Г. Машина для рослинництва: Практику / Д.Г. Войтюк, О.П. Деркач, В.С. Лукач – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М. 2017. – 352 с.

24. 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 випробування нової техніки і технології для сільськогосподарства України: зб.наук.пр.УкрНДІПВТ ім. Погорілого. Дослідницьке, 2016. – Вип.20(34). – с.80-93.

25. 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 технології для сільськогосподарства України: зб.наук.пр.УкрНДІПВТ ім. Погорілого. Дослідницьке, 2016. – Вип.20(34). – с. 269-279.

26. 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).

27. Математическая энциклопедия: В 5 т./ Гл. ред. И. М. Виноградов. – М.: Сов. энцикл., 1977–1985.

28. Математическое программирование: Информ. Технологии оптимальных решений: Учеб. Пособие / Л.С. Костевич. – Мн.: Новое знание, 2003. – 424 с.

Literature

1. Kravchuk V. Scientific research: adaptation to time / V. Kravchuk // Technological and technological aspects of development and testing of new technology and technologies for agriculture of Ukraine.-2016.-Vip. 20.-С.4-8 5.

2. Kravchuk V.I. Theoretical foundations of adaptation of agricultural machines: monograph. - K.: NAU.-2015. - 208s.

3. Kravchuk V.I. Methodology and metrological bases of functional stability of agricultural production under conditions of risky farming / VI Kravchuk, G. L. Baranov, O. M. Prokhorenko // Coll. Science. works L. Pogorilyy UkrNDIPVT. Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine. Doslidnytske. - 2015. - Vip.19 (33). - p.22- 31.

4. M. Pavlyshyn. Distributed intellectual agromonitoring system with use of the network internet / M. Pavlyshyn, I. Gusar, M. Pavlyshyn // Techno-technological aspects of the development and testing of new technology and technology for the rural economy of Ukraine: Ukr.Nauk.Pr.Ukr NDIPVT. - 2019. - Vip.24 (38). - p.214- 219.

5. Petriv L. Sustainable development goals: challenges for Ukraine and solutions / L. Petriv // SPJ Equipment and technologies AIC, 2019, №1 (110). - p. 37-43

6. Principles for the assessment of livestock impacts on biodiversity. URL: <http://www.fao.org/3/a-i6492e.pdf> (referral date: 25.05.2020).

7. Sustainable Food Value Chains Knowledge Platform. URL: <http://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/what-is-it> (referral date: 25.05.2020).

8. National Report «Sustainable Development Goals: Ukraine». URL: http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf (referral date: 25.05.2020).

9. Kravchuk V. Synthesis of technical and technological decisions for opening and use of resources of agrarian biosphere / V. Kravchuk, M. Novohatsky, V. Gusar // Techno-technological aspects of the development and test-

ing of new technology and technology for the rural economy of Ukraine: Ukr.Nauk.Pr.Ukr NDIPVT. - 2019. - Vip.24 (38). - p. 193-201.

10. Kravchuk V. Intellectualization of agroindustrial complex with the use of branched services: state and development prospects / V. Kravchuk, G. Baranov, O. Komisarenko // *Techno-technological aspects of the development and testing of new technology and technology for the rural economy of Ukraine: Ukr.Nauk.Pr.Ukr NDIPVT.* - 2019. - Vip.24 (38). - p. 202-213.

11. Baranov GL, Makarov AV, Structural modeling of complex dynamical systems. -Kyiv: Science. Opinion, 1986. - 272p.

12. Sun Le, Dong H., Khadeer Hussain F., Khadeer Hussain O., Chang E. Cloud service selection: State-of-the-art and future research directions. *J. of Network and Computer Applications*, 2014, vol. 45, pp. 134-150.

13. CloudServiceMarket. A comprehensive overview of Cloud Computing services. URL: <http://www.cloudservicemarket.info/default.aspx> (referral date: 25.05.2020).

14. Zhang Qi, Cheng Lu, Boutaba R. Cloud computing: state- of-the-art and research challenges. *J. of Internet Services and Applications*, 2010, no. 1, pp. 7-18. DOI 10.1007/s13174-010-0007-6.

15. Kumar S., Prasad R. Importance of expert system shell in development of expert system. *Intern. J. of Innovative Research & Development*, 2015, vol. 4, iss. 3, pp. 128-133.

16. Kravchuk V. I. Information technology for forecasting and testing of future agrarian machinery // V. I. Kravchuk, G. L. Baranov, O. S. Komisarenko / *Techno-technological aspects of development and testing of new technology and technologies for agricultural production in Ukraine. Collection of scientific works. L. Pogorilyy UkrNDIPVT. Doslidnytske*, 2018. - Vip. 22 (36). -10-15.

17. Tsyurulnyk S. M. The use of optical memory on fiber optics in data preparation and sorting systems of information and computing systems / SM Tsyurulnyk // *Measuring and computing equipment in technological processes.* - 2006. - № 1. - P. 32-36.

18. Podhoretskaia, N. A. The study of logical thinking in adults. - M.: Publishing

House Mosk. University, 1980 .-- 150 s.

19. Iakovlieva Yu.V. Take care of relevance of relevance in the information systems of science and technology: Abstract. dis ... cand. tech. sciences / Yu.V. Iakovlieva - K., 2007 .- 18 p.

20. Teliatnikov O.O. Models and algorithms for optimizing the development of databases of computer information systems: Abstract. dis ... cand. tech. sciences / O.O. Teliatnikov - Donetsk, 2005. - 20 p.

21. Kupershtein L.M. A method for filing neural-like data processing for ceruvannya systems: author. dis ... cand. tech. Science / Kupershtein L.M. - Vinnitsya, 2007 .-- 19 p.

22. 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.

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

24. 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, Doslidnytske*, 2016. - Vip. 20 (34). - p. 80 - 93.

25. 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, Doslidnytske* - 2016. - Voip. 20 (34). - p. 269-279.

26. 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).

27. Mathematical Encyclopedia: 5 t. / Ch. ed. I.M. Vinogradov. - M .: Owls. Encycl., 1977-1985.

28. Mathematical programming: Inform. Technologies of optimal solutions: Textbook. The allowance / L.S. Kostevich. - Minsk.: New knowledge, 2003. - 424 p.

Literatura

1. Kravchuk V. Naukovo-viprobuvalnI doslIdzhennya: adaptatsIya do chasu / V. Kravchuk // TehnIko-tehnologIchnI aspekti rozvitku ta viprobuвання novoyi tehniki I tehnologiy dlya silskogo gospodarstva UkraYini.-2016.-Vip. 20.- S.4-8
2. Kravchuk V.I. TeoretichnI osnovi adaptatsIyi silskogospodarskih mashin: monografIya. – K.:NAU.-2015. – 208s
3. Kravchuk V.I. MetodologIya ta metrologIchnI osnovi funktsionalnoYi stIykostI agrovirobnitstva v umovah rizikovanogo zemlerobstva / V.I. Kravchuk, G.L.Baranov, O.M. Prohorenko // Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnologichni aspekti rozvytku ta viprobuвання novoi tehniki i tekhnologii dlia silskogo gospodarstva Ukrainy. Doslidnytske, - 2015. – Vip.19(33). – s.22-31.
4. M. Pavlyshyn. Rozpodilena intelektualna systema ahromonitorynhu z vykorystanniam internet rechei / M. Pavlyshyn, I. Gusar, M. Pavlyshyn // Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnologichni aspekti rozvytku ta viprobuвання novoi tehniki i tekhnologii dlia silskogo gospodarstva Ukrainy. Doslidnytske. - 2019. - Vip.24 (38). - s.214- 219.
5. Petriv L. Tsili staloho rozvytku vyklyky dlia ukraYny ta shliakhy vyrishennia / L. Petriv // NVZH Tehnika i tehnologii APK, 2019, №1 (110). - s. 37-43
6. Principles for the assessment of livestock impacts on biodiversity. URL: <http://www.fao.org/3/a-i6492e.pdf> (data zvernennia: 25.05.2020).
7. Sustainable Food Value Chains Knowledge Platform. URL: <http://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/what-is-it> (data zvernennia: 25.05.2020).
8. Natsionalna dopovid «Tsili Staloho Rozvytku Ukraina». URL: http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf (data zvernennia: 25.05.2020).
9. Kravchuk V. Syntez tekhniko-tekhnologichnykh rishen dlia rozkryttia i vykorystannia resursiv ahrobiosfery / V. Kravchuk, M. Novohatsky, V. Gusar // Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnologichni aspekti rozvytku ta viprobuвання novoi tehniki i tekhnologii dlia silskogo gospodarstva Ukrainy. Doslidnytske. - 2019. - Vip.24 (38). - s.193-201.
10. Kravchuk V. Informatyzatsiia ahropromyslovoho kompleksu iz zastosuvanniam rozghaluzhenykh servisiv: stan i perspektyvy rozvytku / V. Kravchuk, G. Baranov, O. Komisarenko // Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnologichni aspekti rozvytku ta viprobuвання novoi tehniki i tekhnologii dlia silskogo gospodarstva Ukrainy. Doslidnytske. - 2019. - Vip.24 (38). - s.202-213.
11. Baranov G. L., Makarov A. V., Strukturnoe modely`rovany`e slozhnykh dynamy`chesky`x sy`stem. – Ky`ev: Nauk. Dumka, 1986. – 272s.
12. Sun Le, Dong H., Khadeer Hussain F., Khadeer Hussain O., Chang E. Cloud service selection: State-of-the-art and future research directions. J. of Network and Computer Applications, 2014, vol. 45, pp. 134-150.
13. CloudServiceMarket. A comprehensive overview of Cloud Computing services. URL: <http://www.cloudservicemarket.info/default.aspx> (data zvernennia: 25.05.2020).
14. Zhang Qi, Cheng Lu, Boutaba R. Cloud computing: state- of-the-art and research challenges. J. of Internet Services and Applications, 2010, no. 1, pp. 7-18. DOI 10.1007/s13174-010-0007-6.
15. Kumar S., Prasad R. Importance of expert system shell in development of expert system. Intern. J. of Innovative Research & Development, 2015, vol. 4, iss. 3, pp. 128-133.
16. Kravchuk V. I. Informacijna texnologiya prognozuvannya ta vy`probuvannya majbutn` oyi agrarnoyi texniki` // V. I. Kravchuk, G. L.Baranov, O. S. Komisarenko / Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnologichni aspekti rozvytku ta viprobuвання novoi tehniki i tekhnologii dlia silskogo gospodarstva

Ukrainy. Doslidnytske, 2018. – Vy`p. 22 (36). – s.10-15.

17. Tsyurulnyk S. M. Zastosuvannia opytichnoi pam`iati na VOLZ v systemakh pidhotovky ta sortuvannia danykh informatsiino-obchysliuvalnykh system / S. M. Tsyurulnyk // Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh. – 2006. – № 1. – S. 32-36.

18. Podhoretskaia, N. A. Yzuchenye pryemov lohycheskoho myshleniia u vzroslykh. – M.: Yzd-vo Mosk. un-ta, 1980. – 150 s.

19. Iakovlieva Yu.V. Zasoby pidvyshchennia relevantnosti poshuku v informatsiinykh systemakh naukovykh bibliotek: Avtoref. dys... kand. tekhn. nauk / Yu.V. Yakovlieva; – K., 2007. – 18 s.

20. Teliatnikov O.O. Modeli ta alhorytmy optymizatsii rozpodilenykh baz danykh kompiuternykh informatsiinykh system: Avtoref. dys... kand. tekhn. nauk / O.O. Teliatnikov – Donetsk, 2005. - 20 c.

21. Kupershtein L.M. Metody ta zasoby neiropodibnoi obrobky danykh dlia system keruvannia: avtoref. dys... kand. tekhn. Nauk / Kupershtein L.M. – Vinnytsia, 2007. - 19 s.

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

23. Vojtjuk D. G. Mashyny dlja roslynyc-tva: Praktykum /D. G.Vojtjuk, O. P. Derkach, V. S. Lukach – Nizhyn: Vydavec` PP Lysenko M. M. 2017. – 352s.

24. Kravchuk V. I. Procedury systemo – analogovogo modeljuvannja ta lancjugovyh tekhnologichnyh peretvoren` dlja gruntoobrobno- posivnogo agregata / V. I Kravchuk, G. L. Baranov, O. M. Prohorenko // Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniki i tekhnolohii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy. Doslidnytske, 2016. – Vyp. 20 (34). – s. 80 - 93.

25. Kravchuk V. I. Systemo – analogove modeljuvannja tekhnologij ekologichnogo zemlerobstva za lancjugovymy procesamy / V. I. Kravchuk, G. L. Baranov, O. M. Prohorenko // Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniki i tekhnolohii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy. Doslidnytske. – 2016. – Vyp. 20 (34). – s. 269 – 279.

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

27. Matematycheskaia entsyklopediia: V 5 t./ Hl. red. Y. M. Vinogradov. – M.: Sov. entsykl., 1977–1985.

28. Matematycheskoe prohrammirovaniye: Inform. Tekhnolohyy optimalnykh reshenyi: Ucheb. Posobye / L.S. Kostevich. – Mn.: Novoe znanye, 2003. – 424 s.

UDC 631.153.3:001.891.54

MULTIAGENT INTELLECTUAL INTERACTIONS OF FORECASTING AND TESTING OF TECHNOLOGIES AND AGROTECHNOLOGIES

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

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

SSO «L. Pogorilyy UkrNDIPVT»,

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

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

National Transport University of Ukraine

Chernytska I., e-mail: chernytska.ilona@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4547-1044>

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

Summary

The purpose of the work is to increase the productivity of multi-agent intellectual interaction (MII) experts of polyergatic production organizations (PEPO) and the agro-industrial complex (AIC) on the basis of algebraic properties to adapt situationally to the global criteria of functional stability of the modes of functioning of agricultural production of crop products (APCP) participants.

Research methodology. Global functional stability of a complex dynamic system (SDS), which implements a hierarchical multi-criteria increase of economic efficiency of crops on each life cycle (LC) of their production, provides three-level decomposition of agricultural tasks into strategic, tactical, operational. Adaptive coordination between them presupposes unambiguous space-time correspondence and coordination of operations with fixation of events, states and time intervals of duration of expediently useful processes. Object implementation of the given functions provides another decomposition of the structural organization of performers at the appropriate levels: ME - metasystem subsystems; MA - macrocomplexes and aggregates; MI - micro- or nanoelements and devices of executive equipment and control technology at the distributed local level. The method provides for causal sequential and parallel hybrid stages within the GAC processes.

Methods used. Theory of analysis and synthesis of computer systems and information technologies (IT) for the development of SDS architecture and structure of MII processors. Theories of mathematical logic, automata and coding for represent the knowledge of AIC APCP organization, respectively, at the levels of pragmatics, semantics, ontology, grammar and synthesis of programming languages of relations between the participants of the MII. Theories of knowledge bases and data to increase the productivity of queries for a sample of working operational models and the corresponding standard software modules from the libraries of the operating system of GAC.

Conclusions. The analysis of the current state of informatization of agro-industrial complex is carried out. Problematic issues of sustainable ecosystem development, biodiversity, APCP productivity have been identified. The purpose, tasks and functions of the hierarchical organization of PEPO are formalized. The expediency of synergetic development of MII and adaptability of corporate multicriteria coordination of IAS is proved. The method of guaranteeing the necessary acceleration of solving problems due to the algebraic properties of the coded the single information space (SIS) with 46 basic concepts is determined. The schemes and principles of simplification using the properties of simplexes from zero to the third level of SDS decomposition are given. Clear examples of the unified classification of functional structures and the proof of reception of innovative basic TTDs are given.

Key words: forecast, tests, interaction algebra, intellectual synthesis, unified classifiers, productivity estimates of MII.

УДК 631.153.3:001.891.54

МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ТЕХНИКИ И АГРОТЕХНОЛОГИЙ

Кравчук В., д-р техн.наук, проф., чл.-кор. НААН Украины

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

ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»,

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

Национальный транспортный университет,

Черницкая И., e-mail: chernytska.ilona@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4547-1044>

НУ «ПП имени Юрия Кондратюка»

Аннотация

Цель работы заключается в повышении производительности мультиагентного интеллектуального взаимодействия (МИВ) экспертов полиэргатических производственных организаций (ПЭПО) и агропромышленного комплекса (АПК) на базе алгебраических свойств ситуационно адаптироваться по глобальным критериям функциональной устойчивости режимов функционирования участников производства продукции растениеводства (ППР).

Методика исследований. Глобальная функциональная устойчивость сложной динамической системы (СДС), реализующей иерархическое многокритериальное повышение экономической эффективности полученных урожаев сельскохозяйственных культур на каждом жизненном цикле (ЖЦ) их производства, предусматривает трехуровневые декомпозиции задач АПК на стратегические, тактические, оперативные. Адаптивная координация между ними предполагает однозначное пространственно-временное соответствие и согласования операций с фиксацией событий, состояний и временных интервалов продолжительности целесообразно полезных процессов. Объектная реализация заданных функций предполагает другую декомпозиции структурной организации исполнителей на соответствующих уровнях: МЕ - метасистемные подсистемы; МА - макрокомплексы и агрегаты; МИ - микро- или наноэлементов и устройств исполнительской техники и технологии управления на распределенном локальном уровне. В рамках процессов гарантированно-адапционного управления (ГАУ) методика предполагает причинно-следственные последовательные и параллельные гибридные стадии.

Методы анализа. Теория анализа и синтеза вычислительных систем и информационных технологий (ИТ) для разработки архитектуры СДС и структуры процессоров МИВ. Теории математической логики, автоматов и кодирования для представления знаний ППР организации соответственно на уровнях прагматики, семантики, онтологии, грамматики и синтеза языков программирования взаимоотношений между участниками МИВ. Теории баз знаний и данных для повышения производительности запросов на выборку рабочих оперативных моделей и соответствующих типовых программных модулей из библиотек операционной системы ГАУ.

Результаты исследований. Проведен анализ современного состояния информатизации АПК. Определены проблемные вопросы устойчивого развития экосистемы, биоразнообразия, производительности ППР. Формализовано цели, задачи и функции иерархической организации ПЭПО. Доказана целесообразность синергетического развития МИВ и адаптивность корпоративной многокритериальной координации IAS. Определена методика обеспечения необходимого ускорения решения задач за счет алгебраических свойств кодируемого единого информационного пространства (ЕИП) с 46 базовыми понятиями. Предоставлено схему и принципы упрощения с применением свойств симплексов от нулевого до третьего уровня декомпозиции СДС. Предоставлены понятные примеры унифицированной классификации функциональных структур и доказательство получения инновационных принципиальных технико-технологических решений (ТТР).

Ключевые слова: прогноз, испытания, алгебра взаимодействия, интеллектуальный синтез, унифицированные классификаторы, оценки производительности мультиагентного интеллектуального взаимодействия.