

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА ТА ОБЛАДНАННЯ: ПРОГНОЗУВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ, ВИПРОБУВАННЯ

УДК 631:001.891.54

[http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25\(39\)-1](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25(39)-1)

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСТОВІРИЗАЦІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

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

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

ДНУ «Укр НДІПВТ ім. Л. Погорілого»

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

Комісаренко О.,

e-mail: olenakomisarenko@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-7436-6473>

Національний транспортний університет України

Цулая А., канд. фіз.-мат. наук,

e-mail: anavats51@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3943-1831>

ДНУ «Укр НДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

Розглянуто науково-математичний метод обґрунтування прогнозно правильних доведень за умов істинності часових рядів, отриманих як результати заздалегідь спрямованого прогнозу, або випробувань техніко-технологічних рішень в умовах прояву гетерогенних факторів навколишнього середовища.

Мета роботи. Полягає у розробленні математичного апарату встановлення ефекту достовірності процедур прогнозування футурологічних показників згідно з формалізованими описами закономірних процесів моделювання за результатами спланованих випробувань аграрної техніки та технологій.

Методи аналізу та синтезу з покроковими доведеннями правильних висновків прогнозу за умов істинності результатів випробувань базуються на критеріях достовірності, інваріантності асимптотичної збіжності результатів натурно-фізичного та математичного системо-аналогового моделювання.

Висновок. Науковий результат у вигляді математичного закону, закономірності, функціональної залежності виконується завжди достовірно, але за чітко означених умов фіксації у формалізованих описах: об'єктів складної динамічної системи; фактів гетерогенного впливу зовнішнього нестационарного середовища; процесів реагування і змін в означеній сфері взаємодії та синергетики.

Ключові слова: аграрна наука, системологія, достатня умова знань, планування, випробування, вимірювання, моделювання, прогнозування.

Вступ. Сучасна аграрна наука та її численні заходи, які реалізують актуальні техніко-технологічні рішення (ТТР), спрямовані на: покращення продовольчої безпеки; відновлення родючості ґрунтів; підвищення ефективності добрив та біопрепаратів за критеріями раціональної енергоресурсної ефективності агровиробництва та екологічності продукції агропромислового виробництва (АПВ) [1-4].

Як світовий, так і вітчизняний прогрес через удосконалення засобів механізації, автоматизації, інформації та інтелектуалізації майбутніх агротехнологій у значній мірі залежить від якості, ефективності та достовірності результатів техніки і технологій в реальних умовах прояву впливів гетерогенних факторів навколишнього середовища (НС) [5-11]. Незважаючи на значні зусилля вчених та інженерів ре-

зультати прогнозних даних не завжди підтверджуються реальними фактами звітних даних діяльності агропромислового комплексу (АПК) і конкретних полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО). Суперечність між прогнозними очікуваннями та отриманим фактом АПВ очевидно збільшує зайві витрати енергетичних та матеріальних ресурсів на кожну одиницю очікуваної продукції.

Постановка проблеми. Футурологічні (futurum+logos) дослідження для АПК загалом та конкурентних ПЕВО за напрямками АПВ виконуються відповідними експертами для отримання правдоподібних прогнозів: стратегічних на 20-50 років наперед; тактичних — на 5-10-15 років; оперативних — від квартальних, річних (до 2-3 років) до майбутніх очікуваних подій у складній динамічній системі (СДС) відкритої до впливу НС та інших природно-технологічних факторів. У реальних умовах існування природних та технологічних ризиків (відмов), а також невизначеності збігу обставин у просторово-часовому континуумі (ПЧК), завжди відбуваються конкретні дії об'єктів учасників СДС за планами-програмами АПВ.

Наявна неузгодженість автономних дій багатьох учасників СДС відображається на фактичних результатах (якісних, кількісних, кумулятивних) синергетичного прояву інтегрованої ієрархічної взаємодії у конкретному ПЧК для задач АПВ. Складність таких задач АПВ (за програмами АПК) не відповідає наявним потужностям інформаційно-обчислювальних ресурсів новітніх програмно-апаратних комплексів (ПАК), паралельної організації обробки даних, застосування потужних центрів інтегрованих мереж телекомунікації, включаючи сучасні Internet досягнення.

Відомі методи обчислювальної математики — декомпозиції, спрощення, лінеаризації навіть для вирішення однієї задачі прогнозу погоди у локальному обмеженому районі реалізації дій для прибуткового АПВ не задовольняють багатьох аграріїв. Забезпечення функціональної стійкості

(стабільного в часі ефективного виробництва та/або сталого виробництва), як результату дії керованого землеробства [14], можливе лише подоланням «прокляття» складності задач СДС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рекомендації щодо раціонального впровадження інноваційних ТТР, які базуються на попередньому прогнозуванні та випробуванні, започатковано академіком Л. В. Погорілим та зараз реалізуються зусиллями його наукової школи на базі ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого» [1-14]. Інноваційні засоби механізації, автоматизації, інформатизації та управління керованими процесами землеробства все більше удосконалюються на основі інтеграції теоретичних та практичних знань, апробованих та оцінених завдяки випробуванням у конкретних умовах експлуатації [1-7].

Поглиблений порівняльний аналіз варіабельності в подібних умовах гетерогенного впливу НС дозволяє отримувати деякі real-time спостереження та на їхній базі визначати рекомендації стосовно організації ефективного застосування прогресивних інтелектуальних засобів керованого (точного) землеробства [8-14]. Гарантована ефективність комплексної ієрархічної інтеграції на основі наявних засобів вимірювання, метрології, телекомунікації, електрифікації, космонавтики, біохімії, генетичної екології, матеріалознавства та агрономії неможлива без вирішення питань інтерфейсних зв'язків між частковими локальними підзадачами та розподіленими у ПЧК агрегатами.

Саме ці питання функціональної стійкості АПВ у СДС потребують розроблення методологічних основ достовіризації (підтвердження достовірності) моделей і методів прогнозування та випробування ТТР за потреб кожної ПЕВО та АПК загалом.

Мета роботи полягає у розробці науково-методичного апарату гарантування ефекту достовірності процедур прогнозування та випробувань майбутніх показників синергетичного розвитку ТТР в умовах

нестационарних впливів факторів НС. Досягти поставленої мети можна вирішивши такі частинні завдання як:

1. Формалізація (у межах параметризованого ПЧК) взаємодії багатьох учасників природно-технологічної СДС як неперервного векторного поля, яке відображає інтегровані результатні показники ефективності (очікуваної чи фактичної) АПВ.

2. Визначення математичних умов інтеграції та формотворення цільової поверхні заданого рівня достовірності прогнозних результатів.

3. Гарантування адаптивного управління як диференціального змінного, функція якого визначається необхідними й достатніми умовами інтегрованого розв'язання задачі існування сімейства поверхонь з цільовими показниками веріабельності функціональної дії за потреб виробництва.

Виклад основного матеріалу дослідження. Кожна часткова задача у межах означеної мети базується на єдиній агро-просторово-ситуаційній обізнаності (ASSA – Agro Space situational Awareness). Отже ASSA це сукупність знань (agricultural knowledge), необхідних і достовірних (багаторазово випробуваних практикою), для подальшого розвитку й управління процесами неперервних почергових дій в умовах нестационарного впливу НС та участі засобів ГАУ у перетворенні станів минулого і сьогодення до кінцевого ефективного результату АПВ кожним учасником АПК [13,14].

Науково-випробувальні дослідження технологічних процесів в СДС агропромислових комплексів, які забезпечують прибутковість АПВ, пов'язані з задачами прогнозування на майбутній (футурологічний) період, коли залишається інтегрований нестационарний гетерогенний попередній вплив НС. Сутність, особливість і специфіка (СОС) АПВ полягає у природній залежності усіх параметрів, показників, оцінок, значень результатів від просторово-часового континууму $P(X,Y,Z,T)$, де $X=(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$, $\forall x_i \in X$ – множина вхідних параметрів головних

техніко-технологічних характеристик виробництва стосовно відкритого соціотехнологічного природного об'єкта; $Y=(y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m)$, $\forall y_j \in Y$ – множина вихідних параметрів реагування об'єкта, що реально, разом з завадами (шумами) в часі вимірюються метрологічно-сенсорними засобами; $Z=(z_1, z_2, \dots, z_k, \dots, z_l)$, $\forall z_k \in Z$ – множина збурень, завад, змін, що відповідає різниці між прогнозно-плановими розрахунковими очікуваннями $\tilde{Y}$ (для покрокових часових реалізацій $t_i \in T$, $\forall i=0,1,\dots,N$, відповідної зміни динаміки перехідних процесів СДС та ЗНС за рекурентним правилом $t_i = t_{i-1} + h$, $t_0 = T_{min}$, $h = (T_{max} - T_{min})/N$ тривалості інтервалу цілочисельної дискретизації динамічного явища АПВ та параметрами процесів Y $T = t_0 + h \cdot N$, $\forall t \in [T_{min}, T_{max}]$ – множина кроків дискретизації випробувальних досліджень протягом повного часового інтервалу реалізації процедур (чи з об'єктом, чи з моделями) відповідно до програми формалізованого, задокументованого вимірювального експерименту, опис якого зберігає автоматизована система інженерного документообігу (АСІД) [9-12].

Невідповідність між реальним фактом подій на виході об'єкта дослідження $Y(t,z)$ та плановими результатами $\tilde{Y}(t,\tilde{z})$ прогнозу, згідно з означеними методами комп'ютерної ергатичної обробки вхідних даних $X(t)$, дає покрокова отримана чисельна різниця:

$$\Delta Z = |\tilde{Y}(t,\tilde{z}) - Y(t,z)|, \quad \forall P(X,Y,Z,T), \quad (1)$$

де ΔZ просторово-часові змінні (ПЧЗ) простору L унаслідок контактних перетворень сигналізують про відхилення за причин певної недостовірності, тобто неадекватності. Кожна окрема математична модель задана та означена відповідно до конкретного методу, методики, інформаційного ПАК. Прийнято такі випадки визначати як наявність невизначеності. Дійсно, будь який шум має реальне джерело та власного носія впливу на об'єкт-оригінал, на вимірювальні прилади, на всі засоби ПАК.

Але практика АПК та реалізації АПВ

нестационарних впливів факторів НС. Досягти поставленої мети можна вирішивши такі частинні завдання як:

1. Формалізація (у межах параметризованого ПЧК) взаємодії багатьох учасників природно-технологічної СДС як неперервного векторного поля, яке відображає інтегровані результатні показники ефективності (очікуваної чи фактичної) АПВ.

2. Визначення математичних умов інтеграції та формотворення цільової поверхні заданого рівня достовірності прогнозних результатів.

3. Гарантування адаптивного управління як диференціального змінного, функція якого визначається необхідними й достатніми умовами інтегрованого розв'язання задачі існування сімейства поверхонь з цільовими показниками веріабельності функціональної дії за потреб виробництва.

Виклад основного матеріалу дослідження. Кожна часткова задача у межах означеної мети базується на єдиній агро-просторово-ситуаційній обізнаності (ASSA – Agro Space situational Awareness). Отже ASSA це сукупність знань (agricultural knowledge), необхідних і достовірних (багаторазово випробуваних практикою), для подальшого розвитку й управління процесами неперервних почергових дій в умовах нестационарного впливу НС та участі засобів ГАУ у перетворенні станів минулого і сьогодення до кінцевого ефективного результату АПВ кожним учасником АПК [13,14].

Науково-випробувальні дослідження технологічних процесів в СДС агропромислових комплексів, які забезпечують прибутковість АПВ, пов'язані з задачами прогнозування на майбутній (футурологічний) період, коли залишається інтегрований нестационарний гетерогенний попередній вплив НС. Сутність, особливість і специфіка (СОС) АПВ полягає у природній залежності усіх параметрів, показників, оцінок, значень результатів від просторово-часового континууму $P(X,Y,Z,T)$, де $X=(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$, $\forall x_i \in X$ – множина вхідних параметрів головних

техніко-технологічних характеристик виробництва стосовно відкритого соціотехнологічного природного об'єкта; $Y=(y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m)$, $\forall y_j \in Y$ – множина вихідних параметрів реагування об'єкта, що реально, разом з завадами (шумами) в часі вимірюються метрологічно-сенсорними засобами; $Z=(z_1, z_2, \dots, z_k, \dots, z_l)$, $\forall z_k \in Z$ – множина збурень, завад, змін, що відповідає різниці між прогнозно-плановими розрахунковими очікуваннями $\tilde{Y}$ (для покрокових часових реалізацій $t_i \in T$, $\forall i=0,1,\dots,N$, відповідної зміни динаміки перехідних процесів СДС та ЗНС за рекурентним правилом $t_i = t_{i-1} + h$, $t_0 = T_{min}$, $h = (T_{max} - T_{min})/N$ тривалості інтервалу цілочисельної дискретизації динамічного явища АПВ та параметрами процесів Y $T = t_0 + h \cdot N$, $\forall t \in [T_{min}, T_{max}]$ – множина кроків дискретизації випробувальних досліджень протягом повного часового інтервалу реалізації процедур (чи з об'єктом, чи з моделями) відповідно до програми формалізованого, задокументованого вимірювального експерименту, опис якого зберігає автоматизована система інженерного документообігу (АСІД) [9-12].

Невідповідність між реальним фактом подій на виході об'єкта дослідження $Y(t,z)$ та плановими результатами $\tilde{Y}(t,\tilde{z})$ прогнозу, згідно з означеними методами комп'ютерної ергатичної обробки вхідних даних $X(t)$, дає покрокова отримана чисельна різниця:

$$\Delta Z = |\tilde{Y}(t,\tilde{z}) - Y(t,z)|, \quad \forall P(X,Y,Z,T), \quad (1)$$

де ΔZ просторово-часові змінні (ПЧЗ) простору L унаслідок контактних перетворень сигналізують про відхилення за причин певної недостовірності, тобто неадекватності. Кожна окрема математична модель задана та означена відповідно до конкретного методу, методики, інформаційного ПАК. Прийнято такі випадки визначати як наявність невизначеності. Дійсно, будь який шум має реальне джерело та власного носія впливу на об'єкт-оригінал, на вимірювальні прилади, на всі засоби ПАК.

Але практика АПК та реалізації АПВ

для зменшення енергоресурсних витрат вимагає мінімізації похибок прогнозу та максимізації прибутків у ринкових умовах.

Для вищезначених множин можна побудувати діаграму (рис.1), де стрілки відображають функціональні перетворення з двома шляхами:

$$\begin{aligned} f_2 &= f_1 \circ f_3 : X \rightarrow B, \\ f_4 &= f_5 \circ f_3 : Y \rightarrow D. \end{aligned} \quad (2)$$

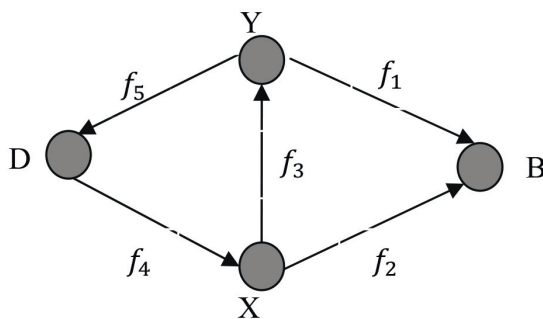


Рисунок 1 – Комутативна діаграма відношень

За умов (2) на цій плоскій діаграмі реалізується комутативність з властивістю тотожності між собою обох варіантів перетворень з початковим входом X та кінцевим результатом Y . Така інваріантність вимагає тотожності множин B та D . За цих умов змінні на об'єкті-оригіналі та моделі точно подібні або правдоподібні. Тому, лише за таких обставин достовірною моделлю робимо прогноз взаємодії СДС за впливів факторів НС.

Множини B та D ілюструють об'єднання двох фундаментальних множин X – вхід та Y – вихід, між якими існує функціональна різниця f_3 на скінченній кількості складових цих множин.

У разі багатовимірному простору L можливо застосовувати рівняння Пфаффа:

$$f_1 dx_1 + f_2 dx_2 + f_3 dx_3 + \dots + f_n dx_n = 0, \quad (3)$$

де $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ змінні конкретного цілісного цільового об'єкта випробування та прогнозування його СОС властивостей у НС.

Розв'язок рівнянь Пфаффа (3) має інтегральний вигляд:

$$\psi(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) = C, \quad (4)$$

де кількість змінних x_i та вагових функцій f_i визначається конкретним об'єктом АПВ. Критерій повної інтегрованості цих рівнянь Пфаффа визначається рівністю часткових похідних:

$$\frac{\partial \psi_i}{\partial x_j} = \frac{\partial \psi_j}{\partial x_i}, \quad \forall i, j = 1, \dots, n. \quad (5)$$

Нагадаємо, що принципово будь-який реальний об'єкт-оригінал значно складніший для обчислювальної ефективності ніж модель зображення, яка спрощена за меншою кількістю параметрів. Для задач управління техніко-технологічними об'єктами АПК завжди визначаються передатні процесні функції об'єкта управління згідно з випробувальними часовими рядами. Наближена модель зображує параметри на вході та виході об'єкта, відповідно до задач раціонального управління на обмежених (коротко-часових) інтервалах зміни режимів роботи. Методи ідентифікації придатних функцій об'єктів СДС відомі [8-10]. Але кожна найкраща модель за часом впливів гетерогенних факторів НС має тенденцію деградації, тобто втрати заданого рівня точності. Ступінь та швидкість зміни кожного конкретного параметра суто індивідуальна. Тому для прогнозу футурологічних явищ виникає природна невизначеність збігу обставин у СДС.

Достовіризація у задачах прогнозу результатів застосування інноваційної техніки і прогресивних технологій з найкращими носіями й матеріалами можлива, коли план випробування націлено на отримання невідкладних відповідей на такі **запитання**:

1. Який обсяг експериментальних часових рядів можна зафіксувати й задокументувати в базах даних АСІД з урахуванням реальних фінансово-матеріальних обмежень на випробування?

2. Яка реальна (ефективна) кількість параметрів управління Y з урахуванням можливостей здійснювати режими робочого коригування X (параметрами: кут, напрям, швидкість, прискорення, сила, момент, енергія, тощо)?

3. Яка тривалість часу (періоду) ви-

пробування та ідентичність (однорідність) умов і факторів впливу НС на процеси СДС?

4. Яка ефективна, (раціональна, корисна) точність моделі (моделей) відкритої СДС?

5. За яких вихідних сигналів (закономірних функціях) гарантується достовірність (завдяки найкращому зняттю невизначеності гетерогенних майже необмежених) факторів НС на кожному етапі ідентифікації?

6. Як забезпечення правдоподібності та ефективності розрахункових часткових та інтегральних оцінок не буде впливати на зростання складності обчислень та витрат інтелектуальних зусиль за комбінаторних залежностей?

7. Яка найкраща причинно-наслідкова залежність між показниками ефективності випробування та знаннями достовірності прогнозних даних?

Висновки. Визначено методологічні основи та перелік запитань і раціональних конструктивних відповідей, які стимулюють використовувати принципи синергетики, еволюції та самоналагодження, самокоригування, самонавчання [13] для достовіризації (під час прогнозування та випробування) майбутніх синергетичних технологій керованого землеробства.

Водночас акцентується, що:

- процедури виконуються неперервно та квазіперіодично відповідно до рангів ієрархії оцінювання параметрів об'єкта та моделі.

- кожна отримана часткова оцінка далі використовується для підвищення ефективності контурів удосконалення та керування відповідними процесами. Мале запізнення Δt_{min} забезпечує швидкі дії у визначені моменти та у локальних обмежених частках технологічного простору АПВ. Подібність дослідження не випадкових нестационарних процесів забезпечують знання їхніх складових функцій щільності розподілу у рядах Корупена-Лоева.

- затримки тривалості часу на спостереження, моніторинг, накопичування та обробку даних еквівалентно фактично-

му запізненню в ієрархічних структурах самоорганізації.

Узагальнення теорії самоорганізації дозволяє стверджувати, що не слід дозволити вхід у сфери значних експериментальних коливань критичних, ключових параметрів режиму експлуатації об'єктів АПК, які вже неможливо компенсувати принципово (без банкрутства).

Всі зусилля треба спрямовувати на упереджений, достатньо точний прогноз, коли витрати на управління-компенсацію значно підвищують результативну ефективність агропромислового виробництва.

Література

1. Погорельий Л. В., Анилович В. Я. Испытания сельскохозяйственной техники: научно – методические основы оценки и прогнозирования надежности сельскохозяйственных машин. – К.: "Феникс", 2004. – 208с.
2. Погорельий Л. В. Инженерные методы испытаний сельскохозяйственных машин. - К.: Техніка, 1991.- 157 с.
3. Погорельий Л. В. Повышение эксплуатационно-технологической эффективности сельскохозяйственной техники. - К.: Техніка. 1990.- 176 с.
4. Кравчук В. Науково-випробувальні дослідження: адаптація до часу. 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(34). С.4-8
5. Кравчук В. І. Науково-випробувальні дослідження-орієнтири машинобудівника та аграрія / В. І. Кравчук// Техніка і технології АПК. – 2016. - №3. – С.6-10.
6. Кравчук В. І. Біосфера агротехнології, інженерні рішення / В. І. Кравчук, А. Кушнарьов, В. Таргоня, М. Павлишин, В. Гусар: за редакцією В. І. Кравчука // Міністерство аграрної політики та продовольства України: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого – Дослідницьке.-2015.-239с.
7. Кравчук В. І. Інтелектуалізація процесів визначення прогнозування техніч-

ного рівня сільськогосподарських машин / В. І. Кравчук, М. Павлишин, В. Гусар // Техніка і технології АПК. - №4. - 2015. - с.8-11.

8. Организация эффективного использования машинно-тракторного парка / Л. И. Кушнарев, С. Л. Кушнарев, А. В. Чепурин, Е. Л. Чепурина // Учебник для вузов. Под. ред. д.т.н. Л. И. Кушнарева. - М.:ФГНУ «Росинформтех». - 2015. - 245с.

9. О проблеме машиноиспользования в сельском хозяйстве / Студопедия. [Электронный ресурс] URL:https://studopedia.ru/8_171397_o-probleme-mashino-ispolzovaniya-v-selskom-hozyaystve.html (Дата обращения: 08.05.2018).

10. Farm machinery management information system / S. Fountas, C. G. Sorensen, Z. Tsiropoulos, C. Cavalaris, T. Gemtos // Computers and Electronics in Agriculture. - Vol. 110. - 2015. - P.131-138.

11. Real-time Monitoring System of Agricultural Machinery Operation Information Based on ARM11 and GNSS / M.Xiang, S. Wei, M. Zhang, M. Z. Li. // IFAC-PapersOnLine/-Vol. 49, Issue 16. - 2016. - P.121-126.

12. СТ РК 12.005-2003. Комплект приспособлений для контроля технического состояния и настройки сельскохозяйственных машин. Технические условия. Введ. 2003.13.10. - Астана, 2003. - 24с.

13. Кравчук В. І. Інформаційна технологія прогнозування та випробування майбутньої аграрної техніки. Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. 2018. Вип. 22(36). С. 27-34.

14. 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. Дослідницьке, - 2015. - Вип.19(33). - с.22-31.

Literatura

1. Pogorelyy L. V., Anilovich V. Ya. Ispytaniya selskokhozyaystvennoy tekhniki: nauchno – metodicheskiye osnovy otsenki i prognozirovaniya nadezhnosti selskokhozyaystvennykh mashin. – K.: "Feniks". 2004. – 208s.

2. Pogorelyy L.V. Inzhenernyye metody ispytaniy sel'sko-khozyaystvennykh mashin. - K.: Tekhnika. 1991.- 157 s.

3. Pogorelyy L. V. Povysheniye ekspluatatsionno-tekhnologicheskoy effektivnosti selskokhozyaystvennoy tekhniki.- K.: Tekhnika. 1990.- 176 s.

4. Kravchuk V. Naukovo-viprobuvalni doslidzhennya: adaptatsiya do chasu. Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprovuvannya novoyi tekhniki i tekhnologiy dlya sil'skoho hospodarstva Ukrayiny. Doslidnytske. 2016. Vyp. 20. S.4-8

5. Kravchuk V. I. Naukovo-viprobuvalni doslidzhennya-orientirni mashinobudivnika ta agrariya / V.I. Kravchuk// Tehnika i tehnologiyi APK. – 2016. - #3. – s.6-10.

6. Kravchuk V. I. Biosfera agrotekhnologiyi, Inzhenerni risnennia / V. I. Kravchuk, A. Kushnarev, V. Targonya, M. Pavlishin, V. Gusar: za redaktsiyei V. I. Kravchuka // Ministerstvo agrarnoyi politiki ta prodovolstva Ukraini: Ukr NDIPVT Im. L. V. Pogorilogo – Doslidnytske.-2015.-239s.

7. Kravchuk V. I. Intelektualizatsiya protsesiv viznachenya prognozuvannya tehnichnogo rivnya sil'skogospodarskikh mashin / V. I. Kravchuk, M. Pavlishin, V. Gusar // Tehnika i tehnologiyi APK. - #4. – 2015. – s.8-11.

8. Orhanyzatsiya efektyvnoho yspolzovaniya mashynno-traktornoho parka / L. Y. Kushnarev, S. L. Kushnarev, A.V. Chepuryn, E. L. Chepuryna // Uchebnyk dlia vuzov. Pod. red. d.t.n. L. Y. Kushnareva. – M.:FHNU «Rosynformtekhn». - 2015. - 245s.

9. О проблеме машыноиспользования в сельском хозыаистве / Studopediya. [Электронный ресурс] URL:https://studopedia.ru/8_171397_o-probleme-mashino-ispolzovaniya-v-selskom-hozyaystve.html (Data

obrashcheniya: 08.05.2018).

10. Farm machinery management information system / S. Fountas, C. G. Sorensen, Z. Tsiropoulos, C. Cavalaris, T. Gemtos // *Computers and Electronics in Agriculture*. - Vol. 110. - 2015. - P.131-138.

11. Real-time Monitoring System of Agricultural Machinery Operation Information Based on ARM11 and GNSS / M. Xiang, S. Wei, M. Zhang, M.Z. Li. // *IFAC-PapersOnLine* / - Vol. 49, Issue 16. - 2016. - P.121-126.

12. ST RK 12.005-2003. Komplekt prysposoblenyi dlia kontrolya tekhnicheskoho sostoianiya y nastroyky selskokhoziaistvennykh mashyn. Tekhnicheskyye usloviya. Vved.2003.13.10. -Astana, 2003.-24s.

13. Kravchuk V. I. Informatsiina tekhnolohiia prohnozuvannia ta vyprobuvannia maibutnoi ahrarnoi tekhniki / V. I. Kravchuk, H. L. Baranov, O. S. Komisarenko // *Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoyi tekhniki i tekhnolohiy dlya silskoho hospodarstva Ukrainy. Doslidnytske*. 2018. Vyp. 22(36). S. 27-34.

14. Kravchuk V. I. Metodolohiia ta metrolohichni osnovy funktsionalnoi stiikosti ahrovyrobnytstva v umovakh ryzykovanoho zemlerobstva / V. I. Kravchuk, H. L. Baranov, O. M. Prokhorenko // *Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniki i tekhnolohii dlya silskoho hospodarstva Ukrainy: Zb.nauk.pr. UkrNDIPVT. Doslidnytske*, - 2015. - Vyp.19(33). - s.22-31.

Literature

1. Pogorelyy L.V., Anilovich V. Ya. Tests of agricultural machinery: scientific and methodological basis for assessing and predicting the reliability of agricultural machines. - K.: "Phoenix", 2004. - 208s.

2. Pogorelyy L. V. Engineering methods of testing agricultural machinery. - K.: Machinery, 1991. - 157 with.

3. Pogorelyy L.V. Increase of operational and technological efficiency of agricultural machinery. - K.: Machinery. 1990.-176 p.

4. 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. - C.4-8

5. Kravchuk V. I. Scientific and experimental researches-targets of the machine-builder and agrarian / V. I. Kravchuk // *Technique and technology of agroindustrial complex*. - 2016 - №3. - p.6-10.

6. Kravchuk V. I. Biosphere of agrotechnology, 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: Ukr NIIPVT them. L. V. Burnt - Research*. 2015.-239c.

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

8. Organization of efficient use of machine-tractor park / L. I. Kushnarev, S. L. Kushnarev, A. V. Chepurin, E. L. Chepurin // *Textbook for high schools. Under Ed. doctor of science L. I. Kushnarev - Moscow: FGNU "Rosinformmeth"*. - 2015.-245c.

9. On the problem of machine use in agriculture / Studios. [Electronic resource] URL: https://studopedia.ru/8_171397_o-probleme-mashino-ispolzovaniya-v-selskom-hozyaystve.html (Rev.: 08.05.2018).

10. Farm machinery management information system / S. Fount, C. G. Sorensen, Z. Tsiropoulos, C. Cavalaris, T. Gemtos // *Computers and Electronics in Agriculture*. - Vol. 110. - 2015. - p.131-138.

11. The Real-Time Monitoring System of Agricultural Machinery Operating Information Based on ARM11 and GNSS / M. Xiang, S. Wei, M. Zhang, M.Z. Li // *IFAC-PapersOnLine* / - Vol. 49, Issue 16-2016. - P.121-126.

12. ST RK 12.005-2003. A set of devices for monitoring the technical condition and adjustment of agricultural machines. Technical specifications. Introduction.2003.13.10.

-Astana, 2003.-24s.

13. Kravchuk V. I. Information technology for forecasting and testing of future agrarian machinery / V. I. Kravchuk, G. L. Baranov, O. S. Komisarenko // Coll. Sciences. to UkrNIPIPT them. L. Pogorely. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for Ukrainian agriculture. Doslidnytske. 2018. Vip. 22 (36). Pp. 27-34.

14. 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 // Coll. Sciences. to UkrNIPIPT them. L. Pogorely. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for Ukrainian agriculture. Doslidnytske. 2015. Vip. 19 (33). - p.22-31.

UDC 631:001.891.54

METHODOLOGICAL BASES OF FIDELITY CONFIRMATION OF FORECASTING AND TESTING OF MACHINERY AND TECHNOLOGIES

Kravchuk V., Dr. Tech. Scs, Prof., Corr. Member of the Academy of Sciences of Ukraine
<http://orcid.org/0000-0002-7991-0351>

DNU L. Pogorilyy Ukr NDIPVT

Baranov G., Dr. Tech. Scs, prof., <http://orcid.org/0000-0003-2494-8771>

Komisarenko O.,

e-mail: olenakomisarenko@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-7436-6473>

«National Transport University of Ukraine»

Tsulaia A., PhD, e-mail: anavats51@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3943-1831>

DNU L. Pogorilyy Ukr NDIPVT

Summary

The scientific and mathematical method for substantiating predictively correct evidence under the conditions of the truth of time series obtained as the results of a predetermined forecast or testing of technical and technological solutions under the conditions of manifestation of heterogeneous environmental factors is considered.

Objective. *It consists in the development of a mathematical apparatus for establishing the effect of reliability of procedures for predicting futurological indicators according to formalized descriptions of regular modeling processes based on the results of planned tests or testing of agricultural machinery and technologies.*

Methods *of analysis and synthesis with step-by-step proofs of the correct conclusions of the forecast under the conditions of the truth of the test results, based on the criteria of reliability, invariance of the asymptotic convergence of the results of natural-physical and mathematical system-analog modeling.*

Output. *The scientific result in the form of a mathematical law, regularity, functional dependence is always carried out reliably, but according to clearly defined conditions of fixation in formalized descriptions of: objects of a complex dynamic system; facts of the heterogeneous influence of the external unsteady environment; response processes and changes in this area of interaction and synergetics.*

Key words: *agricultural science, systemology, a sufficient condition for knowledge, planning, testing, measurement, modeling, forecasting.*

УДК 631:001.891.54

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДОСТОВЕРИЗАЦИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АПК

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

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

ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

Баранов Г., д-р техн. наук, проф.,

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

Комиссаренко А.,

e-mail: olenakomisarenko@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-7436-6473>

«Национальный транспортный университет Украины»

Цулая А., канд. физ.-мат. наук,

e-mail: anavats51@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3943-1831>

ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

Аннотация

Рассмотрен научно-математический метод обоснования прогнозно правильных доказательств в условиях истинности временных рядов, полученных как результаты заранее направленного прогноза, или испытаний технико-технологических решений в условиях проявления гетерогенных факторов окружающей среды.

Цель работы заключается в разработке математического аппарата установления эффекта достоверности процедур прогнозирования футурологических показателей согласно формализованных описаний закономерных процессов моделирования по результатам спланированных испытаний или тестирования аграрной техники и технологий.

Методы анализа и синтеза с пошаговыми доказательствами правильных выводов прогноза в условиях истинности результатов испытаний, основанные на критериях достоверности, инвариантности асимптотической сходимости результатов натурно-физического и математического система-аналогового моделирования.

Вывод. Научный результат в виде математического закона, закономерности, функциональной зависимости выполняется всегда достоверно, но по четко обозначенных условий фиксации в формализованных описаниях: объектов сложной динамической системы; фактов гетерогенного влияния внешнего нестационарного среды; процессов реагирования и изменений в указанной области взаимодействия и синергетики.

Ключевые слова: аграрная наука, системология, достаточное условие знаний, планирования, испытания, измерения, моделирования, прогнозирования.