

УДК 631.313.02:531/534

КОНЦЕПЦІЯ ТА СИСТЕМО-АНАЛОГОВА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛАНЦЮГОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ҐРУНТОБРОБНО-ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ

Т. В. Гайдай

Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого», Україна.

Кореспонденція автора: tanusha-h@ukr.net.

Історія статті: отримано – вересень 2018, акцентовано – листопад 2018.

Бібл. 12, рис. 3, табл. 0.

Анотація. В статті представлено концепцію і системо-аналогову модель ГПА; що передбачають в ланцюгу технологічних перетворень визначення двох функціональних компонентів: технологічності (K_1) та якості (K_2). У функціональному компоненті K_1 вдосконалена модель динаміки руху ГПА з визначенням його координат та розрахунки параметрів катушкового висівного апарату при відповідній швидкості ГПА; а у функціональному компоненті K_2 – оцінювання динаміки руху насіння в пневматичному насіннепроводі та процес розсіву і параметрів тарілчастого розсіювача; запропоновано алгоритм синтезу функціональних компонентів та

управління процесу; проведено формалізацію параметрів ланцюгових перетворень.

Ключові слова: ґрунтообробно-посівний агрегат, функціональні компоненти, концепція, системо-аналогова модель, математичне моделювання.

Постановка проблеми

Технологічний процес сівби дрібнонасіненних культур реалізується ґрунтообробно-посівним агрегатом (ГПА або посівним МТА – машинно-тракторним агрегатом (рис. 1)).

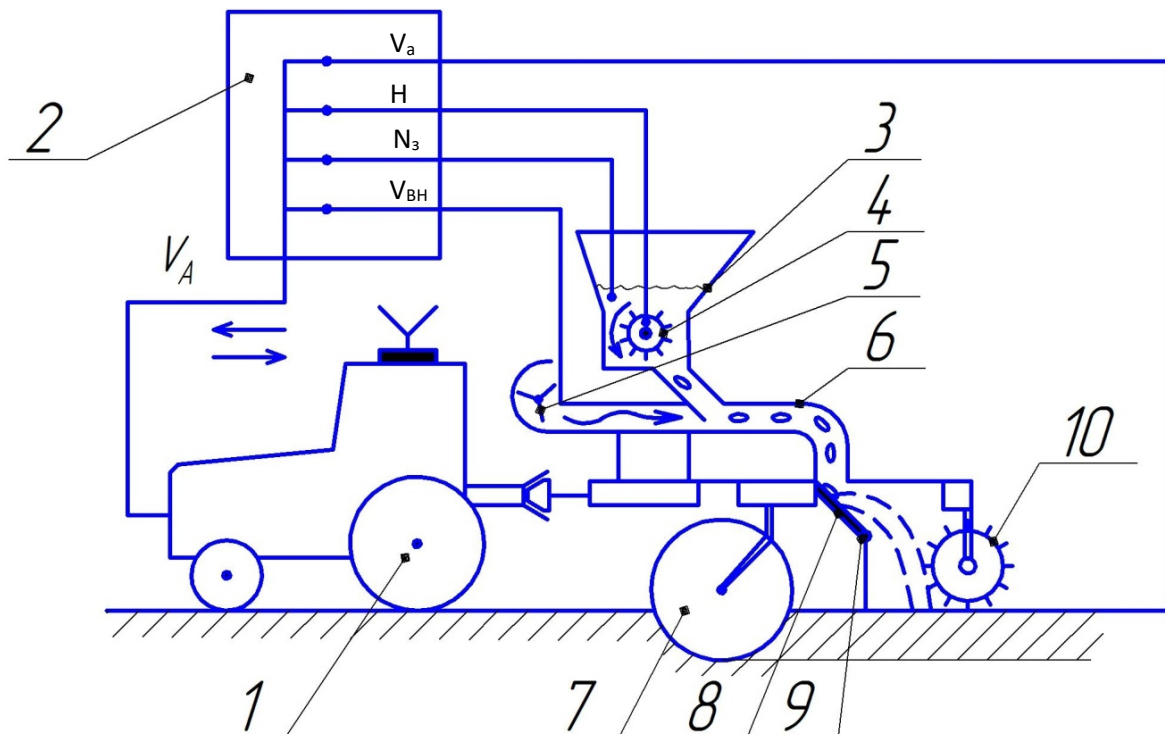


Рис. 1. Конструкційно-компонувальна схема комбінованого ґрунтообробно-посівного агрегата: 1 – ходова система, 2 – інформаційно-керуючий засіб, 3 – висівний модуль, 4 – висівальна катушка, 5 – повітрянагнітач, 6 – насіннепровід, 7 – ґрунтообробні секції сферичних дисків, 8, 9 – тарілчастий розсіювач, 10 – прикочуючий коток.

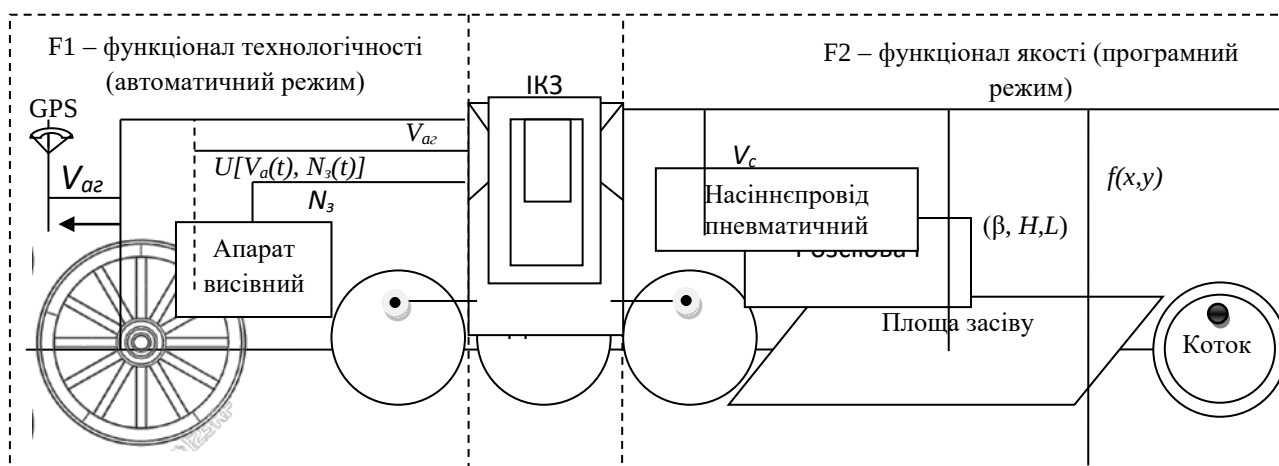


Рис. 2. Системо-аналогова модель функціонально ланцюгових перетворень ГПА для сівби сидеральних культур.

Аналіз останніх досліджень

Концепція і модель передбачають синтез двох функціональних компонентів $[K_1, K_2]$ через систему інформаційно-керуючого засобу (ІКЗ), тобто класичний (індуктивний) підхід до визначення взаємозв'язків окремими підсистемами об'єкта [1, 2].

Мета досліджень

З метою досягнення поставленої задачі – формування визначеної стійкої норми висіву (незалежно від стійкості агрегату) та рівномірності розсіву насіння на визначені площі, ГПА повинен синтезувати ланцюгові перетворення (узгодження технологічних операцій) за схемою $[<\text{швидкість агрегату} - \text{задана норма висіву насіння}> - <\text{транспортування насіння пневмопроводом та розсів тарілчастим розсіювачем (з визначеними раціональними параметрами)}>]$.

Результати досліджень

Такий підхід можна запропонувати в якості концепції, що реалізується за орієнтованою системо-аналоговою моделлю ГПА (рис. 2).

Функціональний компонент K_1 – компонент технологічності покликаний за допомогою GPS та ІКЗ забезпечити стабільність технології – встановленої норми висіву насіння $N_s(t)$ в залежності від швидкості руху $V_{az}(t)$ при вхідних параметрах N_s і V_{az} .

Функціональний компонент K_2 – компонент якості з метою забезпечення рівномірності (щільності) розсіву насіння $f(x,y)$ на оброблювані площі S за вихідним параметром $K_1 [V_{az}(t), N_s(t)]$ визначає за допомогою програмного забезпечення (на стаціонарі) установку швидкості транспортування насіння V_{BH} у пневматичному насіннєпроводі, параметри тарілчастого розсіювача (зокрема кут розкриття пластини – β та установки його по висоті і ширині агрегату – H_d, L_d). В нашому випадку концепція визначає послідовність технологічних

процесів (перетворень) та автоматизоване управління режимами роботи складових модулів в реальному часі, відображає ланцюговий технологічний процес за критеріями системного узгодження вимог агротехнології (рис. 3). До функціонального компоненту (K_1) відносяться взаємопов'язані між собою параметри: швидкість руху агрегату (V_{az}) та норма видачі насіння з бункера, яка залежить від кутової швидкості висіваючої котушки (ω_r). Для підтримання сталості значень кількості посівного матеріалу і числа обертів висіваючої котушки при збільшенні або падінні швидкості руху V_{az} посівного агрегату на окремих ділянках поля, змінюється час T його переміщення і необхідна продуктивність висіву для даної окремої ділянки, що в свою чергу тягне для цієї ділянки зміну кутової швидкості ω_r висіваючої котушки. Відповідно, до функціонального компоненту (K_2) відносяться такі параметри: швидкість повітрянасінневої суміші в насіннєпроводі V_c , конструкційні параметри розсіювачів (кут розкриття β , висота розміщення розсіювача над полем H_d), від яких залежить забезпечення рівномірності розсіювання та щільність розподілу насіння по площі поля $f(x,y)$. Запропонована модель для кожного складового функціоналу ГПА дозволяє забезпечувати синергетичні ефекти єдиного цілісного агрегату. За цих умов кожний окремий модуль ГПА відповідає перевагам технічного узгодження інтерфейсних з'єднань з сусідами та технологічної оптимізації нестационарних стохастичних процесів внутрішніх поточкових перетворень параметрів в координатах «вхід, умова – вихід, дія».

Взаємодія між елементами, що у ланцюгах утворюють технологічне перетворення потребує моделювати явища: статичні контактних обмінів; кінематики формотворення контактуючих тіл; динаміки руху та енергетичних обмінів, що зачіпаючи матеріальні властивості внутрішніх складових трансформують вхідні параметри у вихідні.

Динамічні явища рухів (прямолінійних, криволінійних, оберткових, коливальних та інших нелінійних) охоплюють значно широкі коло елементів конструкції з різноманітними спектрами підсилення та дисипації форм енергії.

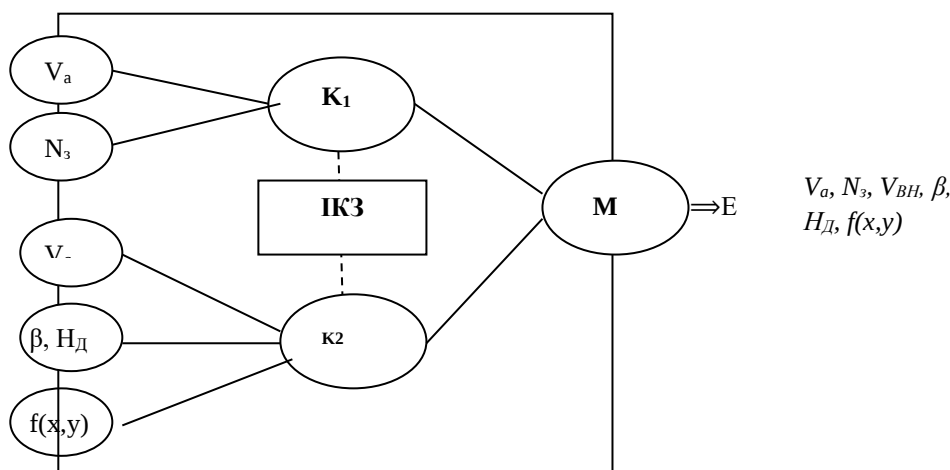


Рис. 3. Схема процесу синтезу (М) ґрунтообробно-посівного агрегату: K_1 – функціональний компонент руху агрегату (V_a) та забезпечення норми висіву (N_z) котушковим апаратом; K_2 – функціональний компонент транспортування насіння (V_c), забезпечення рівномірності розсіювання (β , H_d) та якості посіву ($f(x,y)$).

З нашою концепцією нашому варіанті ГПА для сидеральних культур обов'язково повинен гарантувати постійну (задану, бажану, керовану) норму та рівномірність посіву насіння на площі його робочої ширини. Цільові показники функціональної агротехнологічної ефективності ГПА в реальних умовах ризиків землеробства мають забезпечувати техніку – технологічні рішення та параметри елементів СГМ. Визначальними є [3, 4, 5, 6] етапи, що включають випробування, налагодження, коригування, узгодження процедур покрокового технологічного перетворення параметрів, особливо пар взаємодії у вузлах інтерфейсних контактних з'єднань трьох взаємопов'язаних явищ: змін, дії та протидії.

При дослідженні технологічного процесу сівби дрібнонасіневих культур, що реалізується ГПА, важливим є визначення та вивчення математичної моделі динаміки процесу з метою подальшої оптимізації як самого процесу так і параметрів ГПА [7-12]. Моделювання включає розробку моделі динаміки руху ГПА по полю, враховуючи відповідні сили тяги і опору, моменти повороту і моменти опору повороту трактора, а також – розрахунки параметрів при виході посівного матеріалу з насінневого бункера, оцінки динаміки його руху по насіннепроводу до точки розкидання і формули розсіювання насіння на ґрунті після виходу з насіннепроводу.

Отримані моделі дозволять, аналізуючи управління процесом висіву насіння, визначити технічні параметри різних робочих пристосувань, що входять в ГПА, з точки зору їх узгодженості функціонування для якісного виконання завдання.

Висновки

1. Запропонована концепція та системо-аналогова модель функціонування ланцюгових технологічних перетворень ґрунтообробно-посівного агрегату.

2. Визначилися із базовими складовими функціональних компонентів: швидкість руху агрегату (V_{ac}), норма видачі насіння з бункера, яка залежить від кутової швидкості висіваючої котушки

(ω_r), швидкість повітрянонасіневої суміші в насіннепроводі V_c , конструкційні параметри розсіювачів (кут розкриття β , висота розміщення розсіювача над полем H_d), від яких залежить забезпечення рівномірності розсіювання та щільність розподілу насіння по площі поля $f(x,y)$.

Список літератури

1. Кравчук В. І. Концепція гарантовано-адаптованого управління робочими процесами сільськогосподарських агрегатів та машин. Перспективи застосування технологій точного землеробства: Матеріали 2-ї міжнародної науково-практичної конференції. Київ. НАУ. 2006.
2. Баранов Г. Л., Макаров А. В. Структурное моделирование сложных динамических систем. Киев. Наукова думка. 1986. 272 с.
3. Кравчук В. І. Теоретичні основи адаптації сільськогосподарських машин. Київ. НАУ. 2005. 208 с.
4. Кравчук В., Читаєв Д., Любченко С., Шустік Л. Програмний комплекс вирішення задач аналізу та підготовки даних в системі керованого землеробства. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. 2006. Вип. 9(23). С. 171–172.
5. Кравчук В., Баранов Г., Прохоренко О., Гайдай Т. Системно-аналогове моделювання технологій екологічними процесами. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. 2016. Вип. 20 (34). С. 269–280.
6. Кравчук В. І. Елементи теорії адаптації сільськогосподарських машин. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. 2005. Вип. 80. Ч. 1. С. 28–33.
7. Аніскевич Л. В. Модель функціонування машини в системі точного землеробства. Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий. Керчь. 2001. Вип. 1. С. 112–118.

8. *Анісевич Л. В.* Управління системами високоточного дозування технологічних матеріалів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2014. С. 264–277.

9. *Беспамятнова Н. М., Лаврухин П. В.* Исследование параметров разбросного посева семян. Обоснование параметров и средств механизации в растениеводстве. Зерноград. ИМЭСХ. 1990. С. 21–36.

10. *Бойко А. І., Свірень М. О.* Модель функціонування пневматичної висівної системи для технологій точного землеробства. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. 2006. Вип. 8. С. 80–88.

11. *Лурье А. Б., Нагорский Н. С., Озеров В. Г.* Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления. Ленинград. Колос. Ленинградское отделение, 1979. 321 с.

12. *Василенко П. М., Василенко В. П.* Методика построения моделей функционирования машинных агрегатов. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1979. № 12. С. 42–45.

References

1. *Kravchuk, V. I.* (2006). Concept of guaranteed-adaptive workflow management of agricultural units and machines. Prospects of application of precision agriculture technologies: proceedings of the 2nd international scientific-practical Conferenc. Kiev. NAU.

2. *Baranov, G. L., Makarov, A. V.* (1986). Structural modeling of complex dynamic systems. Kiev. Scientific thought. 272.

3. *Kravchuk, V. I.* (2005). Theoretical bases of adaptation of agricultural machines. Kiev. NAU. 208.

4. *Kravchuk, V., Citayev, D., Lyubchenko, S., Shustik, L.* (2006). Software package for solving problems of analysis and preparation of data in the system-managed agriculture. Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine. Research. Vol. 9 (23). 171-172.

5. *Kravchuk, V., Baranov, G., Prokhorenko, A., Gaidai, T.* (2016). System-analog modeling technology of controlled environmental agriculture for the chain processes. Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine. Research. Vol. 20 (34). 269-280.

6. *Kravchuk, V. I.* (2005). Elements of the theory of adaptation of agricultural machines. Scientific Bulletin of National agrarian University. Kiev. Vol. 80. Part 1. 28-33.

7. *Anishevich, L. V.* (2001). Model of functioning of machine in the system of precision farming. The mechanization of the production processes of the fisheries, industrial and agricultural enterprises. Kerch. Vol. 1. 112-118.

8. *Anishevich, L. V.* (2014). Control systems precision metering of process materials. Scientific Bulletin of National University of life and environmental Sciences of Ukraine. Series: electronics and energetics, agriculture. Kiev. 264-277.

9. *Bespamyatnov, N. M., Lavrukhin, V. P.* (1990). Study of parameters of broadcast seeding. Justification of parameters and mechanization in crop production. Zernograd. FARM. P21-36.

10. *Boyko, A. I., Svyren, M. O.* (2006). Model of functioning of pneumatic sowing system for precision agriculture technologies. Scientific Bulletin of National agrarian University. Kiev. Vol. 8. 80-88.

11. *Lurie, A. B., Nagorskiy, N. S., Ozerov, V. G.* (1979). Modeling of agricultural units and their control systems. Leningrad. Ear. Leningrad branch, 321.

12. *Vasilenko, P. M., Vasilenko, V. P.* (1979). Method of constructing models of the functioning of the machine units. Mechanization and electrification of socialist agriculture. No 12. 42-45.

КОНЦЕПЦИЯ И СИСТЕМО-АНАЛОГОВАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕПНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ГРУНТООБРОБНО-ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА

Т. В. Гайдай

Аннотация. В статье представлена концепция и системо-аналоговую модель ГПА, предусматривающие в цепи технологических преобразований определение двух функциональных компонентов: технологичности (K_1) и качества (K_2). В функциональном компоненте K_1 усовершенствованная модель динамики движения ГПА с определением его координат и расчеты параметров катушкового высевяющего аппарата при соответствующей скорости ГПА, а в функциональном компоненте K_2 – оценка динамики движения семян в пневматическом насіннепроводі и процесс рассева и параметров тарельчатого рассеивателя, предложен алгоритм синтеза функциональных компонентов и процесса управления, проведена формализация параметров цепных преобразований.

Ключевые слова: грунтообробно-посевной агрегат, функциональные компоненты, концепция, системо-аналоговая модель, математическое моделирование.

CONCEPT AND SYSTEM ANALOG MODEL OF FUNCTIONING OF CHAIN OF TECHNOLOGICAL CHANGE GRANTOURISMO-SOWING UNIT

Gaidai T. V.

Abstract. The article presents a concept and a system analog model HPA, providing a chain of technological change the definition of two functional components: technological (K_1) (K_2). In the functional component K_1 improved model of the dynamics of HPA with the determination of coordinates and calculations of the parameters koteshwara sowing machine at the appropriate speed hPa and in the functional component K_2 – evaluation of the dynamics of seeds in the pneumatic nennlast and the separation process and parameters of the disc of the lens, the algorithm for the synthesis of functional components and management process, the formalization of parameters of chain of transformations.

Key words: protoopalina-seeder, functional components, concept, system-analog model, mathematical modeling.