

УДК 681.785.55 :681.3.07

## ФОРМУВАННЯ БАЗИ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ РОСЛИННИЦТВА

**В. Г. Мироненко**, д. т. н. проф., E-mail: [mironenko1952@ukr.net](mailto:mironenko1952@ukr.net) тел.0973344198  
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

### Резюме

**Мета.** Методологічні підходи до формалізації бази даних щодо сучасних вимог виконання основних робочих процесів у рослинництві.

**Методи.** Аналіз особливостей технологічних операцій рослинництва, що визначають біологічні та енергетичні показники розвитку рослин. Синтез бази даних якісних показників обробітку поля.

**Результати.** Структура та параметри складових бази даних якісних показників виконання основних робочих процесів рослинництва. Функції систем автоматичного управління робочими процесами.

**Висновки.** Принципове збільшення виходу сільськогосподарської продукції з одиниці оброблюваної площі можливе при впровадженні нових інтелектуальних технологій виробництва. Першочерговою задачею створення інтелектуальних систем управління технологічними процесами сільськогосподарського виробництва є формалізація бази вихідних даних. База даних у значній мірі визначає функції та структуру систем автоматизованого управління робочими процесами рослинництва.

**Ключові слова:** технологічні операції, якісні показники виконання, база даних, функції систем управління, автоматичне управління.

UDC 681.785.55: 681.3.07

## PRECONDITIONS AND FEATURES CREATION OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ELEMENTS IN THE SYSTEMS OF OPERATIONAL CONTROL OF AGROINDUSTRIAL MANUFACTURE

**V. G. Myronenko**, PhD., prof. E-mail: [mironenko1952@ukr.net](mailto:mironenko1952@ukr.net) tel: 0973344198  
National Scientific Center "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

### SUMMARY

**Purpose.** Formalize the basic provisions and determine the prospects of development of intelligent systems of automatic control of technological processes agricultural production.

**Methods.** Analysis of possibilities to improve the efficiency of the agricultural production and question state on the creation of artificial intelligence for the management of technology systems. Synthesis of the overall structure of neuronlike network of integrated system of operational administration of agricultural by technological processes and principles of formation of the database for his support.

**Results.** The structure of the intellectual component a system of automatic controlling the technological process. Architecture technical of

neuronlike network. Principles of Construction of algorithm for automatic generation of control action of technological process based on renewable knowledge base.

**Conclusions.** Principal of increase in the yield agricultural production from a unit of cultivated area is possible with the implementation of new smart technologies. The level of artificial intelligence in the systems for technological processes of agricultural production can be restricted using theories of computation and logic. A key object of the the development of intelligent systems of technological processes of agricultural production for today is formalizing of knowledge base.

**Keywords:** technological operations, system of integrated control, elements of artificial intelligence, knowledge base.

УДК 681.785.55:681.3.07

## ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

**В. Г. Мироненко**, *д.т.н. проф.*, E-mail: [mironenko1952@ukr.net](mailto:mironenko1952@ukr.net)

тел: 0973344198

*Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины*

### РЕЗЮМЕ

**Цель.** Методологические подходы к формализации базы данных для современных требований основных рабочих процессов в растениеводстве.

**Методы.** Анализ особенностей технологических операций растениеводства, которые определяют биологические и энергетические показатели развития растений. Синтез базы данных качественных показателей возделывания поля.

**Результаты.** Структура и параметры компонентов базы данных качественных показателей выполнения основных рабочих процессов растениеводства. Функции систем автоматического управления рабочими процессами.

**Проблема.** Конкурентоспособное агропромышленное производство Украины в ближайшей перспективе будет возможно лишь за условия створення новітнього машинно-технологічного забезпечення для досягнення оптимального фазового стану об'єкта, що обробляється. Основою створення таких систем оперативного управління технологічними процесами є формування та формалізація бази даних, що пов'язані з цілим комплексом агрономічних, технічних, меліоративних, економічних, організаційних та інших факторів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Управління виробництвом сільськогосподарської продукції – це цілеспрямований вплив на ґрунт, навколишнє середовище, рослину чи тварину за допомогою виконання певних робіт та технологічних операцій з метою отримання найбільшого економічного ефекту від реалізації вирощеної продукції [1-3].

Стан, наприклад, поля, як об'єкта управління, може бути представлено у вигляді таких складових характеристик: фізичний та

**Выводы.** Существенное увеличение производства сельскохозяйственной продукции с единицы площади посева возможно при внедрении новых интеллектуальных технологий производства. Первоочередной задачей при создании интеллектуальных систем управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства является формализация базы исходных данных. База данных в значительной степени определяет функции и структуру систем автоматического управления рабочими процессами растениеводства.

**Ключевые слова:** технологические операции, качественные показатели работы, база данных, функции систем, автоматическое управление.

хімічний стан ґрунту; розвиток, засміченість і захворюваність посівів; зараженість поля шкідниками; стан виконання запланованих робіт та ін. Розвиток аграрної науки на сучасному етапі характеризується зосередженістю на розробленні машинних технологій, які дають можливість зберегти біологічну та екологічну рівновагу в природі. На зміну хіміко-техногенній системі землеробства приходять енергоощадні екологічно безпечні технології обробітку ґрунту. При цьому важливе значення має рівень інтеграції систем автоматичного управління роботою машинно-тракторних агрегатів з інформаційно-технічними системами, у тому числі, засобами оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь для визначення цілеспрямованої дії.

На основі попередніх досліджень і проведеного огляду літературних джерел [4-9] визначено існуючі методи і технічні засоби нового покоління для моніторингу й забезпечення якості виконання технологічних процесів у сучасних технологіях рослинництва.

**Мета дослідження.** Методологічні підходи до формалізації бази даних щодо сучасних вимог виконання основних робочих процесів у рослинництві.

**Результати досліджень.** Інтегральною функцією рослинництва є його економічна ефективність за рахунок створення найсприятливіших умов розвитку рослини через ефективне управління робочими процесами. Всю гамму факторів, що визначають умови розвитку рослини, а відповідно управлінські дії технічних засобів для їх забезпечення, умовно, можна розділити на прямі та опосередковані. До прямих відносяться: виконання технологічних операцій в найкращі часові терміни, у тому числі, за рахунок високої експлуатаційної надійності технічних засобів; прямолінійність і плавність ходу машинно-тракторного агрегату; положення та частота обертання робочих органів у процесі

виконання відповідних операцій; норма висіву (внесення) технологічних матеріалів та інші. Серед опосередкованих факторів можна назвати: вид культури та її попередник; якість попереднього обробітку поля та обробки насіння; стан і динаміку зміни вологості та температури ґрунту з урахуванням короткострокового та довгострокового прогнозу погоди та інші.

Основу бази даних для оперативного управління виконанням технологічних процесів у рослинництві складають агротехнічні вимоги до якості обробітку поля на всіх етапах виробництва сільськогосподарської продукції [1,3].

Узагальнені показники якості виконання основних технологічних операцій та найбільш важливі фактори оперативного впливу на них при вирощуванні сільськогосподарських культур приведені в табл.1.

**Таблиця 1.** Система показників якості виконання основних технологічних операцій  
**Table 1.** The of quality indicators implementation of the basic manufacturing operations

Технологічні операції	Основні вимоги до якості виконання операцій	Фактори оперативного впливу на якість виконання операцій
1	2	3
Подрібнення решток попередньої культури.	Величина різання - до 25 см. Висота стерні - до 15 см.	Контроль швидкості руху ( $V_{зад.}$ ). Підтримання положення робочих органів ( $H_{зад.}$ ).
Лущення стерні	Загортання насіння бур'янів у шар ґрунту - 2-5 см. Підрізання сходів бур'янів-до 100%	Контроль швидкості руху ( $V_{зад.}$ ). Підтримання положення робочих органів ( $H_{зад.}$ ).
Полицевий обробіток ґрунту на 20-32 см з обертанням скиби	Відхилення глибини-до 2 см. Кришення на фракції до 50 мм-85%. Розуцільнення - до 1,3 г/см <sup>3</sup> . Загортання - до 100%. Гребенистість - до 5 см.	Підтримання положення робочих органів ( $H_{зад.}$ ). Контроль швидкості руху ( $V_{зад.}$ ). Забезпечення прямолінійності руху ( $\alpha_{зад.}$ ).
Боронування	Глибина розпушення – понад 3 см. Гребенистість – не більше 3 см. Грудок 50 мм – не більше 20%. Знищення бур'янів - не менше 90%. Знищення посівів- не більше 10%.	Підтримання положення робочих органів ( $H_{зад.}$ ). Контроль швидкості руху ( $V_{зад.}$ ). Забезпечення прямолінійності руху ( $\alpha_{зад.}$ ).
Культивація і прикочування ґрунту, комбінований обробіток	Знищення посівів - не більше 10%. Кришення на фракції до 10 мм - 80%. Підрізання бур'янів – 100%. Відхилення глибини - $\pm 1$ см. Щільність ґрунту - 1,1–1,3 г/см <sup>3</sup> . Гребенистість не більше 2 см.	Забезпечення прямолінійності руху ( $\alpha_{зад.}$ ). Контроль швидкості руху ( $V_{зад.}$ ). Підтримання положення робочих органів ( $H_{зад.}$ ).
Безполицеве розпушення ґрунту з мульчуванням та підрізанням бур'янів	Нерівномірність глибини $\pm 1,5$ см. Грудочок до 50 мм – 80-100%. Гребенистість – до 3 см. Пожнивні рештки на поверхні ґрунту – 30- 40 %.	Підтримання положення робочих органів ( $H_{зад.}$ ). Контроль швидкості руху ( $V_{зад.}$ ). Забезпечення прямолінійності руху ( $\alpha_{зад.}$ ).

Продовження таблиці 1		
1	2	3
Внесення мінеральних добрив	Нерівномірність внесення по: ширині захвату – 20-30%; за напрямком руху – 10%.	Регулювання дози внесення ( $D_{вн.}$ ). Забезпечення прямолінійності руху ( $\alpha_{зад.}$ ).
Внесення органічних добрив	Нерівномірність - по ширині та довжині – до 25%. Відхилення від заданої дози – до 10%.	Регулювання дози внесення ( $R_{вн.}$ ). Забезпечення прямолінійності руху ( $\alpha_{зад.}$ ).
Компостування	Підтримування температури: - мікробіологічної ферментації - 20 °С - мезофільних процесів - 20–30 °С - термофільних процесів - 40–55 °С. Оптимальна вологість – 70%. Відношення вуглецю до азоту – 20:1 - 30:1; Кислотність (рН) – 6,0 – 8,0.	Регулювання температури ( $T_{рег.}$ ). Регулювання вологості ( $W_{рег.}$ ). Дозування компонентів ( $D_{доз.}$ ).
Інкустування	Відхилення від заданої норми обробки насінини – до 10%. Нерівномірність протруювання всього насіння – до 10%. Підвищення вологості насіння – до 1%. Температура проведення – плюсова.	Дозування компонентів ( $D_{доз.}$ ). Регулювання температури ( $T_{рег.}$ ). Регулювання вологості ( $W_{рег.}$ ). Регулювання режимів процесу нанесення ( $R_{нн.}$ ).
Обприскування	Допустиме покриття краплинами не менше: - 20 шт/см <sup>2</sup> - для інсектицидів і системних гербіцидів - 30 шт/см <sup>2</sup> - для контактних гербіцидів - 50 шт/см <sup>2</sup> - для фунгіцидів. Допустиме відхилення від заданої норми - не більше $\pm 5\%$ . Нерівномірність розподілу робочої рідини за шириною захвату - не більше 25%. Відхил виліву рідини через окремий розпилювач від середнього всіх розпилювачів - не більше $\pm 5\%$ . Відхил концентрації робочої рідини при спорожненні бака - не більше $\pm 5\%$ від заданої. Механічні пошкодження рослин - не більше 0,5%.	Регулювання режимів процесу нанесення ( $R_{нн.}$ ) Регулювання дози внесення ( $R_{вн.}$ ). Дозування компонентів ( $D_{доз.}$ ). Контроль швидкості руху ( $V_{зад.}$ ). Забезпечення прямолінійності руху ( $\alpha_{зад.}$ ).
Збір урожаю	Обмолот і виділення 98,5 % зерна. Втрати зерна за жаткою: - при полеглих хлібів до 20 % - не більше 0,5%; - при збиранні полеглих хлібів - не більше 1,5%. Втрати зерна за платформою-підбирачем - не більше 0,5%. Втрати зерна за молотаркою при збиранні хлібів з вологістю до 18 % і солоmistості 1:1,5 – 0,5 %. Дроблення зерна: - зернових колосових культур - не більше 2,0 %; - кукурудзи - не більше 3,0%; - соняшнику - не більше 3,0%. Вміст сміттєвих домішок у зерновій масі бункера - не більше 3,0%.	Контроль швидкості руху ( $V_{зад.}$ ). Забезпечення прямолінійності руху ( $\alpha_{зад.}$ ). Підтримання положення робочих органів ( $H_{зад.}$ ). Регулювання режимів роботи ( $S_{pp.}$ )

Узагальнення результатів досліджень [2, 4, 7] дозволили визначити можливі рівні ефективності застосування технічних засобів керованого впливу на якість виконання відповідних технологічних операцій: збільшення урожайності – до 15%, зменшення витратних матеріалів – на 50-70%, зменшення втрат зерна – до 25%, зменшення витрат пального – на 5-30%, зменшення загальних затрат на 10-30%. Вагомість впливу основних факторів оперативного управління роботою автоматизованих технічних засобів на відповідні показники ефективності приведені в табл. 2.

**Таблиця 2.** Коефіцієнти вагомості впливу факторів оперативного управління роботою автоматизованих технічних засобів на кінцеві показники ефективності рослинництва  
**Table 2.** Coefficients of importance factors influence of the operational management of automated technical devices on final performance metrics of plant growing

Фактори, що впливають на якість виконання робочих процесів	Групи машин			
	грунто-обробні	посівні	для внесення технологічних матеріалів	для збору урожаю
Відхилення від заданого напрямку руху агрегату ( $\alpha_{зад.}$ )	0,23	0,09	0,32	0,08
Відхилення від заданої норми внесення робочих матеріалів ( $D_{вн.}, R_{вн.}, R_{нн.}$ )	-	0,45	0,37	-
Відхилення від заданого положення робочого органу ( $H_{зад.}$ )	0,51	0,24	-	0,16
Відхилення від заданих режимів роботи вузлів і агрегатів ( $V_{зад.}, T_{рег.}, W_{рег.}, S_{pp.}$ )	-	0,22	0,31	0,73

Аналіз даних табл. 2 показує, що для забезпечення необхідної якості виконання основних технологічних процесів рослинництва необхідні чотири основні контури автоматичного керування, причому обов'язковим є контур підтримання заданого напрямку руху, а найбільш різноплановим - контур підтримання заданих режимів роботи.

### Висновки

1. Принципове збільшення виходу сільськогосподарської продукції з одиниці обробленої площі можливе при впровадженні нових інтелектуальних технологій виробництва.
2. Першочерговою задачею створення інтелектуальних систем управління технологічними процесами сільськогосподарського виробництва є формалізація бази вихідних даних.
3. База даних у значній мірі визначає функції та структуру систем автоматизованого управління робочими процесами рослинництва.

### Бібліографія

1. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. – К.: Аграр. Наука, 2012. – 416 с.
2. Адамчук В.В., Мойсеєнко В.К., Кравчук В.І., Войтюк Д.Г. Техніка для землеробства майбутнього. / В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ „ІМЕСГ”. – 2002. – Вип.86. – С. 20-32.
3. Сільськогосподарські машини / за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Агроосвіта, 2015. – 678 с.
4. Мироненко В.Г. Технічні засоби забезпечення якості виконання технологічних процесів у рослинності. Монографія.- К.: НАУ, 2005. – 202 с.
5. Мироненко В.Г., Броварець О.О. Інтегровані системи автоматичного управління технологічними процесами у рослинництві. / Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. №1 (100). -2015.-С.31-40.
6. Броварець О.О. Прогностично-компенсаційна технологія змінних норм внесення технологічного матеріалу на основі уточнених даних ґрунту. / Сільськогосподарські машини: збірник

наукових статей. – Вип. 27. - Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. – С. 3-15.

7. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалю. – К.: Аграрна наука, 2004. – 398 с.

8. Бакурадзе Л.А., Луценко Е.В. Теория, технология и практика автоматизации оперативного управления уборочно-заготовительными кампаниями в АПК: Под науч. ред. д.т.н., проф. В.И. Лойко. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 550 с.

9. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Идентификация машинно-тракторного агрегата с использованием нейронных сетей/ Научно-технический прогресс в сельском хозяйственном производстве: Н34 материалы Междунар. науч. техн. конф. (Минск, 22–23 октября 2014 г.). С. 233-238.

#### References

1. Systema techniko-technologichnogo zabezpechennya vyrobniczva produkcii roslynnosti / za red. V. Adamchuka, M. Gricishina. – K.: Agrar. Nauka, 2012. - 416 s.

2. Adamchuk V.V., Mojseyenko, V. K., Kravchuk V.I., Voytyuk D.G/ Tekhnika dlya zemlerobstva majbutnogo. /V zb.: Mexanizaciya ta electrolyfikaciya silskogo gospodarstva. – Glevakha: NNCz "IMESG." – 2002. Vyp.№ 86.- S. 20-32.

3. Silskogospodarski machyny /za red. D. G. Voytyuk. – K.: Agroosvita, 2015. – 678 -s.

4. Myronenko V.G. Texnichni zasoby zabezpechennya yakosti vykonannya technologichnyx procesiv u roslynnosti. Monografiya – K.: NAU, 2005. -202 s.

5. Myronenko V. G., Brovarecz O.O. Integrovani systemy avtomatichnogo upravlinnja technologichnyx procesiv u roslynnosti. / Mexanizaciya ta electrolyfikaciya silskogo gospodarstva. – Glevakha: NNC "IMESG." – 2015. Vyp. 1 (100). - S. 31-40.

6. Brovarecz O.O. Prognostychno-kompensacijna teoriya zminnyx norm vnesennya technologichnogo material na osnovi utocnenykh danyx gruntu. / O.O. Brovarecz // Silskogospodarski machyny: zbirny`k naukovyx statej.–Vyp. 27.-Luczk: RVV Luczkogo NTU, 2014. – S. 3-15.

7. Suchasni tendencyi rozvytku silskogospodarskoy techniki / za red. V. I. Kravchuka, M.I. Gricihina, S. M. Kovalya. – K.: Agrar. Nauka, 2004. – 398 s.

8. Bakuradze L.A., Lyczenko E.V. Teorya, tehnologiya i praktika avtomatichnogo upravlinnja uborochno-zagotovelnyimi kampanijami v APK: za red. V.I. Loiko. Monografiya. – Krasnodar: KubGAU, 2008.–550 s.

9. Tymochko V. A., Padjuka R. K. Identifikaczija machine-traktornogo agregatu s ispolzovaniem nejronnyx setyj / Nauchno-tehnicheskij progress v selskoxozjajstvennom proizvodstve: N34 mater. Mejdunar. nauch. tehn. konfer. (Minsk, 22-23 Ortjaber 2014). - S. 233-238.

#### References

1. The technical and technological support crop production / Ed. V.V.

Adamchuky, M.I. Grytsyshyn. - K. : Agrar. Science, 2012. - 416 p.

2. Adamchuk V.V., Moiseenko V.K., Kravchuk V.I., D.G. Voytyuk Machinery for agriculture of the future. / In Sat. : mechanization and electrification of agriculture. - Glevakha: NSC "IEAA." - 2002. - Vyp.86. - P. 20-32.

3. Agricultural vehicles / ed. D.G. Voytyuk. - K. : Ahroosvita, 2015. - 678 p.

4. V.G. Mironenko Means of quality assurance of technological processes in vegetation. Monografiya.- K. : NAU, 2005. - 202 p.

5. V.G. Mironenko, Brovarets A.A. Integrated automatic process control in the crop. / Mechanization and electrification of agriculture. Vol. №1 (100). - 2015.-P.31-40.

6. O.O. Brovarets. Prognostically variable-compensation technology standards making process material based on revised data of soil. / Farm Machinery: collection of scientific articles. - Vol. 27. - Lutsk Lutsk RIO NTU, 2014. - P. 3-15.

7. Modern trends in agricultural machinery construction / Ed. V.I. Kravchuk, M.I. Grytsyshyn, S.M. Koval. - K. : Agricultural Science, 2004. - 398 p.

8. Bakuradze L.A., Lutsenko E.V. The theory, technology and practice of harvesting the automation of operational management, procurement campaign in the AIC: Under scientific. Ed. prof. IN AND. Loikaw. Monograph (scientific publication). - Krasnodar: KubGAU, 2008. - 550 p.

9. Tymochko V.O. Padyuka R.I. Identification of machine-tractor unit using neural networks / Scientific and technological progress in agriculture: N34 Materials Intern. scientific. tehn. Conf. (Minsk, 22-23 October 2014). –P.233-238.