

УДК 631.3.004

Інформаційна технологія визначення вологості зерна в період збирання врожаю

Мироненко В. Г., д.т.н., проф., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України, e-mail: mironenko1952@ukr.net

Тютюнник Н. В., провідн. інженер, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

Анотація

Мета. Підвищення ефективності збиральних робіт на основі розробки інформаційної технології визначення вологості зерна, що забезпечує оперативне планування збирання врожаю.

Методи. Аналіз можливостей зменшення втрат вирощеного врожаю. Синтез загальної структури системи інформаційного забезпечення стану вологості зерна в процесі підготовки та проведення жнив, алгоритмів розрахунку плану збиральних робіт і логістики потоків зерна. Методи системного аналізу, методи теорії автоматизованого управління, методи проектування баз даних та баз знань, методи математичного програмування.

Результати. Модель системи інформаційного забезпечення про вологість зерна при збиранні

зернових культур. Польовий індикатор вологості зерна.

Висновки

1. Оптимізація строків збирання зернових культур дозволяє зменшити втрати врожаю до 30%.

2. Запропонована модель системи інформаційного забезпечення визначення вологості зерна дозволяє визначати раціональні терміни проведення жнив і формувати відповідні плани збиральних і транспортних робіт.

3. Розроблений індикатор вологості зерна забезпечує можливість прийняття рішення в полі щодо подальшої логістики зернових потоків.

Ключові слова: зерно, терміни збирання, втрати врожаю, вологість, модель інформаційного забезпечення, плани збиральних робіт, індикатор вологості зерна, логістика зерна.

UDC 631.3.004

Information technology determine moisture content of grain during the harvesting

Mironenko V. G., d. tech. Sciences, Prof., NSC «IAEE» of the NAAS of Ukraine, e-mail: mironenko1952@ukr.net

Tutunnik N. V., leading engineer, NSC «IAEE» of the NAAS of Ukraine

Annotation

Purpose. Increase the efficiency of the building works on the basis of the development of information technology to determine moisture content of grain that provides operational planning harvesting.

Methods. Analysis of the possibilities of reducing losses grown crop. Synthesis of the general structure of the system of grain moisture status information in the process of preparing and carrying out the harvest, algorithms for calculating the plan of building works and logistics flows. Methods of

analysis, methods of the theory of automated management, methods of designing databases and knowledge bases, methods of the mathematical programming.

Results. Model of the system of information of humidity of grain when cleaning grain crops. Field indicator of humidity of grain.

Conclusions

1. Optimization of the timing of harvesting grain crops can reduce up to 30% yield loss.

2. The model of the system of information support of humidity of grain allows to determine the

rational timing of harvest and create appropriate plans for building and transport works.

3. Developed an indicator of humidity provides the opportunity to make a decision in the field to further logistics of grain flows.

Keywords: grain, timing collection, loss of the crop, the humidity, the model information, plans the building works, the indicator of humidity, grain logistics.

УДК 631.3.004

Информационная технология определения влажности зерна в период сбора урожая

Мироненко В. Г., д.т.н., проф., ННЦ «ИМЭСХ» НААН Украины,
e-mail: mironenko1952@ukr.net

Тютюнник Н. В., ведущий инженер, ННЦ «ИМЭСХ» НААН Украины

Аннотация

Цель. Увеличить эффективность уборочных работ на основе развития информационных технологий для определения влажности зерна, что обеспечивает оперативное планирование сбора урожая.

Методы. Анализ возможностей сокращения потерь выращенного урожая. Синтез структуры системы информационного обеспечения о состоянии влажности зерна в процессе подготовки и проведения сбора урожая, алгоритмы расчета планов уборочных работ и логистики потоков зерна. Методы системного анализа, методы теории автоматического управления, методы проектирования баз данных и баз знаний, методы математического программирования.

Результаты. Модель системы информационного обеспечения о влажности зерна при уборке зерновых культур. Полевой индикатор влажности зерна.

Выводы

1. Оптимизация сроков уборки зерновых культур может уменьшить потери урожая до 30%.

2. Предложенная модель системы информационного обеспечения о влажности зерна позволяет определять рациональные сроки сбора урожая и формировать соответствующие планы для уборочных и транспортных работ.

3. Созданный индикатор влажности зерна обеспечивает возможность принятия решений по дальнейшей логистике зерновых потоков.

Ключевые слова: зерно, сроки уборки урожая, потери урожая, влажность, модель информационного обеспечения, планы уборочных работ, индикатор влажности зерна, логистика зерна.

Проблема. Питання збереження вирощеного врожаю зерна для України, в умовах ключової ролі агропромислового комплексу в подальшому розвитку економіки країни, набуває стратегічного значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оптимізація строків збирання зернових культур разом з своєчасним та якісним його проведенням дозволяє суттєво зменшити втрати врожаю. При організації збиральних процесів слід враховувати, що втрати зерна при збільшенні строків збирання в стадії повної стиглості для всіх культур різко збільшуються. Як приклад, в таблиці 1 приведені потенційні втрати врожаю зерна для умов Харківської області [1].

Таблица 1. Залежність втрат зерна різних культур від тривалості збирання
Table 1. Dependence of loss of grain of different crops on the duration of harvesting

Тривалість збирання після повної стиглості зерна, днів	Втрати при збиранні, %				
	жито озиме	пшениця озима	пшениця яра	ячмінь	овес
4–7	3,2	4,1	6,7	2,8	16,1
8–10	8,4	9,1	10,5	3,0	21,6
11–13	14,2	16,2	17,1	8,7	26,8
14–16	15,2	17,3	29,7	15,7	28,6
17–20	18,4	27,3	32,1	24,2	30,8

Виходячи з цього організувати збирання необхідно так, щоб при обмолочуванні хлібної маси тривалість збирання культур з мінімальними втратами зерна не мала перевищувати 7–10 днів.

На сьогодні, для визначення раціональних періодів польових механізованих робіт, інтенсивно ведеться розробка прогнозних систем тісно пов'язаних з відповідними життєвими циклами конкретної культури, які, в свою чергу, залежать від початкового запасу продуктивної вологи ґрунту, тривалості світлового дня, середньої температури повітря, кількості опадів та інших факторів. За теорією подібності, початок збиральних робіт може визначатися з урахуванням пропорції середньо багаторічної тривалості досягання зерна в середньо багаторічних умовах. Знаючи оптимальний рівень показників (k^t), що забезпечують необхідні біофізичні характеристики культури на цьому проміжку часу, можна визначити необхідність проведення відповідної роботи [2], наприклад початок проведення жнив:

$$W_p^t(O_p^t) = \Sigma k_i^t \quad (1)$$

Визначальним показником початку жнив є вологість зерна (k_w^t). В Україні за стандартний прийнято метод визначення масової частки вологи зерна, висушеного в повітряно-тепловій шафі. Похибка при вимірюванні вологості цим методом для зернових культур становить $\pm 0,5\%$. Недолік методу полягає в тому, що процес визначення вологості зерна займає близько двох годин і потребує стаціонарних умов та інших спеціальних приладів, що не дає можливості оперативно приймати рішення. У світовій практиці поряд з традиційними методами визначення вологості швидко зростає застосування вологомірів на основі електричних, акустичних, теплових, оптичних, хімічних і інших методів вимірювання, а в США, Канаді, Японії та інших країнах електричні вологоміри прийняті в якості офіційних стандартних засобів вимірювання вологості зерна [3].

Намагання досягти універсалізації і врахування всіх можливих похибок вимірювання веде до значного ускладнення і здороження електричних вологомірів. При цьому, незважаючи на те, що в найкращих відомих зразках вологомірів величина стандартного відхилення становить 0,3–0,5%, в реальних внутрігосподарських умовах похиб-

ка не завжди вкладається навіть у межі $\pm 1\%$. У зв'язку з цим, відомо також цілий ряд рішень по створенню спрощених приладів типу індикатора, які не призначені для виміру конкретного значення вологості зерна, але забезпечують ефективне визначення початку збирання врожаю (оптимальна вологість зерна пшениці – 18–22%), якісну підготовку зерна до продажу (14–15%) та закладання на зберігання [4].

Мета дослідження. Підвищення ефективності збиральних робіт на основі розробки інформаційної технології визначення вологості зерна, що забезпечує раціоналізацію процесу прогнозування стану зернових культур, а також оперативне планування збирання врожаю.

Результати досліджень. Інтегральним фактором, що певною мірою дозволяє враховувати вплив усього комплексу кліматичних показників і прогнозувати стан аграрних екосистем, а відповідно і раціональні терміни проведення жнив, є динаміка зміни вологості зерна в колосі. Функціональна залежність для опису часових параметрів збору врожаю може бути виражена у вигляді:

$$\Delta t = f(W_0^t, \Delta W) \quad (2)$$

де W_0^t – вологість зерна в колосі на даний момент виміру;
 ΔW – середньодобова зміна вологості зерна за період вимірювання.

Вимірювання реальної вологості зерна проводяться декілька разів на добу в один і той же час електронним вологоміром. Значення вимірів заносяться в базу даних комп'ютерної програми розрахунку раціональних термінів проведення збиральних робіт.

Об'єкт управління являє собою поле зернової культури та включає в себе керований технологічний процес жнив у вигляді планів виконання збиральних і транспортних робіт, органи регулювання в складі відповідних фахівців і диспетчерської служби, оснащеної спеціальною розрахунковою програмою прийняття рішень, а також засоби вимірювання та оцінки вологості зерна.

Загальна структурна схема системи інформаційного забезпечення стану вологості зерна в процесі підготовки та проведення жнив приведена на рисунку 1, а алгоритми прийняття відповідних рішень - на рис. 2 і рис. 3.

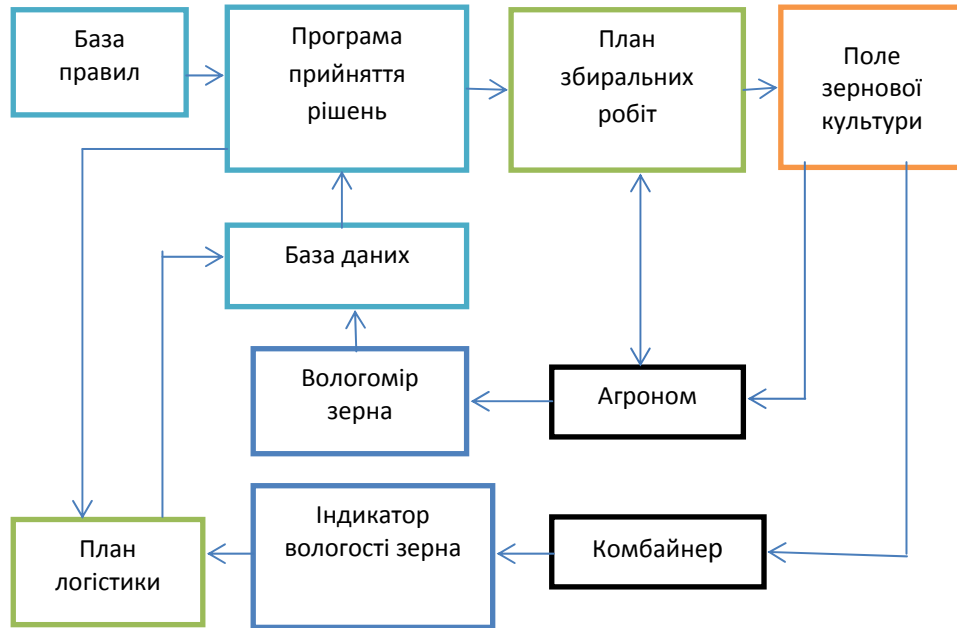


Рис. 1. Загальна структурна схема системи інформаційного забезпечення стану вологості зерна

Fig. 1. The general structural scheme of the system of information support of the state of grain moisture

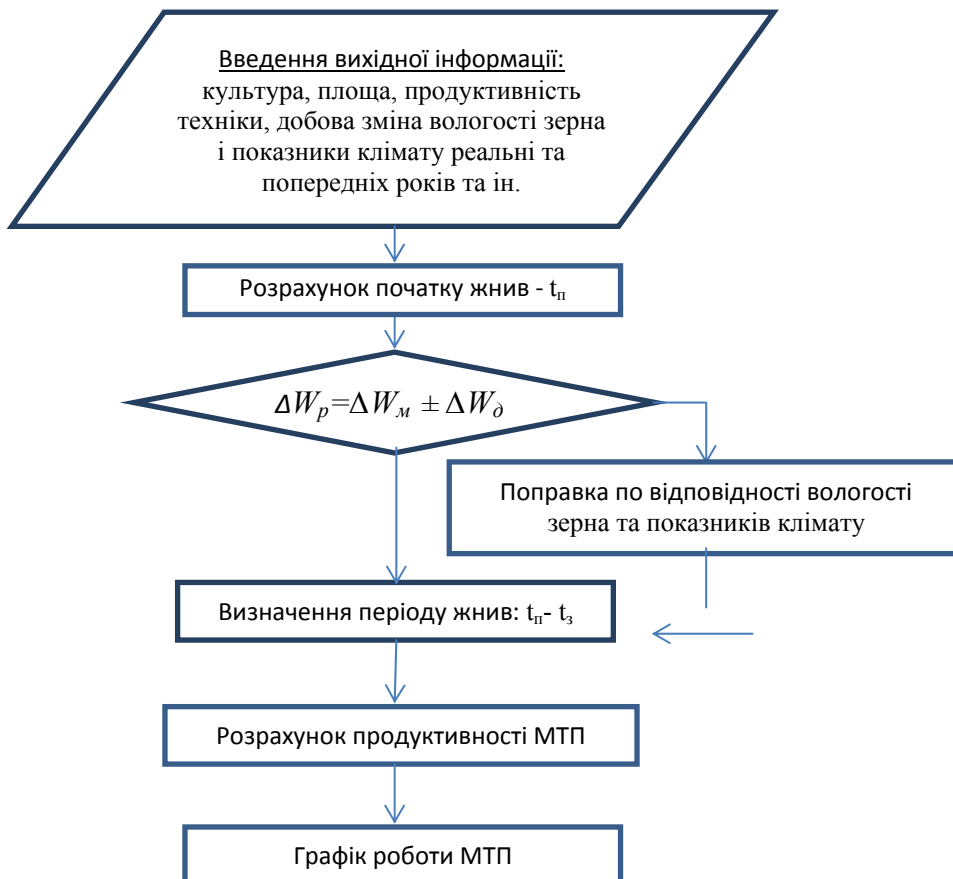


Рис. 2. Алгоритм розрахунку плану збиральних робіт

Fig. 2. Algorithm for calculating the plan for harvesting

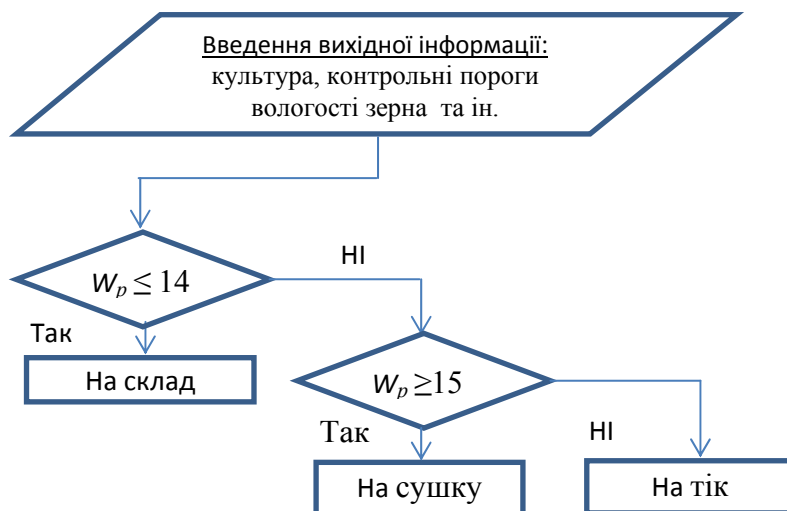


Рис. 3. Алгоритм визначення логістики зерна
Fig. 3. Algorithm for determining grain logistics

Алгоритм розрахунку плану збиральних робіт передбачає визначення раціонального періоду проведення жнив на основі аналізу динаміки зміни вологості зерна в колосі з врахуванням реальних кліматичних показників і їх відмінності від показників попередніх років. Виходячи з визначеного періоду жнив, а також реально можливої продуктивності збирального машинно-тракторного парку, розробляється графік роботи всього збирального комплексу машин.

Алгоритм раціонального переміщення зібраного зерна з поля передбачає трьох порогову оцінку вологості зерна (сухе, вологе, мокре) та прийняття відповідного логістичного рішення. Оцінка вологості зерна відносно заданих контрольних значень для прийняття рішення про доставку зерна від комбайна на зберігання, природне досушування, сушку і т.ін. може бути проведена створеним в Інституті механізації та електрифікації сільського господарства [5] простим і надійним польовим індикатором (рис. 4), яким оснащується кожен комбайн.

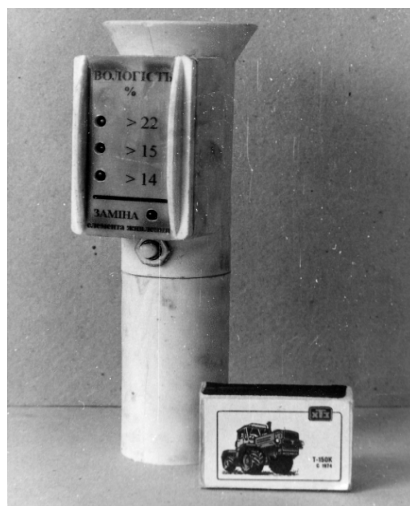


Рис. 4. Загальний вигляд індикатора вологості зерна
Fig. 4. General view of the moisture indicator of grain

Індикатор дає можливість проводити культур у виробничих умовах (поле, тік, експресну (6 с) оцінку вологості зерна однієї з комора) без будь-яких додаткових пристосу-

вань чи матеріалів. Невеликий об'єм вимірювальної камери вологоміра (близько 33 грамів зерна) вирішує деякі похибки вимірювання вологості простими методичними прийомами. Пробу зерна відбирають в спеціальний мішечок, що додається до вологоміра. Це усуває можливість попадання в пробу домішок землі, поверхневої вологи і т. ін. Мішечок з відібраною пробою необхідно затиснути в кулак на 3–5 хвилин для надання зерну необхідної температури за рахунок тіла людини. Таким чином, у вимірювальну камеру приладу насипають чисте і приведене до потрібної температури зерно.

Висновки

1. Оптимізація строків збирання зернових культур дозволяє зменшити втрати врожаю до 30%.
2. Запропонована модель системи інформаційного забезпечення визначення вологості зерна дозволяє визначити раціональні терміни проведення жнив і формувати відповідні плани збиральних і транспортних робіт.
3. Розроблений індикатор вологості зерна забезпечує можливість прийняття рішення в полі щодо подальшої логістики зернових потоків.

Бібліографія

1. Особливості збирання урожаю ранніх зернових і зернобобових культур в господарствах Харківської області у 2015 р: рекомендації. Харків, 2015. 36 с.
2. Бальченко І. В. Інформаційна технологія планування робіт в автоматизованій системі управління сільськогосподарським підприємством: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06. / Чернігівський національний технологічний університет. Чернігів, 2015. 150 с.
3. M. Zielinska, S. Cenkowski. Superheated steam drying characteristic and moisture diffusivity of distillers'wet grains and condensed distillers'solubles. *Journal of Food Engineering*. 2012. Vol. 109, Is. 3. P. 627–634.
4. Мироненко В. Г., Тютюнник Н. В. Оценка влажности зерна в условиях хозяйства. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2015. Vol. 17. No 3. P. 293–297.
5. Мироненко В. Г. Науково-технічні основи розробки засобів механізації з керованою якістю виконання технологічних процесів у рослинництві: дис. ... доктора техн. наук. К., 2006. 398 с.

Bibliografia

1. Osoblivosti zbirannya urozhayu rannih zernovih i zernobobovih kultur v gospodarstvah Harkivskoyi oblasti u 2015 r: rekomendatsiyi. Harkiv, 2015. 36 s.
2. Balchenko I. V. informatsiyana tehnologiya planuvannya robit v avtomatizovaniy sistemi upravlinnya silskogospodarskim pidpriemstvom: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.13.06. / Chernigivskiy natsionalniy tehnologichniy universitet. Chernigiv, 2015. 150 s.
3. M. Zielinska, S. Cenkowski. Superheated steam drying characteristic and moisture diffusivity of distillers'wet grains and condensed distillers'solubles. *Journal of Food Engineering*. 2012. Vol. 109, Is. 3. P. 627–634.
4. Mironenko V. G., Tyutyunnik N. V. Otsenka vlazhnosti zerna v usloviyah hozyaystva. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2015. Vol. 17. No 3. P. 293–297.
5. Mironenko V. G. Naukovo-tehnichni osnovi rozrobki zasobiv mehanizatsiyi z kerovanoyu yakistyu vikonannya tehnologichnih protsesiv u roslinnitstvi: dis. ... doktora tehn. nauk. K., 2006. 398 s.

Bibliography

1. Features of the harvest of early grain and leguminous crops in farms of Kharkiv region in 2015: recommendations. Kharkiv, 2015. 36 s.
2. Balchenko I.V. Information technology planning work in automated management system of agricultural enterprise: dissertation of the candidate. Eng. Science: 05.13.06. / Chernihiv National University of technology. Chernihiv, 2015. 150 s.
3. M. Zielinska, S. Cenkowski. Superheated steam drying characteristic and moisture diffusivity of distillers'wet grains and condensed distillers'solubles. *Journal of Food Engineering*. 2012. Vol. 109, Is. 3. S. 627–634.
4. Mironenko V., Tyutyunnik N. Evaluation of humidity of grain in the face of the economy. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture-2015*. Vol. 17. No. 3. S. 293–297.
5. Mironenko V. Scientific and technical fundamentals of the development of mechanization of controlled quality of execution of technological processes in the plant: thesis of doctor of technical sciences. K., 2006. 398 s.