

УДК 629.144.2.004.5

**ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПО
ВИЗНАЧЕННЮ ВИРОБНИЧИХ УМОВ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ**

Д. П. Домуші, О.Я. Пожар

Одеський державний аграрний університет

А. П. Ліпін

Одеська національна академія харчових технологій

Тривалість збирання зернових культур залежить від наявності й стану збиральної техніки, транспортних засобів, організації роботи технологічних комплексів, погодних і виробничих умов та інших факторів. Метою досліджень було одержання необхідної вихідної інформації по визначенню виробничих умов проведення збиральних робіт для удосконалення технічного сервісу комбайнів технологічних комплексів. Для реалізації поставлених завдань розроблена програма досліджень. Представлена методика і результати теоретичних і експериментальних досліджень по визначенню виробничих умов збирання зернових культур технологічними комплексами. Отриманні дані відстані доставки запасних частин для зернозбиральних комбайнів з різних рівнів резервування будуть використовуватися при визначенні тривалості їх доставки. Інші отримані дані за умовами проведення збиральних робіт будуть використані в математичній моделі експлуатаційного забезпечення працездатності зернозбиральних комбайнів технологічних комплексів. Одержані результати представлені в вигляді рекомендацій для сільськогосподарських підприємств Півдня України.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, технологічний комплекс, зернові культури, виробничі умови, площа збирання, відстань доставки, запасні частини

Вступ. На сьогодні парк сільськогосподарських машин для збирання зернових культур сформовано у відповідності з загальними тенденціями, які склались у нас сьогодні у сільському господарстві України. Водночас вони в значній мірі враховують особливості ведення світового зернового господарства: збільшення урожайності зерна хлібних культур до 70-80 ц/га, розширення гами машин однієї фірми у відповідності із продуктивністю та в залежності від кліматично-природної зони використання, збільшення продуктивності зернозбиральних комбайнів, контролю технологічних режимів усіх систем комбайна. Для збирання всього вирощеного врожаю й зменшення втрат, збирання необхідно проводити в стислі агротехнічні строки. Досягти цього можна за допомогою раціональної організації збиральних робіт стосовно до природних і виробничих особливостей даної зони.

Проблема. Відповідно до загального плану роботи передбачалося проведення експериментальних і статистичних досліджень із метою зниження втрат урожаю від простоїв збиральної техніки - комбайнів і підвищення ефективності технологічних комплексів (ТК). Для рішення поставлених завдань необхідно мати велику кількість інформації, що характеризує рівень розвитку й надійність збиральної техніки залежно від зміни її

техніко-економічних і якісних показників. Деяка частина цієї інформації може бути отримана в результаті статистичної обробки результатів випробувань зернозбиральних комбайнів на машинно-іспитових станціях, даних науково-дослідних інститутів (НДІ) і окремих дослідників.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Характеристики виробничих умов і технологічних комплексів можуть бути визначені різними методами. Значна інформація, що характеризує параметри комплексів його систем і агрегатів, зібрана НДІ [1,2] і окремими авторами [5,6,7]. Цю інформацію можна використовувати для створення математичної моделі на етапі теоретичних досліджень. Однак, використання цих даних для конкретної зони ускладнено, тому що вони не враховують всі особливості умов експлуатації в цих регіонах, наприклад півдня України. У зв'язку із цим потрібне проведення самостійних експериментальних досліджень і одержання достовірних значень параметрів, що більш точно характеризують випадкові процеси в системах ТК. Велика кількість робіт по обґрунтуванню агротехнічних вимог до збирання зернових виконувалися різними науково-дослідними організаціями [1,2]. Методи обґрунтування агротехнічних вимог до збирання урожаю зернових досліджувались в роботах [3,4,5]. Проблеми організації технологічного та технічного обслуговування та ремонту техніки складних сільськогосподарських машин приділяється велика увага також в економічно розвинутих країнах [6]. Дослідження надійності та працездатності техніки збиральних машинно-транспортних комплексів при експлуатації розглядається в багатьох дослідженнях [7,8,9] та ін.. Із впровадженням у практику досліджень електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) значно полегшене завдання визначення розрахункових значень необхідних параметрів. Метод статистичних випробувань дозволяє відтворення того або іншого процесу, що володіє властивостями, близькими до реального. Однак цей метод може бути застосований тільки тоді, коли відомі середні значення основних параметрів і фізична сутність процесів функціонування ТК у реальних умовах, що являє собою предмет самостійних досліджень. При аналізі наукових досліджень, розробок та методів оптимізації технологічних процесів збирання зернових культур, структури та складу збиральної техніки, виявлено, що існуючі наукові розробки присвячені в основному рішенням окремих задач без врахування взаємозв'язку системи технічного та технологічного обслуговування, процесу збирання зернових культур та природно-виробничих умов.

Мета досліджень. Метою теоретичних та експериментальних досліджень було одержання необхідної вихідної інформації виробничих умов проведення збиральних робіт: кількості комбайнів в ТК, площ полів і масивів під зернові культури, відстаней від працюючих комбайнів до складів з запасними частинами, для удосконалення технічного сервісу комбайнів ТК збирання зернових культур.

Методика і результати досліджень. Для реалізації поставлених завдань розроблена програма експериментальних і статистичних досліджень, що включає наступні етапи: статистичні дослідження умов роботи, тривалості, частоти й часу усунення відмов зернозбиральних комбайнів. При рішенні поставлених завдань як методи наукових досліджень використовувалися: 1) Аналіз передових виробничих показників; статистичні методи дослідження й обробки експериментальних даних. 2) Експериментальні дослі-

дження роботи комбайнів ТК і ланок різного состава. 3) Математичне моделювання процесу удосконалення технічного сервісу комбайнів ТК на ЕОМ.

Для проведення експериментальних досліджень у виробничих умовах необхідно вибрати технологічний комплекс, у якого виробничо-технологічні показники близькі до показників даної зони. Об'єктами експериментальних досліджень були: зернозбиральні комбайни Дон-1500, Дон-1500Б, жниварки ЖВН-6А-04, платформа-підбирач (Дон-1500). Експериментальні дослідження проводилися в господарствах Болградського, Арциського, Тарутинського, Ізмаїльського, Білгород-Дністровського, Ширяєвського районів Одеської області. Основні виробничі умови цих господарств відповідали середньому статичним показникам регіону. Були також використані дані Одеського науково-дослідного та проектного інституту землеустрою. Для визначення даних виробничих умов регіону проводилося експертне опитування головних фахівців господарств. Результати опитування оброблялися за представленою нижче методикою і визначалися основні статистичні показники, які представлені в таблицях 1 і 2: 1) Наявності зернозбиральних комбайнів у господарствах. 2) Кількості комбайнів, що працюють у ланці й комплексі. 3) Площа посіву зернових та площа поля під посів зернових, га. 4) Відстані доставки запасних частин для різних рівнів резервування, км.

Обробіток результатів експериментальних досліджень виконувалася в наступній послідовності: 1) за отриманими даними будувалися експериментальні гістограми; 2) визначалися параметри емпіричного розподілу; 3) висувалася гіпотеза про функцію досліджуваної величини, виходячи з виду експериментальної кривої й значень її параметрів; 4) проводилося вирівнювання експериментальної кривої по прийнятих теоретичних кривих; 5) емпіричні й теоретичні криві рівнялися по одному із критеріїв згоди.

Значення середнього арифметичних вибірок варіюють навколо середньої арифметичної сукупності – \bar{x} . Ця варіація може бути обмірювана своїм середньоквадратичним відхиленням σ_x . Якщо $x_1; x_2; x_3 \dots, x_n$ – реалізація випадкової величини – x , то обсяг реалізації утворює послідовність, що називається вихідної.

Для побудови гістограм визначали розмах R , м; год. за формулою:

$$R = X_{\max} - X_{\min}, \quad (1)$$

де X_{\max} – максимальне значення вимірювальної величини, м; год.; X_{\min} – мінімальне значення вимірювальної величини, м; год..

Величина інтервалу ΔX вибиралася по можливості постійної для інтервалів, тому що в протилежному випадку при розрахунку середнього значення виникнуть труднощі. Вибір інтервалу залежить від обсягу « n » вимірів, від розмаху й від мети статистичного дослідження. Рекомендується визначати кількість інтервалів по формулі:

$$K < 5 \ln \cdot n, \quad (2)$$

де K – кількість інтервалів, од.; n – кількість вимірів, од.

Кількість інтервалів можна визначити й по спрощеній формулі:

$$K = \sqrt{n} \quad (3)$$

Одержавши кількість інтервалів, маючи розмах визначалася величина інтервалу. Для цього використовувалося співвідношення:

Таблиця 1 Основні параметри розподілів умов проведення збиральних робіт

Умови проведення робіт у господарствах	Статистичні параметри розподілів					
	Середня арифметична, \bar{X}	Середнє квадратичне відхилення, σ	Дисперсія, σ_2	Коефіцієнт варіації, V	Асиметрія, a_3	Екссес, a_4
Кількість комбайнів, од.	9,84	2,82	7,94	0,29	0,03	2,49
Кількість комбайнів в ТК, од.	9,31	2,59	6,68	0,28	1,14	4,15
Кількість комбайнів в збиральній ланці, од.	3,66	1,03	1,06	0,28	0,26	2,91
Площа посіву зернових, га	2184,50	1264,50	1598941,00	0,58	0,94	3,17
Площа поля під посів зернових, га	103,70	71,32	5086,60	0,69	1,03	3,94

Таблиця 2 Основні параметри розподілів відстані доставки запасних частин з рівнів резервування, км

Рівні резервування	Статистичні параметри розподілів						
	Число спостережень, од. N	Середня арифметична, \bar{X}	Середнє квадратичне відхилення, σ	Дисперсія, σ_2	Коефіцієнт варіації, V	Асиметрія, a_3	Ексцес, a_4
Склад ТК по зонах області:							
- північна	178	0,97	0,52	270,10	0,53	1,39	4,76
- центральна	176	1,19	0,56	308,17	0,47	0,61	3,44
- південна	162	1,42	0,57	328,04	0,40	0,52	3,39
Середнє по зонах	172	1,19	0,54	302,07	0,47	0,84	3,86
Склад бригади	102	3,91	2,92	8,54	0,75	2,06	9,98
Склад господарства	109	7,62	3,43	11,76	0,45	0,67	3,99
Склад районного рівня	102	22,69	11,78	138,67	0,52	1,15	5,53

$$\Delta X = \frac{R}{K} \quad (4)$$

У кожному інтервалі підраховували кількість випадків, що відбулися (наприклад, число відмов або відновлення працездатності ЗК, що ставляться до кожного інтервалу) і визначали статистичну щільність розподілу емпіричних даних (наприклад, часу безвідмовної роботи комбайна або часу відновлення його працездатності):

$$f(x_i) = \Delta n_i / (\Delta x \cdot n), \quad (5)$$

де Δn_i – число випадків, що потрапили в i -й інтервал.

Визначивши щільності ймовірності досліджуваних показників, у кожному інтервалі варіаційного ряду будували гістограми. Для цього на кожному інтервалі (на графіку по осі абсцис) розташовували стовпець, висота якого визначалася значенням щільності ймовірності показника в даному інтервалі. З'єднавши ламаною лінією середини вершин всіх стовпців, одержували статистичний розподіл щільності ймовірності досліджуваної величини, що дозволяє судити про характер мінливості досліджуваного показника. Основні характеристики випадкових величин визначалися по наступних формулах:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}; \quad (6)$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}, \quad (7)$$

де \bar{X} – середня арифметична розподілу (математичне очікування), м; год.;

D – дисперсія; n – обсяг вибірки, од..

Середнє квадратичне відхилення результатів окремого спостереження σ і коефіцієнт варіації v визначали з виразу:

$$\sigma = \sqrt{D} \quad (8)$$

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (9)$$

Асиметрія a_3 і ексцес a_4 визначалися з виразів:

$$a_3 = \frac{m_3}{\sigma^3} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{n \times \sigma^3}, \quad (10)$$

$$a_4 = \frac{m_4}{\sigma^4} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{n \times \sigma^4}, \quad (11)$$

де m_3 – показник асиметрії; m_4 – показник ексцесу.

Абсолютна S_x , відсотки і відносна S'_x , відсотки помилки вибіркової середньої:

$$S_x = \frac{\sigma}{n}; \quad (12)$$

$$S'_x = \frac{S_x}{\bar{X}} 100 \quad (13)$$

Апроксимація емпіричних залежностей проводилася по методу найменших квадратів. У результаті статистичної обробки цих даних будувалися розподіли: площ посіву зернових у господарствах регіону; площ полів під посів зернових по господарствах; кількості зернозбиральних комбайнів по господарствах, у збирально-транспортному комплексі й збиральній ланці; відстаней доставки запасних частин з різних рівнів резервування. На основі наявних даних побудовані гістограми цих розподілів. Основні параметри отриманих експериментальних кривих наведені в таблицях 1 і 2. Аналіз даних таблиці 1 і експериментальних кривих свідчить, що середня кількість комбайнів по господарствах та ТК, приблизно, перебуває на одному рівні – 9,84 й 9,31 од. при середнє квадратичному відхиленні – 2,82 й 2,59 од., відповідно. Площа під сівбу зернових по господарствам коливається в межах від 900 до 3400 га, при цьому площа поля під зернові складає 103,7 га при середнє квадратичному відхиленні 71,32 га. Аналіз даних таблиці 2 і експериментальних кривих свідчить, що середня відстань доставки запасних частин зі складу ТК дорівнює 1,19 км, зі складу бригади, господарства 3,91 і 7,62 км відповідно, а зі складу районного рівня – 22,69 км.

Висновки. При проведенні збиральних робіт у господарствах регіону створюється по одному збирально-транспортному комплексу з кількістю комбайнів від 7 до 12 одиниць. Отриманні дані відстані(км) доставки запасних частин для зернозбиральних комбайнів з різних рівнів резервування будуть використовуватися при визначенні тривалості доставки запасних частин з різних рівнів їхнього резервування. Інші отримані дані за умовами проведення збиральних робіт будуть використані в математичній моделі експлуатаційного забезпечення працездатності зернозбиральних комбайнів технологічних комплексів. При цьому простої зернозбиральних комбайнів зменшуються на 15–20%, скорочення терміну збирання зернових культур на 10–12%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Машини для збирання зернових та технічних культур/ За ред.. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. - *Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілова*. – 2009. – 296 с.
2. Нормативи витрат живої та уречевленої праці на виробництво зернових культур/ В.В. Вітвіцький, П.М. Музика, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов. – К.: НДІ «Укрупропродуктивність», 2010. – 352 с.
3. Домуші Д.П., Пожар О.Я., Остапенко А.В. Модель оптимізації термінів збирання зернових культур технологічними комплексами // *Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки*. – Одеса: ОДАУ, 2017- №85 . – С.112-116.

4.Думенко К.Н. Анализ перспектив развития высоконадежной зерноуборочной техники в Украине / К.Н. Думенко // *Энергосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве: Междунар. науч. –практ. конф. молодых ученых, 25–26 авг. 2010 г.: материалы.* – Минск:2010. – С.69–76.

5.Домуші Д.П., Пожар О.Я., Остапенко А.В. Дослідження роботоздатності техніки збирально-транспортних комплексів та обґрунтування їх складу // *Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки.* – Одеса: ОДАУ, 2017- №85 . – С.47–51.

6.Домуші Д. А., Енакиев Ю.И., Михов М.М. Эксплуатационное обеспечение надежности комбайнов при уборке зерновых. // *IV Scientific Congress Agricultural Machinery, Varna, Bulgaria, 22–25.06.2016, ISSN: 1310-3946/ Научни известия: Scientific technical union of mechanical engineering, year XXIV, issue 17(203), June 2016.* – P.87–91.

7.Метод обґрунтування параметрів збирально-транспортних комплексів/Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик та ін.. *Механізація та електрифікація сільського господарства: ННЦ «ІМЕСГ»: загальнодерж. наук зб.. Глевах, 2015.Вип.№1 (100). с.224–234.*

8.Означення задач узгодження інтегрованих програм збирання ранніх зернових культур//[Сидорчук О.В.,...,Скібчик В.І.].*Східно-європейській журнал передових технологій. 2012.№1/10(61).С.38-41..WorldCad:*

https://www.worldcad.org/oclc/839142619&referer=brief_results.

9.Думенко К.М. Вплив ефективності сфери технічного обслуговування на встановлення функцій готовності та відновлення зернозбиральної техніки/ К.М. Думенко, А.І. Бойко // *Техніка і технології АПК.* – Вип.1(16). – 2011. – С. 11–14.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ СБОРА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ

Домуші Д.А., Пожар О.Я., Липин А.П.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, технологический комплекс, зерновые культуры, производственные условия, площадь уборки, расстояния доставки, запасные части.

Резюме

Продолжительность уборки зерновых культур зависит от наличия и состояния уборочной техники, транспортных средств, организации работы технологических комплексов, погодных и производственных условий и других факторов. Целью исследований было получение необходимой исходной информации по определению производственных условий проведения уборочных работ для совершенствования технического сервиса комбайнов технологических комплексов. Для реализации поставленных задач разработана программа исследований. Представлена методика и результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению производственных условий уборки зерновых культур технологическими комплексами. Данные расстояний доставки запасных частей для зерноуборочных комбайнов из разных уров-

ней резервирования будут использоваться при определении продолжительности их доставки. Другие полученные данные по условиям проведения уборочных работ будут использованы в математической модели эксплуатационного обеспечения работоспособности зерноуборочных комбайнов технологических комплексов. Полученные результаты представлены в виде рекомендаций для сельскохозяйственных предприятий Юга Украины.

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES ON DETERMINING PRODUCTION CONDITIONS FOR COLLECTION OF GRAIN CULTURE BY TECHNOLOGICAL COMPLEXES

Domushchi D.A., Pogar O.Y., Lipin A.P.

Key words: combine harvester, technological complex, grain crops, production conditions, harvesting area, delivery distances, and spare parts.

Summary

The duration of the harvesting of grain crops depends on the availability and condition of harvesting equipment, vehicles, the organization of work of technological complexes, weather and production conditions and other factors. The purpose of the research was to obtain the necessary background information on the definition of the production conditions for harvesting to improve the technical service of combines technological complexes. To implement the tasks, a research program has been developed. The technique and results of theoretical and experimental studies to determine the production conditions of harvesting crops with technological complexes are presented. Distances delivery data for spare parts for combine harvesters from different reservation levels will be used in determining the duration of their delivery. Other obtained data on the conditions of harvesting will be used in the mathematical model of operational support of the efficiency of combine harvesters of technological complexes. The results are presented in the form of recommendations for agricultural enterprises of the South of Ukraine.