

УДК 633.521:631.172

## Умови ефективного використання льонозбиральних комбайнових агрегатів

А.С. Лімонт

Житомирський аграрно-технічний коледж (м. Житомир, Україна), [ljla2412@ukr.net](mailto:ljla2412@ukr.net)

Наведена циклограма використання льонозбиральних комбайнових агрегатів. Досліджені розподіли тривалості зміни агрегатів, їх простоїв та коефіцієнта використання робочого часу зміни. Оцінена статистична залежність продуктивності агрегатів від їх корисного використання та коефіцієнта використання робочого часу зміни від її тривалості. Проаналізовані довжина гонів і тривалість обідньої перерви екіпажів льонозбиральних комбайнових агрегатів. Оцінено вплив вказаних факторів на продуктивність комбайнових агрегатів. Кореляційне відношення продуктивності агрегатів по довжині гонів і тривалості обідньої перерви становило відповідно 0,397 і 0,418. Наведені графіки зміни продуктивності агрегатів від досліджуваних факторів. Досліджена тривалість робочого дня екіпажів льонозбиральних агрегатів та їх продуктивність в реальних умовах машиновикористання. Вивчені статистичні розподіли досліджуваних ознак.

Визначений кореляційний зв'язок між продуктивністю агрегатів і тривалістю робочого дня виконавців. Виявлена кількісна закономірність зміни продуктивності агрегатів від тривалості робочого дня. Тривалості робочого дня і обідньої перерви розглянуто як організаційно-технологічні фактори, що визначають ефективність використання льонозбиральних комбайнових агрегатів. За показники ефективності використання агрегатів прийняті коефіцієнт використання їх часу зміни, продуктивність за годину змінного часу та виконання годинної норми виробітку. Із зміною тривалості робочого дня в досліджуваних межах зазначені коефіцієнт і виконання норми виробітку змінюються за куполоподібними кривими, а продуктивність агрегату із збільшенням тривалості обідньої перерви зростає за логістичною залежністю.

**Ключові слова:** льон-довгунець, збирання, комбайн, агрегат, використання, продуктивність, зміна, тривалість, ефективність.

**Постановка проблеми.** За комбайнового збирання льону-довгунця першопочатковими в технологічному ланцюгу операцій з готування рощенцевої льонотрести є брання рослин і очісування їх від насінневих коробочок та розстилання очісаних стебел соломи в стрічку для її росяного мочіння. Серед оцінних показників ефективності використання льонозбиральних комбайнових агрегатів (ЛЗКА) одним з важливих є їхня продуктивність за годину змінного часу  $W_{ГЗ}$  (га/год). Продуктивність  $W_{ГЗ}$  формує рівень екологічності використання ЛЗКА, яку переважно оцінюють енергомісткістю засобів механізації збирання льону-довгунця. Залежно від  $W_{ГЗ}$  ЛЗКА їхня енергомісткість знижується за відповідною гіперболічною залежністю. Найбільш інтенсивно зменшується енергомісткість ЛЗКА з підвищенням  $W_{ГЗ}$  від 0,1 до 0,6 га/год. Так, за  $W_{ГЗ} = 0,1$  га/год енергомісткість ЛЗКА становить 11435,8 МДж/га, а з підвищенням  $W_{ГЗ}$  до 0,6 га/год енергомісткість ЛЗКА зменшується у 6 разів і становить 1906 МДж/га. Підвищення  $W_{ГЗ}$  ЛЗКА від 0,6 до 1,0 га/год викликає зниження його енергомісткості всього на 6,7% [1].

Згідно вимог до машин для збирання льону-довгунця [2] продуктивність за годину основного часу і коефіцієнт використання часу зміни

льонокомбайнів, як показники їхнього призначення, мають бути відповідно 0,90 га/год і не менше 0,75. З урахуванням цих значень продуктивність льонокомбайнів за годину змінного часу в реальних умовах збирання льону-довгунця має бути не менше 0,67 га/год. З'ясування факторів впливу на  $W_{ГЗ}$  комбайнів має відповідне значення в проблемі забезпечення ефективного використання ЛЗКА. Про деякі з таких факторів і йтиме мова в пропонованому повідомленні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проф. Ю.К. Кіртбая [3] відзначав, що найважливішим фактором підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів є використання часу, яке залежить від низки організаційних, технічних та психофізіологічних факторів. Крім того, серед резервів механізованого сільськогосподарського виробництва Ю.К. Кіртбая відокремлював раціональну організацію території і робочого місця агрегату та раціональні режими робочого дня і використання часу.

Дослідження з використання робочого часу при збиранні льону-довгунця комбайнами проводили Д.П. Доманчук [4], В.Н. Рябцев і Н.В. Єршов [5], І.А. Гіренко [6] з колективом. Інформація про використання робочого часу на збиранні льону-довгунця є і у праці М.А. Бутко [7] та інших джерелах.

За даними Д.П. Доманчука [4] коефіцієнт використання робочого часу ЛЗКА становив 0,50, на заміну причепів впродовж зміни витрачали від 8,3 до 32,2% основного робочого часу та на очищення робочих органів – 8,7% і основний робочий час становив 50,1%.

За спостереженнями В.Н. Рябцева і Н.В. Єршова [5] при використанні комбайнів ЛК-4Т чистий робочий час становив 56,3%. За даними І.А. Гіренка [6] продуктивність комбайна ЛК-4Т за годину основного часу становила 1,22 га/год, а за годину змінного – 0,81 га/год про коефіцієнти використання робочого часу зміни 0,66.

Що стосується використання комбайна ЛКВ-4Т з в'язальним апаратом, то за даними М.А. Бутко [7] його продуктивність за годину чистого часу коливалася в межах 0,50 -1,05 га, а за годину змінного – від 0,14 до 0,47 га/год.

З урахуванням зональних особливостей регіонів вирощування льону-довгунця в Нормах і нормативах для планування механізації виробничих процесів в галузях АПК [8] наведене нормативне значення коефіцієнта використання робочого часу комбайнів ЛКВ-4А, що коливається в межах 0,74–0,80. В цитованих джерелах не виявлені якісні залежності і не з'ясовані кількісні закономірності зміни продуктивності агрегатів залежно від тривалості робочого дня та оцінних показників використання часу зміни роботи машинно-тракторних агрегатів і розмірних характеристик оброблюваних полів.

В публікаціях автора [9 -13] розглянута низка питань, що була висловлена проф. Ю.К. Кіртбая [3] і на які вище зроблені посилання в цьому повідомленні. В пропонованій статті передбачено узагальнити результати раніше здійснених досліджень, що опубліковані в Україні у різних фахових виданнях.

**Мета дослідження** полягала у підвищенні ефективності функціонування ЛЗКА шляхом з'ясування закономірностей зміни коефіцієнта використання робочого часу зміни і продуктивності льонозбиральних комбайнових агрегатів залежно від тривалості робочого дня з урахуванням розмірної характеристики робочого місця агрегату та тривалості обідньої перерви обслуговуючого його персоналу.

**Завдання дослідження:** 1) вивчити складові балансу і коефіцієнт використання робочого часу зміни ЛЗКА; 2) дослідити зміну коефіцієнта використання робочого часу зміни і продуктивності ЛЗКА за годину змінного часу залежно від фактичної тривалості робочої зміни (тривалості робочого дня); 3) експериментально з'ясувати якісно-кількісний зв'язок між продуктивністю ЛЗКА за годину змінного часу і коефіцієнтом використання робочого часу зміни; 4) проаналізувати зміну

відсотка виконання годинної норми виробітку ЛЗКА залежно від тривалості робочого дня; 5) охарактеризувати зміну продуктивності ЛЗКА за годину змінного часу залежно від робочої довжини ділянки, на якій здійснюють комбайнове збирання льону-довгунця, та спрогнозувати статистичний характер цієї зміни; 6) оцінити вплив тривалості обідньої перерви обслуговуючого ЛЗКА персоналу на продуктивність агрегату.

**Об'єкт та методика дослідження.** Об'єкт дослідження – процес функціонування льонозбиральних комбайнових агрегатів в реальних умовах збирання виробничих посівів льону-довгунця за його усталеного вирощування на значних площах у великотоварних підприємствах Народицького району Житомирської області. Досліджували використання ЛЗКА у складі тракторів класу 1,4 і комбайнів ЛК-4Т та двовісних тракторних причепів вантажопідйомністю 4 т. ЛЗКА обслуговували екіпажі у складі тракториста, комбайнера та працівника, який в кузові причепа розрівнював льоноворох, що надходив з похилого транспортера. Для оцінювання функціонування ЛЗКА здійснені хронометражні спостереження за їх використанням. Обробка листів хронометражних спостережень здійснена за методикою кол. УНДІМЕСГ (тепер ННЦ «ІМЕСГ» НААНУ). Графічне подання складових елементів робочого дня (циклограма використання ЛЗКА впродовж одного дня чи впродовж фактичної тривалості зміни) здійснено за методикою, що наведена в праці [12]. Складові часу зміни визначали й оцінювали на підставі циклограм використання ЛЗКА. Будували і аналізували полігони розподілів основних складових балансу часу зміни ЛЗКА. Окремі складові балансу подавали в одиницях часу та у відсотках до тривалості робочого дня або що теж загальної тривалості зміни. Будували полігон і нормальну криву розподілу коефіцієнта використання робочого часу зміни ЛЗКА.

Продуктивність ЛЗКА, довжину гонів та тривалості зміни і обідньої перерви обслуговуючого агрегату персоналу визначали на підставі опрацювання хронометражних листів за використанням агрегатів і фотографій часу їхніх екіпажів.

Виконання годинної норми виробітку ЛЗКА  $\lambda_{ГН}$  (%) розраховували за формулою:

$$\lambda_{ГН} = (100W_{ГЗ}) / W_{ГН}, \quad (1)$$

де  $W_{ГЗ}$  – продуктивність ЛЗКА за годину змінного часу, яку визначали за листами хронометражних спостережень та визначенням зібраної площі агрегатом за робочий день, га/год;  $W_{ГН}$  – годинна норма виробітку ЛЗКА, яку вибирали за Типовими нормами продуктивності і витрачання палива на механізовані польові роботи з урахуванням складу збирального агрегату, робочої ширини

захвату, передзбиральної густоти стеблостою та групи поля за основними нормоутворюючими факторами з посиланням на довжину гону, га/год.

Обробка зібраних і опрацьованих експериментальних даних здійснена з використанням методів математичної статистики і зокрема кореляційно-регресійного аналізу та стандартних комп'ютерних програм.

**Результати досліджень.** На рис. 1, а наведена одна з циклограм роботи льонозбирального комбайнового агрегату. Виконувані впродовж робочої зміни операції включають складові балансу часу використання агрегату, які характеризують підготовчо-заклучну роботу, організаційно-технічне обслуговування, час відпочинку і особистих потреб обслуговуючого персоналу, повороти і заїзди агрегату, його технологічне обслуговування, чисту роботу та простої з різних причин. На циклограмі вказана і тривалість обідньої перерви. Проте цей елемент часу при здійсненні оцінювання тривалості зміни не включали до її балансу.

З використанням опрацьованих циклограм роботи ЛЗКА впродовж 27 агрегато-змін визначені основні статистичні параметри емпіричних розподілів експлуатаційних станів досліджуваних машинних агрегатів та оцінні показники тривалості усунення технологічних відмов льонозбиральних комбайнів. Розподіл тривалості робочого дня обслуговуючого ЛЗКА персоналу мав розмах варіювання від 1,73 до 11,07 год. Проте були робочі дні з тривалістю і 12 год. Середнє арифметичне значення і середнє квадратичне відхилення розподілу становили відповідно 7,14 і 2,20 год, а коефіцієнт варіації дорівнював 30,8%. Для розподілу характерні від'ємні асиметричність і ексцесивність з однаковими показниками 0,58 та їх відношеннями до своїх середніх квадратичних відхилень 1,36 і 0,68. За визначених коефіцієнта варіації і значень асиметричності та ексцесивності можна стверджувати про узгодженість емпіричного і нормального розподілів тривалості зміни роботи досліджуваних льонозбиральних агрегатів. Отже, за середнім арифметичним значенням тривалість робочого дня становила близько 7 год, що дорівнює нормативній тривалості робочої зміни.

Розмах варіювання тривалості щозмінного технічного обслуговування (ЩТО) комбайнів коливався в межах 9 - 133 хв за середнього арифметичного значення, середнього квадратичного відхилення та коефіцієнта варіації відповідно 63 і 33 хв та 52,4%.

Простій ЛЗКА із-за обідньої перерви обслуговуючого агрегату персоналу змінювався від 1 до 95 хв, а його середнє арифметичне значення, середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт

варіації становили відповідно 53 і 25 хв та 47,2%. Розподіл тривалості обідньої перерви мав від'ємну асиметрію з показником 0,33 і від'ємний ексцес з показником 1,00. Відношення визначених показників до своїх середніх квадратичних відхилень становили 0,72 і 1,10, що свідчить про незначущість відхилення емпіричного розподілу від нормального. Отже, тривалість обідньої перерви в середньому за спостереженням становила без 7 хв 1 годину, яка прийнята у переважній більшості підприємств чи трудових колективів.

Тривалість усунення технологічних відмов впродовж робочого дня, що пов'язані з очищенням робочих органів, коливалася в межах 0 – 404 хв за середнього арифметичного значення і середнього квадратичного відхилення та коефіцієнта варіації відповідно 109 і 93 хв та 85,3%.

Емпіричний розподіл тривалості заміни причепа варіював від 1 до 10 хв за середнього арифметичного значення, середнього квадратичного відхилення та коефіцієнта варіації відповідно 4,3 і 1,6 хв та 37,0%. Полігони розподілів досліджуваних тривалостей робочого дня і простоїв ЛЗКА, що характеризують режим праці і відпочинку обслуговуючого агрегату персоналу, наведені на рис. 1, б і в.

Розподіл тривалості простоїв з організаційних причин як частки у структурі часу зміни льонозбиральних комбайнових агрегатів наведений на рис. 1, г. Частка цих простоїв в структурі часу зміни коливалася в межах 0 - 25,4% (до 80 хв) за середнього арифметичного значення 5,3%, середнього квадратичного відхилення 5,8% і коефіцієнта варіації 109,4%. Розподіл характеризувався додатними асиметрією і ексцесом з показниками відповідно 1,83 і 1,93 та їх відношеннями до своїх середніх квадратичних відхилень 3,88 і 2,05. Отже, досліджуваний емпіричний розподіл слід визнати сильноасиметричним і середньоексцесивним [15], що підтверджує результати досліджень [16], але простоїв посівних машин.

Чистий робочий час агрегатів в структурі часу зміни коливався в межах 17,6 - 86,0% (рис. 1, е). При цьому середнє арифметичне значення, середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації розподілу дорівнювали відповідно 54%, 15,2 та 28,1%. Скошеність і пологість розподілу характеризувалися від'ємними показниками асиметрії і ексцесу відповідно 0,45 і 0,63. Відношення цих показників до своїх середніх квадратичних відхилень становили 1,05 і 0,74, що свідчить про допустимість прийняття гіпотези щодо нормального розподілу часу чистої роботи агрегатів як випадкової величини.

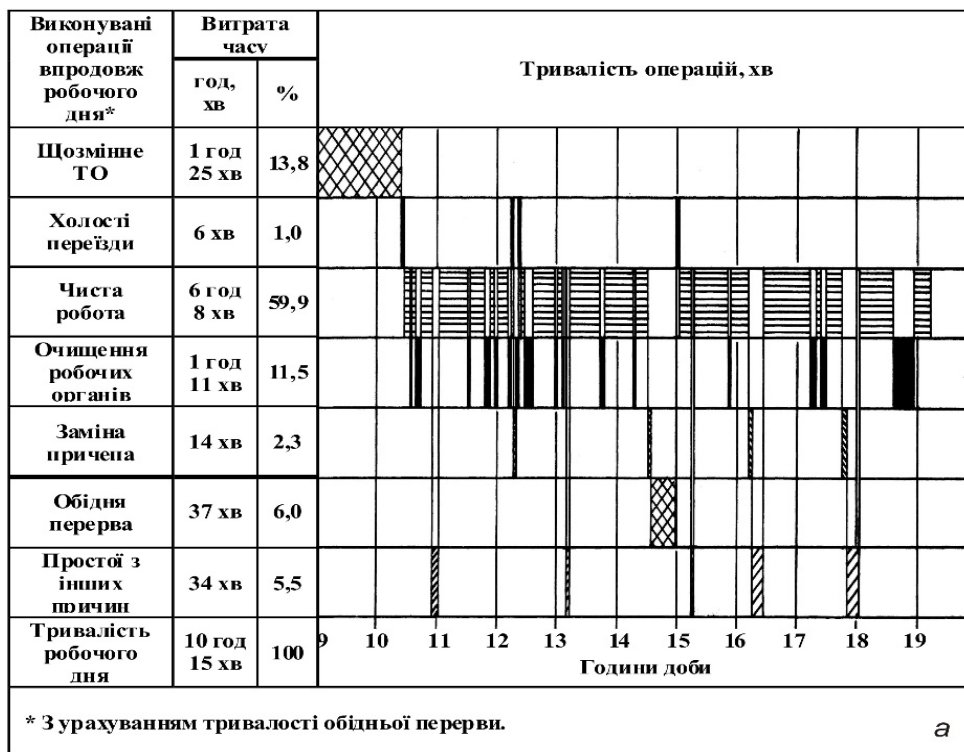
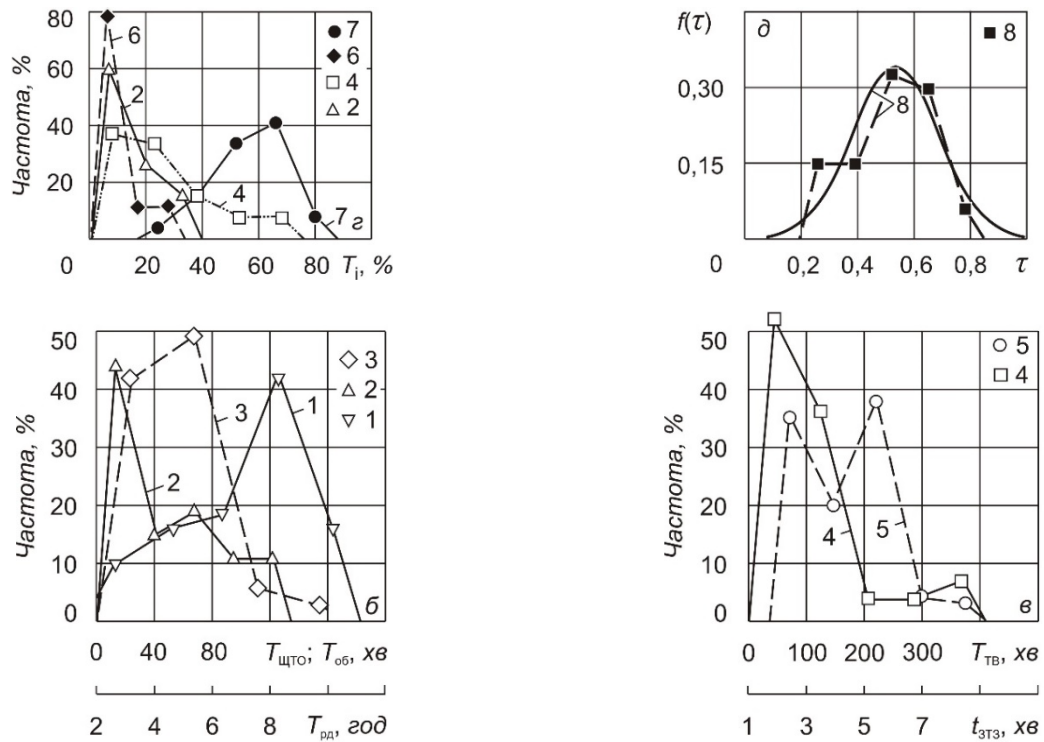


Рис. 1. Циклограма (а) використання ЛЗКА, полігони розподілів тривалостей: б) робочого дня  $T_{рд}$  (1), щозмінного технічного обслуговування ЛЗКА  $T_{цто}$  (2), обідньої перерви обслуговуючого ЛЗКА персоналу  $T_{об}$  (3) і в) очищення робочих органів (усунення технологічних відмов ЛЗК)  $T_{тв}$  (4), заміни причепа з ворохом  $t_{зтз}$  (5) та г) полігони розподілів окремих складових зміни  $T_i$  у відсотках від їхньої тривалості в структурі часу зміни: 2 – ЦТО ЛЗКА, 4 – очищення робочих органів, 6 – простоїв з організаційних причин, 7 – чистої роботи (основного часу); д) полігон і нормальна крива (8) розподілу коефіцієнта використання робочого часу зміни  $\tau$

На рис. 1,  $\delta$  наведений розподіл коефіцієнта використання часу зміни агрегатів, який з урахуванням здійснених групувань коливався в межах 0,21 - 0,85. Середнє арифметичне значення коефіцієнта, його модальне і медіанне значення дорівнюють відповідно 0,54; 0,53 і 0,55. Середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації коефіцієнта використання робочого часу льонозбиральних комбайнових агрегатів мали значення відповідно 0,15 і 27,8%, а показники від'ємних асиметрії і ексцесу дорівнювали відповідно 0,30 і 0,86 за їх відношень до своїх середніх квадратичних відхилень 0,70 і 1,01. За значеннями ймовірно-статистичних характеристик коефіцієнта використання часу зміни можна дійти висновку, що він як випадкова величина підпорядковується нормальному закону розподілу. Про це свідчить те, що середнє арифметичне значення коефіцієнта, модальне і медіанне значення навіть з урахуванням відповідних заокруглень практично не відрізняються між собою. Коефіцієнт варіації аналізованої випадкової величини також має чисельне значення, характерне для нормального розподілу. Це ж стосується показників асиметрії і ексцесу. Підрахунки  $\chi^2$ -критерію Пірсона засвідчили, що розбіжності між теоретичними і емпіричними частотами випадкові, а допущення щодо розподілу коефіцієнта використання робочого часу зміни за нормальним законом узгоджується з експериментальними даними.

Зваживши на властивості нормального закону та скориставшись табульованими значеннями нормованої функції Лапласа, на підставі середнього арифметичного значення коефіцієнта 0,54 і середнього квадратичного відхилення 0,15 визначили, що ймовірність роботи агрегатів з коефіцієнтом використання часу 0,72 і більше незначна і становить 0,12.

Коефіцієнт використання часу зміни залежить від низки чинників, але у цій статті висвітлено вплив на нього тривалості зміни  $T_{зм}$  (год) роботи льонозбирального агрегату. На рис. 2, а побудоване кореляційне поле зв'язку  $\tau$  з  $T_{зм}$ . З рисунка простежується криволінійний зв'язок між досліджуваними показниками. Це підтверджує розрахунок коефіцієнта кореляції між  $\tau$  і  $T_{зм}$  та визначення кореляційного відношення  $\tau$  по  $T_{зм}$ . Виявилось, що статистичний зв'язок між досліджуваними показниками визначає від'ємний коефіцієнт кореляції 0,450 та кореляційне відношення 0,509. Оскільки чисельне значення кореляційного відношення перевищує значення коефіцієнта кореляції, то це підтверджує пошук характеру криволінійного зв'язку між  $\tau$  і  $T_{зм}$ . З'ясовано, що зміну коефіцієнта  $\tau$  використання часу

залежно від тривалості зміни  $T_{зм}$  (год) можна подати рівнянням

$$\tau = 0,2075T_{зм}^{1,3584}e^{-0,2392T_{зм}}, \quad (1)$$

де  $e$  – основа натуральних логарифмів.

За чисельним значенням показника степеня при числі « $e$ », оскільки він менший від нуля, доходимо висновку, що при зростанні  $T_{зм}$  функція  $\tau$  асимптотично наближається до нуля [17]. Аналізуючи чисельні значення показників степеня залежності (2) з урахуванням їхніх знаків, можна стверджувати, що ця залежність має екстремальний характер з максимумом в точці

$$T_{зм} = -1,3584/(-0,2392) = 5,68 \text{ год.} \quad (2)$$

Крім екстремуму крива, що описується рівнянням (2), має точку перегину, абсцису якої можна знайти із співвідношення

$$T_{зм} = \frac{-1,3584 - \sqrt{1,3584}}{-0,2392} = 10,55 \text{ год.}$$

Розраховане число можна інтерпретувати так, що воно визначає граничну тривалість робочої зміни екіпажів льонозбиральних комбайнових агрегатів, перевищення якої супроводжується значним зниженням коефіцієнта використання робочого часу зміни.

Розподіл продуктивності агрегату характеризувався середнім арифметичним значенням і середнім квадратичним відхиленням відповідно 0,45 і 0,14 га/год та коефіцієнтом варіації 31,1%. За проведеними дослідженнями і результатами обробки експериментальних даних зміну продуктивності агрегату залежно від тривалості зміни  $T_{зм}$  можна оцінити від'ємним коефіцієнтом кореляції 0,254 та кореляційним відношенням  $W_{ГЗ}$  по  $T_{зм}$ , що дорівнює 0,402. Отже, між досліджуваними ознаками варто вести пошук криволінійної залежності. Таке підтверджує побудоване (рис. 2, б) кореляційне поле зв'язку продуктивності агрегату з тривалістю зміни. З наведеного рисунка простежується криволінійний зв'язок між досліджуваними ознаками. Продуктивність агрегату зростає при збільшенні тривалості зміни до 6 год, а при подальшому збільшенні тривалості зміни – знижується.

За розміщенням точок на рисунку можна дійти висновку про поліноміальну або наближену до неї залежність зміни продуктивності агрегату від тривалості зміни. З урахуванням пакету відповідних кривих і методів побудови емпіричних формул [17] зміну  $W_{ГЗ}$  залежно від  $T_{зм}$  подамо рівнянням

$$W_{ГЗ} = 0,2061T_{зм}^{1,3965}e^{-0,2601T_{зм}}. \quad (3)$$

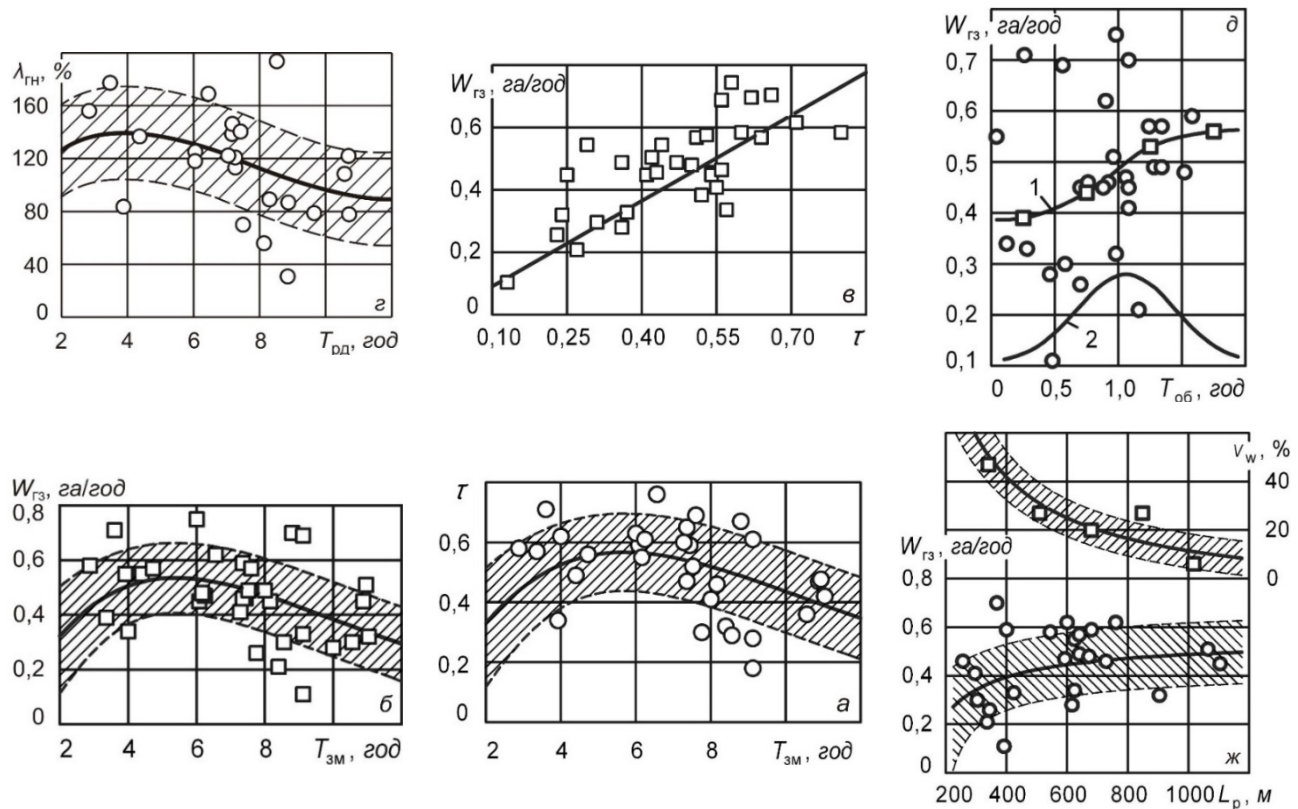


Рис. 2. Вплив фактичної тривалості зміни  $T_{зм}$  (тривалості робочого дня) на коефіцієнт використання робочого часу зміни  $\tau$  (а) і продуктивність ЛЗКА за годину змінного часу  $W_{ГЗ}$  (б), статистичний зв'язок продуктивності  $W_{ГЗ}$  і коефіцієнта використання робочого часу зміни  $\tau$  (в), зміна виконання годинної норми виробітку ЛЗКА  $\lambda_{ГН}$  залежно від тривалості робочого дня  $T_{рД}$  (г), вплив (д) тривалості обідньої перерви  $T_{об}$  на продуктивність  $W_{ГЗ}$  ЛЗКА (1 – логістична крива зміни продуктивності агрегату залежно від тривалості обідньої перерви; 2 – похідна логістичної кривої) та зміна (ж) продуктивності  $W_{ГЗ}$  ЛЗКА і коефіцієнта варіації  $\vartheta_W$  цієї продуктивності від розмірів поля за довжиною гонів  $L_p$

За чисельним значенням показника степеня при числі «е», оскільки він менший від нуля, доходимо висновку, що при збільшенні  $T_{зм}$  функція  $W_{ГЗ}$  асимптотично наближається до нуля [17]. Аналізуючи показники степеня наведеної залежності, можна показати, що ця залежність має максимум в точці

$$T_{зм} = -1,3965 / (-0,2601) = 5,37 \text{ год.}$$

Отже, найбільша продуктивність льонозбирального агрегату може бути забезпечена за тривалості зміни 5,37 год. Крім екстремуму крива, що описується вказаним рівнянням, має точку перегину, абсцису якої можна визначити за залежністю [17]:

$$T_{зм} = \frac{-1,3965 - \sqrt{1,3965}}{-0,2601} = 9,91 \text{ год.}$$

Знайдене число можна інтерпретувати так, що воно визначає тривалість зміни, перевищення якої характеризує граничне зниження продуктивності

агрегату. Побудована за рівнянням (3) крива зміни  $W_{ГЗ}$  залежно від  $T_{зм}$  наведена на рис. 2, б.

Помилка рівняння криволінійної регресії, що визначена за середнім квадратичним відхиленням розподілу продуктивності 0,14 га/год та кореляційним відношенням  $W_{ГЗ}$  по  $T_{зм}$  0,402, дорівнює 0,128 га/год. З урахуванням визначеної помилки за 7-годинної тривалості зміни продуктивність льонозбирального агрегату може перевищувати 0,6 га/год (рис. 2, б). За значенням коефіцієнта детермінації, що дорівнює 0,162, понад 16% варіації продуктивності агрегату причинно зумовлено варіюванням тривалості зміни.

Зміна продуктивності агрегату залежно від коефіцієнта використання часу носить ймовірнісний характер. Кореляційне поле зв'язку продуктивності  $W_{ГЗ}$  ЛЗКА за годину змінного часу (га/год) з коефіцієнтом використання часу зміни  $\tau$  наведено на рис. 2, в.

Розрахунок коефіцієнта кореляції між продуктивністю агрегату і коефіцієнтом використання

часу зміни та пошук рівняння прямолінійної регресії  $W_{ГЗ}$  по  $t$  здійснювали за незгрупованими вихідними даними, що були одержані в результаті опрацювання хронометражних листів. Виявилося, що коефіцієнт кореляції, який якісно оцінює статистичний зв'язок між  $W_{ГЗ}$  і  $t$ , дорівнює 0,741. Таке значення коефіцієнта кореляції опосередковано свідчить про мінливість робочої ширини захвату комбайна і робочої швидкості руху агрегату та мінливість стеблостою льону-довгунця і розмірів робочих ділянок, що визначають умови використання льонозбиральних агрегатів.

Рівняння прямолінійної регресії продуктивності агрегату по коефіцієнту використання часу зміни має вигляд

$$W_{ГЗ} = 0,913t. \quad (4)$$

Пряма, що графічно інтерпретує рівняння (4), помилка якого дорівнює 0,11 га/год, наведена на рис. 2, в. Між відсотком виконання годинної норми виробітку ЛЗКА і тривалістю робочого дня виявлений від'ємний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції мінус 0,430. Перевірку значущості виявленого кореляційного зв'язку, тобто визначеного коефіцієнта кореляції, здійснили на  $t$ -критерієм Стьюдента. Аналіз показав, що з урахуванням розрахункових і табличних  $t$ -критеріїв та визначених чисел ступенів вільності реальність існування зв'язку доведена з ймовірністю 0,95 [18]. При цьому розрахунковий  $t$ -критерій становив 2,24, а табличний за числа ступенів вільності 22 на рівні ймовірності 0,95 дорівнював 2,07.

Для з'ясування характеру зв'язку щодо прямо- чи криволінійності визначили кореляційне відношення результативної ознаки по факторіальній, яке становило 0,482. Порівняння коефіцієнта кореляції і кореляційного відношення вказує на можливу нелінійність зв'язку. Для уточнення характеру зв'язку здійснили перевірку лінійності за  $t$ -критерієм Стьюдента [18]. Виявилося, що лінійна модель регресії результативної ознаки на факторіальну не узгоджуються з експериментальними даними на рівні довірчої ймовірності 0,99 (Розрахунковий  $t$ -критерій дорівнював 2,24, а табличний за числа ступенів вільності 22 на рівні ймовірності 0,99 дорівнював 2,82). Визначення форми криволінійного характеру можливої зміни результативної ознаки залежно від факторіальної здійснили шляхом графічного аналізу експериментальних даних. На рис. 2, з наведене кореляційне поле зв'язку виконання годинної норми виробітку  $\lambda_{ГН}$  (%) ЛЗКА і тривалості робочого дня  $T_{рд}$  їхніх екіпажів.

За кореляційним полем ( $\lambda_{ГН} - T_{рд}$ ), яке наведено на рис. 2, з можна допустити, що прогнозовану зміну  $\lambda_{ГН}$  залежно від  $T_{рд}$  доцільно апроксимувати параболічною залежністю другого порядку, максимум якої зрушений у бік зменшених  $T_{рд}$ . Цю ж прогнозовану зміну можна подати і випуклими поліномними кривими вищого порядку. Після групування першопочаткових даних, опрацювання кореляційної таблиці, визначення середньогрупових значень тривалості робочого дня і відповідних їм середньозважених значень виконання годинної норми виробітку ЛЗКА та аналізу пакету відповідних кривих і методів побудови емпіричних формул [17] дійшли висновку, що зміну  $\lambda_{ГН}$  залежно від  $T_{рд}$  можна подати рівнянням:

$$\lambda_{ГН} = 111,2T_{рд}^{0,5705} \exp(-0,1416T_{рд}), \quad (5)$$

де  $\lambda_{ГН}$  – виконання годинної норми виробітку ЛЗКА, %;  $T_{рд}$  – тривалість робочого дня, год;  $e$  – основа натуральних логарифмів.

Розмах варіювання емпіричного розподілу виконання годинної норми виробітку становив 31–195% за середнього арифметичного значення 117%, середнього квадратичного відхилення 39,6% та коефіцієнта варіації 33,8%. Помилка рівняння (5), що визначена за середнім квадратичним відхиленням розподілу  $\lambda_{ГН}$  та кореляційним відношенням  $\lambda_{ГН}$  по  $T_{рд}$ , становила 34,7%.

За рівнянням (5) на рис. 2, з побудований графік зміни  $\lambda_{ГН}$  залежно від  $T_{рд}$ . Аналізуючи чисельні значення показників степеня залежності (5), доходимо висновку, що ця залежність має екстремальний характер з максимумом у точці  $T_{рд} = -0,5705 / (-0,1416) = 4,03$  год. Крім екстремуму крива, що описується рівнянням (5), має точку перегину, абсцису якої можна знайти із співвідношенням:

$$T_{рд} = \frac{-0,5705 - \sqrt{0,5705}}{-0,1416} = 9,36 \text{ год.}$$

Розраховане число можна інтерпретувати так, що воно визначає граничну тривалість робочого дня екіпажів ЛЗКА, перевищення якої супроводжується значним зниженням виконання годинної норми виробітку комбайновими агрегатами. Щодо значення тривалості робочого дня, за якої максимізується виконання годинної норми виробітку, то тут слід вказати на потоково-цикловий і потоково-комплексний методи використання техніки, вахтовий метод роботи та роботу механізаторів за змінним графіком, які уможливають відповідні організацію праці і використання машин в рослинництві, що може бути реалізовано в умовах великотоварних підприємств.

За чисельним значенням показника степеня при числі «е», оскільки він менший від нуля, доходимо висновку, що при зростанні  $T_{рд}$  функція  $\lambda_{гн}$  асимптотично наближається до нуля [17].

Підвищити добову зайнятість льонозбиральних машин не тільки утруднено, але практично неможливо, оскільки їхня робота впродовж доби обмежена метеорологічними умовами внаслідок зволоження рослин. Наприклад, підбирачі трести в зонах підвищеної вологості можна ефективно використовувати не більше 15% календарного змінного часу [19]. У збиральний період роса спадає не раніше 10-ї години. Крім того, в цей період приблизно 50% днів бувають дощовими і якщо тривалість збирання становить 15 календарних днів, то з них погожими буде тільки 7 - 8 днів [20].

Щодо продуктивності ЛЗКА при вивченні впливу на неї тривалості обідньої перерви, то середнє арифметичне значення продуктивності, її середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації становили відповідно 0,44 і 0,15 га/год та 34,1%. Між продуктивністю і тривалістю обідньої перерви  $T_{об}$  відмічений додатний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,092, а кореляційне відношення  $W_{гз}$  по  $T_{об}$  становило 0,418 та коефіцієнт детермінації – 0,175. Побудоване кореляційне поле зв'язку продуктивності агрегатів і тривалості обідньої перерви обслуговуючого їх персоналу наведено на рис. 2, д. Експериментальні дані, що визначають наведено на рисунку кореляційне поле, були згруповані за факторіальною і результативною ознаками в чотири статистичні групи. Для середньогрупових значень обідньої перерви визначені відповідні їм середні значення продуктивності агрегатів, що наведені на рисунку точками у вигляді квадратів. Таким чином, визначено, що зміна продуктивності агрегату залежно від тривалості обідньої перерви описується S-подібною логістичною кривою. У міру збільшення тривалості обідньої перерви продуктивність ЛЗКА прискорено зростає по увігнутій ділянці кривої, потім рівномірно зростає, а з подальшим збільшенням тривалості обідньої перерви – зростає уповільнено, сягаючи верхнього асимптотичного значення. Виробничу ефективність тривалості обідньої перерви оцінювали за зміною похідної продуктивності  $dW_{гз}/dW_{об}$  (крива 2 на рисунку). Побудову кривої інтенсивності зміни продуктивності здійснено графічним диференціюванням кривої 1, що інтерпретує зміну продуктивності агрегатів від тривалості обідньої перерви. З аналізу кривої 1 за асимптоту, яка проведена паралельно до осі абсцис (тривалості обідньої перерви), визначаємо максимальне значення продуктивності, що дорівнює 0,6 га/год і може бути досягнуте за рахунок оптимізації тривалості обідньої перерви.

Розглянемо точку перетину логістичної кривої з паралельною до осі абсцис ординатою, що відповідає продуктивності 0,5 га/год. Ця точка визначає на кривій 1 завершення інтенсивного росту продуктивності і свідчить про настання так званого періоду «насичення» [21], тобто значного сповільнення зростання продуктивності. Інакше, точка на аналізованій кривій, що відповідає абсцисі  $T_{об} = 1,0$  год, означає завершення інтенсивного зростання продуктивності і настання так званого періоду «сатурації», тобто значного сповільнення зростання продуктивності. Проф. Л.В. Погорілий [22], аналізуючи розвиток явищ, які описуються логістичними кривими, подібні точки називав такими, що визначають умовний локальний оптимум.. Отже, за поведінкою кривих 1 і 2 доходимо висновку, що тривалість обідньої перерви, яка дорівнює 1 год, слід визнати доцільною і при організації використання льонозбиральних комбайнових агрегатів.

В дослідженні довжина гонів як випадкова величина коливалася в межах 257–1101 м за середнього арифметичного значення і середнього квадратичного відхилення відповідно 587 і 207 м та коефіцієнта варіації 35,3%. В дослідженні впливу довжини гонів середнє арифметичне значення і середнє квадратичне відхилення продуктивності становили відповідно 0,43 і 0,14 га/год, а коефіцієнт варіації – 32,6%.

Між продуктивністю комбайнових агрегатів  $W_{гз}$  за годину змінного часу і довжиною гонів  $L_p$  виявлений додатний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,239 та кореляційним відношенням  $W_{гз}$  по  $L_p$ , що дорівнює 0,397. Отже, статистично підтверджується, що із збільшенням довжини гонів продуктивність агрегатів зростає за криволінійною залежністю.

Для з'ясування характеру цієї залежності проаналізуємо побудоване кореляційне поле зв'язку продуктивності агрегатів з довжиною гонів (рис. 2, ж). З графіка простежується, що із збільшенням довжини гонів продуктивність агрегатів зростає, але із сповільненням. Такому характеру зміни  $W_{гз}$  залежно від  $L_p$  можуть відповідати гіперболічна зворотного зв'язку, степенева, логарифмічна і показова залежності.

Розрахунок  $R^2$ -статистики з вирівнювання експериментальних даних наведеними щойно залежностями показав, що вона дорівнює відповідно 0,706; 0,702; 0,688 і 0,649. Таким чином, вирівнювання за гіперболічною залежністю забезпечує найкраще наближення експериментальних даних до апроксимуючої функції, яка після визначення коефіцієнтів регресії має вигляд:

$$W_{гз} = 0,55 - 62,29 / L_p, \quad (6)$$



де  $W_{гз}$  – продуктивність комбайнового агрегату за годину змінного часу на збиранні льону-довгунця, га/год;  $L_p$  – довжина гонів, м.

Відношення основної помилки вирівнювання експериментальних значень продуктивності апроксимуючого функцією (6) до середнього арифметичного значення розподілу продуктивності становило 0,062, що менше 0,1, яке прийнято за умову задовільного вирівнювання. Помилка рівняння (6) криволінійної регресії, що визначена за середнім квадратичним відхиленням розподілу продуктивності і кореляційним відношенням  $W_{гз}$  по  $L_p$ , становила 0,13 га/год. На рисунку наведена крива зміни  $W_{гз}$  залежно від  $L_p$ , що побудована за рівнянням (6), та лінії значень  $W_{гз}$ , які розраховані за рівнянням (6) з урахуванням помилки цього рівняння. Між цими обмежувальними лініями міститься 67% всіх даних, що увійшли до розрахунку рівняння (6). За асимптоту рівняння (6) з урахуванням його помилки можна визначити межу підвищення продуктивності, що становить 0,68 га/год, за рахунок організації використання машинно-тракторних агрегатів на відповідних за довжиною полях або ж здійсненням розбивання поля на заїмки та вибором способу руху комбайнових агрегатів. Із збільшенням довжини гонів понад 800 м забезпечується продуктивність агрегатів, що характеризує умови їх використання з урахуванням одного з факторів їх екологічності, а саме енергомісткості. Коефіцієнт детермінації, що характеризує силу впливу розмірів полів на продуктивність ЛЗКА, дорівнює 0,158. Це означає, що варіація продуктивності на 16% причинно зумовлена варіацією довжини гонів.

Здійснені статистичні групування довжини гонів як факторіальної ознаки і продуктивності агрегатів як результативної показали, що із збільшенням довжини гонів коливання продуктивності агрегатів навколо середнього зваженого значення стабілізуються і зосереджуються в межах двох статистичних груп за розподілом цього експлуатаційного показника. Так, наприклад, при середньогруповій довжині гонів 341 м середнє квадратичне відхилення продуктивності становило 0,18 га/год, при 510 м – 0,12, при 679 м – 0,10, а при 1017 м – 0,03 га/год. Перевірку однорідності дисперсій продуктивності агрегатів за різної довжини гонів здійснили за критерієм Бартлета [18], спостережуване значення якого становило 12,5. За таблицею квантилів  $\chi^2$ -розподілу по рівню значущості 0,05 і числа ступенів вільності 4 критичний  $\chi^2$  дорівнює 9,5 [18]. Оскільки спостережуваний  $\chi^2$  перевищує критичне значення, то нульова гіпотеза про однорідність порівнюваних дисперсій відхиляється.

Оцінку значущості відмінності дисперсій двох порівнюваних сукупностей продуктивності агрегатів, що характерні для їхнього використання на полях різної довжини гонів, здійснили за  $F$ -критерієм Фішера [23]. Якщо спостережуваний  $F$ -критерій не перевищує табличного значення, то з відповідною ймовірністю нульова гіпотеза не заперечується і відмінності між порівнюваними дисперсіями вважають недостовірними [18]. Якщо ж розраховане дисперсійне відношення перевищує табличне, то порівнювані дисперсії вважають значущо відмінними і мінливість порівнюваних сукупностей слід визнати неоднаковою. Аналізуючи визначені критерії, доходимо висновку, що із збільшенням довжини гонів від 341 до 679 і 1017 м, від 510 до 679 м і 1017 м, від 679 і 848 до 1017 м мінливість продуктивності як випадкової величини суттєво зменшується на рівні довірчої ймовірності, яка перевищує 0,75.

Зваживши на характер зміни продуктивності льонозбиральних агрегатів і її середнього квадратичного відхилення залежно від довжини гонів, визначимо коефіцієнт варіації вказаної ознаки і простежимо його поведінку при збільшенні розмірів поля. Результати розрахунків з визначення коефіцієнтів варіації продуктивності агрегатів на полях різної довжини наведені на рис. 2, ж, з якого видно, що із збільшенням довжини гонів коефіцієнт варіації продуктивності зменшується з поступовим сповільненням. Характер зміни коефіцієнта варіації продуктивності  $v_w$  (%) залежно від довжини гонів  $L_p$  (м) описується рівнянням гіперболи, яке після визначення коефіцієнтів регресії має вигляд:

$$v_w = -8,77 + 20266,93 / L_p, \quad (7)$$

Кореляційне відношення  $v_w$  по  $L_p$ , що характеризує залежність (7), за дослідженнями становило 0,882, а помилка рівняння (7) дорівнювала 7,0%. Крива, що побудована за рівнянням (7), та обмежувальні лінії, які визначають помилку цього рівняння, наведені на рис. 2, ж.

**Висновки.** Опрацьована циклограма роботи ЛЗКА з урахуванням тривалості обідньої перерви обслуговуючого агрегати персоналу. Досліджені розподіли тривалості простоїв агрегатів з організаційних та інших причин і чистої роботи в структурі часу зміни, тривалості обідньої перерви і зміни та коефіцієнта використання часу зміни. Розподіл тривалості простоїв сильноасиметричний і середньоексцесивний. Інші досліджувані розподіли слід визнати такими, що узгоджуються з нормальним законом. Коефіцієнт використання часу максимізується за тривалості зміни 5,68 год, граничне значення якої має бути обмежене 10,55 год. Максимальна продуктивність забезпечується за тривалості зміни 5,37 год. За 7-годинної зміни

продуктивність дещо зменшується, але це зменшення знаходиться в межах помилки рівняння криволінійної регресії. Граничне зниження продуктивності спостерігається за тривалості зміни, що перевищує 10 год. Виявлену закономірність зміни продуктивності льонозбиральних комбайнових агрегатів залежно від тривалості зміни слід урахувати при опрацюванні організаційного режиму роботи машин та організації праці механізаторів. Статистично зміна продуктивності агрегату залежно від коефіцієнта використання часу оцінюється додатним коефіцієнтом кореляції 0,741 і кількісно описується прямою, що виходить з початку координат.

Виконання годинної норми виробітку і коефіцієнт використання часу максимізуються за тривалості робочого дня відповідно 4 і 5,7 год. Гранична тривалість робочого дня за досліджуваними результативними ознаками має бути в межах 9,4–10,5 год. Із збільшенням тривалості обідньої перерви продуктивність ЛЗКА за годину змінного часу зростає за логістичною кривою. За характером зростання і спадання інтенсивності зміни продуктивності ЛЗКА визначено, що умовний локальний оптимум продуктивності знаходиться в межах тривалості обідньої перерви, яка становить 1 год. При організації використання льонозбиральних комбайнів необхідно ущільнювати робочу зміну, раціонально використовуючи світловий день і можливість роботи комбайна за зволоженням стеблостою протягом доби та обмежувати тривалість обідньої перерви у з'ясованих за дослідженнями межах.

Продуктивність агрегатів із збільшенням довжини гонів зростає за законом гіперболи зворотного зв'язку. Із збільшенням довжини гонів середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації продуктивності агрегатів зменшуються. Темпи зростання продуктивності і зниження коефіцієнта її варіації значно уповільнюються при використанні льонозбиральних агрегатів на полях з довжиною гонів понад 800 м.

**Напрямок подальших розвідок** на нашу думку слід спрямувати на опрацювання засад проектування організації території масиву поля, що є робочим місцем комбайного збирання льону-довгунця.

### Література

1. Лімонт А.С. Енергетична оцінка машинних агрегатів при виробництві льонотрести / А.С. Лімонт // Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту – Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». – Суми, 2016. – Вип. 10/1(29). – С. 112 -116.

2. Машини для збирання зернових та технічних культур: [посіб. для підготовки фахівців із напряму «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» в аграр. вищ. навч. закл. II - IV рівнів акредитації] / [Колектив авторів]; за ред. В.І. Кравчука і Ю.Ф. Мельника. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2003. – 296 с.

3. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка / Киртбая Ю.К. – М.: Колос, 1982. – 319 с.

4. Доманчук Д.П. Организация комбайновой уборки льна / Д.П. Доманчук // Лен и конопля. – 1969. – № 6. – С. 15 -17.

5. Рябцев В.Н. Использование льноуборочных машин в условиях Северо-Запада / В.Н. Рябцев, Н.В. Ершов // Лен и конопля. – 1976. – № 1. – С. 34 - 36.

6. Исследование эффективности вариантов комбайновой уборки льна-долгунца в условиях Полесья УССР / [И.А. Гиренко, Л.М. Соснина, Г.П. Водяницкий, Н.И. Куркова] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – К.: Урожай, 1980. – Вып. 49. – С. 29 - 35.

7. Бутко М.А. Исследования, разработка и внедрение комбайновой технологии уборки льна-долгунца с приготовлением тресты на льнозаводах: доклад, обобщающий содержание опубликованных работ, представленных на соискание ученой степени канд. с.-х. наук (по совокупности): спец. 06.538 «Сельское хозяйство (растениеводство)» / М.А. Бутко. – Пермь, 1972. – 72 с.

8. Нормы и нормативы для планирования механизации и электрификации в отраслях АПК / Сост.: М.В. Шахмаев, Ю.И. Юркин; под ред. А.И. Иевлева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 591 с.

9. Лімонт А.С. Циклограма роботи льонозбирального комбайнового агрегату та його корисне використання / А.С. Лімонт // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – К., 2009. – Вип. 140. – С. 321 - 329.

10. Лімонт А.С. Тривалість робочого дня і продуктивність льонозбиральних агрегатів / А.С. Лімонт // Вісн. Харків. нац. техн. ун-ту с.г. ім. Петра Василенка: механізація с.-г. виробництва. – Харків, 2010. – Вип. 93, Т. 2. – С. 79 - 84.

11. Лімонт А.С. Довжина гонів та добовий режим роботи і продуктивність льонозбиральних комбайнових агрегатів / А.С. Лімонт // Вісн. Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту. – Дніпропетровськ, 2011. – № 2. – С. 81 - 85.

12. Лімонт А.С. Експлуатаційні стани і елементи надійності льонозбиральних комбайнів / А.С. Лімонт // Вісн. Харків. нац. техн. ун-ту с.-г. ім. Петра Василенка: технічний сервіс машин для рослинництва. – Харків, 2013. – Вип. 134. – С. 35 -43.

13. Лімонт А.С. Організаційно-технологічні фактори і використання льонозбиральних комбайнових агрегатів / А.С. Лімонт // Вісн. Житомир. нац. агроєколог. ун-ту. – Житомир, 2013. – № 1 (36). – Т. 1. – С. 215 - 277.

14. Гельман В.М. Неиспользованные резервы производительности на льноуборке / В.М. Гельман // Лен и конопля. – 1938. – № 2. – С. 31 -37.

15. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учеб. пособ. / Е.А. Дмитриев. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1972. – 292 с.

16. Погорелый Л.В. Научные основы повышения производительности сельскохозяйственной техники / Погорелый Л.В., Бильский В.Г., Кононенко Н.П. – К.: Урожай, 1989. – 240 с.

17. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн и К.А. Семендяев. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 698 с.

18. Герасимович А.И. Математическая статистика: [учеб. пособ. для инж.-техн. и эконом. спец. втузов] / Герасимович А.И. – Минск: Вышэйш. шк., 1983. – 279 с.

19. Разработка и испытания комплекса машин для полумеханизированного подъема и погрузки льняной тресты / М.Н. Шрейдер, Н.Н. Быков, В.Е. Логинов [и др.] // Труды Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени НИИ льна: экономика, механизация льноводства, первичная обработка льна. – Торжок, 1972. – Вып. 10. – С. 74 - 79.

20. Соснов В.И. О механизации подъема тресты / В.И. Соснов // Лен и конопля. – 1978. – № 7. – С. 28 - 30.

21. Погорелый Л.В. Инженерные методы испытания сельскохозяйственных машин / Погорелый Л.В. – К.: Техніка, 1991. – 157 с.

22. Погорелый Л.В. Повышение эксплуатационно-технологической эффективности сельскохозяйственной техники / Погорелый Л.В. – К.: Техніка, 1990. – 176 с.

23. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента / Хикс Ч.; пер. с англ. Т.И. Голиковой, Е.Г. Коваленко, Н.Г. Микешинной; под ред. В.В. Налимова. – М.: Мир, 1967. – 406 с.

## References

1. Limont A.S. Enerhetychna otsinka mashynnykh ahrehativ pry vyrobnytstvi lonotresty / A.S. Limont // Visn. Sumskoho nats. ahrar. un-tu – Seriya «Mekhanizatsiia ta avtomatyzatsiia vyrobnychykh protsesiv». – Sumy, 2016. – Vyp. 10/1 (29). – С. 112 - 116.

2. Mashyny dlia zbyrannia zernovykh ta tekhnichnykh kultur: [posib. dlia pidhotovky fakhivtsiv iz napriamu «Protsesy, mashyny ta obladnannia ahropromysloвого vyrobnytstva» v ahrar. vyshch. navch. zakl. II - IV rivniv akredytatsii] / [Kolektyv avtoriv]; za red. V.I. Kravchuka i Yu.F. Melnyka. – Doslidnytske: UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho, 2003. – 296 s.

3. Kirtbaya Yu.K. Rezervy v ispolzovanii mashinno-traktornogo parka / Kirtbaya Yu.K. – М.: Kolos. 1982. – 319 s.

4. Domanchuk D.P. Organizatsiya kombaynovoy uborki lna / D.P. Domanchuk // Len i konoplya. – 1969. – № 6. – С. 15 - 17.

5. Ryabtsev V.N. Ispolzovaniye Inouborochnykh mashin v usloviyakh Severo-Zapada / V.N. Ryabtsev, N.V. Ershov // Len i konoplya. – 1976. – № 1. – С. 34 - 36.

6. Issledovaniye effektivnosti variantov kombaynovoy uborki lna-dolguntsa v usloviyakh Polesia USSR / [I.A. Girenko, L.M. Sosnina, G.P. Vodnyanskiy, N.I. Kurkova] // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaystva. – К.: Urozhay. 1980. – Vyp. 49. – С. 29 - 35.

7. Butko M.A. Issledovaniya. razrabotka i vnedreniye kombaynovoy tekhnologii uborki lna-dolguntsa s prigotovleniyem tresty na lnozavodakh: doklad. obobshchayushchiy soderzhaniiye opublikovanykh rabot. predstavlenykh na soiskaniye uchenoy stepeni kand. s.-kh. nauk (po sovokupnosti): spets. 06.538 «Selskoye khozyaystvo (rasteniyevodstvo)» / M.A. Butko. – Perm. 1972. – 72 s.

8. Normy i normativy dlya planirovaniya mekhanizatsii i elektrifikatsii v otraslyakh APK / Sost.: M.V. Shakhmayev, Yu.I. Yurkin; pod red. A.I. Ileva. – М.: Agropromizdat. 1988. – 591 s.

9. Limont A.S. Tsyklohrama roboty lo-nozbyralnoho kombainovoho ahrehatu ta yoho korysne vykorystannia / A.S. Limont // Nauk. visn. Nats. un-tu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. – К., 2009. – Vyp. 140. – С. 321 - 329.

10. Limont A.S. Tryvalist robochoho dnia i produktyvnist lonozbyralnykh ahrehativ / A.S. Limont // Visn. Kharkiv. nats. tekhn. un-tu s.h. im. Petra Vasylenka: mekhanizatsiia s.-h. vyrobnytstva. – Kh., 2010. – Vyp. 93, T. 2. – С. 79 - 84.

11. Limont A.S. Dovzhyna honiv ta dobovyi rezhym roboty i produktyvnist lonozbyralnykh kombainovykh ahrehativ / A.S. Limont // Visn. Dnipropetr. derzh. ahrar. un-tu. – Dnipropetrovsk, 2011. – № 2. – С. 81 - 85.

12. Limont A.S. Ekspluatatsiini stany i elementy nadiinosti lonozbyralnykh kombainiv / A.S. Limont // Visn. Kharkiv. nats. tekhn. un-tu s.h. im. Petra Vasylenka: tekhnichniy servis mashyn dlia roslynnystva. – Kh., 2013. – Vyp. 134. – С. 35 - 43.

13. Limont A.S. Orhanizatsiino-tekhnolohichni faktory i vykorystannia lnozbyralnykh kombainovykh ahrahativ / A.S. Limont // Visn. Zhytomyr. nats. ahroekoloh. un-tu. – Zhytomyr, 2013. – № 1 (36). – Т. 1. – С. 215 - 277.

14. Gelman V.M. Neispolzovannyye rezervy proizvoditelnosti na lnouborke / V.M. Gelman // Len i konoplya. – 1938. – № 2. – С. 31 - 37.

15. Dmitriyev E.A. Matematicheskaya statistika v pochvovedenii: ucheb. posob. / Dmitriyev E.A. – М.: Izd-vo Moskov. un-ta. 1972. – 292 s.

16. Pogorelyy L.V. Nauchnyye osnovy povysheniya proizvoditelnosti sel'skokhozyaystvennoy tekhniki / Pogorelyy L.V., Bil'skiy V.G., Kononenko N.P. – К.: Urozhay. 1989. – 240 s.

17. Bronshteyn I.N. Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchikhsya vtuzov / I.N. Bronshteyn i K.A. Semendyayev. – М.: Gosudarstvennoye izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury. 1962. – 698 s.

18. Gerasimovich A.I. Matematicheskaya statistika: [ucheb. posob. dlya inzh.-tekhn. i ekonom. spets.

vtuzov] / Gerasimovich A.I. – Minsk: Vysheysh. shk. 1983. – 279 s.

19. Razrabotka i ispytaniya kompleksa mashin dlya polumekhanizirovannogo podyema i pogruzki lnyanoy tresty / M.N. Shreyder, N.N. Bykov, V.E. Loginov [i dr.] // Trudy Vsesoyuz. ordena Trudovogo Krasnogo Znameni NII lna: ekonomika, mekhanizatsiya Inovodstva, pervichnaya obrabotka lna. – Torzhok. 1972. – Vyp. 10. – С. 74 - 79.

20. Sosnov V.I. O mekhanizatsii podyema tresty / V.I. Sosnov // Len i konoplya. – 1978. – № 7. – С. 28 - 30.

21. Pogorelyy L.V. Inzhenernyye metody ispytaniya sel'skokhozyaystvennykh mashin / L.V. Pogorelyy. – К.: Tekhnika. 1991. – 157 s.

22. Pogorelyy L.V. Povysheniye ekspluatatsionno-tekhnologicheskoy effektivnosti sel'skokhozyaystvennoy tekhniki / Pogorelyy L.V. – К.: Tekhnika. 1990. – 176 s.

23. Khiks Ch. Osnovnyye printsipy planirovaniya eksperimenta / Khiks Ch.; per. s angl. T.I. Golikovoy, E.G. Kovalenko, N.G. Mikeshinoy; pod red. V.V. Nalimova. – М.: Mir. 1967. – 406 s.

## Аннотация

### Условия эффективного использования льноуборочных комбайновых агрегатов

А.С. Лимонт

Приведена циклограмма использования лсноуборочных комбайновых агрегатов. Исследованы распределения длительности смены агрегатов, их простоев и коэффициента использования рабочего времени смены. Оценена статистическая зависимость производительности агрегатов от их полезного использования и коэффициента использования рабочего времени смены от ее длительности. Проанализированы длина гонов и длительность обеденного перерыва экипажей лсноуборочных комбайновых агрегатов. Оценено влияние указанных факторов на производительность комбайновых агрегатов. Корреляционное отношение производительности агрегатов по длине гонов и длительности обеденного перерыва соответственно 0,397 и 0,418. Приведены графические зависимости изменения производительности агрегатов от исследуемых факторов. Исследована длительность рабочего дня экипажей лсноуборочных агрегатов и их производительность в реальных условиях машиноиспользования. Изучены статистические распределения исследуемых признаков. Определена корреляционная связь между производительностью агрегатов и длительностью рабочего дня исполнителей. Выявлена количественная закономерность изменения производительности агрегатов от длительности рабочего дня. Продолжительность рабочего дня и обеденного перерыва рассмотрены как организационно-технологические факторы, определяющие эффективность использования лсноуборочных комбайновых агрегатов. Показателями эффективности использования агрегатов приняты коэффициент использования их времени смены, производительность в час сменного времени и выполнение часовой нормы выработки. С изменением продолжительности рабочего дня в исследуемых пределах указанные коэффициент и выполнение нормы выработки изменяются по куполообразной кривой, а производительность агрегата с увеличением продолжительности обеденного перерыва возрастает по логистической зависимости.

**Ключевые слова:** лен-долгунец, уборка, комбайн, агрегат, использование, производительность, смена, длительность, эффективность.

## Abstract

### The conditions of effective utilization of flax harvesting combine units

A.S. Limont

The paper presents the tsiklogramma of employing flax harvesting combine units. It also investigates the distribution of the unit shift duration, its idle time and the coefficients of the shift worktime utilization. The statistical dependence of the productivity on its effective employment and the dependence of the coefficient of the shift worktime employment on the shift duration have been estimated. The paper analyzes the length of run and the duration of dinner break of crews of flax harvesting units. It also evaluates the effects of the above factors on the productivity of combine units. The correlation of the unit productivity depending on the length of runs and the duration of dinner breaks was 0,397 and 0,418 respectively. The graphical dependence of the unit productivity alteration on the factors under study is suggested. The paper investigates the working day duration for flax harvesting unit teams and their productivity under the actual conditions of machine use. It studies the statistical distribution of the investigated signs. The correlation between the unit productivity and the duration of the operator working day has been determined. The quantitative dependance of the unit productivity change on the working day duration has been revealed. The working hours and dinner time duration are considered as the organizational and technological factors which determine the efficiency of using flax combine harvesters. The author covers such indices of the efficiency of using harvesters the coefficient of using time before their change, the hour productivity and the percentage of fulfilling the rate of output. Under the changes of the working hours within the studied limits the given coefficient and the rate of output also change along the domeshaped curve. The harvester rate of output increases according to the logistic dependence along with the increase in the dinner time duration.

**Keywords:** *fiber flax, harvesting, combine, unit, employment, productivity, shift, duration, efficiency.*

---

**Представлено від редакції: В.І. Пастухов / Presented on editorial: V.I. Pastukhov**

**Рецензент: І.Г. Грабар / Reviewer: I.G.Grabar**

*Подано до редакції / Received: 14.12.2017*