

УДК 658.285:631.3

Іванишин В.В.*д.е.н., професор, ректор
ПДАТУ**Подільський державний аграрно-технічний університет
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: vvivanyshyn@gmail.com***Гуцол Т.Д.***к.т.н., доцент, проректор
ПДАТУ**кафедра транспортних технологій та засобів АПК
Інженерно-технічний факультет
Подільський державний аграрно-технічний університет***Комарніцький С.П.***к.т.н., доцент**Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: gt777@mail.ru
E-mail: trteh@mail.ru*

АНАЛІЗ НАУКОВО-МЕТОДИЧНИХ ЗАСАД ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОМПЛЕКСІВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Реформи, що відбуваються в сільському господарстві України, змінюють усталену систему виробництва зерна, яка сьогодні репрезентується як супервеликими (з обсягами ріллі у десятки тисяч гектарів), так і малими (обсяги ріллі яких не перевищують 50 га) сільськогосподарськими підприємствами (СПП). Парк зернозбиральних комбайнів більшості СПП зношений та недостатній для своєчасного збирання ранніх зернових культур в оптимальні агротехнічні терміни. Через це щорічні втрати врожаю даних культур сягають до 12-15%. Комбайнове збирання зернових культур відбувається на основі реалізації відповідних інжинірингових проектів, управління роботами яких вимагає врахування стохастичності проектного середовища та його впливу на ефективність збирання. На жаль, чинні методи і моделі планування та управління проектами не враховують цієї особливості, що унеможлиблює ефективне управління збиральними та транспортними роботами. Це знижує ефективність проектів збирання зерна. У статті розкриваються науково-методичні засади вирішення задачі узгодження збиральних і транспортних робіт у проектах збирання ранніх зернових культур на основі врахування ймовірного впливу проектного середовища на ці роботи.

Ключові слова: збирання, проект, урожай, зернозбиральні комбайни, поля, технологія збирання, кліматичні умови.

Вступ. Обґрунтування параметрів технічного забезпечення проектів збирання зернових культур виконувалося як для окремих господарств, так і для регіонів. Параметри технічного забезпечення проектів збирання зернових культур визначаються за вартісним критерієм, який враховує питомі сумарні витрати на його формування, виконання робіт і вартість втрат урожаю. На ці параметри проектів збирання зернових культур впливає мінливість проектного середовища: урожайність, солоність, вологість зерна, добовий фонд робочого часу тощо. Встановлено, що для сільськогосподарських підприємств (СПП) різних природнокліматичних зон технічне забезпечення проектів збирання зернових культур має бути різним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Узгодженню параметрів парку зернозбиральних комбайнів із виробничою (сезонною) програмою збирання ранніх зернових культур присвячена робота [14], у якій зазначено, що проект централізованого збирання зернових культур реалізовується підприємствами технологічного сервісу (ПТС) на замовлення СПП. У цьому разі ПТС щорічно формує сезонну програму для свого парку зернозбиральних комбайнів. Річна програма (П) складається з множини полів, на

яких слід зібрати зернові культури:

$$П = \{S_{\gamma k}\}, \quad (1)$$

де $S_{\gamma k}$ – площа γ -о поля з k -ю культурою, га.

Вона розбивається на складові для кожного комбайна r -ї марки:

$$П_r = \{S_{\gamma k}^r\}, \quad (2)$$

де $S_{\gamma k}^r$ – площа γ -о поля з k -ю культурою, що планується до збирання (збирається) r -м комбайном.

Стосовно тактичного обґрунтування потреби в комбайнах та потреби їх залучення у підприємствах технологічного сервісу розроблено низку методів [2, 8].

Відомі праці [4, 7, 9], які стосуються оперативного розподілу комбайнів на полях сезонної програми на основі прогнозування показників ефективності виконання зернозбиральних робіт. Узгодження ж цих робіт із транспортними роботами не розглядалося.

Ефективність збирання зернових культур великою мірою залежить від оперативного управління збиральними роботами. З-поміж головних завдань цього управління можна виділити ті, що стосуються формування збирально-транспортних комплексів для збирання зернових культур на окремих полях, розподілу комбайнів на полях з достиглим урожаєм [1], маневруванням технологіями збирання.

Мета. Метою даної статті є аналіз науково-методичних засад обґрунтування параметрів комплексів зернозбиральних комбайнів.

Для визначення оптимальної сезонної програми збирання ранніх зернових культур r -м комбайном розроблено відповідний алгоритм, яким передбачаються всі головні процедури дослідження (моделювання та оптимізації) (рис. 1).

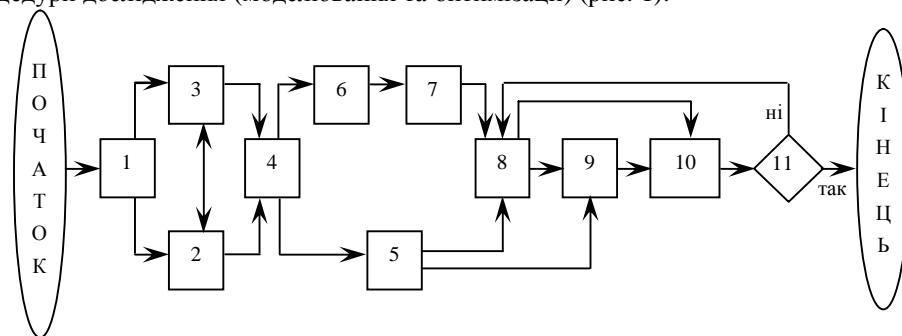


Рис. 1. Схема узагальненого алгоритму узгодження системних функціональних показників об'єктів конфігурації (комбайнів) з керованими характеристиками проектного середовища:

- 1) обґрунтування оптимізаційної функції; 2) розроблення концептуальної моделі віртуальної системи «комбайн – множина полів»; 3) виділення чинників ефективності зернозбирального проекту; 4) розроблення концептуальної моделі зернозбирального проекту; 5) обґрунтування причинно-наслідкових зв'язків між подіями потоку замовлення на виконання зернозбиральних робіт на окремих полях сезонної програми; 6) обґрунтування причинно-наслідкових зв'язків між подіями агрометеорологічних умов та формування агрометеорологічно дозволеного фонду часу на збирання ранніх зернових; 7) обґрунтування організаційного режиму використання комбайна впродовж доби; 8) створення алгоритму та статистичне імітаційне моделювання роботи комбайна на окремому полі; 9) створення алгоритму та статистичне імітаційне моделювання роботи комбайна на всіх полях сезонної програми; 10) визначення показників ефективності проекту; 11) пошук оптимальних характеристик сезонної програми комбайна (за якої досягається мінімальне значення узагальненого показника ефективності зернозбирального процесу)

У результаті виконання збирального процесу у віртуальній системі «комбайн – сезонна множина полів» визначаються головні системні функціональні показники: обсяг несвоєчасно зібраних площ (Z_n), обсяг зібраного врожаю (Q_z), обсяг втраченого врожаю (Q_e), витрати паливно-мастильних матеріалів (M_n), затрати живої праці ($^{\ominus}n$) тощо. Однак питання транспортного забезпечення проектів не розглядалося.

Запропонований алгоритм узгодження системних функціональних показників об'єктів конфігурації (комбайнів) з керованими характеристиками проектного середовища стосується стратегічного планування (на окремий сезон збирання зернових культур). На жаль, цей метод не дає змоги тактично узгоджувати виробничу програму з наявним технічним забезпеченням за мінливих агрометеорологічних умов.

У роботі [4] Ю.К. Кіртбая потрібну кількість машин для виконання заданого обсягу збирання пропонує визначати за формулою:

$$N = \frac{F}{W_z \times T_c \times D_{onn} \times K_k}, \quad (3)$$

де F – площа обробітку, га; W_z – годинна продуктивність агрегату (комбайна), га/год.; T_c – тривалість роботи агрегату впродовж доби, год.; K_k – коефіцієнт використання календарного часу; D_{onn} – агротехнічно оптимальний термін виконання зернозбирального процесу, діб.

З цієї формули не відомо скільки ж потрібно мати транспорту для обслуговування комбайнів.

У праці [4] загальна кількість i -х машин у господарстві для j -о способу збирання для площі Q визначається за формулою:

$$n_{ij} = n_e + m_{ij}, \quad (4)$$

де $n_e = \frac{Q}{B_{ij}}$ – кількість більш продуктивних машин; m_{ij} – кількість менш продуктивних машин i -ї конструкції при j -у способі збирання площі, яка залишилась; B_{ij} – верхня межа економічної ефективності (рекомендоване річне або сезонне навантаження) найбільш продуктивної (для місцевих умов) i -ї машини при j -у способі збирання.

Автори цієї роботи зазначають, що різні ґрунтово-кліматичні умови й агробіологічні особливості зумовлюють необхідність раціонального поєднання комбайнів різних типів і способів збирання. Однак залишається невідомим, якою кількістю транспорту слід обслуговувати більш потужні та менш потужні комбайни.

Вирішення задачі розподілу комбайнів по полях з достиглим урожаєм [1] базується на методиці моделювання погодних умов, в якій використана теорія ланцюгів Маркова. Недоречністю розробленого методу є те, що час досягання зернових на окремих полях, а також площі полів розглядаються як детерміновані величини. Технологія збирання, як зазначалося, вибирається на основі аналізу погодних умов, оскільки вони значно впливають на дату настання фази повної стиглості та тривалості висихання зерностеблестю після дощу.

Завдання тактичного прогнозування початку й тривалості виконання збиральних робіт на полях із зерновими культурами вирішувалися у наукових працях [5, 6]. Термін початку збирання зернових культур обґрунтовувався М.М. Кулешовим [6], Г.В. Кореневим [5], та багатьма іншими вченими.

Ф.С. Завалішин [3] визначав оптимальний термін початку виконання збиральних

робіт на полях із зерновими культурами на підставі врахування закономірностей їх розвитку й досягання в часі, наявності оптимального періоду, за якого досягається максимальний збір урожаю. Запропонований метод визначення оптимального початку та тривалості виконання робіт у проектах збирання ранніх зернових культур має той недолік, що не враховує мінливий характер агрометеорологічних умов цих проектів. Питання узгодження збиральних і транспортних робіт не розглядалося.

У праці Г.Є. Чепуріна та Г.П. Воровкіна [17] описано методику оперативного вибору технологій збирання зернових культур залежно від погодних умов, яка ґрунтується на детермінованому розрахунку дат досягання t_e врожаю на полях за виразом:

$$t_e = t_c + a + b(ГТК), \quad (5)$$

де t_c – дата сівби зернових культур на окремих полях; a, b – стала величина і коефіцієнт, який залежить від культури, сорту, попередників, після яких посіяно культури; $ГТК$ – гідротермічний коефіцієнт, який визначається за гідрометеорологічними довідниками.

Дату повної стиглості зерна на тому чи іншому полі визначають за формулою:

$$t_n = t_e + \tau_{nk}, \quad (6)$$

де τ_{nk} – тривалість досягання зерна на полі від воскової до повної стиглості, днів (у зоні Лісостепу – $\tau_{nk} = 9 \dots 12$ днів, а у Степу – $\tau_{nk} = 7 \dots 9$ днів).

На основі результатів розрахунків будують графічні моделі досягання врожаю на полях та виконання збиральних робіт. Однак автори застерігають, що планування виконання збиральних робіт на підставі запропонованих моделей не дає змоги врахувати імовірнісну природу появи опадів, їх кількості та тривалості. Також недоліком запропонованої методики є те, що її використання у проектах збирання ранніх зернових не дає відповіді на запитання стосовно потреби у комбайнах та транспортних засобах для збирання зернових культур на окремих полях.

За умови прямого комбайнування багато вчених пропонує починати виконання зернозбиральних робіт під час повної стиглості зерна. Це пов'язано з тим, що за заданих умов припиняється нагромадження сухої речовини в зерні. Вологість зерна у фазі повної стиглості не перевищує 17–20%.

Результати досліджень щодо початку збирання ранніх зернових культур наведено у роботах [16, 18]. Зокрема, встановлено, що найбільшою вологістю зерна колосових культур, за якої зберігаються практично всі якісні показники, у тому числі й схожість, є 22–24% [16]. Однак зернова маса, зібрана за такої вологості, потребує термінового досушування, яке можна виконати лише за наявності у господарствах відповідних технічних засобів. Обґрунтовано, що після досягнення фази повної стиглості зернових культур їх урожайність залишається практично без змін упродовж 4...6 днів. Після цього відбувається безперервне зниження врожаю за рахунок біологічних і механічних (самоосипання) втрат.

Зазначені праці дають змогу визначитися у термінах запуску зернозбиральних проектів, однак у них відсутні результати щодо обґрунтування концентрації збиральних та транспортних робіт.

У роботі В.Д. Саклакова і В.П. Сергеева [10] пропонується метод визначення термінів виконання сільськогосподарських проектів, який передбачає два етапи. Перший етап стосується визначення початку виконання робіт з урахуванням агротехнічно допустимих термінів, другий етап – техніко-економічного обґрунтування тривалості

виконання проектів.

Результатом цього методу є формула для визначення економічно доцільної тривалості виконання механізованих робіт.

Запропонована О.Т. Табашниковим [15] детермінована модель для обґрунтування оптимальної тривалості збирання зернових культур має вигляд:

$$P = P' + C_e + C_{ж} + C_m + C_d + I_m \rightarrow \min, \quad (7)$$

де P' – приведені затрати на збирання зерна, грн/га; $C_e, C_{ж}, C_m, C_d$ – відповідно, збитки від природних втрат зерна, втрат зерна за жнивваркою, молотильним апаратом і від його пошкодження, грн/га; I_m – експлуатаційні витрати на транспортних роботах, грн/га.

Хоча автор у цій методиці передбачає враховувати експлуатаційні витрати на транспортних роботах, все ж таки він не розглядає питання узгодження збиральних і транспортних робіт, не розкриває залежності потреби у комбайнах і транспортних засобах від площ полів, урожайності, солонистості і термінів досягання, видів і сортів зернових культур, агрометеорологічних умов тощо.

Описані вище методи та моделі обґрунтування термінів виконання проектів, зокрема, не дають змоги адекватно здійснити планування початку та тривалості їх виконання, оскільки не враховують те, що агрометеорологічні умови, доба продуктивності комбайнів, час досягання різних зернових культур, площі полів, на яких вирощують ці культури, не є детермінованими величинами.

Відомі також досліджень стосовно обґрунтування ієрархічної структури подій та явищ, які зумовлюють початок виконання робіт у проектах аграрного виробництва [11, 12, 13]. Щодо стосується проектів збирання зернових культур, то у праці [11] зазначено, що до головних подій належать події потоку замовлень – множини полів сезонної програми на виконання збиральних робіт. Ці події характеризуються: часом виникнення на

календарній осі повної стиглості зерна k -ї культури на \mathcal{Y} -у полі ($\tau_{\partial yk}^o$), площею кожного \mathcal{Y} -о поля потоку замовлення, його довжиною гону, ухилом, урожайністю та солонистістю зерностебловій маси. Відображення у моделі цих подій ґрунтується як на певних об'єктивних причинно-наслідкових зв'язках, так і емпіричних даних, отриманих на основі виробничих спостережень. До об'єктивних причинно-наслідкових зв'язків належить залежність часу $\tau_{\partial yk}^o$ від часу ($\tau_{e yk}^o$) відновлення вегетації озимих зернових культур у весняний період та часу ($\tau_{c y k}^a$) сівби ярих зернових. Водночас як $\tau_{e y k}^o$, так і $\tau_{c y k}^a$ залежать від часу початку настання весни (початку фізичної стиглості ґрунту (τ_{ϕ}) та тривалості його прогрівання до температури сівби). Іншими словами, час досягання озимих ($\tau_{\partial y k}^o$) та ярих ($\tau_{a y k}^a$) зернових культур на окремих полях відображається залежностями:

$$\tau_{\partial y k}^o = f^I [\tau_{e y k}^o = f^{II} (\tau_{\phi} \square t_{ok})], \quad (8)$$

$$\tau_{\partial y k}^a = f^{III} [\tau_{c y k}^a = f^{IV} (\tau_{\phi} \square t_{яk})]. \quad (9)$$

Час (τ_{ϕ}) початку фізичної стиглості ґрунту на календарній осі не є фіксованим, а характеризується як випадкова подія з певним розподілом. Початок фізичної стиглості

грунту, а також тривалість $\square t_{ok}$ та $\square t_{як}$ визначаються на основі багаторічних даних агрометеорологічних станцій того чи іншого району. Що стосується площі полів під k -ю культурою, то вона визначається на основі статистичної інформації сільськогосподарських підприємств району. Середня довжина ж гону кожного поля також визначається на основі статистичних даних щодо площ полів того чи іншого регіону та наявності кореляційної залежності між \bar{l}_γ та \bar{S}_γ . Така характеристика окремих подій потоку замовлень, як урожайність зернових, визначається на основі статистичних даних того чи іншого регіону. Соломистість визначається зерновою культурою та її урожайністю.

Окрім подій потоку замовлень на виконання збиральних проектів на окремих полях сезонної програми також входять події агрометеорологічних умов: 1) непогожі (дошові) та погожі (сухі) інтервали часу; 2) росянисті проміжки часу, що є характерними для погожих інтервалів. Тривалість цих проміжків спричинюється дією агрокліматичних умов на зерностеблову масу, яка визначає природнозумовлений фонд часу збирання. Ці дані фіксуються агрометеорологічними станціями і є основою для оцінення таких характеристик відповідних подій: 1) тривалості (t_n) погожих інтервалів часу; 2) тривалості (t_n) непогожих інтервалів часу; 3) початок (τ_n^p) випадання роси у погожі інтервали часу; 4) тривалість (t_n^p) росянистих проміжків. Зазначені величини є ймовірними. Їх розподіли та оцінки статистичних характеристик визначаються стандартизованими методами.

Події агрометеорологічних умов зумовлюють добовий (F_d) та сезонний (F_c) природно зумовлені фонди часу збирання ранніх зернових культур у тому чи іншому районі. Добовий фонд часу збирання ранніх зернових культур залежить від тривалості росянистих проміжків – $F_d = 24 - t_n^p$. Сезонний фонд часу збирання ранніх зернових культур описується виразом:

$$F_c = f^V(t_n, t_n, t_n^p, t_3) \quad (10)$$

де t_3 – тривалість збирального сезону, днів.

Описані наукові положення використані нами для планування умов на підставі багаторічних даних метеостанцій та характеристик полів. Однак використати результати цього дослідження для узгодження збиральних і транспортних робіт не можливо, оскільки транспортні роботи тут не розглядалися.

Висновки. Ситуаційне планування роботи наявного технічного забезпечення залежно від конкретної виробничої програми та очікуваних агрометеорологічних умов впливає на простоту й ефективність використання парку комбайнів. Методика ситуаційного управління роботою парку зернозбиральних комбайнів сільськогосподарського підприємства ґрунтується на поєднанні імітаційної та детермінованої математичних моделей роботи зернозбиральних комбайнів, однак вона не враховує потребу узгодження збиральних і транспортних робіт на основі обґрунтування параметрів комбайнового та транспортного комплексів.

Однак основним недоліком її є те, що вона не враховує імовірнісний характер часу досягання полів з різними зерновими культурами, а також площі полів розглядаються як детерміновані величини.

Список використаних джерел

1. Грибнюк, О. М. Дослідження умов функціонування і розробка методу оптимізації парку зернозбиральних комбайнів сільськогосподарського підприємства [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / О. М. Грибнюк. – Глеваха, 1994. – 16 с.
2. Гусева, Ю. Ю. Управління тривалістю технічної підготовки наукоємного виробництва з урахуванням супутніх ризиків [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22 / Ю. Ю. Гусева. – Харків, 2004. – 20 с.
3. Завалишин, Ф. С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве [Текст] / Ф. С. Завалишин. – М. : Колос, 1973. – 319 с.
4. Киртбая, Ю. К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка [Текст] / Ю. К. Киртбая. – М.: Колос, 1982. – 320 с.
5. Коренев, Г. В. Биологические обоснования сроков и способов уборки зерновых культур [Текст] / Г. В. Коренев. – М. : Колос, 1971. – 160 с.
6. Кулешов, Н. Н. Агрономическое семеноводство / Н.Н. Кулешов. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 302 с.
7. Пасечная, Л. Д. Методические основы определения технического оснащения уборочных работ [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Л. Д. Пасечная. – Краснодар, 1988. – 16 с.
8. Погудіна, О. К. Моделі та методи формування і контролю вимог в управлінні якістю і змістом проєктів створення складної техніки [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22 / О. К. Погудіна. – Харків, 2007. – 20 с.
9. Рунчев, М. С. Организация уборочных работ специализированными комплексами [Текст] / М. С. Рунчев, Э. И. Липкович, В. Я. Жуков. – М.: Колос, 1980. – 223 с.
10. Саклаков, В. Д. Технично-економические обоснование выбора средств механизации [Текст] / В. Д. Саклаков, М. П. Сергеев. – М.: Колос, 1973. – 200 с.
11. Сидорчук, Л. Л. Аналіз причинно-наслідкових зв'язків між подіями у проєкті збирання ранніх зернових [Текст] / Л. Л. Сидорчук // Вісник Львівського державного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – 2007. – №11. – С. 26–29.
12. Сидорчук, О. В. Агrometeorологічна складова базових подій у проєкті централізованого збирання цукрових буряків [Текст] / О. В. Сидорчук, П. М. Луб, В. С. Спічак // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – 2009. – т.1, № 13. – С. 8–12.
13. Сидорчук, О. В. Головні явища процесу механізованого обробітку ґрунту [Текст] / О. В. Сидорчук, П. М. Луб, П. В. Гринько // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград : КДТУ, 2005. – Вип. 35. – С. 66–71.
14. Синк, Д. С. Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение [Текст] / Д. С. Синк. – М. : Прогресс, 1989. – 215 с.
15. Табашников, А. Т. Повышение производительности зерноуборочного комбайна [Текст] / А. Т. Табашников // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1983. – № 9. – С. 5–6.
16. Тарасенко, А. П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование [Текст] / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, М. Э. Мергалова // Зерновые культуры. – 1999. – № 4. – С. 22–25.
17. Чепурин, Г. Е. Оперативное маневрирование технологиями уборки в зависимости от погодных условий [Текст] / Г. Е. Чепурин, Г. П. Воронкин // Зерновые культуры. – 1997. – № 2. – С. 5–7.
18. Шабанов, Н. И. Сокращение биологических потерь зерна при уборке [Текст] / Н. И. Шабанов // Зерновые культуры. – 2001. – № 1. – С. 7–8.

References

1. Hrybnyuk, O. (1994). *Research and development operating conditions optimization method fleet of harvesters agricultural enterprise. (Unpublished PhD dissertation)*. Instytut mekhanizatsii i elektryfikatsii sil'skoho hospodarstva, Glevaha. [in Ukrainian].
2. Guseva, Y. (2004). *Management of technical training lasting high-tech production with associated risks. (Unpublished PhD dissertation)*. Natsional'nyj aerokosmichnyj universytet im. M.Ye. Zhukovskoho. Kharkiv. [in Ukrainian].
3. Zavalishin, F. (1973). *Osnovy rascheta mekhanizyrovannykh protsessov v rastenyevodstve*.

- [Fundamentals of calculating the mechanized processes in plant]. Moscow : Kolos [in Russian].
4. Kirtbaya, Yu. (1982). *Rezervy v yspol'zovanii mashynno-traktornogo parka*. [Provisions in the use of machines and tractors]. Moscow : Kolos. [in Russian].
 5. Korenev, G. (1971). *Byolohycheskye obosnovaniya srokov y sposobov uborky zernovykh kul'tur* [Biological study time and method of harvesting crops]. Moscow: Kolos [in Russian].
 6. Kuleshov, N. (1963). *Ahronomycheskoe semenovodstvo* [Agronomic seed]. Moscow: Selhozizdat [in Russian].
 7. Pasechnaya, L. (1988). *Methodological basis for the definition of technical equipment harvesting (Unpublished PhD dissertation)*. Kubanskyj sel'skokhoz'jajstvennij ynstitut, Krasnodar. [in Russian].
 8. Pogudina, O. (2007). *Models and methods of forming and control requirements in quality management and content creation projects of complex equipment. PhD dissertation*. Natsional'nyj aerokosmichnyj universytet im. M.Ye. Zhukovskoho. Kharkiv. [in Ukrainian].
 9. Runchev, M. (1980). *Orhanyzatsiya uborochnykh robot spetsyalyzovannymy kompleksamy*. [Organization of specialized harvesting complexes]. Moscow: Kolos. [in Russian].
 10. Saklavov, V. (1973). *Tekhniko-ekonomycheskye obosnovanye vybora sredstv mekhanyzatsyy*. [Technical and economic rationale for the choice of mechanization]. Moscow: Kolos. [in Russian].
 11. Sydorhuk, L. (2007). *Analiz prychnyno-naslidkovykh zv'iazkiv mizh podiiamy u proekti zbyrannia rannikh zernovykh*. [Analysis of causation between events in a project gathering early grain]. *Visnyk L'vivskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu: ahroinzhenerni doslidzhennia*, 11, 29–29. [in Ukrainian].
 12. Sydorhuk, A. (2009). *Ahrometeorolohichna skladova bazovykh podij u proekti tsentralizovanoho zbyrannia tsukrovyykh buriakiv*. [Agrometeorological component in the project base events centralized sugar beet]. *Visnyk L'vivskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu: ahroinzhenerni doslidzhennia*, 13, 8–13. [in Ukrainian].
 13. Sydorhuk, A. (2005). *Holovni iavyscha protsesu mekhanizovanoho obrobittu gruntu* [The main effects of the process of mechanized cultivation]. Kirovograd: KDTU. [in Ukrainian].
 14. Sinc, D. (1989). *Upravlyenye proyzvodytel'nost'iu: planyrovanye, yzmerenye y otsenka, kontrol' y povyshenye* [Performance management: planning, measurement and evaluation, monitoring and improvement]. Moscow: Progress [in Russian].
 15. Tabashnikov, A. (1983). *Povyshenye proyzvodytel'nosti zernouborochnoho kombajna*. [Increased productivity combine harvester]. *Mekhanyzatsiya y elektryfikatsiya sel'skoho khoz'jajstva*, 9, 5–6. [in Russian].
 16. Tarasenko, A. (1999). *Vlyianyie vlazhnosti zerna pry uborke y posleuborochnoj obrabotke na eho travmyrovanye* [Effect of grain moisture at harvest and post-harvest treatment on his injury]. *Zernovye kul'tury*, 4, 22–25. [in Russian].
 17. Chepurin, G. (1997). *Operatyvnoe manevryrovanye tekhnolohiyamy uborky v zavysymosti ot pohodnykh uslovij* [Surgical maneuvers cleaning technology, depending on weather conditions]. *Zernovye kul'tury*, 2, 5–7. [in Russian].
 18. Shabanov, N. (2001). *Sokraschenye byolohycheskykh poter' zerna pry uborke* [Reduction of biological grain losses during harvesting]. *Zernovye kul'tury*, (1), 7–8. [in Russian].

Дата надходження статті до редакції : 19.02.2016.

рецензування : 02.03.2016, прийняття в друк : 29.03.2016.

Received : 19.02.2016 1st Revision: 02.03.2016 Accepted: 29.03.2016

Volodymyr Ivanyshyn

Dr. Sc.(Econom.)

Professor, Rector SAEU

Taras Hutsol

PhD (Techn.),

Assoc.Professor, Vice-rector

Sergey Komarnitsky

PhD (Techn.), Associate

Professor

State Agrarian and Engineering University in Podilya

Kamenets-Podilsky, Ukraine

E-mail: vvivanyshyn@gmail.com

Department of transport technologies and agriculture

Faculty of Engineering

E-mail: gtd777@mail.ru

E-mail: trteh@mail.ru

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL BASIS ANALYSIS OF GRAIN HARVESTERS' PARAMETERS

The reforms taking place in the agriculture of Ukraine, have already changed the established system of grain production, which is now represented both as a very large (amounts of arable land in the tens of thousands of hectares) and small (volume of arable land less than 50 hectares) of agricultural enterprises. Combine harvesters that are at the disposal of most Ukrainian agricultural enterprises are out of date and insufficient for harvesting of early grain crops in optimal agronomic terms. The annual loss of these crops reaches from 12 to 15%. Combine harvesting is based on the implementation of relevant engineering project management works which require taking into account the variability of the project environment and its impact on the efficiency of harvesting. Unfortunately, current methods and models of planning and projecting management do not include this feature, which prevents effective management of harvest and transport works. This reduces the efficiency of grain harvesting projects. Scientific and methodological foundations for solving the problem of harvesting and transport coordination work in projects gathering early grain crops based on the consideration of project environment impact probability for these works is highlighted in the paper.

Keywords: crops, project, harvest, combines harvesters, fields, harvesting technology, climatic conditions.

Владимир Иванишин
д.э.н., профессор,
ректор ПГАТУ

Подольский государственный аграрно-технический
университет
Каменец-Подольский, Украина
E-mail: vvivanyshyn@gmail.com

Тарас Гуцол
к.т.н., доцент, проректор
ПГАТУ

кафедра транспортных технологий и средств АПК
Инженерно-технический факультет
Подольский государственный аграрно-технический
университет

Сергей Комарницкий
к.т.н., доцент

Каменец-Подольский, Украина
E-mail: gtd777@mail.ru
E-mail: trteh@mail.ru

АНАЛИЗ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКСОВ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Реформы, происходящие в сельском хозяйстве Украины, меняют устоявшуюся систему производства зерна, которая сегодня представляется как супербольшими (с объемами паши в десятки тысяч гектаров), так и малыми (объемы паши которых не превышают 50 га) в сельскохозяйственных предприятиях (СПП). Парк зерноуборочных комбайнов большинства СПП изношен и недостаточен для своевременного сбора ранних зерновых культур в оптимальные агротехнические сроки. Поэтому ежегодные потери выращенного урожая данных культур достигают 12-15%. Комбайновая уборка зерновых культур происходит на основе реализации соответствующих инженеринговых проектов, управление работами которых требует учета стохастичности проектной среды и ее влияния на эффективность уборки. К сожалению, действующие методы и модели планирования и управления проектами не учитывают этой особенности, что делает невозможным эффективное управление уборочными и транспортными работами. Это снижает эффективность проектов сбора зерна. В статье раскрываются научно-методические основы решения задачи согласования уборочных и транспортных работ в проектах уборки ранних зерновых культур на основе учета вероятностного влияния проектной среды на эти работы.

Ключевые слова: сбор, проект, урожай, зерноуборочные комбайны, поля, технология уборки, климатические условия.