

УДК 658.631.3

*S. Komarnitskiy, candidate of technical science State Agrarian and Engineering in Podilya*

## SYSTEM-FACTOR APPROACH AND SOLVE THE PROBLEMS OF COORDINATION FEATURES HARVESTING AND TRANSPORT OPERATIONS

*Annotation.* Proved that to achieve the desired level of coordination harvesting and transport operations can only be subject to the availability of work items (fields of ripe harvest) and of labor – harvesting and vehicles.

Established that harvesting and transport coordination work is only when the action takes place on the subject of work – a project gathering early grain crops in a particular farmer. It is proved that the components combine and transportation work defining features of this project, the collection of early grain crops, whose effectiveness is largely predetermined level coordination harvesting and transport operations.

The author determined the subject of work (ripened grain); working conditions (configuration and topography of the field, which meets or another crop); agro meteorology group of factors (weather conditions, for which it is possible or not possible to collect grain and deficit humidity); social group factors (number and qualification of drivers harvesting); technological factors group (grain harvesting technology); technical group of factors (define system parameters and technical performance indicators harvesting); information management and group factors (define the content and frequency of management decisions and actions regarding the operation subsystem assembly); resource and energy group factors (resources determines the impact on the operation of the subsystem).

Proved that the subject of labor is grain, which can vary the types and varieties of early crops, its moisture and debris, as well as the volume and weight of each individual portion of it, trashed the bunker combine. It is proved that coordination harvesting and transport operations is one of the most important issues to ensure project efficiency harvesting of early grain crops in farms.

**Keywords:** subsystem-project, system-factor approach, coordination harvesting and transport operations, combine, vehicle.

*С.П. Комарницький, кандидат технічних наук, доцент ПДАТУ*

## СИСТЕМНО-ЧИННИКОВИЙ ПІДХІД ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ УЗГОДЖЕННЯ ЗБИРАЛЬНИХ І ТРАНСПОРТНИХ РОБІТ

Обґрунтовано, що ефективність проектів збирання ранніх зернових культур виражається множиною основних груп чинників: предметних, ви-

робничих, агрометеорологічних, соціальних, технологічних, технічних, організаційно-масштабних, управлінських, інформаційних, ресурсних. Обґрунтовано, що узгодження збиральних і транспортних робіт є одним із найважливіших питань забезпечення ефективності проектів збирання ранніх зернових культур у сільськогосподарських підприємствах.

**Ключові слова:** підсистема-проект, системно-чинниковий підхід, узгодження збиральних і транспортних робіт, комбайн, транспортний засіб.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** У проектах виробництва зерна сільськогосподарськими підприємствами (СПП) під час його збирання можна чітко виділити такі роботи: 1) збирання зерна та наповнення ним бункерів комбайнів; 2) вивантаження зерна з бункерів у транспортні засоби та транспортування його до токів та елеваторів; 3) зважування транспортних засобів, наповнених зерном, розвантаження його на токах та елеваторах. Для виконання цих робіт у проектах використовуються відповідні технічні засоби – зернозбиральні комбайни та транспортні засоби, що фактично визначають параметри виробничих підсистем: 1) парк комбайнів; 2) парк транспортних засобів. Для кожної з них, згідно з методологією системного підходу, можна виділити вхідні та вихідні потоки, а також технологічні перетворення. Відображення їх відповідними показниками дає змогу у наявному вигляді виразити системну задачу:

$$y = f(x, z, t), \quad (1)$$

де  $x$  – характеристики вхідного потоку;

$y$  – показники вихідного потоку;

$z$  – параметри підсистеми технологічних перетворень;

$t$  – тривалість функціонування підсистеми.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Аналізуючи задачу узгодження збиральних і транспортних робіт у проектах виробництва зерна [3], неважко зауважити, що досягнути бажаного рівня ( $R_y$ ) їх узгодження можна лише за умови наявності предметів праці (полів з достиглим урожаєм) та засобів праці – комбайнів ( $N_{кр}$ ) і транспортних засобів ( $N_{тр}$ ). Водночас узгодження згаданих робіт

відбувається лише тоді, коли відбуваються дії на предмет праці – реалізується проект збирання ранніх зернових культур у тому чи іншому СГП. Ці дії виконуються людьми – механізаторами (комбайнерами, шоферами, трактористами) [4].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Зазначені складові збиральних та транспортних робіт визначають особливості перебігу проектів збирання ранніх зернових культур, ефективність ( $E$ ) яких значною мірою зумовлюється рівнем узгодження згаданих робіт. Взагалі, ефективність ( $E$ ) проектів збирання ранніх зернових культур можна у наявному вигляді виразити множиною основних груп чинників [3]: 1) предметних ( $\Pi$ ); 2) виробничих ( $B$ ); 3) агрометеорологічних ( $A$ ); 4) соціальних ( $C$ ); 5) технологічних ( $T_n$ ); 6) технічних ( $T_n$ ); 7) організаційно-масштабних ( $O$ ); 8) управлінських ( $Y$ ); 9) інформаційних ( $I$ ); 10) ресурсних ( $P_e$ ):

$$E = f(\Pi, B, A, C, T_n, T_n, O, Y, I, P_e). \quad (2)$$

У цьому (системно-чинниковому) виразі управлінська ( $Y$ ) та інформаційна ( $I$ ) групи чинників стосуються власне усіх управлінських процесів та складових управління проектами збирання ранніх зернових культур, у тому числі питання узгодження збиральних та транспортних робіт. Зазначені групи чинників визначають ефективність кожної з трьох підсистем проектів збирання ранніх зернових культур. Водночас їх прояв відносно кожної з підсистем є своєрідним, зумовленим особливими властивостями предмета праці та технологією його якісного перетворення.

Стосовно управлінського процесу узгодження збиральних і транспортних робіт, то його розглядаємо за певної ідеалізації – відсутності впливу на підсистеми збирання і транспортування функціонування підсистем первинної обробки та зберігання. Іншими словами, у дослідженні розглядається умова, що потік транспортних засобів обслуговується підсистемою обробки та зберігання зерна без особливих затримок, зумовлених, наприклад, відсутністю площ на токах для вивантаження привезеного зерна тощо.

Концептуально розглянемо прояв зазначених чинників (2) відносно характерних системних складових підсистем збирання та транспортування зібраного зерна на його післязбиральну обробку

та зберігання. Для підсистеми збирання, як уже згадувалося, предметом праці є достиглий на тому чи іншому полі зерностеблестій. Виробничі умови – це конфігурація і рельєф поля, на якому збирається та чи інша зернова культура. Агрометеорологічна група чинників визначається станом погоди, за якої можливо або неможливо виконувати збирання, а також дефіцитом вологості повітря, який зумовлює вологість і масу зерностеблостою. Соціальна група чинників також відображає параметри підсистеми – кількість та кваліфікацію комбайнерів. Технологічна група чинників характеризується технологіями збирання (роздільна або прямого комбайнування). Технічна група чинників також визначає параметри підсистеми і характеризує техніко-експлуатаційні показники комбайнів. Щодо управлінської та інформаційної груп чинників, то вони визначають зміст і періодичність прийняття управлінських рішень, дій стосовно функціонування підсистеми збирання. Ресурсно-енергетична група чинників визначає вплив ресурсів (паливо-мастильних матеріалів) на функціонування підсистеми.

Аналізуючи прояв зазначених груп чинників стосовно підсистеми транспортування зібраного комбайнами зерна від полів до токів (елеваторів), слід відзначити, що предметом праці (предметна група чинників) є зерно, яке може відрізнятися видами та сортами ранніх зернових культур, його вологістю та засміченістю, а також об'ємом та масою кожної окремої його порції, намолоченої у бункер комбайна. Ця група чинників зумовлює технічну групу – потребу у транспортних засобах, їх вантажність тощо. Виробнича група чинників ефективності транспортних робіт визначається станом доріг та віддалю між полями і токами. Чисельність шоферів та трактористів, що задіяні на транспортуванні зерна, а також їх кваліфікація, належать до показників, що характеризують соціальну групу чинників, яка у цьому разі стосується параметрів транспортної підсистеми.

Що стосується управлінської та інформаційної груп чинників, то вони, як і для підсистеми «парк комбайнів», визначаються періодичністю управлінських рішень, наявністю відповідної інформації тощо.

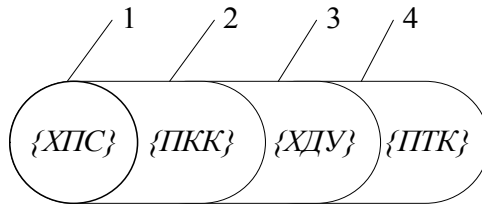
Управлінський процес узгодження збиральних та транспортних робіт стосується сфери управління змістом та часом виконання робіт у проектах. Він здійснюється під час стратегічного, тактичного, оперативного управління проектами. Рівень  $R_y$  узгоджених цих робіт характеризується певними показниками, оцінити які можна лише під час їх виконання. Він відображається, з однієї сторони, тривалістю очікування комбайна (комбайнів) із наповненим бункером на транспортні засоби для вивантаження зерна. З іншої сторони, він характеризує тривалість очікування транспортними засобами на їх завантаження зерном. Тривалість  $t_{ок}$  очікування комбайнами транспортних засобів, очевидно, впливає на їх продуктивність (темپ виконання збиральних робіт), а відтак – на своєчасність виконання збирального процесу. Тривалість  $t_{от}$  очікування транспортними засобами на завантаження не впливає на темп збирання ранніх зернових культур збирально-транспортними комплексами. Однак її наявність свідчить про неефективне використання капітальних вкладень у проектах збирання ранніх зернових культур.

Окрім зазначених тривалостей очікування (простоїв) комбайнів та транспортних засобів, які певним чином характеризують рівень узгодження збиральних і транспортних робіт у проектах збирання ранніх зернових культур, важливою характеристикою їх є несвоєчасність  $\Delta t_{\gamma k}$  виконання збирально-транспортних робіт стосовно того чи іншого поля з достиглим урожаєм. Цей показник визначають як різницю між реальним часом  $t_{\gamma k}$  завершення збирання  $k$ -ї ранньої зернової культури на  $\gamma$ -у полі та часом  $t_{о\gamma k}$  завершення оптимально агротехнічного терміну збирання цієї культури на даному полі:

$$\Delta t_{\gamma k} = t_{\gamma k} - t_{о\gamma k}. \quad (3)$$

Значення своєчасності  $\Delta t_{\gamma k}$  визначає втрати вирощеного на  $\gamma$ -у полі урожаю  $k$ -ї культури через несвоєчасність її збирання [5]. Не вдаючись до методики визначення цих втрат, зазначимо, що вони зумовлюються висипанням зерна з колосків та його «стіканням» і визначаються біологічними та механічними властивостями зерностеблової маси  $k$ -ї культури, які є вкрай важливими для управління зернозбиральними проектами.

Зазначимо, що зернозбирально-транспортні роботи на  $\gamma$ -у полі з досягнутою  $k$ -ю культурою вважаються виконаними ефективно, якщо  $\Delta t_{\gamma k} \leq 0$ . З огляду на це, важливою особливістю управління даними проектами є узгодження характеристик зерностеблостою та параметрів  $\gamma$ -го поля з  $k$ -ю культурою, які відображають властивості предмета праці (предметної складової проектного середовища), з параметрами зернозбирально-транспортного комплексу, що забезпечує виконання збиральних та транспортних робіт на цьому полі у проекті збирання. Узгодження характеристик елементарної предметної складової проектного середовища (характеристик зерностеблостою та параметрів окремого поля) з параметрами зернозбирально-транспортного комплексу є базовою задачею з управління змістом та часом виконання робіт у проектах збирання ранніх зернових культур. Її вирішення включає таку складову як узгодження параметрів підсистеми «комбайни» з параметрами підсистеми «транспортні засоби» (рис. 1).



*Рис. 1. Графічне відображення системи «поле-комбайни-транспортні засоби»: {ХПС} – характеристики предметної складової проектного середовища (поля з достиглим урожаєм); {ПКК} – параметри комбайнового комплексу; {ХДУ} – характеристики дорожніх умов; {ПТК} – параметри транспортного комплексу; 1 – задача визначення характеристик предметної складової проектного середовища; 2 – задача визначення параметрів комбайнового комплексу; 3 – задача оцінювання характеристик дорожніх умов; 4 – задача визначення параметрів транспортного комплексу*

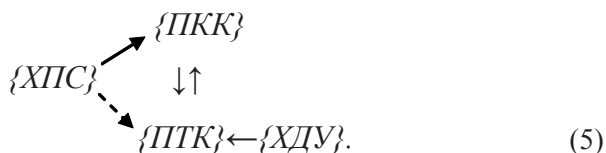
Розглядаючи узгодження збиральних і транспортних робіт стосовно комбайнового збирання ранніх зернових культур на заданому полі, неважко зауважити такий причинно-наслідковий

зв'язок між характеристиками предметної складової проектного середовища ( $\{ХПС\}$ ), параметрами комбайнового комплексу ( $\{ПКК\}$ ) та параметрами транспортного комплексу ( $\{ПТК\}$ ):

$$\{ХПС\} \rightarrow \{ПКК\} \rightarrow \{ПТК\}. \quad (4)$$

Для розкриття цих зв'язків вирішуються відповідні задачі (1, 2, 3) (рис. 1).

Водночас множина характеристик  $\{ХПС\}$  предметної складової проектного середовища не лише має прямий вплив на множину параметрів комбайнового комплексу  $\{ПКК\}$ , але й на множину параметрів транспортного комплексу  $\{ПТК\}$ , а тому традиційний причинно-наслідковий зв'язок (4), який здебільшого використовується чинними методичними засадами, на наш погляд, слід замінити на системний аналіз:



У цьому разі множина  $\{ХПС\}$  безпосередньо визначає множину  $\{ПКК\}$  та опосередковано впливає на множину  $\{ПТК\}$ . Іншими словами, множина  $\{ХПС\}$  визначає множину  $\{ПКК\}$ , яка має бути узгодженою з множиною  $\{ПТК\}$ . Водночас множина  $\{ХПС\}$  визначає множину  $\{ПТК\}$  через множину  $\{ПКК\}$ . Окрім того, множина  $\{ПТК\}$  зумовлюється множиною  $\{ХДУ\}$  характеристик дорожніх умов.

Не вдаючись у деталі розкриття причинно-наслідкових зв'язків між зазначеними множинами характеристик та параметрів, що відображають систему «поле-комбайни-транспортні засоби», зазначимо, що у проектах збирання ранніх зернових культур керівники СГП вирішують ще одну системну задачу – узгодження збиральних і транспортних робіт для декількох полів з одночасно достиглим урожаєм як однієї, так і декількох зернових культур [2]. У цьому разі можуть формуватися декілька збирально-транспортних комплексів, кожен з яких одночасно (паралельно) може використовуватися на різних полях. Забезпечується ефективність управління проектом збирання ранніх зернових культур для цих умов на основі

вирішення таких задач: 1) визначення пріоритетів у збиранні множини полів з достиглим урожаєм; 2) обґрунтування числа полів, урожай на яких потрібно збирати одночасно; 3) розподіл наявного (обмеженого) парку комбайнів та транспортних засобів між полями, що мають збиратися першочергово. Графічне відображення системи «поле-комбайни-транспортні засоби», а також означення характерних задач обґрунтування її параметрів наведено на рис. 2.

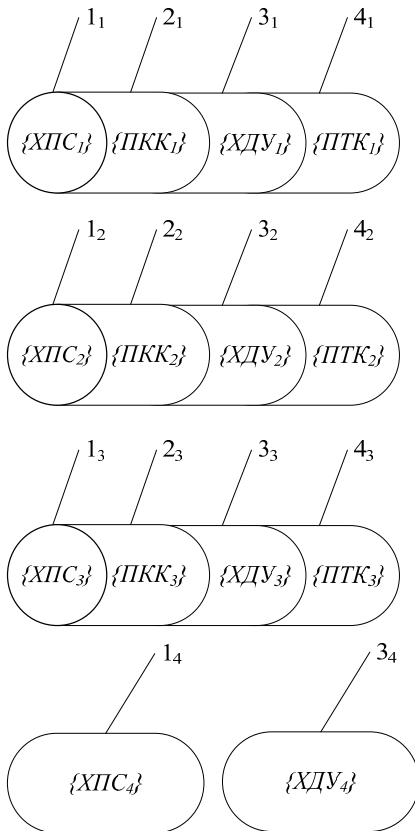


Рис. 2. Графічне відображення системи «поля-комбайни-транспортні засоби»:  
 $\{ХПС_1\}, \{ХПС_2\}, \{ХПС_3\}, \{ХПС_4\}$  – характеристики чотирьох полів з одночасно достиглим урожаєм;  $\{ПКК_1\}, \{ПКК_2\}, \{ПКК_3\}$  – параметри трьох комбайнових комплексів, сформованих з наявного парку комбайнів;  $\{ПТК_1\}, \{ПТК_2\}, \{ПТК_3\}$  – параметри трьох транспортних комплексів, сформованих з наявного парку транспортних засобів;  $1_1, 1_2, 1_3, 1_4$  – задачі визначення характеристик кожного з чотирьох полів;  $2_1, 2_2, 2_3$  – задачі розподілу комбайнів між полями;  $3_1, 3_2, 3_3, 3_4$  – задачі оцінювання характеристик дорожніх умов для кожного з чотирьох полів;  $4_1, 4_2, 4_3$  – задачі розподілу транспортних засобів між полями

**Висновки.** Вирішення основних задач вимагає розгляду причинно-наслідкових зв'язків не лише для окремих підсистем «поля-комбайни-транспортні засоби», але й системного аналізу прогнозованих результатів за певного управлінського рішення



щодо розподілу наявних у СГП комбайнів та транспортних засобів між полями предметної складової проектного середовища.

Узгодження збиральних і транспортних робіт є одним із найважливіших питань забезпечення ефективності проектів збирання ранніх зернових культур у СГП.

### Список використаних джерел

1. Криков А. М. Использование транспорта в период уборки урожая / Криков А. М. // Науч.-техн. бюл. ВАСХНИЛ. Сиб. отд. ние. – 1981. – Вып. 35. – С. 21-24.

2. Панюра Я. Й. Ситуаційна програма централізованого збирання ранніх зернових культур / Я. Й. Панюра // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2004. – № 8. – С. 57-61.

3. Сидорчук О. Інженерія машинних систем : монографія / О. Сидорчук. – К. : ННЦ «ІМЕСГ» УААН, 2007. – 263 с.

4. Сидорчук О. Системно-подієвий підхід до управління роботами у проектах збирання ранніх культур / [Сидорчук О., Тригуба А., Сидорчук Л. та ін.] // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2009. – № 13. – С. 27-43.

5. Ціп Є. І. Сезонна програма комбайна і ризик у процесі централізованого збирання ранніх зернових : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 «Управління проектами та розвиток виробництва» / Є. І. Ціп. – Львів, 2002. – 18 с.

***Аннотация.** Обосновано, что эффективность проектов уборки ранних зерновых культур выражается множеством основных групп факторов: предметных, производственных, агрометеорологических, социальных, технологических, технических, организационно-масштабных, управленческих, информационных, ресурсных. Обосновано, что согласование уборочных и транспортных работ является одним из важнейших вопросов обеспечения эффективности проектов уборки ранних зерновых культур в сельскохозяйственных предприятиях.*

***Ключевые слова:** подсистема-проект, системно-факторный подход, согласование уборочных и транспортных работ, комбайн, транспортное средство.*