



УДК 658.631.37

*О.В. Сидорчук, доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААНУ,
Л.Л. Сидорчук, кандидат технічних наук, асистент Львівського НАУ,
С.П. Комарніцький, асистент ПДАТУ,
В.І. Днесь, аспірант, ННЦ „ІМЕСГ”,
Р.В. Мартинюк, здобувач ПДАТУ,
С.П. Березовецький, здобувач Львівського НАУ*

СИСТЕМНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ РОБОТАМИ У ПРОЕКТАХ ЗБИРАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Означено ймовірнісну сутність подій проектного середовища. Розкрито системні підстави управління транспортними роботами у проектах збирання сільськогосподарських культур. Обґрунтовано зміст задач управління збирально-транспортними роботами для різних управлінських процесів.

***Ключові слова:** проект, управління, збирання, сільськогосподарські культури, транспортні роботи, система.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Успішне виконання Державних цільових програм виробництва сільськогосподарської продукції в Україні вимагає наукового обґрунтування параметрів технічного забезпечення низки відповідних проектів, які щорічно реалізуються сільськогосподарськими формуваннями (СФ), а також ефективного управління ними, зокрема, змістом та часом виконання транспортних робіт. Незадовільне управління цими роботами є однією з головних причин недотримання агротехнічно оптимальних термінів збирання вирощеного урожаю сільськогосподарських культур, що зумовлює значні (до 15%) його втрати. Через це СФ несуть економічні збитки, зростає собівартість вирощеної продукції, знижується її конкурентоздатність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Проблема забезпечення транспортом сільськогосподарських робіт вирішувалася багатьма вченими [1-3]. Водночас питання ефективності управління транспортними роботами у проектах збирання сільськогосподарських культур залишаються без відповіді. Чинні науково-методичні засади управління змістом та часом виконання робіт у проектах лише концептуально розкривають етапи, методи та засоби управлінських процесів [4]. Що стосується використання їх у різних предметних сферах, то задача залишається не вирішеною. Це стосується аграрного виробництва, яке має свої специфічні властивості об'єктів управління, зокрема, ймовірну природу проектного середовища [5].

Метою статті є концептуальне розкриття системних засад обґрунтування процесів управління транспортними роботами у проектах збирання сільськогосподарських культур.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сутність процесів управління змістом та часом визначається властивостями об'єктів управління – проектів. Проекти збирання сільськогосподарських культур характеризуються низкою особливостей, що відрізняє їх від інших проектів і зумовлює потребу створення специфічних методів та моделей для обґрунтування процесів управління. Аналізуючи ці проекти з позицій системного підходу, не важко зауважити, що вони є складовими відповідних програм і великою мірою визначають їх ефективність. Окрім того, ці проекти мають унікальний характер, який зумовлюється ймовірнісним впливом

© *О.В. Сидорчук, Л.Л. Сидорчук, С.П. Комарніцький, В.І. Днесь,
Р.В. Мартинюк, С.П. Березовецький, 2010*

на властивості предметної складової проектного середовища (ґрунту, рослин) агрометеорологічної його складової. Цей вплив разом із ефективністю виконання робіт у попередніх проектах вирощування сільськогосподарських культур зумовлює такі властивості предметної складової проектного середовища як урожайність, солонистість, забур'яненість та полеглість стеблостою сільськогосподарських культур, а також їх урожайність. Окрім того, він визначає час початку виконання відповідних проектів, а також агрометеорологічні перерви у виконанні збиральних робіт, час настання втрат урожаю на полях та час економічної доцільності завершення збирання. Підставами ідентифікації складових часу виконання збиральних робіт у відповідних проектах є певні критерії, які визначаються на основі оцінення стану предметної (Π) та агрометеорологічної (A) складових проектного середовища. Таким чином у проектах збирання сільськогосподарських культур існує низка подій стосовно змін предметної та агрометеорологічної складових проектного середовища, які загалом стосовно окремих (y) полів з певною (k) культурою можна відобразити графічно (рис. 1).

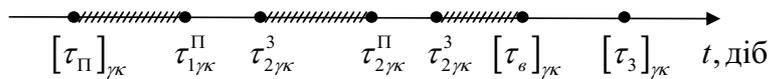


Рис. 1. Графічна інтерпретація подій щодо зміни стану предметної складової проектного середовища:

$\tau_{1yk}^{\Pi}, \tau_{2yk}^{\Pi}$ – події початку перерв у виконанні збиральних робіт;

$\tau_{1yk}^3, \tau_{2yk}^3$ – події завершення перерв;

$[\tau_n]_{yk}, [\tau_d]_{yk}$ – відповідно події часу початку збирання та часу настання втрат;

$[\tau_3]_{yk}$ – подія часу економічної доцільності збирання.

Окрім того, кожен проект збирання здебільшого характеризується не одним полем, а декількома, кожне з яких має також свій час початку досягання посіяної на ньому культури ($[\tau_n]_{yk}$), виникнення природних втрат урожаю ($[\tau_d]_{yk}$) та економічної доцільності збирання ($[\tau_3]_{yk}$). Зазначимо, що в інтервалі часу між ($[\tau_d]_{yk}$) і ($[\tau_3]_{yk}$) існують також агрометеорологічно зумовлені перерви.

Означені складові часу змін предметної складової проектного середовища здебільшого стосуються зернових, олійних та бобових культур. Для інших культур ці складові часу будуть дещо іншими, які у цій статті ми не розглядаємо.

За умови формування виробничої програми проектів збирання сільськогосподарських культур із декількох полів їх початки часу ($[\tau_n]_{yk}$), ($[\tau_d]_{yk}$) і ($[\tau_3]_{yk}$) можуть співпадати або ж не співпадати. Однак, не залежно від цього, вони відображають відповідні події у проектах, а тому є невід'ємними складовими виробничих програм, які характеризують об'єктивні властивості проектів.

Аналізуючи причини появи на календарній вісі часу зазначених складових зміни предметної складової проектного середовища, доходимо висновку, що вони зумовлюються природними процесами і явищами, які можна означити як агрометеорологічні, біологічні та фізичні. Агрометеорологічні явища відбуваються у природі і характеризуються у будь-який момент часу вологістю та температурою повітря, наявністю опадів, роси та вітру. Ці складові агрометеорологічних умов разом з іншими зумовлюють біофізичний стан зерностеблостою, який відображається певними показниками – мірою стиглості, вологістю, врожайністю, солонистістю та полеглістю. Таким чином, агрометеорологічні умови (A) визначають біофізичний стан (Π) предметної складової проектного середовища:

$$A(t) \rightarrow \Pi(t)_{yk} . \quad (1)$$

Числові значення $\Pi(t)_{yk}$ у t -й момент часу визначають характерні події предметної складової проектного середовища $\Pi_n(t)_{yk}$, які на календарній вісі часу відображаються початками, тривалістю та завершеннями (рис. 1). Таким чином характерні події предметної складової проектного середовища зумовлюються процесами (явищами), що відбуваються у природі:

$$\Pi_n(t)_{yk} \Leftrightarrow \Pi(t)_{yk} \leftarrow A(t). \quad (2)$$

Розглядаючи множину подій стосовно всіх полів виробничої програми того чи іншого проекту збирання сільськогосподарських культур, бачимо, що вона визначається множинами характерних подій стосовно кожного окремого поля:

$$\{P_{\Pi}(t)\} \leftarrow \begin{cases} \{P_{\Pi}(t)_{\gamma k}\} \\ \{\gamma k\} \end{cases}. \quad (3)$$

Множини $\{P_{\Pi}(t)\}$ визначають зміст та час виконання збиральних робіт у проектах. Ці роботи є складними. Вони поділяються на основні, транспортно-складські та допоміжні. Основними роботами у проектах збирання сільськогосподарських культур називаються роботи, які безпосередньо забезпечують отримання врожаю. Ці роботи виконуються за певними технологіями збирання і складаються з послідовних операцій збиральних технологічних процесів. Так, наприклад, основна робота у проектах збирання ранніх зернових культур складається з операцій – зрізання зерностеблестю, подачі зрізаного матеріалу до механізму обмолоту, обмолот зерностеблевої маси, розділення маси на зерновий ворох і солому, очищення зернового вороху, накопичення очищеного зерна у бункері, вивантаження бункера. Ця система (множина) операцій зазвичай виконується зернозбиральним комбайном, який рухається по полю і забезпечує основну збиральну роботу.

Накопичене у бункері зернозбирального комбайна зерно вивантажується у транспортний засіб, який відвозить його до місця тимчасового зберігання, первинної обробки, складування на токах (коморах) СФ або ж транспортування його на пункти тривалого зберігання. Отже, роботи у проектах збирання сільськогосподарських культур є складними, які можна відобразити відносно кожного окремого поля та множини полів виробничої програми того чи іншого проекту:

$$P_{\Pi} \leftrightarrow \begin{cases} K_{\gamma k} + T_{\gamma k} + PO_{\gamma k} + T_k^u + Z_k^u; \\ \{\gamma k\}, \end{cases} \quad (4)$$

де $K_{\gamma k}$ – множина технологічних збиральних операцій, що виконуються комбайном на y -у полі з k -ю культурою;

$T_{\gamma k}$ – транспортування зібраного урожаю до пункту первинної обробки;

$PO_{\gamma k}$ – первинна обробка урожаю k -ї культури, зібраної на y -у полі;

T_k^u – транспортування урожаю k -ї культури до центру тривалого її зберігання;

Z_k^u – тривале зберігання урожаю.

Зазначимо, що збирально-транспортні роботи можуть виконуватися за настання певних подій предметної складової проектного ($PPD_{\gamma k}$) середовища – достигнутого стану зерностеблестю, наявності погожих умов ($PA_{\gamma k}$):

$$P_{\Pi} \leftarrow \begin{cases} PPD_{\gamma k} \\ PA_{\gamma k} \end{cases} \quad (5)$$

Будучи невід'ємною складовою збиральних робіт, транспортно-складські роботи у проектах збирання сільськогосподарських культур характеризуються певними особливостями щодо змісту та часу їх виконання, що слід враховувати під час управління ними. Зокрема, за змістом транспортно-складські роботи поділяються на роботи, що складаються з послідовного виконання таких операцій: вивантаження бункера – завантаження транспортного засобу (B_a), транспортування зерна до ваги (T_s), зважування (Z_{T_s}), транспортування до місця тимчасового зберігання вирощеного врожаю (T_m), розвантаження транспортного засобу (P_a), холостий переїзд до місця збирання сільськогосподарської культури (X_a). За умови використання у зернозбирально-транспортному комплексі компенсувальних місткостей-причепів зміст транспортно-складської роботи може бути таким: 1) вивантаження бункера у місткість-причіп (B_n); 2) вивіз завантаженої місткості на край поля (T_n); 3) перевантаження зібраного врожаю

з місткості-причіпа у транспортний засіб (PP_a); 4) транспортування врожаю автомобілем до місця зважування (T_3); 5) зважування вантажу (зібраного врожаю) (Z_{T_3}); 6) транспортування вантажу до місця тимчасового зберігання (T_m); 7) розвантаження автомобіля (P_a); 8) холостий переїзд автотранспорту до місця збирання (X_a).

Таким чином із наведеного можна зробити висновок, що за умови організації транспортних робіт без перевантаження і з перевантажуванням зібраного врожаю вони відповідно мають такий вигляд:

$$1) B_a \rightarrow T_3 \rightarrow Z_{T_3} \rightarrow T_m \rightarrow P_a \rightarrow X_a ; \quad (6)$$

$$2) B_n \rightarrow T_n \rightarrow PP_a \rightarrow T_3 \rightarrow Z_{T_3} \rightarrow T_m \rightarrow P_a \rightarrow X_a , \quad (7)$$

Зазначені транспортно-складські операції є характерними для кожного автомобіля та місткості-причіпа, що використовуються у збирально-транспортних проектах. Окрім того, важливою складовою транспортно-складських робіт є простої транспортних засобів в очікуванні навантаження, зважування та розвантажування. Власне, управління транспортними роботами полягає у тому, щоб ці простої були мінімальними. Вирішення даної задачі є непростим, оскільки воно системно ув'язане з вирішенням задач технічного оснащення проектів – визначення потреби в комбайнах, зважувально-облікових пунктах, сушарках, площах токів місткостях складів (елеваторів) тощо. Іншими словами ефективність управління транспортними роботами у проектах збирання сільськогосподарських робіт залежить від рівня (Е) узгодженості між технологічними складовими технічного оснащення проектів збирання. Вирішення цієї задачі у неявному вигляді можна записати таким чином

$$\{P_{yk}\} \leftrightarrow \{T_{rk}^K\} \leftrightarrow \{T_{rt}^T\} \leftrightarrow \{T_{r3}^3\} \leftrightarrow \{Z_t\} \leftrightarrow \{T_{rc}^C\} \leftrightarrow \{T_{ro}^O\} \leftrightarrow \{Q_k^C\} \quad (8)$$

де $\{P_{yk}\}$ – множина полів виробничої програми проекту;

$\{T_{rk}^K\}, \{T_{rt}^T\}$ – відповідно множини комбайнів та транспортних засобів;

$\{T_{r3}^3\}, \{Z_t\}$ – відповідно множини зважувальних систем і площ токів;

$\{T_{rc}^C\}, \{T_{ro}^O\}$ – відповідно множини сушарок та обладнання для очищення та переміщення зерна на токах;

$\{Q_k^C\}$ – об'єми зернохосвищ для тимчасового зберігання зерна.

Не вдаючись у деталі даної задачі, зазначимо, що її вирішення можливе лише на основі системного підходу, який передбачає одночасне обґрунтування параметрів кожної складової системи. Це досягається за допомогою застосування методів ітерацій та статистичного імітаційного моделювання.

Важливою передумовою вірогідності отриманих результатів є управління взаємодіями між складовими системи (8), зокрема між множиною комбайнів, що працюють на полях, та множиною транспортних засобів, а також між цією множиною та множинами зважувальних систем і токами. Управління транспортними роботами певним чином визначає ефективність цих взаємодій та ефективність функціонування збирально-складської системи в цілому.

Цей логічний висновок є підставою не лише для оцінювання значення транспортних робіт у проектах збирання сільськогосподарських культур, але й методологічною засадою для системного обґрунтування як параметрів транспортних засобів, так і управлінських дій стосовно змісту та часу виконання транспортних робіт. З огляду на сказане, у методологічному відношенні маємо розділити наступні задачі: 1) обґрунтування парку транспортних засобів з урахуванням управління транспортними роботами; 2) обґрунтування управлінських дій стосовно транспортних робіт за відомого парку транспортних засобів. Окрім того, ці дві задачі мають вирішуватися у системній єдності з іншими складовими: 1) характеристиками виробничої програми та параметрами парку комбайнів; 2) параметрами звантажувально-облікових систем та параметрами токів.

Вирішення задачі обґрунтування парку транспортних засобів можна охарактеризувати як задачу технічного оснащення проектів збирання сільськогосподарських культур, що нерозривно має вирішуватися із задачею технічного оснащення проектів збирання сільськогосподарських культур, зокрема обґрунтування парку комбайнів, яка є характерною для комбайнових систем (СФ), що розвиваються. Для усталених систем, які реалізують проекти збирання за заданого парку комбайнів, обґрунтування парку транспортних засобів та управління

відповідними роботами ускладнене ймовірнісним характером часу досягання та характеристикою стану сільськогосподарських культур на окремих полях, а також нестабільністю агрометеорологічних умов збирального сезону. З наближенням збирального сезону, за 2-3 тижні до початку збирання урожаю на окремих полях, ситуація з часом досягання та характеристиками сільськогосподарських культур стає прогнозованою, що дає змогу з більшою вірогідністю обґрунтувати сезонну потребу як у комбайнах, так і в транспортних засобах. Процес тактичного планування збиральних робіт для поля (полів) з першим часом досягання урожаю завершується за 4 доби до початку збирання. Упродовж цього проміжку часу можна з високою вірогідністю стверджувати про погодні умови, що уможливають або унеможливають виконання на ньому (них) збиральних робіт у перші дні стиглості урожаю (за даними Інтернет). За наявності поля (полів) з достиглим урожаем процес тактичного планування збиральних робіт на цих полях завершується, а натомість розпочинається процес оперативного планування цих робіт – організації та контролю виконання збирання.

Для інших полів виробничої програми того чи іншого проекту збирання сільськогосподарських культур процесу управління можуть належати або до тактичного, або ж до оперативного планування.

Таким чином ефективне вирішення задач управління транспортними роботами у проектах збирання сільськогосподарських культур вимагає системного розроблення відповідного алгоритму, який би враховував: 1) структуру управлінських задач у процесах стратегічного, тактичного та оперативного планування; 2) зміни змісту задач для кожного управлінського процесу; 3) системний зв'язок між задачами управління транспортними роботами та іншими роботами збирально-складської системи.

Однією з основних задач процесів планування та організації виконання транспортних робіт у проектах збирання є задача узгодження параметрів системи „поле-комбайни-транспортні засоби”. Залежно від змісту постановки завдання до якості функціонування даної системи результат вирішення цієї задачі може бути різним. Наприклад, формування управлінського завдання до якості функціонування цієї системи може бути: 1) зібрати урожай без втрат в агротехнологічно оптимальний термін; 2) зібрати урожай без простоїв комбайнів через відсутність транспорту; 3) зібрати максимальний урожай заданою кількістю комбайнів за обмежених транспортних засобів; 4) зібрати максимальний урожай заданою кількістю комбайнів і транспортних засобів за обмежених людських ресурсів тощо. Ці завдання зумовлюються особливостями перебігу проектів збирання, які у свою чергу характеризуються певними причинами.

Управлінські завдання до якості функціонування системи „поле-комбайни-транспортні засоби” ефективно можуть бути вирішеними лише на основі статистичного імітаційного моделювання [5].

Висновки. 1. Проекти збирання сільськогосподарських культур характеризуються множиною об'єктивних подій проектного середовища, час виникнення яких є ймовірним, що зумовлює потребу розроблення системних методів і моделей для управління роботами, зокрема, транспортними.

2. Транспортні роботи у цих проектах зумовлюються збиральними роботами комбайнів, які визначаються ймовірними подіями проектного середовища і параметрами збирально-складських систем.
3. Процеси управління транспортними роботами (стратегічне, тактичне та оперативне) характеризуються різною невизначеністю поведінки проектного середовища, що слід враховувати під час обґрунтування управлінських рішень.
4. Вирішення управлінських задач обґрунтування змісту, часу та технічного забезпечення виконання транспортних робіт можливе лише на основі статистичного імітаційного моделювання.
5. Видозміна сутності формулювання управлінських завдань до якості функціонування об'єктів (систем) управління є головною підставою для подальших досліджень.

Список використаних джерел

1. Капланович М.С. Справочник по сельскохозяйственным транспортным работам. / М.С. Капланович – [2-е изд., перераб. и доп.] – М.: Росагропромиздат, 1988. – 366 с.
2. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. / А.И. Воркут – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.

3. Глушко В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте. / В.Г. Глушко – К.: Вища школа, 1976. – 232 с.
4. Керівництво з питань проектного менеджменту. Пер. з англ. / [Під ред. Бушуєва С.Д. – 2-ге вид. перероб.] – К.: Видавничий дім «Деловая Украина», 2000. – 198 с.
5. Сидорчук О.В. Інженерія машинних систем. / О.В. Сидорчук – К.: ННЦ „ІМЕСГ” УААН, 2007. – 263 с.

Аннотація. Отмечена вероятностная сущность событий проектной среды. Раскрыто системные основания управления транспортными работами в проектах уборки сельскохозяйственных культур. Обосновано содержание задач управления уборочно-транспортными работами для разных управленческих процессов.

Ключевые слова: проект, управление, уборка, сельскохозяйственные культуры, транспортные работы, система.

Abstract. Probabilistic essence of events of project environment is marked. The system grounds of management transport works are exposed in the projects of collection of agricultural cultures. Maintenance of tasks of management collectively-transport works is reasonable for different administrative processes.

Key words: project, management, collection, agricultural cultures, transport works, system.

УДК 631.356.2

*В.М. Булгаков, доктор технічних наук, член-кореспондент НААН,
І.В. Головач, кандидат фізико-математичних наук Національного університету
біоресурсів і природокористування України,
Т.Д. Гуцол, кандидат технічних наук ПДАТУ*

РОЗРАХУНОК КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ВИЛУЧЕННЯ КОРЕНЕПЛОДУ З ҐРУНТУ ПРИ ВІБРАЦІЙНОМУ ВИКОПУВАННІ

Визначено закон переміщення центра мас коренеплоду при безпосередньому вилученні з ґрунту та знайдено час вилучення коренеплоду з ґрунту для різних значень вихідних кінематичних параметрів виконання технологічного процесу вібраційного викопування коренеплодів цукрового буряку.

Ключові слова: коренеплід, вібраційний викопуючий робочий орган, ґрунт, диференціальні рівняння руху, час вилучення.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Вібраційне викопування коренеплодів цукрового буряку має ряд переваг в порівнянні з іншими способами викопування. Воно характеризується меншим пошкодженням коренеплодів, зниженням втрат врожаю при збиранні, більш інтенсивним очищенням коренеплодів від налипливого ґрунту, меншим захаращенням робочого русла копача ґрунтом та бур'янами. Тому саме цей технологічний процес потребує докладного аналітичного дослідження та подальшої розробки і впровадження вдосконалених вібраційних викопуючих органів.

Постановка проблеми. Фундаментальні теоретичні дослідження вібраційного викопування коренеплодів дають можливість науково обґрунтувати конструктивні і кінематичні параметри вібраційних викопуючих робочих органів. У свою чергу глибокий теоретичний аналіз будь-якого технологічного процесу можливий лише за наявності адекватних математичних моделей, що описують даний процес.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Фундаментальні теоретичні та експериментальні дослідження вібраційного викопування коренеплодів цукрових буряків були здійснені у праці [1]. Однак у даній праці процес безпосереднього вилучення коренеплодів цукрових буряків з ґрунту аналітично не досліджується, а вказано, що за додатково складеними рівняннями кінетостатики отримані умови їх викопування.

Значна кількість наукових (в основному експериментальних) результатів стосовно вібраційного викопування коренеплодів наведена у працях [2] і [3]. Проте математичної моделі вібраційного викопування коренеплоду цукрових буряків тут не наведено.