

УДК 658.51:631.3

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА СІВБИ ОЗИМИХ КУЛЬТУР

І.П. Івасюк, наук. співр.
ННЦ «ІМЕСГ»

Розроблено концептуальну модель технологічної системи обробітку ґрунту та сівби озимих культур. Означено її складові, класифіковано та концептуально розкрито причинно-наслідкові зв'язки між ними.

Ключові слова: ґрунт, обробіток, озимі культури, сівба, моделювання, система, складові, зв'язки.

Постановка проблеми. Сільськогосподарські підприємства (СП) щорічно розв'язують науково-прикладні задачі узгодження параметрів технологічних комплексів машин із виробничими програмами виконання відповідних механізованих сільськогосподарських процесів. Однією з таких задач є обґрунтування параметрів технологічного комплексу машин для обробітку ґрунту та сівби (ТКГП) озимих культур. З огляду на ймовірний характер агрометеорологічних умов літньо-осіннього періоду виконання відповідного механізованого процесу та обґрунтування параметрів відповідного комплексу машин є проблематично.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для обґрунтування параметрів технологічних комплексів сільськогосподарських машин розроблено детерміновані та статистичні методи [1, 2]. Доведено, що детерміновані методи не дають змоги врахувати ймовірний характер перебігу механізованих сільськогосподарських процесів, а тому отримані на їх основі результати хибують недостатньою точністю.

Чинні стохастичні методи визначення параметрів технологічних комплексів машин стосуються збирання зернових культур [2]. Використати їх з метою обґрунтування параметрів технологічних комплексів машин для обробітку ґрунту та сівби озимих культур можна лише концептуально – метод повинен враховувати ймовірний характер механізованих процесів. Для розроблення відповідного методу у деталях

слід системно підійти до розв'язання даної задачі, зокрема, змоделювати роботу ТКГП. Моделювання технологічної системи обробітку ґрунту і сівби, як складної системи, розпочинають із розроблення її концептуальної моделі.

Алгоритм розроблення такої моделі відомий [3]. Однак для технологічної системи обробітку ґрунту та сівби озимих культур такої моделі ще не розроблено.

Мета дослідження. Розроблення концептуальної моделі технологічної системи обробітку ґрунту та сівби озимих культур.

Виклад матеріалу. Як відомо [3], ця модель є абстрактною, у якій словесно наводяться дані про природу, параметри і особливість функціонування складових системи та їх взаємозв'язків, значення кожного елемента системи для її функціонування. Концептуальна модель створюється за декілька етапів: 1) визначення і орієнтування; 2) стратифікування; 3) деталізування; 4) локалізування; 5) структурування та управління; 6) виділення процесів; 7) відображення станів [4].

Обґрунтовуючи науково-методичні засади дослідження технологічної системи ОГС ми вже частково з'ясували ті основні положення, які має враховувати модель. Перш за все, зауважимо, що модель технологічної системи ОГС враховує сільськогосподарські культури, які слід посіяти восени. Їх множина та обсяги площ, на яких планується посіяти кожен з озимих культур, є не лише підставою для визначення та орієнтування концептуальної моделі, але й основою для її стратифікування. Окрім того, до стратифікованої моделі належать енергетичні засоби (трактори) та сільськогосподарські машини, які з ними агрегуються.

Орієнтування моделі полягає у тому, щоб узгодити параметри ТКГП з характеристиками виробничої програми, яка визначається числом (множиною) озимих культур та площами сівби кожної з них.

Отже, стратифікування технологічної системи ОГС полягає у визначенні укрупнених її складових, до яких належать кожна з озимих культур, а також кожен технологічний процес з обробітку ґрунту, удобрення та їх сівби. Окрім того, стратифікування дає змогу означити технічні засоби, що використовуються для виконання відповідних операцій. Іншими словами, кожна окрема стратифікація визначається трьома складовими процесу, між якими існує причинно-наслідковий зв'язок:

$$P_p \rightarrow T_a \rightarrow T_n, \quad (1)$$

де P_p - предмет праці (озима культура); T_a - технології (операції), що застосовуються для обробітку ґрунту і сівби кожної озимої культури;

T_n - технічні засоби, що використовуються для виконання механізованих операцій.

Деталізування системи полягає у поділі її стратифікації на такі деталі, які дають змогу досліджувати кожен з них як елементарну складову, зміна фізичних параметрів якої змінює показники функціонування системи в цілому. Розглядаючи процес деталізування технологічної системи стосовно предметів праці, зауважимо, що кожна озима культура, яку слід посіяти, першочергово визначає обсяги площ (S_k) полів. Цей фізичний параметр, у свою чергу, зумовлює показники функціонування системи загалом. Деталізування системи дає змогу виокремити такий її елемент як трактори, які використовуються у технологічних процесах обробки ґрунту та сівби – Tn_r . Їх такий фізичний параметр, як потужність встановленого двигуна, визначає темпи (продуктивність) виконання механізованих робіт, який є одним із показників функціонування відповідної системи. Водночас, сам трактор не може виконувати технологічні операції без наявності відповідних сільськогосподарських машин, які зазвичай поділяються на ґрунтообробні та посівні Tn_{rm} . Такий фізичний параметр цих машин, як ширина захвату, також зумовлює темп (продуктивність) виконання механізованих робіт (операцій). Деталізування технологічної системи не може бути повним без врахування наявності у ній людини – оператора (тракториста) (C), без якого не може відбуватися технологічний процес. Його кваліфікація та фізіологічні дані також визначають темпи виконання механізованих робіт. Таким чином деталізування стратифікування технологічної системи дає змогу виокремити такі її складові: 1) поля (II_p), на яких мають бути посіяні озимі культури, і які відображаються відповідними обсягами площ – S_k ; 2) трактори (Tn_{rm}), які відображаються їх кількістю N_{mr} та потужністю P_r встановлених двигунів; 3) ґрунтообробні машини (Tn_{rm}), які відображаються їх числом N_{qr}^R та шириною B_{qr} захвату; 4) посівні машини (сівалки) (Tn_r), які також у моделі відображаються їх числом N_{cr} та шириною B_{cr} захвату; 5) оператори (C), які відображаються у моделі їх кількістю (I). Зазначимо, що площі S_k ще відображаються середньою довжиною гону (L_p) та середнім ухилом (i) полів.

Здійснюючи локалізування моделі технологічної системи ОГС – встановлення її меж, зауважуємо, що встановлюючи S_k , N_{mr} , N_{qr} , N_{cr} та I на етапі її деталізування, ми значною мірою вже її обмежили (локалізували).

Однак, ми не вели мови про те, що за умови кількісного означення цих меж, дослідження технологічної системи ОГС буде не повним, адже

для вирішення системних задач дослідження слід встановити раціональні (узгоджені між собою) характеристики вхідного потоку (X), який у концептуальній моделі відображається сумарним обсягом площ ($\sum_k S_k$) планової сівби озимих культур, та параметри (Z), які у концептуальній моделі відображаються кількістю тракторів (N_{mr}), сільськогосподарських машин (N_{sr} та N_{cr}) і виконавців (I):

$$\left(\sum_k S_k \right) \leftrightarrow (N_{cr}). \quad (2)$$

Домогтися такого узгодження, що означає обґрунтувати раціональні параметри ТКГП, можна лише на основі використання методу ітерацій, за якого розглядається множина варіантів локалізованої системи. Ці варіанти можуть стосуватися як предметів праці $\sum_k S_k$, так і параметрів ТКГП (N_{mr} , N_{sr} , N_{cr} , I), а тому питання локалізування моделі системи має вирішуватися одночасно з питанням планування комп'ютерних експериментів. Однак, незалежно від вибраного напрямку узгодження характеристик виробничої програми з параметрами технологічного комплексу ґрунтообробно-посівних машин, концептуальна модель для заданого варіанта досліджень має бути локалізованою – із відомими характеристиками вхідного потоку та параметрами підсистеми перетворення.

Розробляючи концептуальну модель досліджуваної технологічної системи на етапі обґрунтування та управління, зауважуємо, що у цьому разі розглядаються такі зв'язки: 1) «попередник - озима культура»; 2) «агrometeorологічні умови - поле»; 3) «поле - озима культура»; 4) «поле - машинно-тракторний агрегат»; 5) «час доби - оператор»; 6) «машинно-тракторний агрегат - оператор»; 7) «поле - технологічна операція»; 8) «технологічна операція - машинно-тракторний агрегат»; 9) «календарний час - культура»; 10) «календарний час - поле»; 11) «лущення стерні - оранка»; 12) «оранка - культивация»; 13) «культивация - передпосівний обробіток»; 14) «передпосівний обробіток - сівба» тощо. До важливих зв'язків, що мають враховуватися моделлю слід віднести зв'язки, які стосуються машинно-тракторних агрегатів: 1) «трактор - лущильник»; 2) «трактор - плуг»; 3) «трактор - культиватор»; 4) «трактор - комбінований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту»; 5) «трактор - сівалка». Зазначені взаємозв'язки можна поділити на типи за ознакою керованості: 1) керовані; 2) технологічно-регламентовані; 3) прирочно-зумовлені. Не вдаючись до їх глибокого

аналізу, зазначимо, що кожен з них враховується у статистичній імітаційній моделі, що забезпечує її адекватність.

Таблиця. Класифікація основних зв'язків між складовими технологічної системи обробітку ґрунту та сівби озимих культур

| Перелік зв'язків | Тип зв'язку |
|--|---|
| Трактор - лушпильник | керований |
| Трактор - плуг | керований |
| Трактор - культиватор | керований |
| Трактор - комбінований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту | керований |
| Трактор - сівалка | керований |
| Попередник - озима культура | частково керований, технологічно-зумовлений |
| Поле - озима культура | керований |
| Агрометеорологічні умови - поле | природно-зумовлений |
| Поле - машинно-тракторний агрегат | керований, технологічно-зумовлений |
| Машинно-тракторний агрегат - оператор | керований |
| Оператор - час доби | частково-керований, природно-зумовлений |
| Поле - технологічна операція | керований |
| Технологічна операція – машинно-тракторний агрегат | частково-керований, технологічно-зумовлений |
| Календарний час - культура | природно-зумовлений |
| Календарний час - поле | природно-зумовлений |
| Лущення стерні - оранка | технологічно-регламентований |
| Оранка - культивация | технологічно-регламентований |
| Культивация - передпосівний обробіток | технологічно-регламентований |
| Передпосівний обробіток - сівба | технологічно-регламентований |

Функціонування технологічної системи ОГС характеризується ці-

леспрямованою дією операторів за допомогою машинно-тракторних агрегатів на агрофон полів, що забезпечує його якісне перетворення у часі, стан якого відповідає сприятливим умовам для росту і розвитку озимих культур, а також умовам їх висівання у ґрунт. Аналізуючи систему на цьому етапі створення концептуальної моделі, зауважуємо, що модель повинна враховувати час завершення збирання попередньої культури, агротехнічно оптимальний термін сівби кожної озимої культури, технологічно-регламентовану послідовність виконання технологічного процесу обробітку ґрунту та сівби цих культур, агрометеорологічно допустимий час на виконання технологічних операцій, продуктивність машинно-тракторних агрегатів на виконанні кожної окремої технологічної операції, темп виконання відповідних операцій на кожному полі тощо. Враховуються ці особливості функціонування системи на основі відображення відповідних процесів, які поділяються на природні та штучні. Природні процеси відбуваються з предметами праці (агрофоном ґрунту та насінням озимих культур) завдяки дії на них агрометеорологічних умов. Штучні процеси (операції, роботи), як уже згадувалося, виконуються з метою зміни якісного стану цих предметів. У нашому дослідженні модель враховує такі штучні процеси: 1) лущення стерні; 2) оранка полів; 3) культивування з боронуванням; 4) сівба озимих культур з одночасним внесенням мінеральних добрив.

Завдяки природним та штучним процесам змінюється стан предметів праці. Відображення цього стану передбачається відповідним етапом створення концептуальної моделі. Окрім того, у нашому дослідженні потрібно відобразити стан засобів виробництва (технічних засобів) та стан операторів. Аналізуючи стан предметів праці, бачимо, що стан полів відображається: 1) наявністю попередника; 2) без попередника; 3) злушене поле; 4) зоране поле; 5) зоране поле зі сходами бур'янів; 6) скультивоване поле; 7) поле, підготовлене для сівби озимих культур; 8) засіяне поле; 9) поле, готове до обробітку (сівби), однак агрометеорологічні умови зумовлюють стан його агрофону, який унеможливорює виконання механізованих операцій тощо. Стосовно технічних засобів, то вони можуть бути у стані готовності до виконання механізованих операцій, або ж задіяних на їх виконанні. Виконавці можуть бути у стані виконання операцій, або ж очікувати їх виконання.

Зауважимо, що стан агрофону полів визначається дією чотирьох складових: 1) попередника; 2) агрометеорологічних умов; 3) його

біологічними, хімічними та фізичними процесами (природними процесами); 4) цілеспрямованою механічною дією людини за допомогою машин.

Таким чином, розглянута послідовність моделювання технологічних систем фактично є основою програми комп'ютерних експериментів, а питання створення її концептуальної моделі - підставою для адекватності та отримання достовірних результатів.

Висновки. Розроблення концептуальної моделі є важливим етапом створення статистичної імітаційної моделі технологічної системи обробки ґрунту та сівби озимих культур. Концептуальна модель є основою для математичного програмного етапів опису статистичної імітаційної моделі.

Узгодження характеристик виробничої програми сільськогосподарського підприємства із технологічним комплексом ґрунтообробно-посівних машин можливе лише на основі використання методу ітерацій.

Адекватність статистичної імітаційної моделі забезпечується врахуванням у ній взаємозв'язків між складовими технологічної системи обробки ґрунту та сівби озимих культур.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Фінн Е. А.* Комплектування машинно-тракторного парку колгоспів і радгоспів / Фінн Е. А., Варшавський М. Л., Черватюк І. Є.; – К.: Урожай, 1989. – 87 с.
2. *Ціп Є. І.* Сезонна програма комбайна і ризик у процесі централізованого збирання ранніх зернових: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.13.22 «Управління проектами та програмами» / Є.І. Ціп. – Львів, 2002. – 18 с.
3. *Альянах И. Н.* Моделирование вычислительных систем / Альянах И. Н. – Л.: Машиностроение, 1988. – 223 с.
4. *Сидорчук О.* Інженерія машинних систем: монографія / О. Сидорчук – К. : ННЦ «ІМЕСГ» УААН, 2007. – 263 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА ОЗИМЫХ КУЛЬТУР

Разработана концептуальная модель технологической системы обработки почвы и посева озимых культур. Определены ее составляющие, классифицировано и концептуально раскрыто причинно-следственные связи между ними.

Ключевые слова: почва, обробка, озимые культури, посев, моделювання, система, составляющие, связи.

CONCEPTUAL MODEL OF TECHNOLOGICAL SOIL CULTIVATION AND SOWING OF WINTER CROPS

A conceptual model of the technological system of tillage and sowing of winter crops. Its components are defined, classified and conceptually revealed causal relationships between them.

Key words: soil, treatment, winter crops, crop, modeling, system, components, and communications..

УДК 658:631.3

УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ НА ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

В. І. Залужний, канд. техн. наук

Львівський національний аграрний університет

В статті розглянуто управління проектами виконання сервісних функцій сільськогосподарської техніки малими і середніми підприємствами на різних етапах життєвого циклу машин.

Ключові слова: технічний сервіс, проект, управління, виробник, споживач, машина, дилер.

Формування проблеми та означення завдання дослідження. Закон України «Про систему інженерно-технічного забезпечення агропромислового комплексу України» функції технічного сервісу сільськогосподарської техніки розглядає як забезпечення агропромислового комплексу технічними засобами і підтримання їх у технічно справному стані протягом усього періоду експлуатації, вивчення попиту, реклами, технічної і торгово-економічної інформації, доставки, передпродажної підготовки, гарантійного обслуговування нових та відремонтованих технічних засобів, забезпечення запасними частинами, навчання експлуатаційно-ремонтного персоналу [1]. Із цього випливає необхідність надання різноманітних послуг сільгосптоварови-

© В. І. Залужний.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.