

Fertilizer, fertilizers, quality allocation, performance cars, spreaders parameters, modes of operation.

УДК 658.51:631.3

**ОБ'ЄКТИВНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗВИТКУ АДАПТИВНИХ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ РІЛЬНИЦТВА**

***О. В. Сидорчук, доктор технічних наук,
член-кореспондент НААН***

***Національний науковий центр «Інститут механізації та елек-
трифікації сільського господарства»***

П. М. Луб, А. О. Шарibuра, кандидати технічних наук

Львівський національний аграрний університет

В. В. Грабовець, кандидат технічних наук

Луцький національний технічний університет

Означено предметні та агрометеорологічні причини розвитку адаптивних технологічних систем із обробітку ґрунту та сівби культур. Розкрито концепцію підвищення ефективності цих процесів на підставі адаптивного виконання польових робіт. Означено науково-методичні завдання для реалізації цієї концепції на практиці.

Ґрунт, культура, умови, мінливість, роботи, адаптування, комплекс машин, ефективність.

Постановка проблеми. Розвиток ринкових відносин між суб'єктами агропромислового комплексу України об'єктивно формує потребу постійного пошуку можливостей збільшення прибутковості відповідних галузей народного господарства та, зокрема, галузі рослинництва. Прибутковість рілньничих сільськогосподарських підприємств (СГП) значним чином залежить від стратегії їх технічної політики щодо використання тих чи інших технологій механізованого вирощування сільськогосподарських культур, парку тракторів та відповідного шлейфу спеціалізованих машин, вилучення із використання спрацьованої техніки та придбання нової тощо. Вирішення цих завдань тісно пов'язане із оціненням ефективності відповідних рішень щодо адаптивного виконання множин технологічних операцій, узгодження параметрів комплексів машин із характеристиками виробничої програми, а також тактики оновлення парку енергомашин, його

© О. В. Сидорчук, П. М. Луб, А. О. Шарibuра, В. В. Грабовець, 2015

структури та резерву потужності тощо. Однак, об'єктивне оцінення цих рішень потребує застосування специфічних методів дослідження, котрі давали б змогу системно враховувати особливості функціонування відповідних комплексів машин та, зокрема, мінливої і некерованої дії предметних (агрофонових) та агрометеорологічних умов весняного й літньо-осіннього періодів польових робіт [2] на ефективність відповідних комплексів машин.

Аналіз останніх досліджень. Застосування відомих методів та моделей обґрунтування параметрів комплексів сільськогосподарських машин (СГП) [7] не дає змоги врахувати мінливість предметної та агрометеорологічної складових ґрунтообробно-посівного процесу. Це зумовлене тим, що вони ґрунтуються на нормативах потреб у техніці і дають змогу встановити "базовий" комплекс машин для заданих агротехнічних термінів робіт [3]. Їх застосування для дослідження адаптивних технологічних систем [9], на жаль, не дає змоги об'єктивно оцінити комплекс машин, який здійснює перетворення предмету праці (агрофону поля та насіння культур тощо) стан якого визначає якісні показники цього перетворення та визначає доцільність відповідних робіт у розрізі обмеженого проміжку часу.

Мета досліджень – розкрити науково-прикладну проблему розвитку адаптивних технологічних систем рільництва та методологію дослідження показників ефективності адаптивних комплексів ґрунтообробно-посівних машин.

Результати досліджень. Особливістю процесів механізованого обробітку ґрунту та сівби сільськогосподарських культур є те, що структура та темпи виконання множини технологічних операцій щодо якісного перетворення предмету праці (агрофону поля та насіння сільськогосподарських культур) необхідно узгоджувати із некерованими природними (біологічними, фізичними, хімічними тощо) процесами [2]. Останні процеси, у розрізі часу, також здійснюють об'єктивне перетворення якісного стану агрофону поля та характеризуються стохастичністю. Відповідно до цього, системне узгодження у часі цих керованих (технологічних) та некерованих (об'єктивних) процесів дає змогу задовольнити вимоги сільськогосподарських культур до початкових умов їх росту та розвитку, а відтак забезпечити передумови для отримання високих врожаїв [4, 5].

Виконання цих завдань на практиці потребує адаптивного (до предметних та агрометеорологічних умов) виконання польових робіт, а відтак застосування адаптивного технологічного комплексу ґрунтообробно-посівних машин (ТКГП). Окрім того, використання машинних агрегатів такого комплексу машин потребує поточного аналізу стану предметної та агрометеорологічної складових, а також оцінення тенденцій їх зміни у локальних умовах того чи іншого сезо-

ну польових робіт. Для цього необхідно розробляти та впроваджувати у практику СГП спеціалізовані автоматизовані системи супроводу організаційно-технологічних рішень, котрі на підставі поточного моніторингу та аналізу некерованих і частково керованих складових давали б змогу здійснювати статистичне імітаційне моделювання відповідних механізованих процесів, а відтак виконувати їх оцінення та пошук раціональних дій щодо підвищення ефективності. Така концепція підвищення ефективності ґрунтообробно-посівного процесу потребує розбудови цілої системи знань, обладнання та навиків. Однак її реалізація дає змогу забезпечити якість та своєчасність відповідних робіт у механізованих процесах вирощування сільськогосподарських культур, а також зробити ці процеси менш витратними (енергощадними). Це здійснюється за рахунок виконання технологічно необхідної множини робіт, які формуються локально – у відповідності до якісного стану предметної та тенденцій агрометеорологічної складових окремого календарного року.

Розглянемо підстави цих положень більш докладно. Загальновідомо, що вагомою передумовою ефективності процесів механізованого вирощування сільськогосподарських культур є своєчасне забезпечення вимог рослин щодо якісного стану ґрунтових умов для їх проростання та появи дружніх сходів [5]. Задоволення цих вимог досягається внаслідок впливу на його структуру, щільність, забур'яненість, вологість тощо робочих органів відповідних машинних агрегатів [1], а також внаслідок перебігу згаданих природних процесів темпи яких зумовлені інтенсивністю розвитку агрометеорологічних умов окремого сезону. Виходячи із цього, для забезпечення ефективності ґрунтообробно-посівних процесів СГП повинне здійснювати моніторинг стану агрофону полів, агрометеорологічних умов та здійснювати прогноз їх наступного розвитку з метою прийняття раціональних рішень щодо механізованих заходів $\{d\}$ перетворення ґрунту $\{p\}$ із його початкового якісного стану у такий, що забезпечуватиме продуктивний розвиток сільськогосподарських культур (рис.).

Початковий стан агрофону окремого поля зумовлений культурою попередником та, зокрема, технологією механізованого вирощування й збирання його врожаю. Кінцевий стан агрофону поля слід розглядати через призму вирощуваної культури (озимої чи ярої) та, зокрема, таких показників як наявність доступної вологи, рівномірність та глибина розташування насіння, пошарова щільність ґрунту, його температура, тощо. Окрім того, важливим показником оцінення ефективності ґрунтообробно-посівного процесу та, зокрема комплексу відповідних машин, є забезпечення своєчасності сівби культур. Сутність цього показника впливає із об'єктивної потреби узгодження біологічних процесів росту та розвитку культурної рослини із не-

керуванним календарним "розвитком" агрометеорологічних умов відповідного періоду року за якого рослина забезпечується сприятливими умовами для досягнення максимального біологічного врожаю.

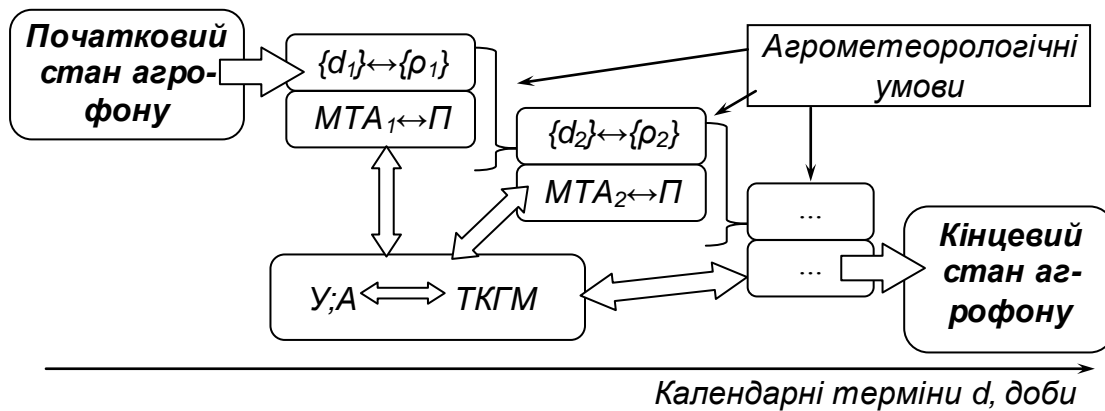


Рис. Головні складові системи адаптивного виконання ґрунтообробно-посівних робіт: У, А – управлінська складова і відповідними автоматизованими системами прийняття рішень; МТА – машинно-тракторні агрегати; П – поле із своїм агрофоном.

Системно-чинниковий розгляд поняття ефективності (E) процесів механізованої підготовки ґрунту та сівби сільськогосподарських культур дав змогу виокремити множину основних груп чинників, що її зумовлюють: 1) предметні (Π); 2) виробничі (B); 3) агрометеорологічні (A); 4) соціальні (C); 5) технологічні ($T_{\text{л}}$); 6) технічні ($T_{\text{н}}$); 7) організаційно-масштабні (O); 8) управлінські (Y); 9) інформаційні (I); 10) ресурсні (P_e):

$$E = f(\Pi, B, A, C, T_{\text{л}}, T_{\text{н}}, O, Y, I, P_e). \quad (1)$$

Не заглиблюючись у сутність кожного із цих чинників зазначимо, що вони характеризуються керованістю, частковою керованістю та некерованістю. Відповідно до цього, на особливу увагу заслуговують чинники, що є некерованими (агрометеорологічні) та частково керованими (предметні та виробничі), системна сутність яких, власне, й формує підґрунтя для розгляду науково-прикладної проблеми розвитку адаптивних технологічних систем рільництва.

Щодо сутності цієї науково-прикладної проблеми для процесів механізованого обробітку ґрунту та сівби культур то вона зумовлена потребою своєчасного забезпечення відповідного якісного стану агрофону поля та мінімальних технологічних витрат на виконання множини робіт. Тому, виходячи із предметних особливостей формування ефективності ґрунтообробно-посівних процесів в основі методології розв'язку цього завдання повинні лежати системно-зумовлені тенденції якісного перетворення предмету праці (агрофону поля та насіння культур), що відбуваються впродовж обмеженого агромете-

орологічно зумовленого фонду часу, під впливом робочих органів відповідних машинних агрегатів та згадуваних уже природних процесів. Для врахування мінливого впливу агрометеорологічних умов на стан ґрунту поля, можливість функціонування ґрунтообробно-посівних машин, а отже стохастичність агрометеорологічно дозволеного фонду часу ($t_{пз}$) на виконання відповідних робіт необхідно розробити специфічні методи та моделі щодо оцінення показників ефективності функціонування ТКГП.

Виходячи із вищезазначеного, умовою ефективності (E) адаптивного ТКГП у розрізі років його функціонування є забезпечення відповідності між технологічно потрібним фондом часу (t_{mn}) та $t_{пз}$ для предметних й агрометеорологічних умов окремого року за яких задовольнятимуться першочергові вимоги рослин до ґрунтово-кліматичних умов їх проростання та появи сходів, а також мінімуму сукупних витрат механізованого процесу. У неявному вигляді ця функціональна залежність матиме вигляд:

$$E = f(t_{mn} \Leftrightarrow t_{пз}, \sum B), \quad (2)$$

де: $\sum B$ – сукупні витрати (коштів чи енергії та технологічних втрат через несвоєчасність робіт) на виконання ґрунтообробно-посівних робіт.

Таким чином, для підвищення ефективності механізованих процесів рільництва на підставі використання адаптивних технологічних систем із обробітку ґрунту та сівби культур СГП повинне володіти відповідним комплексом машин, а також специфічними методами і моделями, які дають змогу враховувати системні особливості впливу предметної та агрометеорологічної складових на перебіг ґрунтообробно-посівного процесу і на цій підставі оцінювати показники ефективності комплексів відповідних машин. Отримання цих показників дає змогу обґрунтовувати раціональні рішення щодо узгодження параметрів цього комплексу із характеристиками виробничої програми СГП за якої забезпечується умова якості та своєчасності робіт, а також мінімальних витрат на їх виконання.

Однак, для розроблення таких методів та моделей необхідно володіти специфічною базою знань щодо стохастичності та тенденцій розвитку агрометеорологічних умов, їх впливу на стан ґрунту та розвиток культурних рослин. Зокрема нами доведено можливість формування такої бази знань на підставі даних метеостанцій та формалізації головних закономірностей агрометеорологічних умов згаданих періодів і їх впливу на стан ґрунту, тривалість погожих та непогожих проміжків, тривалості природно зумовленого фонду часу виконання робіт, часу початку сівби і ризик цих показників [8, 10]. Також нами доведено можливість створення адекватних статистичних імі-

таційних моделей що можуть об'єктивно відображати вплив системно-подієвих умов на перебіг робіт із обробітку ґрунту [6]. Тоді на підставі обґрунтованого алгоритму прийняття рішень щодо доцільності виконання тих чи інших технологічних операцій за різних предметних та агрометеорологічних умов і некерованих тенденцій їх впливу $t_{пз}$ виникає можливість встановити множину інтегрованих функціональних показників ґрунтообробно-посівного процесу. Представлення цих показників у вартісному виразі та встановлення їх закономірностей за різних характеристик виробничої програми СГП, мінливих предметних та агрометеорологічних умов, а також параметрів адаптивних комплексів машин дає змогу відшукати таке їх співвідношення за якого досягатиметься екстремум функції ефективності.

Однак застосування розроблених нами методів та моделей для дослідження ефективності адаптивних технологічних систем потребує ще доопрацювання. Для усунення цієї прогалини необхідно володіти знаннями щодо: 1) впливу умов зимового періоду на початковий стан ґрунту у весняний період; 2) впливу тенденцій зміни агрометеорологічних умов на вологість, щільність, температуру, мікробіологічні процеси та забур'яненість ґрунту; 3) впливу виконання чи невиконання того чи іншого поєднання елементарних технологічних операцій (за допомогою одно- та багатоопераційних машин, мінімальної обробітку, системи no-till тощо) на якісний стан ґрунту та тенденції його зміни внаслідок впливу агрометеорологічних умов, продуктивність росту та розвитку сільськогосподарських культур на початкових фазах їх вегетаційного періоду; 4) сукупного впливу якісного стану ґрунту (на момент сівби) та агрометеорологічних умов на продуктивність росту та розвитку культури; 5) ступеня негативного впливу заморозків на розвиток культур у таких фенологічних фазах як проростання, поява сходів та кущення.

У результаті вирішення цих завдань виникне можливість розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо: 1) адаптивного та енергоощадного виконання множини технологічних операцій із обробітку ґрунту та сівби культур; 2) оцінення ступеня забезпечення якісних вимог культур до ґрунтово-кліматичних умов на початкових фазах їх росту та розвитку; 3) політики формування адаптивних технологічних систем, тенденцій технічного переозброєння СГП і підприємств технологічного сервісу, а також їх розвитку; 4) підвищення ефективності галузі на регіональному, міжрегіональному та державному рівнях; 5) напрямків і тенденцій розвитку галузі вітчизняного машинобудування щодо концепції адаптивних технологічних систем.

Висновки

1. Початковий стан ґрунту та вплив на нього агрометеорологічних умов в розрізі років виконання зазначених робіт є змінні, це

об'єктивно формує різну тривалість природно зумовленого фонду часу на їх виконання та потребу технологічного адаптування.

2. Науково-прикладна проблема розвитку адаптивних технологічних систем рільництва зумовлена потребою врахування об'єктивних тенденцій частково керованого формування якісного стану предметних умов (агрофону поля), забезпечення яких дає змогу гарантувати сприятливі передумови для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур, а відтак і прибутковості СГП.

3. Адаптивне виконання множини технологічних операцій дає змогу в локальних агрометеорологічних умовах окремого календарного року виконати "мінімальну" технологічно-потрібну множину механізованих робіт та забезпечити: а) необхідний якісний стан предметних умов (агрофону поля із розташованими у ньому насінинами) на момент виникнення сприятливих природних тенденцій для продуктивного росту та розвитку культурної рослини; б) передумови для отримання високих врожаїв; в) мінімальні технологічні витрати СГП.

Список літератури

1. Бомба М. Я. Наукові і практичні основи обробітку ґрунту : навчальний посібник / М. Я. Бомба, З. М. Томашівський. – Івано-Франківськ: Галичина, – 1993. – 148 с.
2. Грингоф И. И. Агрометеорология / И. И. Грингоф, В. В. Попова, В. Н. Страшный. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 310 с.
3. Завалишин Ф. С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве / Ф. С. Завалишин. – М.: Колос, 1973. – 319 с.
4. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов онтогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений / Ф. М. Куперман. – 3-е изд., доп. – М.: Высшая школа, 1977. – 288 с.
5. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор. – Львів: НВФ "Укр. технології", 2002. – 800 с.
6. Луб П. М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства. Автореф. дис...канд. техн. наук.: – Львів, 2006. – 20 с.
7. Пастухов В. І. Обґрунтування оптимальних комплексів машин для механізації польових робіт : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня докт. техн. наук: спец. 05.05.11 „Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / В. І. Пастухов; Харк. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. – Х., 2004. – 38 с.
8. Сидорчук О. В. Агрометеорологічні причини адаптивності технологічних систем із удобрення, підготовки ґрунту та сівби культур / О. В. Сидорчук, В. А. Українець, П. М. Луб, В. В. Грабовець // Сільськогосподарські машини. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – № 21, т. 2. – С. 83–90.
9. Сидорчук О. В. Технологічні вимоги механізованого процесу в рослинництві до темпів ремонту машин / О. В. Сидорчук, М. І. Карпа, В. О. Тимочко, С. А. Федосенко // Підвищення організаційно-технічного рівня ремонтно-відновних процесів в АПК регіону: Пр. ін-ту / Львів с.-г. ін-т. – Львів, 1990. – С. 84–90.

10. Сидорчук О. В. Формалізація умов використання комплексу ґрунтообробних машин / О. В. Сидорчук, П. М. Луб // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха, 2005. – Вип. 89. – С. 109–119.

Отмечено предметные и агрометеорологические причины развития адаптивных технологических систем обработки почвы и посева культа. Раскрыта концепция повышения эффективности этих процессов на основании адаптивного выполнения полевых работ. Отмечены научно-методические задания для реализации этой концепции на практике.

Почва, культура, условия, изменчивость, работы, адаптивное, комплекс машин, эффективность.

The subject and agricultural meteorology reasons of the adaptive technological systems development of soil-tillage and sowing are marked. Conception of efficiency increase of these processes on the basis of adaptive implementation of the field works is exposed. The scientifically-methodical tasks of this conception realization in practice are marked.

Soil, culture, conditions, changeability, works, adaptations, complex of machines, efficiency.

УДК 658.51:631.3

МЕТОД ВРАХУВАННЯ ОБ'ЄКТИВНИХ ПРИЧИН СТОХАСТИЧНОСТІ ТЕРМІНІВ БУРЯКОЗБИРАЛЬНИХ РОБІТ

**О. В. Сидорчук, доктор технічних наук,
член-кореспондент НААН**

**Національний науковий центр «Інститут механізації
та електрифікації сільського господарства»**

П. М. Луб, кандидат технічних наук

Львівський національний аграрний університет

В. С. Спічак, кандидат технічних наук

Володимир-Волинський агротехнічний коледж

В. Л. Пукас, аспірант

Подільський державний аграрно-технічний університет

Розкрито методіку врахування впливу стохастичності природно дозволеного фонду часу на функціонування технологічної

© О. В. Сидорчук, П. М. Луб, В. С. Спічак, В. Л. Пукас, 2015