

УЗГОДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ОЗИМИХ КУЛЬТУР ІЗ ПАРАМЕТРАМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ЇХ СІВБИ

Івасюк І.П., здобувач

(ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»)

Означено потребу врахування стохастичного впливу предметної та агрометеорологічної складових ґрунтообробно-посівних процесів під час обґрунтування параметрів відповідних технологічних комплексів машин. Узагальнено методика дослідження технологічного процесу обробітку ґрунту та сівби озимих культур на підставі методів статистичного імітаційного моделювання. Представлено результати узгодження характеристик виробничої програми озимих культур із параметрами технологічного комплексу ґрунтообробно-посівних машин.

Постановка проблеми. Сільськогосподарські підприємства (СП) України, що вирощують озимі культури, щороку ризикують понести значні втрати майбутнього врожаю внаслідок несвоєчасності виконання множини технологічних операцій із обробітку ґрунту та сівби, а також несприятливої дії агрометеорологічних умов осіннього та зимового періодів [1,5]. З огляду на некерованість останніх основну увагу, щодо зниження втрат врожаю, слід приділити своєчасності відповідних механізованих процесів. Одним із основних шляхів вирішення цього завдання є узгодження характеристик виробничої програми озимих культур СП із параметрами технологічного комплексу ґрунтообробно-посівних машин (ТКП), що здійснюється на підставі врахування мінливого впливу предметних та агрометеорологічних умов літньо-осіннього періоду на терміни виконання відповідного процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз чинних науково-методичних положень щодо обґрунтування параметрів парку машин у рільництві свідчить про те [3,9,12], що їх застосування для оцінки ефективності ТКП є обмеженим та потребує доопрацювання. Це зумовлене неврахуванням того, що функціональні показники ґрунтообробно-посівного процесу значним чином залежать від некерованого впливу агрометеорологічних умов на стан та тенденції зміни агрофону поля у розрізі того чи іншого літньо-осіннього періоду. Зокрема, чинні методи та моделі не враховують системно зумовлену мінливість термінів початку, тривалості та завершення відповідних робіт, а також особливості стохастичного впливу предметних та агрометеорологічних складових на своєчасність обробітку ґрунту та сівби озимих культур. Тому безпосереднє їх використання для узгодження характеристик виробничої програми озимих культур із параметрами ТКП може призвести до помилкових інженерних рішень.

Мета дослідження підвищити ефективність процесів обробітку ґрунту та сівби озимих культур на підставі обґрунтування параметрів та застосування технологічних комплексів відповідних машин, що забезпечують їх якісне та своєчасне виконання за стохастичних агрометеорологічних умов.

Виклад основного матеріалу. Системний аналіз виробничої системи вирощування озимих культур переконує у тому [8], що вона складається із скінченої множини підсистем: 1) постачання; 2) технологічної; 3) транспортної; 4) обслуговуючої; 5) переробки та зберігання продукції; 6) продажу продукції; 7) управлінської. Не заглиблюючись у сутність цих підсистем, зазначимо що кожна із них має свої функції, підпорядкованість та обмеження.

Щодо технологічної підсистеми то вона виконує роботи, які безпосередньо пов'язані із перетворенням початкових матеріалів у кінцеві продукти. У технологічній підсистемі виконуються механізовані процеси обробітку ґрунту та сівби, процеси догляду за рослинами та процеси збирання врожаю, котрі скеровані на почергове перетворення предмету праці (агрофону поля) із одного якісного стану в інший з метою досягнення кінцевого результату її функціонування – отримання врожаю рослинної продукції.

Розглядаючи явище якісного перетворення агрофону поля як предмету праці процесу механізованого обробітку ґрунту та сівби озимих культур, приходимо до висновку про наявність чіткої послідовності, циклічності та взаємної залежності головних технологічних операцій що виконуються у межах цієї підсистеми. Зокрема, результати виконання окремої операції формують початкові умови для виконання наступної і т.д.

Спільною ознакою цих робіт є те, що реалізація кожної із них відбувається за певними етапами. Часові характеристики настання цих етапів та використання технологічного комплексу відповідних машинних агрегатів, відбувається за умови виникнення специфічних подій у технологічній системі. Для процесу механізованого обробітку ґрунту та сівби озимих культур, такі події значним чином зумовлені некерованим впливом агрометеорологічних умов на стан агрофону поля (предмету праці), а відтак і на часові характеристики ґрунтообробно-посівного процесу у розрізі літньо-осіннього періоду.

Системний аналіз причин виникнення цих подій дав змогу виокремити такі їх дві групи: 1) базові (достигання попередника та початок функціонування ТКП, початок та завершення погожих і непогожих проміжків, виникнення потреби знищення бур'янів, виникнення потреби сівби озимої культури, виникнення втрат врожаю культури через несвоєчасність її сівби, виникнення крайніх термінів сівби озимих культур); 2) похідні (виникнення потреби виконання таких технологічних операцій як лушення, оранка, суцільна культивування, передпосівний обробіток та сівба).

Виходячи із наявності "природної" складової (агрометеоумов [7] та агрофону полів СГП [10]) та її впливу на перебіг згаданих робіт у часі дослідження показників ефективності ТКП необхідно здійснювати із врахуванням системно-подієвих тенденцій формування термінів виникнення потреби виконання відповідних технологічних операцій та їх черговості у

розрізі згаданого календарного періоду. В основу цих науково-методичних положень покладено елементарну технологічну систему «поля – агрометеорологічні умови – комплекс машин», яка розглядається як замкнута система із відповідними впливами, параметрами та характеристиками її функціонування.

Для розкриття сутності її функціонування, а відтак розроблення специфічних методів та моделей із її дослідження [2,4], реалізовується системно-чинниковий (виокремлюють групи чинників ефективності, встановлюються їх взаємозв'язки, керованість тощо) та системно-подієвий підхід (виокремлюють множини базових та похідних подій, робіт у технологічній системі, а також розкриваються причинно-наслідкові взаємозв'язки між ними), а відтак розробляється концептуальна модель згаданої технологічної системи. У концептуальній моделі виокремлюються складові та елементи, а також взаємозв'язки між ними що важливі для досягнення мети дослідження (моделювання) [2].

В результаті розроблення концептуальної моделі встановлено скінчену множину елементів та закономірностей функціонування технологічної системи прояв яких необхідно відобразити в статистичній імітаційній моделі процесу механізованого обробітку ґрунту та сівби озимих культур для того щоб отримати вірогідні результати комп'ютерних експериментів. Виконання комп'ютерних експериментів із такою моделлю дасть змогу встановити функціональні характеристики технологічної системи у якій використовується технологічний комплекс ґрунтообробно-посівних машин із відповідними параметрами, а відтак здійснити їх узгодження із характеристиками виробничої програми озимих культур на підставі вартісного критерію.

Керуючись вищенаведеними положеннями, розроблено методи та моделі відображення об'єктивного впливу предметної та агрометеорологічної складових ґрунтообробно-посівного процесу на перебіг відповідних робіт у розрізі літньо-осіннього періоду. На цій підставі розроблено статистичну імітаційну модель цього процесу та виконано комп'ютерні експерименти. Це дало змогу здійснити кількісне оцінення функціональних показників процесу, встановити їх закономірності відповідно до зміни характеристик виробничої програми озимих культур та незмінних параметрів ТКП, виконати їх вартісне оцінення та розв'язати оптимізаційну задачу щодо пошуку таких характеристик виробничої програми згаданих культур за яких вартісний критерій ефективності (сукупні питомі витрати: питомі експлуатаційні витрати та питомі технологічні втрати) сягає свого екстремуму, а відтак узгодити характеристики виробничої програми озимих культур із параметрами ТКП.

Комп'ютерні експерименти із статистичною імітаційною моделлю ґрунтообробно-посівного процесу літньо-осіннього періоду виконано для одиничного ТКП, що сформовано на базі трактора кл. 3 – ХТЗ-17021, який, відповідно до інтенсивності потоку вимог на виконання відповідних технологічних операцій, по чергово поєднується із сільськогосподарськими машинами (для операції лущення – ХТЗ-17021+ЛДГ-15, $W_{zod} = 4,43$ га/год; оранки – ХТЗ-17021+ПЛН-5-35, $W_{zod} = 1,10$ га/год; суцільної культивування – ХТЗ-

17021+С-11У+3КПС-4ПП, $W_{зод}= 5,90$ га/год; передпосівного обробітку та сівби – ХТЗ-17021+АПП-6, $W_{зод} = 3,15$ га/год) і виконує планову програму робіт. Виробнича програма СГП сформована із сівозміни семи характерних для Дубенського району Рівненської області культур та відповідної структури їх площ (горох (0,089) – озима пшениця (0,226) – цукрові буряки (0,204) – кукурудза на силос (0,039) – озиме жито (0,122) – картопля середньорання (0,168) – озимий ріпак (0,152). Межі площ озимих культур для яких виконувалось моделювання ґрунтообробно-посівного процесу становили – 10-300 га.

Виконання комп'ютерних експериментів та опрацювання їх результатів дало змогу встановити кореляційні залежності обсягів технологічних втрат ґрунтообробно-посівного процесу від площі озимих культур у СГП (табл.).

Таблиця - Рівняння залежностей вартісних оцінок технологічних втрат ґрунтообробно-посівного процесу від площі озимих культур у СГП

Культура	Рівняння залежності	Кореляційне відношення
Озимий ріпак	$B_{мл}^{op} = -2.34 \cdot 10^{-10} \cdot S_o^6 + 3.1 \cdot 10^{-7} \cdot S_o^5 - 1.5 \cdot 10^{-10} \cdot S_o^4 + 0.0351 \cdot S_o^3 - 3.7526 \cdot S_o^2 + 162.75 \cdot S_o - 1828.2$	0,984
Озима пшениця	$B_{мл}^{on} = 9 \cdot 10^{-10} \cdot S_o^6 - 9 \cdot 10^{-7} \cdot S_o^5 + 3.58 \cdot 10^{-5} \cdot S_o^4 - 6.8 \cdot 10^{-3} \cdot S_o^3 + 0.6085 \cdot S_o^2 - 21.23 \cdot S_o + 208.3$	0,963
Озиме жито	$B_{мл}^{ож} = 3.15 \cdot 10^{-11} \cdot S_o^6 + 2.7 \cdot 10^{-8} \cdot S_o^5 - 1 \cdot 10^{-5} \cdot S_o^4 + 2.8 \cdot 10^{-3} \cdot S_o^3 - 0.18635 \cdot S_o^2 + 26.633 \cdot S_o - 238.56$	0,986

Графічне представлення цих закономірностей (рис. 1), унаочнює тенденцію різкого зростання обсягів технологічних втрат при застосуванні ТКГП (сформованого на базі трактора кл. 3) на площі озимих культур більше 150 га, що переконує у вагомості науково-прикладної задачі узгодження характеристик виробничої програми СГП із параметрами ТКГП та мінімізації значних технологічних втрат під час виконання ґрунтообробно-посівних робіт у рільничих підприємствах.

Користуючись встановленими закономірностями зміни функціональних характеристик ТКГП, зокрема закономірністю зміни оцінок математичного сподівання [6] обсягів фактично виконаних робіт окремими машинними агрегатами, та відомими методами вартісного оцінення технологічних (експлуатаційних) витрат [11] встановлено залежність їх питомих показників від площі озимих культур у СГП. Поєднуючи ці показники із показниками питомих технологічних втрат врожаю озимих культур (через несвоєчасність їх сівби), вирішено оптимізаційну задачу щодо встановлення мінімальних сукупних питомих витрат у ґрунтообробно-посівних процесах (рис. 2).

Отримані результати констатують можливість узгодження характеристик виробничої програми озимих культур СГП та параметрів ТКГП із мінливим впливом предметної та агрометеорологічної складових цих процесів на підставі оцінок математичного сподівання відповідних функціональних показників. Таке узгодження складових технологічної системи «поля – агрометеорологічні умови – комплекс машин» на практиці дає змогу забезпечити мінімальні

сукупні питомі витрати коштів ґрунтообробно-посівного процесу у межах – 892,54 грн/га, за умови використання сформованого ТКП на базі трактора кл. 3 на оптимальній площі озимих культур – 250 га. За інших значень виробничої площі озимих культур сукупні питомі витрати згаданих механізованих процесів будуть більшими, що не відповідає критеріям узгодженості.

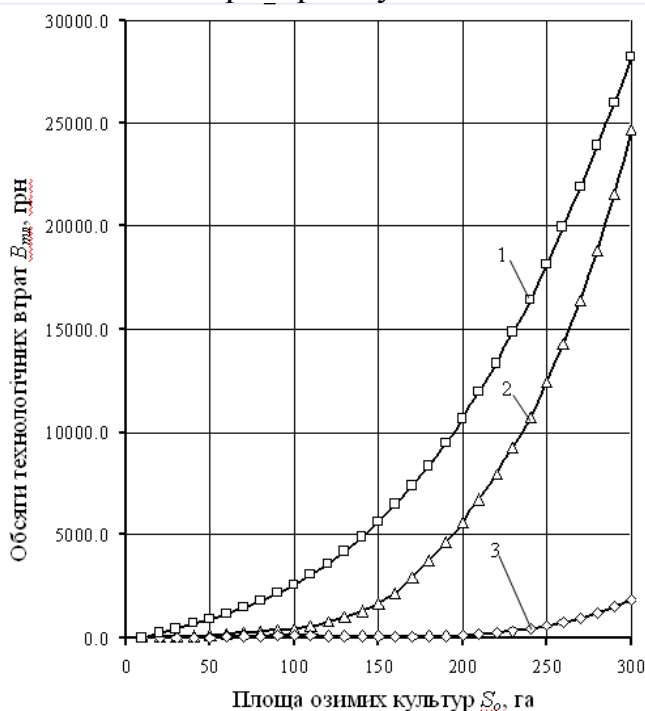


Рисунок 1 - Закономірність зміни обсягів технологічних витрат для ТКП із незмінними параметрами та змінними обсягами площ озимих культур у СГП: 1 – озиме жито; 2 – озимий ріпак; 3 – озима пшениця

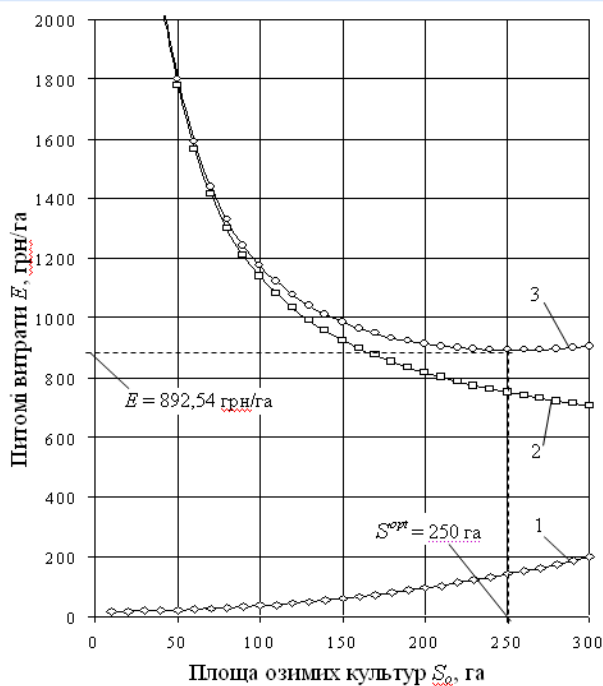


Рисунок 2 - Узгодження характеристик виробничої програми СГП із параметрами технологічного комплексу ґрунтообробно-посівних машин (7 характерних культур, трактор кл. 3 – ХТЗ-17021): 1 – питомі технологічні витрати; 2 – питомі технологічні (експлуатаційні) витрати; 3 – сукупні питомі витрати

Таким чином, отримані результати комп'ютерних експериментів є важливою передумовою розроблення організаційно-технологічних рекомендацій щодо підвищення ефективності ґрунтообробно-посівних процесів завдяки узгодження характеристик виробничої програми СГП та параметрів ТКП із врахуванням стохастичного впливу предметних та агрометеорологічних умов літньо-осіннього періоду на своєчасність виконання відповідних технологічних операцій.

Висновки

Розгляд процесів механізованого обробітку ґрунту та сівби озимих культур дав змогу встановити значну залежність термінів їх виконання від сукупного впливу агрометеорологічної та предметної складових впродовж літньо-осіннього періоду. Врахування цих особливостей у методах та моделях системного дослідження ґрунтообробно-посівних процесів дасть змогу відобразити системно-подієві особливості функціонування відповідного комплексу машин, виконати багаторазову реалізацію статистичної імітаційної моделі та отримати репрезентативні вибірки показників щодо своєчасності виконання ґрунтообробно-посівних робіт, оцінити експлуатаційні витрати та технологічні втрати, розв'язати оптимізаційну задачу, а відтак обґрунтувати рекомендації щодо параметрів ґрунтообробно-посівного комплексу машин. Виконані комп'ютерні експерименти із розробленою статистичною імітаційною моделлю процесу обробітку ґрунту та сівби озимих культур дали змогу встановити те, що застосування сформовано на базі трактора кл. З технологічного комплексу ґрунтообробно-посівних машин на оптимальній виробничій площі - 250 га із характерними (для Дубенського району Рівненської області) озимими культурами (озимий ріпак – 0,152, озима пшениця – 0,226, озиме жито – 0,122) дасть змогу забезпечити мінімальні сукупні питомі витрати згаданого процесу на рівні – 892,54 грн./га.

Список літератури

1. Аграрний сектор України [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agroua.net/>
2. Альянах И. Н. Моделирование вычислительных систем / И. Н. Альянах. – Л. : Машиностроение, 1988. – 233 с.
3. Бондар С.М. Обґрунтування раціонального складу та ефективного використання комплексів машин для основного обробітку ґрунту в умовах зони Полісся України: Автореф. дис.... канд. тех. наук. – Київ, 2002. – 19 с.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. - М.: Наука, 1978. - 351 с.
5. Валова продукція сільського господарства України (у постійних цифрах 2010 р.). Статистичний збірник / За ред. Н.С. Власенко. – К. : Державна служба статистики. – 2012. – 48 с.
6. Гершгорн А.С. Элементы теории вероятностей и математической статистики // Учебн. Пос. Львов. – 1961. – 254 с.
7. Грингоф И.И., Попова В.В., Страшный В.Н. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеиздат, – 1987. – 310 с.

8. Дружинин В. В. Системотехника / В. В. Дружинин, Д. С. Контров. – М. : Радио и связь, 1985. – 200 с.

9. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинотракторного парка / Ю.К. Киртбая. – М.: Колос. – 1982 – 320 с.

10. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко, П.В. Іващук, О.В. Корнійчук // За ред. В.В. Лихочвора, В.Ф. Петриченка. – 3-є вид., виправ., допов. – Львів: НФВ "Українські технології", 2010. – 1088 с.

11. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку. Збірник наук.пр. НАУ. Механізац. с.г. вир-ва. – Т.ХІV. – 2003. – С.189-194.

12. Финн Э.А. Оптимизация эксплуатационных систем сельскохозяйственной техники: Автореф. дис... д-ра техн. наук; 05.20.03; 05.13.06 /ВАСХНИЛ. СО. СибИМЭ. – Новосибирск, – 1989. – 40с.

Аннотация

СОГЛАСОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР С ПАРАМЕТРАМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЧВЫ И ИХ ПОСЕВА

Івасюк І.П.

Отмечена потребность учета стохастического влияния предметной и агрометеорологической составных почвообрабатывающе-посевных процессов во время обоснования параметров соответствующих технологических комплексов машин. Обобщена методика исследования технологического процесса возделывания почвы и посева озимых культур на основании методов статистического имитационного моделирования. Представлены результаты согласования характеристик производственной программы озимых культур с параметрами технологического комплекса почвообрабатывающе-посевных машин.

Abstract

THE CONCORDANCE OF WINTER CROPS PRODUCTIVE PROGRAM DESCRIPTIONS WITH MACHINES COMPLEX PARAMETERS FOR SOIL-TILLAGE AND SOWING

I. Ivasjyk

The necessity of stochastic influence considering of subject and agrometeorology component of the soil-tillage processes during the technological machines complexes parameters grounding is marked. The methodology of soil-tillage and sowing process research of winter crops on the basis of statistical imitation modeling methods is generalized. The concordance results of the winter crops program with the parameters of soil-tillage and sowing machines technological complex are given .