

Копішинська О. П.

Кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри інформаційних систем та технологій Полтавської державної аграрної академії

Маренич М. М.

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент, декан факультету агротехнологій та екології Полтавської державної аграрної академії

Уткін Ю. В.

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій Полтавської державної аграрної академії

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

У статті проаналізовано функціональні можливості та призначення окремих складових систем точного землеробства, зокрема досліджено переваги застосування систем паралельного водіння у порівнянні з традиційними методами обробітку полів на різних етапах вирощування культур за рахунок зменшення ширини зон перекриття. Шляхом моделювання низки виробничих процесів передпосівної обробки поля площею 1000 га здійснено оцінку ефективності систем точного землеробства на прикладі усереднених даних реальних господарств. Отримано результати, які демонструють наявність стійкого економічного ефекту при застосуванні навіть окремих елементів точного землеробства та короткий період окупності технічних та програмних засобів, які необхідно впровадити на першому етапі.

***Ключові слова.** Інформаційні технології, точне землеробство, моделювання технологічних операцій, паралельне водіння, GPS-контроль, зони перекриття.*

Копишинская Е. П., Маренич Н. Н., Уткин Ю. В.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В АГРАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В статье проанализированы функциональные возможности и назначение отдельных элементов систем точного земледелия, в частности исследованы преимущества применения систем параллельного вождения по сравнению с традиционными методами обработки полей на разных этапах выращивания культур за счет уменьшения ширины зон перекрытия. Путем моделирования ряда производственных процессов предпосевной обработки поля площадью 1000 га осуществлена оценка эффективности систем точного земледелия на примере усредненных данных реальных хозяйств. Полученные результаты демонстрируют наличие устойчивого экономического эффекта при применении даже отдельных элементов точного земледелия и короткий период окупаемости технических и программных средств, которые необходимо внедрить на первом этапе.

Ключевые слова. Информационные технологии, точное земледелие, моделирование технологических процессов, параллельное вождение, GPS-контроль, зоны перекрытия.

Olena P.Kopishynska, Mykola M. Marenych, Yurii V. Utkin

EFFECTIVENESS OF PRECISION FARMING INFORMATION SYSTEMS IMPLEMENTATION IN AGRARIAN ENTERPRISES

The article is devoted to investigating of the advantages of applying precision farming systems and to determining their economic efficiency in comparison with traditional methods of field cultivation. The urgency of this topic was confirmed on the basis of the analysis of a number of native and foreign publications which reveals the essence of precision farming technologies and describes the experience of implementing precision farming systems in different countries.

The economic and system structural analysis as well as series of calculations were conducted based on the simulation of the most common technological

operations of pre-planting soil cultivation. The main advantages of using parallel driving systems in comparison with traditional methods of field processing at different stages of cultivating crops due to the reduction of the width of overlap areas at least 15 cm at each run of the power machine are investigated. Such results can be achieved through the implementation of GPS monitoring, the use of RTK stations and autopilot, especially in the dark.

By modeling a number of production processes of pre-sowing field treatment on the example of a conditional field of 1000 hectare an estimation of the economic efficiency of precision farming systems was made. Averaged data of real enterprises in the Poltava region (Ukraine) during sunflower cultivation was used for economic efficiency assessment. The obtained results demonstrate a sustainable economic effect in the application of even individual elements of precision farming and a short payback period of technical and software tools that need to be implemented in the first stage. The theoretical and economic considerations mentioned in the article can be easily transformed for farms of different sizes and can become additional arguments in favor of the introduction of precision farming systems in general and parallel driving systems in particular in various agrarian enterprises of Ukraine.

Keywords. Information technology, precision farming, simulation of technological processes, parallel driving, GPS monitoring, overlapping zones.

Постановка проблеми. В останні десятиріччя галузь рослинництва сільського господарства України демонструє досить активний розвиток у напрямі збільшення урожайності провідних культур, що реалізуються на внутрішньому та зовнішньому ринках. Разом із тим, інтенсифікація виробництва, превалювання в структурах сівозмін культур, що виснажують землі, поступово призводить до значного зниження родючості найкращих українських ґрунтів, зменшенню вмісту гумусу та порушенню їх структури. Внесення добрив та рекультивація земель вже не дають таких приростів врожаю, як це було раніше. Собівартість продукції постійно збільшується. Тому в сучасних умовах розвиток аграрного виробництва неможливий без

впровадження інноваційних технологій для його здійснення. Застосування систем, що засновані на використанні інформаційних технологій у галузі рослинництва, дає позитивні економічні результати: моніторинг використання техніки та паливно-мастильних матеріалів, контроль внесення добрив, засобів захисту рослин та посівного матеріалу забезпечують раціональне використання ресурсів. Системи так званого точного землеробства, що швидкими темпами поширюються в провідних країнах світу, поступово впроваджуються і в Україні. Однак відсоток господарств, які перейшли на нові технології аграрного виробництва, не задовольняє сучасних потреб. Для забезпечення максимального прибутку необхідний комплексний підхід, що полягає в поступовому впровадженні технології на кожному з етапів – від організації і ведення польових робіт до збуту готової продукції.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. На жаль, значна кількість керівників аграрних підприємств не усвідомлює переваг новітніх технологій, а також не хоче ризикувати, виходити із зони комфорту, щоб отримати більше. У наукових публікаціях відчувається брак експериментальних даних та структурованого аналізу проблеми, недостатньо висвітлюються рекомендації та досвід впровадження комплексних рішень із застосуванням наявних вітчизняних та зарубіжних технологій. Незнання залишають вітчизняних виробників далеко позаду у порівнянні з європейськими фермерами. Тому питання науково-економічного обґрунтування та висвітлення переваг застосування новітніх технологій точного землеробства є досить актуальним і сприятиме переходу сільськогосподарського виробництва України на якісно новий рівень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У вітчизняній та зарубіжній науковій літературі, в глобальному інформаційному просторі інтерес до теми точного землеробства невпинно зростає. Глибокий аналіз змісту різних визначень точного землеробства (precision agriculture), а також тенденцій, форм і перспектив його впровадження у більшості країн світу подано в роботах провідних зарубіжних авторів П. Роберта, Р. Планта, МкБретні та ін. [1-3].

Детальний опис технологічних засобів точного землеробства, економічних та екологічних аспектів його впровадження, а також перспективний план підтримки фермерів Європейського союзу на період 2014-2020 рр. викладено в колективній роботі, підготовленій Комітетом Європейського Парламенту з питань розвитку сільського господарства та сільських територій [4]. Великий науковий та організаційний внесок у популяризацію ідей точного землеробства здійснює Міжнародна спілка точного землеробства (ISPA) – наукова організація, яка бере початок прямо від засновників ідеї точного землеробства в штаті Міннесота (США) з 90-х років [5]. У роботах [6-7] також наведено експериментально отримані показники економії палива за рахунок автопілотування комбайнів і тракторів, а також економії добрив за автоматично розрахованого точного внесення. В публікації відомого Інтернет-видання зроблено спробу сформулювати відповідь щодо дискусійного питання про необхідність чи престижність точного землеробства та названі найбільш поширені засоби (пристрої), які є технічною основою відповідних етапів впровадження систем точного землеробства [8]. Експериментально отримані дані з економії та ефективності розумного землеробства узагальнено та наведено в роботі [9]. Цікава стаття про досвід США показує реальні цифри і дає зрозуміти всю важливість нових технологій, розкриваючи всі тонкощі системи, а також беззаперечно доносить основну ідею. Загалом, одним із результатів вивчення досвіду практичного застосування інновацій у сільському господарстві є виокремлення для кожного господарюючого суб'єкту та об'єкту тих послуг і технологій, що дійсно працюють.

Мета статті – дослідити переваги застосування систем точного землеробства та визначити їх ефективність у порівнянні з традиційними методами в рослинництві шляхом моделювання низки виробничих процесів на прикладі усереднених даних реальних господарств.

Виклад основних результатів дослідження. Проведене в даній роботі дослідження показує, що більшої ефективності аграрного виробництва можна досягти завдяки використанню якісно нових технологій рільництва, що входять

до систем точного землеробства. Точне землеробство (в зарубіжних публікаціях аналогічними є терміни *precision farming*, *precision agriculture*, *smart farming*) визначається як концепція впровадження технологій у рільництво на основі ґрунтових картографічних одиниць, використання точних дистанційних даних – знімків супутника чи дрона, а також використання технологій для обробки цих даних [10]. На основі аналізу даних з багатьох інформаційних джерел можна виділити найпоширеніші засоби точного землеробства.

По-перше, GPS-обладнання (навігатор, приймач, модуль) – пристрої, що взаємодіють із космічним супутником, визначаючи точне розташування на Землі будь-якого предмета: трактора, сівалки, окремої рослини.

По-друге, RTK-станція, яка приймає сигнал із космічного супутника, уточнює його, посилює і прив'язує до конкретної місцевості із високим ступенем точності: ± 2 см. Така станція є особливо необхідною при роботі за технологіями *no-till* та *strip-till*. Радіус дії сигналу RTK-станції – до 50 км, в якому одночасно можуть працювати до 300 транспортних засобів.

По-третє, системи паралельного водіння – курсопоказчики, автопілоти, що допомагають досягти точності пересування техніки полями: рухатися з мінімальними перекриттями або й без них, чітко об'їжджати перешкоди, сіяти й збирати по технічних коліях.

По-четверте, N-Sensor – датчик, що визначає потребу рослин в азоті під час руху трактора полем, дозволяє змінювати дозу внесення добрива, взаємодіючи з розкидачем або оприскувачем.

По-п'яте, квадрокоптер (дрон) – керований із землі літальний апарат, який може вести аерофотозйомку, стежити за тваринами, локально вносити добрива й ЗЗР.

По-шосте, портативна мобільна метеостанція, яка дозволяє отримувати точні показники температури й вологості, вимірювати атмосферний тиск, на підставі даних робити прогноз погоди на найближчі 6 годин.

На завершення переліку – комп'ютерна програма для менеджера (аграрний офіс), яка дозволяє аналізувати управлінський і бухгалтерський

облік, вести планування, контроль і аналіз поля, історію сівозмін, вегетації рослин, фінансові розрахунки та облік кадрів.

В Україні вже є достатньо прикладів поетапної реалізації впровадження всіх названих складових системи точного землеробства [11]. Однак, зважаючи на великі розбіжності розмірів аграрних підприємств (від сотень га земельного банку до десятків тисяч), відмінні природні та інші умови, можна почати впровадження в практику сільськогосподарського виробництва сучасних наукових розробок у галузі інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки з окремих складових. Найпростішим і цілком доступним елементом точного землеробства, який можна використовувати в будь-якому господарстві, є застосування навігаційних приладів паралельного водіння агрегатів. Усе більше господарств України мають можливість оцінити переваги такої техніки під час виконання польових робіт.

Для визначення показників ефективності впровадження системи паралельного водіння було проведено розрахунки на прикладі моделювання низки технологічних операцій з підготовчих робіт для посіву соняшника на насіння із використанням усереднених експериментальних даних, отриманих з декількох підприємств Полтавської області (найпоширеніші марки енергомашин та навісного обладнання, витрати пального, добрив, гербіцидів на 1 га і т. ін.). Розрахунки проведено для площі 1000 га. Для зручності моделювання вважатимемо, що поле має форму прямокутника зі сторонами 1 тис. м та 10 тис. м. У процесі модельного експерименту розглянуто результати роботи енергомашини МТЗ-1025 із різним набором агрегатів, але у першому випадку без системи паралельного водіння, а в другому – використовуючи дану систему. При модельному експерименті при порівнянні площ перекриття та кількості гонів не враховувалася довжина розвороту агрегату поза межами поля. Для виконання різних технологічних операцій розглядаються технічні характеристики відповідного навісного та причіпного обладнання. Визначення ефективності застосування систем паралельного водіння проводилося для наступних технологічних операцій:

- передпосівна культивация (енергомашина – МТЗ-1025; культиватор-КПС-4,2);
- дискування (енергомашина – МТЗ-1025; дискова борона – АГД-2,4);
- розкидання мінеральних добрив (нітроамофоска 100 кг/га, енергомашина – МТЗ-1025; розкидач мінеральних добрив – МВД-900).
- внесення ґрунтового гербіциду двох видів: Альфа Гетьман 2 л/га, Альфа Прометрин 2 л/га (енергомашина – МТЗ-1025; причепний обприскувач Hardi Commander (24м).

Ціни на паливе, добрива, гербіциди, пестициди (табл. 1) та обладнання для паралельного водіння взято станом на кінець 2018 року.

Таблиця 1

Вихідні дані про ціни на витратні матеріали, кінець 2018 р.

Найменування витратних матеріалів та одиниць виміру	Вартість витратних матеріалів, грн
Паливо. Дизель/ за 1 літр	28
Мінеральне добриво. Нітроамофоска/ за 1 т	13000
Ґрунтовий гербіцид. Альфа Гетьман/ за 1 л	330
Ґрунтовий гербіцид Альфа Прометрин/ за 1 л	250

Для розрахунку ефективності застосування паралельного водіння в якості прикладу розглянуто систему, яка комплектується наступним основним устаткуванням: монітор – Trimble Ez-guide 250; комплектуюча антена – AD15, яка забезпечує точність позиціонування з похибкою 15-20 см на безкоштовній основі. Вартість обладнання, яке встановлюється на одну одиницю техніки, складає біля 45 тис. грн. Для забезпечення більшої точності позиціонування є можливість застосовувати власну RTK-станцію або оформити підписку компанії AgroRTK на 1 рік із абонентською платою 18 тис. грн з ПДВ. Ця підписка дає можливість користуватись антеною, на яку відсилається сигнал з базової антени AG15 та зменшує похибку позиціонування до 2-х см.

Розглянемо зазначені технологічні операції у різних варіантах застосування паралельного водіння та без нього.

1. Дискування (МТЗ-1025+ АГД-2,4).

Агрегат АГД-2,4 має робочу ширину 2,4 м, але з урахуванням ширини перекриття 20 см без паралельного водіння захват буде сягати 2,2 м. На полі площею 1000 га, до якого прив'язується модельний експеримент, потрібно пройти 4546 гонів (рис. 1, а). Витрати пального при цьому на 1 гін становлять 1,74 л (із розрахунку 8 л/га). З урахуванням меншої фактичної площі і конфігурації пересічного поля кількість проходів може бути значно більшою.

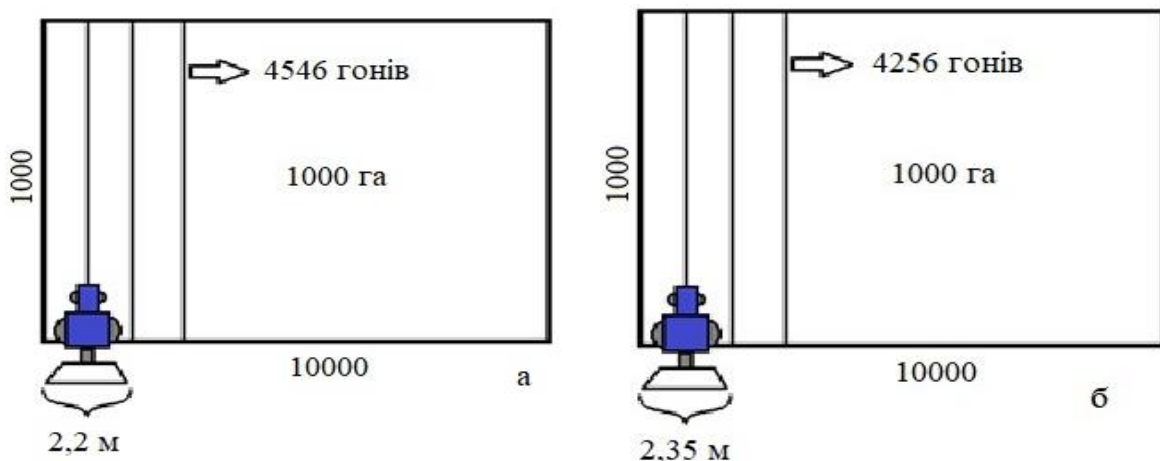


Рис. 1. Схематичне зображення різної кількості гонів та різних захватів при здійсненні дискування (МТЗ-1025+ АГД-2,4) традиційним способом (а) та із застосуванням паралельного водіння (б) (розроблено авторами)

Для порівняння розглянемо використання цієї ж техніки, але із системою паралельного водіння. Беручи до уваги те, що до комплекту не входить система автопілот, перекриття складатиме 5 см, як вплив людського фактору. Тому захват агрегату сягатиме 2,35 м. Для обробки поля, описуваного в цій роботі, площею 1000 га, потрібно пройти 4256 гонів (див. рис. 1, б). Витрати пального розраховані за попередньо описаним алгоритмом. Порівняльні результати витрати пального при здійсненні дискування поля 1000 га при застосуванні та відсутності систем паралельного водіння наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Результати розрахунку витрат пального на полі 1000 га при дискуванні із використанням МТЗ-1025+ АГД-2,4 (розраховано авторами)

Параметри	Кількісні параметри без	Кількісні параметри із	Різниця
-----------	-------------------------	------------------------	---------

	застосування паралельного водіння	застосуванням паралельного водіння	параметрів (+/-)
Гони, к-ть	4546	4256	-290
Пальне, л	8000	7500л	-500

2. Розкидання мінеральних добрив (МТЗ-1025+ МВД-900)

Агрегат МВД-900 має робочу ширину 18 метрів, але, зважаючи на те, що при традиційному застосуванні перекриття становить 20 см, захват буде складати 17,8 метрів. На полі площею 1000 га потрібно пройти 562 гони довжиною 1000 м (рис. 2 а).

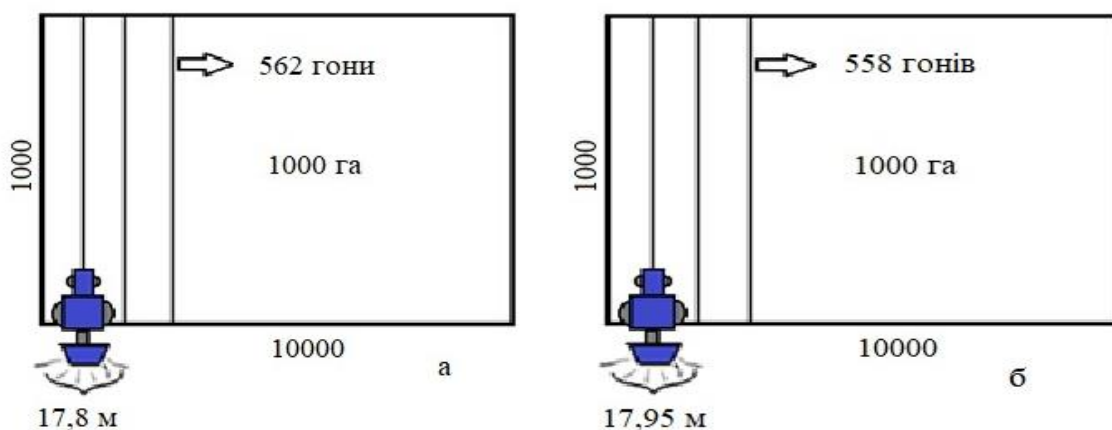


Рис. 2. Схематичне зображення різної кількості гонів та різних захватів при внесенні мінеральних добрив (МТЗ-1025+ МВД-900) традиційним способом (а) та з використанням паралельного водіння (б) (розроблено авторами)

За умови використання цієї ж техніки із системою паралельного водіння захват агрегату сягатиме 17,95 м. Для обробки того ж поля площею 1000 га потрібно пройти 558 гонів довжиною 1000 м (тобто довжина гону залишається сталою) (див. рис. 2 б). При цьому витрати палива складуть 1489,86 л.

Наступний кроком моделювання цієї операції є розрахунок кількості витрачених добрив. Витрати добрива обчислювались із розрахунку 100 кг/га.

Швидкість руху енергомашини при обробітку поля становить 8 км/год., захват агрегату – 17,8 метрів. За традиційної технології перекриття становить 20 см і буде виконано 562 гони. Площа перекриття одного гону становить 200 м^2 (0,02 га), сумарна площа перекриттів на всіх гонах складає відповідно

11,24 га. Саме на цій площі відбувається подвійне внесення добрив для розглядуваної моделі поля. Із використанням системи паралельного водіння захват агрегату становить 17,95 м, тобто площа перекриття значно зменшується і становить 50 м² (0,005 га). Сумарна площа перекриттів при паралельному водінні становитиме 2,79 га. Різниця загальної площі перекриття на даному полі становить 8,45 га за рахунок застосування паралельного водіння. Це дає можливість заощадити 845 кг добрив на даному полі. Порівняльні результати моделювання витрат мінеральних добрив та пального при внесенні мінеральних добрив при застосуванні/відсутності паралельного водіння наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Результати розрахунку витрат пального на площі 1000 га при внесенні мінеральних добрив із використанням МТЗ-1025+ МВД-900 (розраховано авторами)

Показники	Кількісні параметри без застосування паралельного водіння	Кількісні параметри із застосуванням паралельного водіння	Абсолютне відхилення параметрів (+/-)
Гони, к-ть	562	558	-4
Пальне, л	1500,54	1489,86	-10,68
Добриво на перекриття, кг	1124	279	-845

3. Передпосівна культивация (МТЗ-1025+ КПС-4,2)

Агрегат КПС-4,2 має робочу ширину 4,2 метри, але при традиційній технології з урахуванням перекриття 20 см, захват буде сягати 4 метри. Витрата пального на 1 гін довжиною 1000 м становить 3,2 л (із розрахунку 8 л/га). Для обробітку земельної ділянки, потрібно виконати 2500 гонів (рис. 3,а).

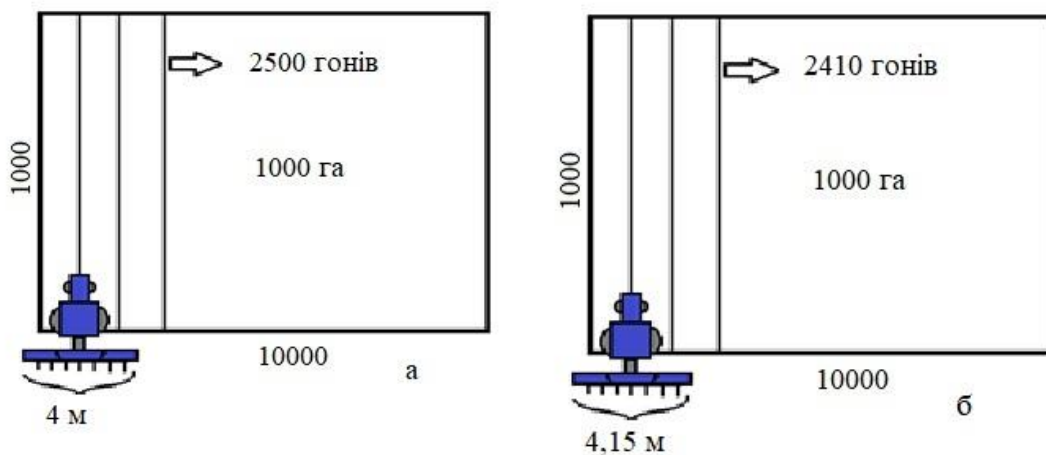


Рис. 3. Схематичне зображення різної кількості гонів та захватів при здійсненні передпосівної культивуації (МТЗ-1025+ КПС-4,2) (розроблено авторами)

Для порівняння розглянемо використання цієї ж техніки, але із системою паралельного водіння. Захват агрегату сягатиме 4,15 м . На 1000 га потрібно пройти 2410 гонів (див. рис. 3,б). Результати розрахунку витрат пального при передпосівній культивуації наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Результати розрахунку витрат пального на полі 1000 га при передпосівній культивуації з використанням МТЗ-1025+ КПС-4,2 (розраховано авторами)

Параметри	Кількісні параметри без застосування паралельного водіння	Кількісні параметри із застосуванням паралельного водіння	Різниця параметрів (+/-)
Гони, к-ть	2500	2410	-90
Пальне, л	8000	7712	-288

4. Внесення ґрунтового гербіциду (МТЗ-1025 + Hardi Commander (24м))

Швидкість руху енергомашини по полю становить 6 км/год. Агрегат має можливість вимикати секції, які складають 4 шт, окремо форсунки не вимикаються. В кожній секції по 12 форсунок, розмах однієї секції 6 метрів. Витрата робочого розчину складає 1,23 л/хв з кожної форсунки. Кожну хвилину всі секції разом випускають 59,04 л розчину/хв. Енергомашини проходить 1 гін за 10 хвилин, витрачаючи при цьому 590,4 л робочого розчину.

Для проведення розрахунків моделі даної операції середня кількість розчину гербіциду на 1 га прийнято 250 л, при чому на кожен літр води припадає по 8 грамів кожного з двох видів гербіциду.

При традиційній методиці проведення операцій загальна кількість гонів складатиме 421 (рис. 2.4, а), враховуючи ширину перекриття 20 см. З цієї причини, як було вже визначено для нашої моделі, на полі при кожному проході техніки формується площа перекриття 0,02 га, на яких відбувається подвійне внесення розчину гербіциду. При проходженні 421 гону сумарна площа перекриття становитиме 8,42 га.

Отже, надлишок гербіциду на поле складатиме 2105 л розчину. При застосуванні системи паралельного водіння із перекриттям 5 см, робоча ширина агрегату становитиме 23,95 м. Загальна кількість гонів при цьому складає 418 (рис. 4, б).

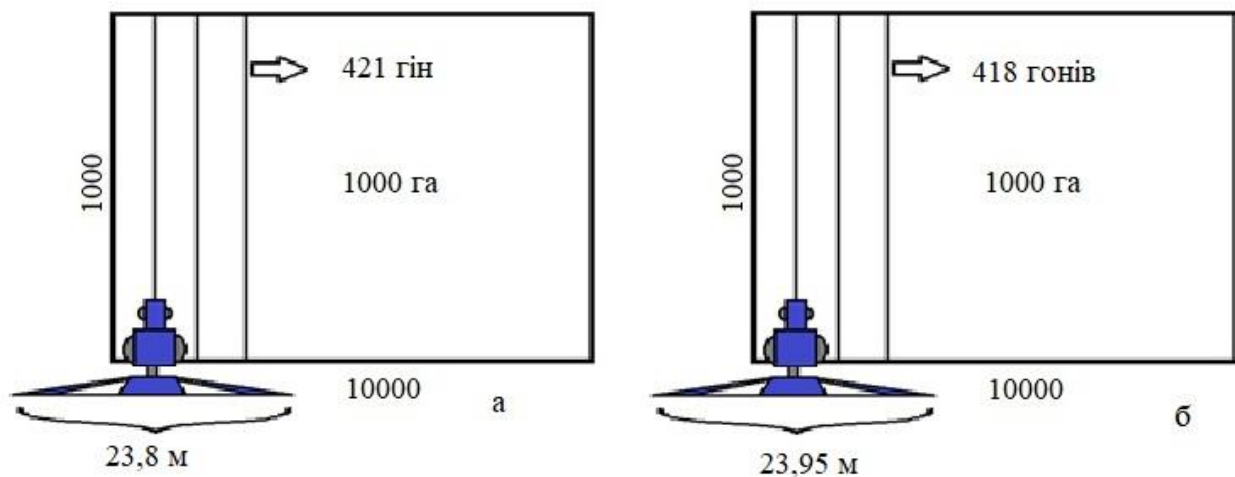


Рис. 4. Схематичне зображення різної кількості гонів та різних захватів при внесенні ґрунтового гербіциду (МТЗ-1025+ Hardi Commander (24м)) (розроблено авторами)

При кожному гоні формується смуга перекриття по внесенню розчину гербіцидів площею 0,005 га. Загальна площа перекриття по всьому полю становитиме 2,09 га. Кількість надлишкового розчину в такому випадку зменшиться до 522,5 л. Різниця надлишкового внесення розчину гербіцидів на

досліджуваному полі становить 1582,5 л. Це дає економію діючої речовини гербіцидів приблизно 12,66 кг кожного виду.

Витрати пального при моделюванні технологічної операції внесення розчину гербіциду на експериментальне поле можна провести за алгоритмом, описаним для подібної операції розкидання добрив. Розрахунок враховує витрати пального 1,5 л/га або 2,67 л на 1 гін довжиною 1000 м. За рахунок більшої ширини навісного обладнання кількість гонів у разі традиційного обробітку, як уже було прораховано, складатиме 421, а в разі застосування паралельного водіння цей показник зменшиться до 418 гонів. Отже, за рахунок 3 гонів економія палива становитиме біля 8 л.

Порівняння витрат на проведення операції внесення ґрунтового гербіциду наведено в табл. 5.

Таблиця 5

**Результати розрахунку витрат пального на полі 1000 га при внесенні ґрунтового гербіциду із використанням МТЗ-1025+ Hardi Commander (24м)
(розраховано авторами)**

Параметри	Кількісні параметри без застосування паралельного водіння	Кількісні параметри із застосуванням паралельного водіння	Різниця параметрів (+/-)
Гони, к-ть	421	418	-3
Пальне, л	1500,54	1492	-8,01
Робочий розчин на перекритті, л	2105	522,5	-1582,5
В т.ч. кожного виду гербіциду, кг	16,84	4,18	-12,66

Отже, порівняльний аналіз проведення передпосівних технологічних операцій за традиційною методикою та в разі застосування такого елементу точного землеробства, як паралельне водіння, показав наступні результати.

У всіх операціях при застосуванні паралельного водіння спостерігається заощадження основних видів ресурсів (палива, гербіцидів, мінеральних добрив) та досягається помітний економічний ефект за рахунок зменшення площ перекриття. До оціночних параметрів не увійшли розрахунки робочого часу

працівників, які також помітно зменшуються при зменшенні кількості гонів на кожному конкретному полі.

Підсумкові розрахунки зміни витрат у кількісному та грошовому вимірах для вибраних видів матеріальних ресурсів при двох підходах до технологічних операцій наведено в табл. 6.

Як показують розрахунки, проведені на основі моделювання технологічних операцій для умовного поля площею 1000 га, при впровадженні паралельного водіння можна отримати значний економічний ефект (близько 41 тис. грн) за рахунок зменшення витрат завдяки зменшенню площі перекриття на кожному гоні техніки. Лише оцінки передпосівних операцій дають підстави очікувати окупність загальних витрат на технічне обладнання для систем паралельного водіння за один рік.

Таблиця 6

**Економічний ефект від впровадження систем паралельного водіння
на площі 1000 га при виконанні передпосівної підготовки ґрунту
(розраховано авторами)**

Найменування матеріальних ресурсів	Вартість витратних матеріалів грн / одиницю	Показники при традиційних методах		Показники при використанні систем паралельного водіння		Ефект від використання систем паралельного водіння	
		Кількість, одиниць	Вартість, грн	Кількість, одиниць	Вартість, грн	Кількість, одиниць	Вартість, грн
Паливо, л	28	19001,08	532030,24	18193,9	509428,08	-807,22	-22602,16
Мінеральне добриво на перекриття, Нітроамофоска, кг	13	1124	14612	279	3627	-845	-10985
Ґрунтовий гербіцид на перекриття, Альфа Гетьман, л	330	16,84	5557,2	4,18	1379,4	-12,66	-4177,8
Ґрунтовий гербіцид Альфа Прометрин, л	250	16,84	4210	4,18	1045	-12,66	-3165
Всього, грн	-	-	556409,44	-	515479,48	-	-40929,96

Варто зауважити, що системи автопілотування у поєднанні з іншими інформаційними технологіями здатні забезпечити зменшення смуг перекриття до 2-3 см, що дозволяє досягти максимальної економії ресурсів та збільшувати рентабельність виробництва.

Висновки. Системи паралельного водіння мають низку беззаперечних переваг, основними серед яких є: збільшення продуктивності праці й використання техніки; більш екологічний обробіток ґрунту; можливість працювати як у світлу, так і темну пору доби завдяки використанню GPS-моніторингу. Застосування систем паралельного водіння у складі технологій точного землеробства дозволяє оптимізувати технології вирощування в межах поля і культури з максимально ефективним використанням доступних вхідних матеріальних і природних ресурсів для збільшення виробництва якісної продукції з низькою собівартістю за рахунок значного зменшення зон перекриття при проведенні виключно всіх технологічних операцій при вирощуванні сільськогосподарських культур. Точність, продуктивність, якість – невідворотне майбутнє сільськогосподарського виробництва.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

р. 444–447. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.10.3.444> (дата звернення

N 30(1–3). Р. 9–29.

. Р. 7–23.

:

о

6. Петренко І. Розумне землеробство. Як українські аграрії використовують високі технології // ТЕКСТИ.org.ua: електрон. версія газ.

Дата

оновлення

30.08.2017.

URL:

http://texty.org.ua/pg/article/editorial/read/79146/Cykl_zbagachenna_Zemelna_reform

а

—

m

о

7. Циганенко М., Макаренко М. Система точного землеробства економить ваші гроші. *Пропозиція*. 2017. №2. С. 56-60.

8. Петренко І. Точне землеробство – мода чи культ? // Інформаційно-аналітична газета «Агробізнес Сьогодні»: електрон. версія газ. 28.07.2017. Дата о

9. John Deere. Системи точного землеробства (AMS). URL: <https://www.deere.ua/uk/magazines/publication.html?id=0650c1a8#8> (дата звернення: 25.01.2019).

10. McBratney, A., Whelan, B., Ancev, T. Future Directions of Precision Agriculture. *Precision Agriculture*. 2005. N 6, p. 7-23

11. Никончук Е. Точное земледелие – козырь в рукаве агрария // Latifundist.com: електрон. версія журн. 12.12.2017. Дата оновлення 12.12.2017. URL: <https://latifundist.com/reportazhy/44-tochnoe-zemledelie--kozyr-v-rukave-agrariya> (дата звернення: 23.01.2019).

Д

а

т

а

з

в

е

р

н

е

н

н

я

Не забудьте надіслати квитанцію про сплату редакційного збору **до 9 квітня (включно)**.

Вартість публікації становить **600 гривень** (до 12 сторінок включно).

Кожна додаткова сторінка сплачується окремо у розмірі **30 гривень**.

Публікаційний внесок необхідно оплатити за наступними реквізитами:

ПІБ одержувача: Головка Олександр Анатолійович

Назва банку одержувача: ПАТ "УкрСиббанк"

МФО банку одержувача: 351005

Ідентифікаційний номер ДРФО одержувача: 3182814578

Номер рахунку одержувача: 2600 238 921 2000

Призначення платежу: За публікацію матеріалів від ПІБ автора.

Дякуємо за проявлений інтерес до Наукового вісника

Херсонського державного університету. Серія

«Економічні науки».