

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ ПРИ  
ВИРОЩУВАННІ КАРТОПЛІ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ  
ЦИФРОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГМ-1-20 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_Каніболодський Владислав Юрійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Деркач Олексій Дмитрович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро – 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ЕМТП \_\_\_\_\_

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ \_\_\_\_\_

(вчене звання)

Деркач О.Д.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Каніболодському Владиславу Юрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** «Підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні картоплі застосуванням методів цифрового землеробства»

керівник роботи Деркач Олексій Дмитрович, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ДДАЕУ від

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року № \_\_\_\_\_

2. **Строк подання студентом роботи** 10.12.2021 р. \_\_\_\_\_

3. **Вихідні дані до роботи.** Навчальний посібник «Дипломне проектування з машиновикористання в рослинництві», Типові норми на виконання механізованих робіт у рослинництві; Практикум елементами інтерактивного навчання «Системи GIS та основи технологій цифрового землеробства»; Методичні рекомендації «Початок роботи з програмою для ведення цифрового землеробства AFS (Advanced Farming Systems)». Деркач О.Д., Михайліченко Є.М., Сумятіна О.О. ДДАЕУ: ЕМТП, 2020. – 28 с.; навчальна, довідкова література з технології вирощування картоплі та машиновикористання в рослинництві.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика господарства. 2. Характеристика сучасних телематичних систем. 3. Експериментально-розрахункова частина. 4. Охорона праці та захист в надзвичайних ситуаціях 5. Економічне обґрунтування роботи. Загальні висновки. Бібліографічний список.

#### 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Титульний лист. 2. Тема, мета, завдання. 3. Механізація вирощування картоплі. 4. Обладнання і методи, що застосовуються в технологіях цифрового землеробства. 5, 6, 7. Експериментально-технологічна частина. 8,9. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 10, 11. Техніко-економічні показники. 12. Загальні висновки. 13. Заключний слайд.

#### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Деркач О.Д., зав. каф. ЕМТП		
2	Деркач О.Д., зав. каф. ЕМТП		
3	Деркач О.Д., зав. каф. ЕМТП		
4	Кравець В.В., доц. каф. ЕМТП		
5	Вініченко І.І, зав. каф. економіки		
Нормоконтроль			

7. **Дата видачі завдання:** 10.06.2021 р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 30.07.2021 р.	
2	Теоретичний	до 10.09.2021 р.	
3	Розрахунковий	до 30.09.2021 р.	
4	Охорона праці	до 15.11.2021 р.	
5	Економічний	до 04.12.2021 р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.12.2021 р.	

Студент \_\_\_\_\_ Каніболодський В.Ю.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Деркач О.Д.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## Реферат

Дипломна робота присвячена вирішенню питання підвищення ефективності машино-тракторного парку шляхом застосування сучасних технологій землеробства, зокрема, цифрових. Ефективними інструментами підвищення показників машиновикористання можуть бути цифрова платформа AFS, онлайн платформа «Агропрофіль», відповідне обладнання. Цифровий контроль при плануванні і реалізації технологічних процесів дозволить раціонально спроектувати технологічні процеси землеробства.

Робота складається з пояснювальної записки формату А 4, виконаної на 61 сторінках, додатків та супроводжувальних презентаційних слайдів, виконаних в програмі Power Point.

Автор дипломної роботи має наукову публікацію у співавторстві в Збірнику наукових праць XIII Міжнародної науково-методичної конференції «Сучасна освіта – доступність, якість, визнання», м. Краматорськ: ДДМА, 16-17 листопада 2021 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА КАРТОПЛІ.....	8
1.1. Технологічні процеси вирощування картоплі .....	8
1.2. Проблеми підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні картоплі.....	19
1.3. Обґрунтування теми дипломної роботи.....	20
2. ОБЛАДНАННЯ І МЕТОДИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЦИФРОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА .....	22
2.1. Загальні відомості.....	22
2.2. Обладнання для паралельного водіння по полю.....	22
2.3. Методи ведення цифрового землеробства.....	27
Висновки по розділу.....	27
3 . ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	28
3.1. Програма досліджень.....	28
3.2. Аналіз існуючої технологічної карти на вирощування картоплі.....	29
3.3. Проектування технологічних процесів з використанням технологій цифрового землеробства .....	30
3.4. Створення ліній навігації в цифровій платформі AFS .....	35
3.5. Аналіз перспективного плану механізованих робіт.....	38
Висновок по розділу.....	40
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	41
4.1. Загальні положення.....	41

4.2. Аналіз небезпечних факторів при вирощуванні картоплі .....	41
4.3. Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників ....	44
4.4. Правила безпечного виконання робіт при роботі з обладнанням, інтегрованим в систему AFS .....	45
4.5. Розробка вимог безпеки праці при настанні надзвичайної ситуації.....	47
Висновки по розділу.....	49
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ.....	50
5.1. Суть економічного ефекту.....	50
5.2. Розрахунок економічної ефективності.....	51
Висновки по розділу .....	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	59
Додатки	

## ВСТУП

Картопля – цінний харчовий, кормовий і промисловий продукт. Щороку її вирощується в Україні близько 19,5...20 млн. тонн, а потреба на внутрішньому ринку складає від 22 млн [1]. Попри це у 2021 році Україна збільшила експорт картоплі в Республіку Білорусь. Очевидно, це пов'язано з тим, що білоруські аграрії не здатні забезпечити картоплею російський ринок.

В Україні картоплю можна вирощувати на всій її території. Фахівцями Українського Клубу Аграрного Бізнесу (УКАБ) підраховано, що прибуток з одного гектара при вирощуванні картоплі може сягати до 200 тис. грн. [2]. Однак і вкладення повинні становити не менше 50 тис. грн. При цьому, повинні застосовуватися і високоякісний посадковий матеріал, і технологія з елементами інновацій, і відповідна техніка. Знизити витрати на техніку можна за рахунок впровадження технологій цифрового землеробства: впровадження планування технологій у цифрових онлайн-платформах, ліній паралельного водіння, диференційованої обробки засобами захист рослин, повітряного моніторингу хвороб та ураження шкідниками, зокрема, колорадським жуком тощо.

Сьогодні картоплю промислово вирощують і в Дніпропетровській області, зокрема в ТОВ «Агро-Овен», де щорічна площа цієї культури складає близько 400 га. У менших кількостях вирощують також і в інших господарствах області.

Асиміляція деяких елементів цифрового землеробства в умовах господарств, розташованих в зоні Степу України і є одним із завдань дипломної роботи.

## РОЗДІЛ 1. МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА КАРТОПЛІ

### 1.1. Технологічні процеси вирощування картоплі

Для ефективного вирощування картоплі застосовуються інтенсивні (або індустріальні) технології, які складаються з наступних механізованих процесів:

- Внесення мінеральних добрив;
- Підготовка ґрунту;
- Підготовка насінневих бульб до садіння;
- Садіння картоплі;
- Догляд за посівами картоплі;
- Збирання;
- Післязбиральна обробка картоплі;
- Закладання картоплі на зберігання.

*Внесення мінеральних добрив.* За достатньої кількості вологи картопля добре реагує на внесення мінеральних добрив. Мінеральні добрива вносяться, як правило перед основним обробітком. Всю норму мінеральних добрив вносять як основну, тобто підживлення ними картоплі не здійснюється. Може бути обробка регуляторами росту або обробка мікродобривами на рідинній основі. Як правило, основна норма для Дніпропетровської області складає формулу  $N_{90}P_{90}K_{120-150}$ . Для внесення мінеральних добрив застосовують розкидачі:

- навісні: МВД-900; МД-500; РД-1000 та ряд навісних розкидачів виробництва Amazone;

- причіпні: МВУ-8; 1РГД-4; Kuhn Axis; ВІМ GKE-7000.

Розкидачі МВД-900; МД-500 та РД-1000 агрегатуються з тракторами класу 1.4, до яких відносяться ЮМЗ-8070; МТЗ-82.1; та більш потужних типу John Deere 6125 R.

Причіпні розкидачі Kuhn Axis; МВУ-8 агрегатуються з тракторами класу 3.0 до яких відносяться ХТЗ-17221, JOHN DEERE 8335R та інші.



Якість внесення мінеральних добрив визначають за фактичною дозою внесення і нерівномірністю розподілу по полю (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Якість внесення мінеральних добрив

Показник	Спосіб визначення	Градація нормативів	Бали
Відхилення від заданої норми внесення, %	У кузов розкидача завантажують визначену (калібровану) кількість добрив, вносять їх і заміряють площу внесення	$\pm 5$	3
		$\pm 10$	2
		Більше $\pm 10$	1
Нерівномірність розподілу, %	Візуально при проході по діагоналі поля	$\pm 15$	3
		$\pm 25$	2
		Більше $\pm 25$	1
Огріхи	Те ж	Відсутні	3
		Наявні	0

Таким чином, якісним вважається внесення добрив, якщо ця технологічна операція оцінена в 9 балів; задовільною – 7-8 балів; незадовільною – 6 і нижче балів.

Перед внесенням добрив завжди проводять калібрування згідно інструкцій заводу-виробника.

До недоліків технологічного процесу внесення мінеральних добрив слід віднести наявність перекриттів та огріхів. Значні відхилення від норми (до 10 % по ходу руху і до 25% по ширині захвату) спонукають до різноманітного живлення картоплі і, як правило, до утворення бульб різної фракції. Це в майбутньому ускладнює процес збирання.

*Підготовка ґрунту.* Слід зауважити, що картопля дуже вимоглива до вмісту кисню в ґрунті, а тому її краще вирощувати на суглинкових ґрунтах щільністю не більше 1,0...1,2 г/см<sup>3</sup>, а на піщаних та супіщаних – 1,2...1,4 г/см<sup>3</sup>. Контролюється щільність ґрунту за допомогою пенетрометрів.

Підготовка ґрунту полягає в основному осінньому обробітку та передпосівному навесні.

Основний обробіток ґрунту восени залежить від попередника. Кращі попередники в сівозміні – зернові озимі культури (пшениця, ячмінь, жито) та зернобобові (горох, соя). Після збирання врожаю попередника стерню луцять лушчильниками типу ЛДГ-10(15). Однак сьогодні більш розповсюдженим є дискування стерні попередника дисковими боронами типу БДГ-7; PALLADA-6; АГ-2,4; Kronos-4 та багато інших моделей різних виробників, які виконують практично однакові функції: кришення ґрунту, подрібнення рослинних решток і стерні, загортання їх і перемішування з землею, провокування проростання бур'янів.

Після дискування проводиться безвідвальна оранка. Такий захід дає можливість добривам знаходитись на глибині 8...12 см, що забезпечує доступність добрив для споживання рослинами картоплі в майбутньому. Безвідвальну оранку проводять на глибину 28...30 см плугами ПЛП-6-35; ПЛН-5-35 «Пахарь», іншими плугами зарубіжних виробників. Безполицева обробка проводиться за наявності передплужників.

Як стверджують актуальні джерела, «на полях, де є багато «блюдець» (утворення невеличких водойм на поверхні поля – авт.), обов'язковим є проведення щілювання ґрунту восени до початку оранки. Щілювання або чизелювання здійснюють плоскорізом-глибокородзпущувачем на глибину 45-50 см. Цей прийо́м покращує проникнення зимової вологи в ґрунт та зменшує накопичення вологи в низинах, блюдцях, що в свою чергу дозволяє раніше розпочати посадку картоплі» [3]. Контроль щільності проводиться пенетрометром.

Так як щілювання є енергоємною операцією, то необхідність її застосування бажано б підтверджувати визначенням щільності ґрунту на глибину, більше 45...50 см.

Нарізання гребнів проводиться, як правило, восени після безполицевої оранки агрегатами КОН-2,8ПМ; КРН-4.2Г; КРН-5.6, а також іншими машинами для нарізання гребнів зарубіжного виробництва.

Вважається, що нарізання гребенів найкраще нарізають агрегати у складі МТЗ-82.1 + КРН-4,2. Такий агрегат нарізає чотири гребені висотою по 12...14 см без стикових міжрядь. Однак і продуктивність таких агрегатів невисока.

Технологічна схема підготовки ґрунту має умовний вигляд (рис.1.1) [1] і в цілому є загальна для будь-яких видозмін технологій вирощування картоплі. Слід зауважити, що картоплю вирощують тільки за інтенсивною технологією з її адаптивними формами в залежності від складу ґрунтів, наявності машинно-тракторного парку. При цьому технологія має два вкрай негативних фактори:

- по-перше, через багаторазовий рух техніки по полю (оранка, безплічевий обробіток, культивація, нарізання гребнів, прополювання, хімічний захист, збирання і т.д.), дуже ущільнюється ґрунт – маємо технологічну деградацію ґрунтів;

- по-друге, через налипання ґрунту на бульби, певна частина чорнозему може вивозитися із урожаєм. Таким чином, маємо технологічну ерозію ґрунтів.

При нарізанні гребнів щільність ґрунту в зоні росту бульб зменшується. Також в утворених гребнях навесні ґрунт прогрівається швидше і створюються більш сприятливі умови для газообміну, що є важливою умовою для росту бульб картоплі. В гребнях бульби картоплі краще і «кучніше» нагромаджуються, що створює більш сприятливі умови для збирання комбайном: підкопуються бульби з меншим вмістом ґрунту. Також, джерело [3] стверджує, що «якщо не було проведено нарізання гребенів з осені, то весною обов'язково слід проводити підготовку ґрунту за допомогою фронтальної фрези або садити картоплю у гребені, нарізані за допомогою суцільного гребнеутворювача безпосередньо перед проходом саджалки. Конкретний тип обробітку ґрунту слід обирати залежно від ґрунтово-кліматичних умов того чи іншого господарства, а також від наявної матеріально-технічної бази.»

Гребні можна нарізати тракторами будь-якого класу (рис.1.2) і навіть мотоблоками. Різниця буде в продуктивності.

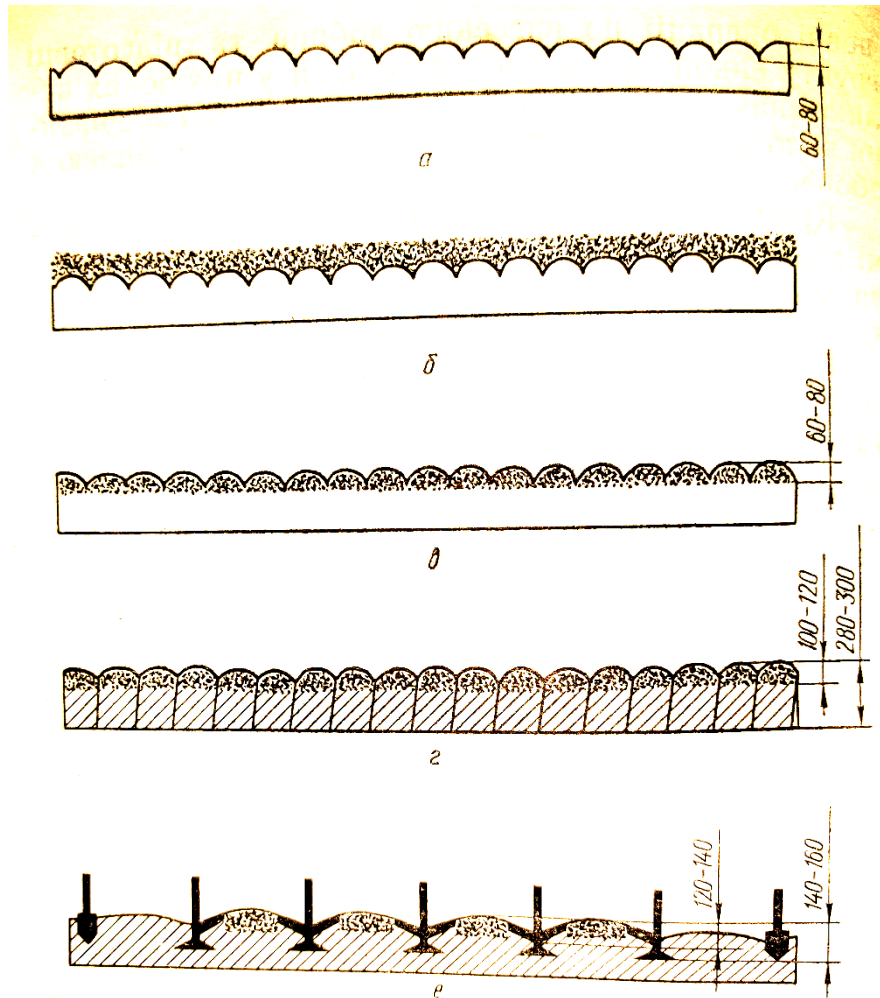


Рис.1.1. Умовна схема технологічного процесу підготовки ґрунту під садіння картоплі: а) лущення (дискування) стерні; б) внесення добрив; в) загортання добрив у верхній шар ґрунту; г) безвідвальна оранка; е) нарізання гребнів.



Рис.1.2. Нарізання гребнів під садіння картоплі трактором Т-25 з 5-ти рядковим гребнеутворювачем.

*Підготовка насінневих бульб до садіння.* Підготовка насінневого матеріалу складається із таких операцій: сортування бульб, видалення пошкоджених та уражених хворобами, пророщування та (або) прогрівання, обробка захисними та стимулюючими препаратами (наприклад комплексний препарат «Марс-250» або «Марс-500» або протруювачі серії «Престиж»). За необхідності здійснюється перерізання великих бульб на більш дрібні частини. Недотримання цих або неповне виконання цих заходів призводить до збільшення витрат насінневого матеріалу, збільшення нерівномірності посадки і до зростання енерговитрат на процес садіння в цілому.

Бульби та їх частини, приготовані під садіння не повинні мати масу, меншу 40 г. Цілі бульби сортують на фракції: 50...80 г; 80...120 г. Відхилення від маси не повинно перебільшувати 10 %. Щоб цього досягти, використовують сортувальні машини (рис.1.3).



а)



б)

Рис.1.3. Машини для сортування картоплі: а - Allround R180; б - Romlet M614/1.

*Контроль якості підготовки насінневого матеріалу.* Цей процес є дуже відповідальним, так як від нього напряду залежить кількість і якість врожаю. Якість посівного матеріалу контролюють, як правило, безпосередньо перед садінням, користуючись нормативами, наведеними в табл. 1.2. Виконують контроль вручну із застосуванням звичайних статистичних найпростіших методів обробки.

Таблиця 1.2. – Оцінка якості посівного матеріалу бульб

Показник	Спосіб визначення	Градація нормативів	Бали
Наявність гнилих та/або пошкоджених бульб, %	З кожної фракції беруть пробу масою 10...15 кг у трикратній повторюваності три рази за зміну. Підраховують загальну кількість бульб у пробі і відносять у % до взятої проби	До 2 До 3 До 4 Більше 4	7 5 3 0
Наявність бульб інших фракцій, %	2...3 рази за зміну беруть 100 бульб і підраховують кількість бульб суміжних фракцій та визначають співвідношення у %	До 10 До 15 Більше 15	3 2 0
Наявність домішок та паростків, %	Визначають одночасно з першим показником, зважуючи з точністю до 5 г всю пробу і окремо домішки і паростки, підраховують співвідношення у %	До 1 До 3 Більше 3	2 1 0

*Садіння картоплі.* Садіння картоплі є відповідальним технологічним процесом і має бути завершений протягом 8...10 днів у оптимальні агротехнічні строки. Садіння починають за досягненням температури ґрунту 5...7 °С, коли він добре розпушується і кришеться, тобто досяг фізичної стиглості. Для садіння картоплі існують спеціальні картоплесаджальні машини. Бульби загортають на глибину 4...8 см від вершини гребенів.

За даними [4] найбільш розповсюдженими картоплесаджалками в Україні є: причапна Grimme GL 34 T, розроблену спеціально для невеликих господарств; дворядна фермерську картоплесаджалку AVR UN 3710; причіпна саджальна машина Miedema CP 42, з бункером для картоплі об'ємом 3,6 т та інші. До особливостей останньої моделі можна віднести можливість виконання цим



агрегатом таких операцій, як внесення добрив, культивування, розкидання гранулятив та формування гребенів землі.



Рис.1.4. Картоплесаджалка Grimme GL 34 Т в роботі.

Також в Україні знаходять широке використання і саджалки вітчизняного виробництва, серед яких доцільно виділити такі: КС-2Т, КС-4Т (ПКБ “Прогрес”) КС-2, КС-4 (ВАТ “ТекЗ”), КС-4 (ВАТ “Львівсільмаш”) [5].

Дозволяється відхилення ширини основних міжрядь не більше як  $\pm 2$  см, а стикових – до  $\pm 10$  см.

Рівномірність розкладання бульб у кожній борозні ( $K$ ) повинна бути не нижче 60%:

$$K = n \cdot 100 / N, \quad (1.1)$$

де  $K$  – задана відстань між бульбами залежно від густоти садіння, см;

$n$  – кількість бульб з відстанню одна від одної в межах допустимого інтервалу  $K \pm 0,25K$ ;

$N$  – густина насіння, тис. шт.

Досягнути такої рівномірності можливо лише при садінні відкаліброваних бульб та ретельному регулюванні агрегату. Також значну роль грає поточний контроль за якістю технологічного процесу сівби.

Згідно існуючих на сьогодні норм, ширину основних та стикових міжрядь визначають на двох-трьох проходах на початку, в середині та в кінці гону. Нерівномірність рядків визначають візуально (!). Тобто, якість роботи визначають після того, як вона виконана повністю або частково. Це є суттєвим недоліком, так як виправити ситуацію в даному випадку неможливо.

*Догляд за посівами картоплі.* Полягає, в основному, із таких основних технологічних процесів:

- механічний догляд (прополювання, культивація міжрядь);
- хімічний догляд (обробка пестицидами);
- вірусні та сортові прочистки (хімічним та механічним способом);
- полив (дощувальними машинами).

До основних технологічних заходів по догляду за рослинами картоплі відноситься боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами. Згідно [7] картоплю, за потреби, можуть обробляти до появи сходів (можливо навіть дві або три обробки) культиваторами (КОН-2,8 ПМ, КРН-4,2Г, КНО-2,8 та ін.). Культиватори мають бути укомплектованими відповідними робочими органами. Якщо картоплю висадили у гребні, то в досходовий період перший і другий обробіток здійснюють з допомогою боронування та легкого підгортання. Глибину розпушення міжрядь обирають з урахуванням запасів вологи: якщо опадів достатня кількість перше розпушення здійснюють на глибину 14...17 см, друге — на 10...14 см. Якщо вологи в ґрунті недостатня кількість – глибину обробки зменшують на 3...4 см.

Хімічний догляд полягає у обприскуванні пестицидами самохідними обприскувачами (John Deere 4030/4830/4930; Case IH Patriot 3330IM та ін.) або причіпними (John 732, Commander-6000, ОГН-800 та ін.).

Полив здійснюється дощувальними машинами. Ефективними для цього є дощувальні машини Bauer Centestar 9000 та інші, які складаються із легкознімних конструкцій, що дозволяє їх переносити з поля на поле.

*Збирання.* В залежності від обсягу вирощування застосовують три способи збирання картоплі:



- пряме комбайнування, коли комбайн за один прохід викопує картоплю, очищує її від ґрунту і домішок, нагромаджує в бункері і вивантажує в транспортний засіб;
- роздільне збирання, коли бульби копачем укладаються в валок для підсихання, а потім картопля підбирається підбирачами-навантажувачами;
- комбінований спосіб збирання, коли викопані бульби укладаються в міжряддя двох невикопаних рядків, а потім комбайном підбираються і валки і викопуються решта два рядки, що залишилися.

Для збирання застосовуються причіпні і самохідні картоплезбиральні машини і комбайни.

Для малих і середніх площ в Україні знайшли застосування комбайни серії BOLKO виробництва польського концерну UNIA GROUP (рис.1.5). Такі комбайни призначені для збирання картоплі на полях з ґрунтами легкої та середньої щільності.



Рис. 1.5. Причіпний картоплекопач BOLKO (концерн UNIA GROUP).

Також застосовуються однорядні картоплезбиральні комбайни Grimme SE 75–20/30/40. Є й інші варіанти одно- та дворядних причіпних комбайнів, принцип дії яких та конструктивна основа однакові. Такі комбайни відмінні лише деякими конструктивними та програмними особливостями.

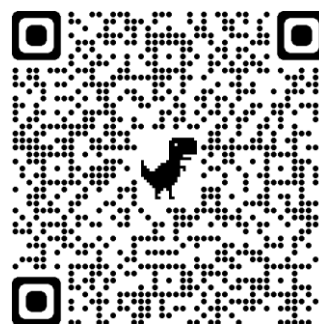
Типовим представником самохідних картоплезбиральних комбайнів з класичною схемою збирання є комбайн AVR Puma 4.0 (рис.1.6). Це чотириряд-

ний комбайн з 8-тонним бункером, призначений для використання на великих площах.



Рис.1.4. Самохідний картоплезбиральний комбайн AVR Puma 4.0

Технологічну схему та органи управління картоплезбирального комбайна можна переглянути, скачавши QR-коди, наведені нижче.



До переваг збирання картоплі самохідними комбайнами слід віднести продуктивність, мобільність, отримання більш очищеної і якісної продукції.

До недоліків відносяться дороговизна комбайна, ущільнення ґрунту, енергоємність процесу збирання. При застосуванні технологій точного та цифрового землеробства можна суттєво зменшити енергоємність вирощування картоплі та підвищити ефективність використання комбайна.

*Післязбиральна обробка картоплі.* Як правило, після збирання самохідними комбайнами до післязбиральної обробки картоплі вдаються рідко, за умови необхідності. Цей технологічний процес та зберігання розглядати в дипломній роботі не будемо, так як це не входить у завдання роботи.

## **1.2. Проблеми підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні картоплі**

Одними з найбільш вагомих проблем при вирощуванні картоплі є енергоємність технологічних процесів, зокрема таких як глибока оранка, нарізання гребенів та збирання урожаю. Конструктивними заходами зменшення енергоємності вказаних процесів на даний момент неможливо. Замінити ці процеси іншими операціями також сенсу немає, бо, по-перше, в кожного з цих процесів є своє призначення (розпушування ґрунту до потрібної фракції, створення вологоутримуючих умов у ґрунті і т.д.); по-друге, заміна цих процесів іншими відразу потягне за собою зниження урожайності та якості продукції.

До недоліків механізації виробництва картоплі слід також віднести значні нормативні відхилення від норми (до 10 % по ходу руху і до 25% по ширині захвату). Це, як уже було вказано вище, не тільки спонукає до різноманітного живлення картоплі, але й має місце нераціональне використання мінеральних добрив. Враховуючи їхню вартість (наприклад, класичне комплексне добриво NPK 20/20/20 різних виробників коливається в межах 23 ... 32 тис. грн / т), втрати коштів на етапі внесення добрив є дуже великі.

Також велику проблему складають значні перекриття при використанні широкозахватних агрегатів. Наприклад, при роботі дискувального агрегату ХТЗ-17221 + PALLADA-6000 фактичне перекриття суміжних проходів складало 40...55 см. Це призводить до зниження фактичної продуктивності та збільшення витрат пального.

На глибокому обробітку також має місце перевитрата пального та нерівномірність ходу агрегату через різний фізико-механічний стан ґрунтів. У випадку застосування технології TopSoil Mapper можна забезпечити диференційований за критерієм глибини обробіток ґрунту, що зменшило б витрати пального, а продуктивність агрегату – зросла б. Крім того, дослідженнями встановлено, що протягом 100 м робочого шляху на культивуванні, механізатор здійснює 40...50 підрульовувань кермом. Це значною мірою спонукає до втомлюваності механізатора, а отже, і зниженню продуктивності агрегату.

В усіх описаних випадках продуктивність зменшується, а витрати – зростають.



Рис.1.5. Дисковий агрегат, шириною захвату 6 м має перекриття на рівні 40...55 см.

Таким чином, на даному етапі існуючих технологій вирощування картоплі мають місце недоліки:

- велика енергоємність окремих технологічних процесів;
- нераціональне використання ресурсів, зокрема, мінеральних добрив;
- недостатня ефективність використання техніки через значні перекриття суміжних проходів, однорідний за глибиною обробіток ґрунту, втомлюваність механізаторів на складних технологічних процесах, що потребують підвищеної уваги.

### **1.3. Обґрунтування теми дипломної роботи**

Враховуючи вище описане, метою роботи було розробка технологічних заходів, направлених на підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні картоплі.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- дати аналіз сучасних телематичних систем, що застосовуються в технологіях цифрового землеробства та можуть бути застосовані при вирощуванні картоплі;
- розробити заходи і технічні рекомендації щодо впровадження технологій цифрового землеробства у вирощування картоплі;
- розробити технологічну карту вирощування картоплі з елементами цифрового землеробства;
- навести економічну ефективність техніки при використанні в технології цифрового землеробства при вирощуванні картоплі.

## **РОЗДІЛ 2. ОБЛАДНАННЯ І МЕТОДИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЦИФРОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

### **2.1. Загальні відомості**

Передбачається, що технології точного та цифрового землеробства картоплі дозволять отримати раціональне використання ресурсів та підвищити ефективність виробництва.

Аналізуючи наведені вище типи, моделі і марки техніки можна виділити потенційні елементи підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні картоплі, а саме:

- використання обладнання для реалізації технологій паралельного водіння (антени-монітори-підрульовуючі пристрої, вбудовані в конструкцію машини);

- використання цифрових платформ для збору даних по урожайності для побудови карти врожайності;

- наступне планування внесення добрив і засобів захисту рослин (ЗЗР) по даним карти урожайності.

Згідно з даними, наведеними в YouTube-каналі почесного професора ДДАЕУ Євгена Михайличенка «My Agro Canada» впровадження технологій цифрового землеробства дозволяє підвищити рентабельність виробництва сільськогосподарської продукції до 9,5... 10 %.

Тому існує невичерпаний резерв оптимізації виробництва вирощування картоплі сучасними технологіями.

### **2.2. Обладнання для паралельного водіння по полю**

Традиційно на заняттях з «Експлуатації машин і обладнання» та «Машиновикористання в рослинництві» ми вивчали способи руху агрегатів по полю. У великій мірі ефективність використання техніки залежала не тільки від розбивки поля на загінки, визначення ширини поворотної смуги в кінці гонів, але і від дотримання механізатором поставлених завдань і технологічного процесу руху агрегату по полю в цілому. Часто, технологічний процес може бути перерваний

з настанням ночі. З впровадженням технологій паралельного водіння процес руху агрегату може бути записаний на карту пам'яті, віддалено контролюватися інженером, а не тільки механізатором і здійснюватися навіть у уночі за наявності густого туману, якщо це не суперечить агротехнічним вимогам.

*2.2.1. Вітчизняні системи цифрові рішення для землеробської механіки.* Компанією «ГеоМетр Україна» пропонується система паралельного водіння «Геотрек експлорер Plus Gm Smart M [8]. Висока точність ведення агрегату вздовж запланованої лінії забезпечується завдяки застосуванню антени з технологією RTK (Real Time Kinematic). Основне завдання такої антени – коригувати сигнали, що надходять від супутників, які працюють в системі GPS і надавати скоригований сигнал на приймач, що працює з технікою (рис. 2.1).



Рис.2.1. Комплект системи паралельного водіння «Геотрек експлорер Plus Gm Smart M.

Функції системі наступні: ведення по заданій траєкторії з точністю до 10 см; вимірювання площі ділянки/поля; оптимізація способу руху агрегату.

Ефект: скорочення часу на технологічний процес; зниження витрати пального та витратних матеріалів.

Ця ж компанія пропонує до використання безкоштовний онлайн-сервіс «Агропрофіль» (рис.2.2), в якому можна збирати, систематизувати дані, отримані з обладнання. Також є можливість вносити у власний особистий кабінет наявну техніку, оборотні засоби та створювати земельний банк.



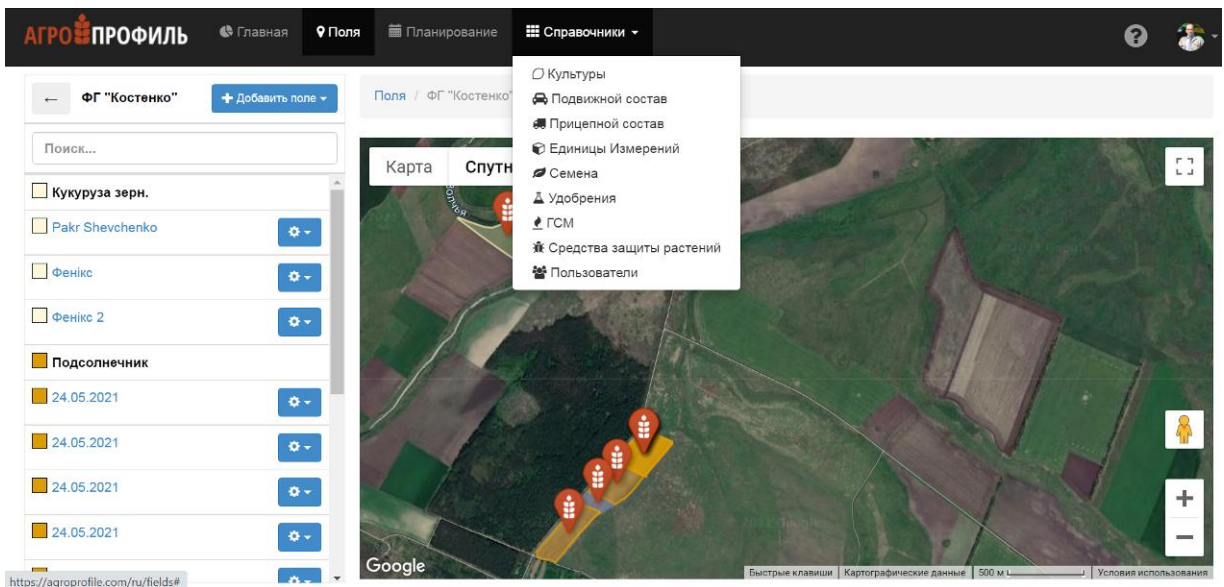


Рис.2.2. Загальний вигляд інтерфейсу «Агропрофіль».

Недоліком даної платформи є обмежена можливість передачі даних з обладнання в особистий кабінет, таких як наприклад, запис траєкторії руху агрегатів, витрата пального, насіння тощо. Багато даних вносяться вручну, а не передаються за допомогою телематики.

Компанія АгроОнлайн розробила комплексне рішення для ведення агробізнесу у цифровому форматі (рис.2.3) з багатьма функціями планування і контролю виробництва.

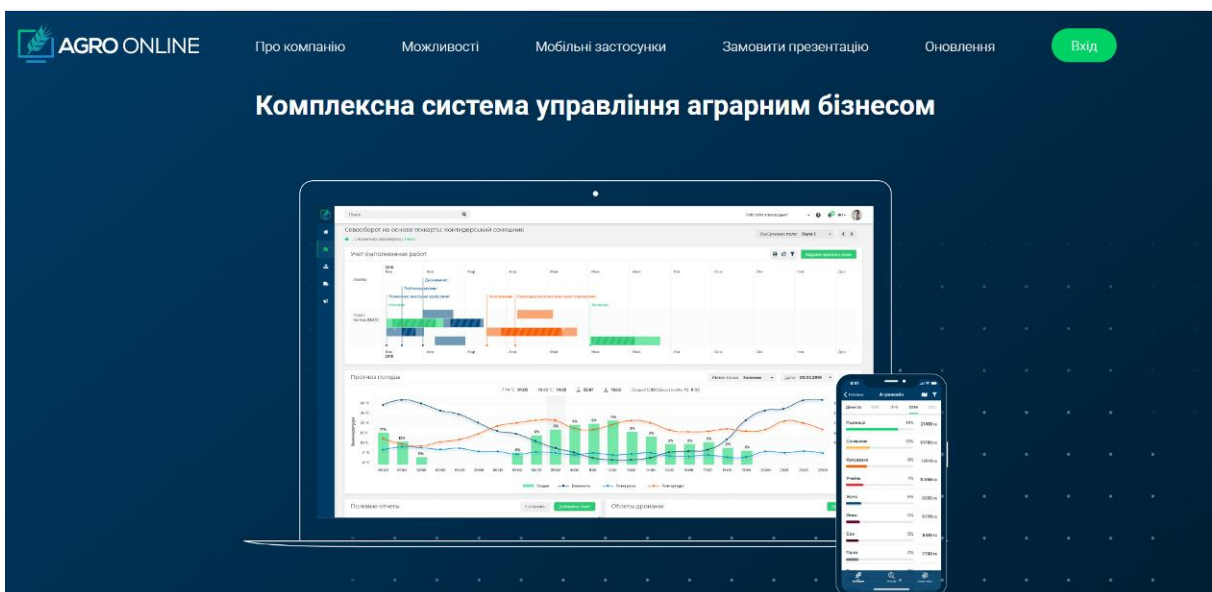


Рис.2.3. Загальний вигляд інтерфейсу цифрової платформи Agro Online.

Деякі функції, показані на рис.2.4. вказують на більш прогресивний підхід і більшу кількість активних функцій. Так, можемо побачити у розділі «Точ-



не землеробство» можливість працювати з картами завдань, здійснювати диференційований посів та внесення ЗЗР і добрив та інші функції.

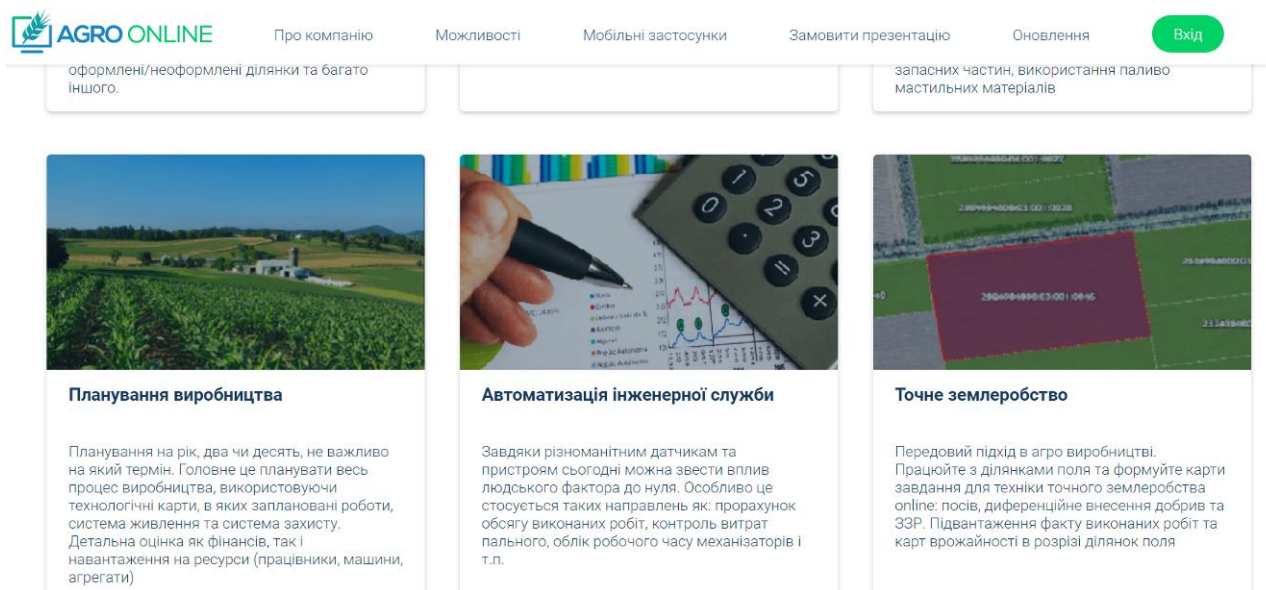


Рис.2.4. Деякі види функцій цифрової платформи Agro Online.

*2.2.2. Зарубіжні системи цифрових рішень для землеробської механіки.* В Україні представлено багато компаній зарубіжних виробників, що пропонують використання цифрових платформ для ведення цифрового землеробства. Це такі як: Cropwise, AFS (виробник Case IH), Telematics (CLAAS), AMS (John Deere), PLM, SMS (автономні виробники, які пропонують окремий продукт). Відомим розробником обладнання та технологій для ведення точного і цифрового землеробства є компанія Trimble. Наприклад, компанія IM Company пропонує повний спектр такого обладнання (рис.2.5): це і багатофункціональний дисплей TMX 2050, який забезпечує високу точність операцій при застосуванні базової станції RTK. Високу точність ведення по заданій траєкторії забезпечує підрульовуючий механізм Trimble AP EMD. В комплексі всі завдання реалізуються використанням системи диференційного внесення матеріалів Trimble Field IQ.



ДИСПЛЕЙ TRIMBLE TMX-2050



БАЗОВА СТАНЦІЯ TRIMBLE RTK



СИСТЕМА ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ВНЕСЕННЯ МАТЕРІАЛІВ TRIMBLE FIELD-IQ



СИСТЕМА TRIMBLE AP EMD

Рис.2.5. Деяке обладнання для ведення ТЦЗ від компанії Trimble.

Створення бази даних, планування технологічних карт і операцій здійснюється уже в цифрових платформах. Однією з найрозповсюдженіших є цифрові платформи типу AFS (рис. 2.6), Cropwise та інші.

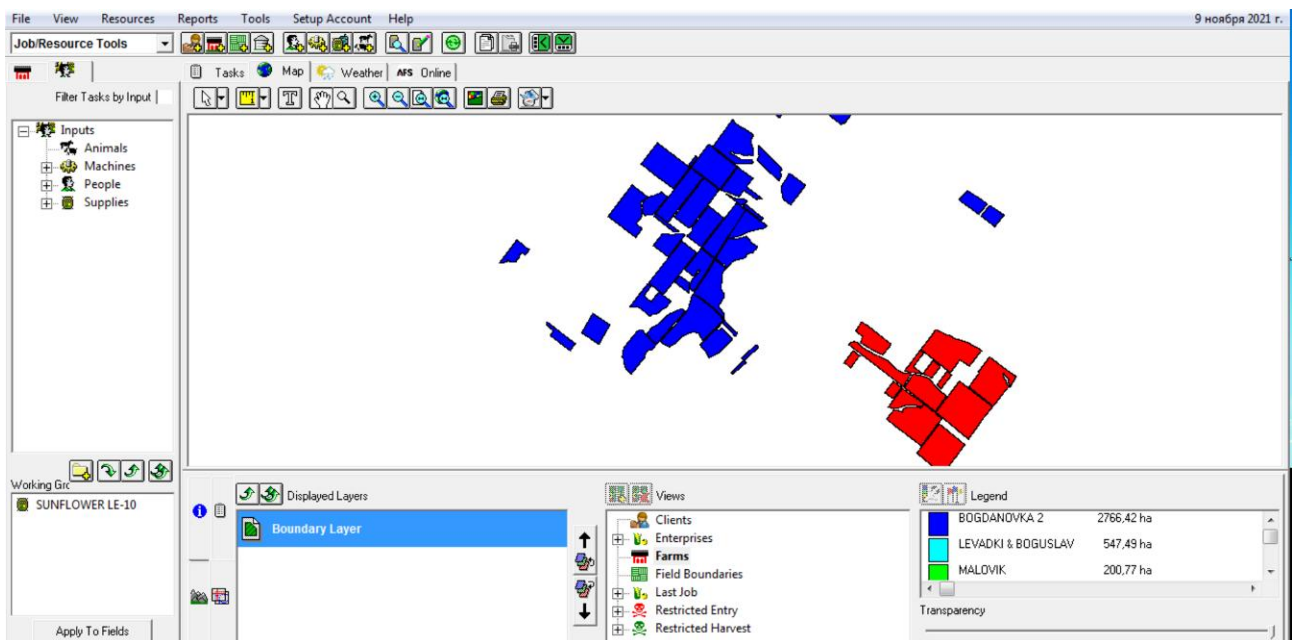


Рис.2.6. Загальний вигляд інтерфейсу цифрової платформи AFS: на головному екрані позначені поля, внизу – їх деталізація. Також бачимо вкладки з різними функціями, що дозволяє створити повноцінне віртуально-справжнє підприємство.

ТВО.

### 2.3. Методи ведення цифрового землеробства

Як було вказано вище, цифрові технології дозволяють підвищити ефективність землеробства шляхом оптимізації внесення витратних матеріалів (насіння, добрив, ЗЗР), зменшення холостих та непродуктивних переїздів техніки та використання інших резервів.

Алгоритм впровадження технологій цифрового землеробства має наступний вигляд:

- збір урожаю і отримання карти врожайності;
- агрохімічний та агрофізичний аналіз ґрунту, визначення твердості ґрунту та його вологозабезпеченості;
- розробка технологічних карт із операціями диференційного внесення добрив, диференційної сівби, диф. внесення ЗЗР;
- виконання технологічних операцій з дифпосіву і внесення ЗЗР з точним веденням техніки по заданих траєкторіях;
- збирання врожаю та порівняння результатів.

**Висновки по розділу.** Показано, що онлайн-сервіси на прикладі «Агропрофіль» доцільно застосовувати на початку впровадження технологій точного (але не цифрового) землеробства, без застосування глибокої цифровізації виробництва. У той час як цифрові платформи, типу AFS, Cropwise та, АгроОнлайн можуть використовуватись як інструмент для адміністрування виробничих процесів з різними функціональними можливостями. Найбільший спектр обладнання надає компанія Trimble.

## **РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**

### **3.1. Програма досліджень**

На основі зібраних і проаналізованих у Розділах 1 і 2 даних, розробили програму досліджень, що включала такі етапи:

- аналіз існуючої технологічної карти вирощування картоплі;
- розробка технологічних заходів впровадження ТЦЗ та побудова технологічної карти з використанням ТЦЗ;
- розробка заходів з охорони праці при впровадженні ТЦЗ на вирощуванні картоплі;
- економічне обґрунтування роботи.

### **3.2. Аналіз існуючої технологічної карти вирощування картоплі**

Розглянемо вирощування картоплі за класичною технологією, яка застосовується в одному з агрохолдингів Магдалинівського району (Додаток 1). Площа вирощування – 400 га. Полив – відсутній. Таким чином, господарство застосовує технологічний процес нарізання гребенів для утримання і накопичення вологи, що забезпечить підвищення урожайності.

На весь процес вирощування передбачається витратити 47156 л пального або 117,9 л/га. Затрати праці при цьому передбачаються на рівні 12108 люд-год, або в перерахунку на 1 га – 30,27 люд-год.

Завдання – розробити технологічну карту із впровадженими рішеннями цифровізації технологічних процесів та забезпечити зниження затрат пального та праці.

Розпочнемо з технологічної операції «Лущення», яке виконується агрегатом у складі трактора John Deere 8335 і луцильника ЛДГ-20.

При використанні агрегату без підключення до системи цифрового землеробства, маємо по факту такі показники роботи агрегату.

Кількість полів – 3.

Поле № 1 – площа 126 га, довжина – 1560 м, ширина – 807 м.

Поле № 2 – площа 168 га, довжина – 1780 м, ширина – 973 м.

Поле № 3 – 106 га, довжина – 1203 м, ширина – 881 м.

*Лущення «Поле № 1».*

Встановлено, що при русі агрегату John Deere 8335 + ЛДГ-20, ширина перекриття знаходилась в межах 0,9...1,2 м. Приймаємо середнє значення  $b_n = 1,05$  м. Таким чином, фактична ширина захвату складе  $B_{p\text{ факт}} = 18,95$  м.

Площа двічі обробленої (паразитної) смуги при русі агрегату вздовж довшого боку поля складе:

$$b_{\text{параз}} = 1,05 \times 1560 = 1638 \text{ м}^2 \text{ або } 0,1638 \text{ га.}$$

Кількість проходів агрегату по полю з фактичною шириною захвату  $b_n = 1,05$  м знайдемо із залежності:

$$n_{\text{прох}} = V_{\text{поля}} / B_{p\text{ факт}} = 807 / 18,95 = 42,58, \text{ приймаємо } 43 \text{ проходи.}$$

Знаходимо так звану паразитну площу, яку агрегат повторно оброблятиме через перекриття:

$$S_p = b_{\text{параз}} \times n_{\text{прох}} = 0,1638 \times 43 = 7,04 \text{ га.}$$

Висновок: паразитна площа при лущенні стерні агрегатом John Deere 8335 + ЛДГ-20 на полі № 1 складає  $S_p = 7,04$  га. Враховуючи продуктивність агрегату – 12 га/год, то втрати часу складуть близько 0,6 год, а перевитрата пального –  $2,2 \times 7,04 = 15,48$  л.

Проведемо аналогічні розрахунки для операції «Лущення стерні», «Внесення мінеральних добрив», «Боронування», а результати занесемо в табл. 3.1 Це технологічні операції, на яких можна зменшити ширину перекриття застосуванням технологій ЦЗ і, тим самим, підвищити коефіцієнт використання агрегату.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків величин паразитних площ

Технологічна операція	№ поля	Агрегат	Перекриття, м	Довжина поля, м	Ширина поля, м	Паразитна площа, га
Лущення стерні	1	John	1,05	1560	807	7,04
	2	Deere		1780	973	9,71
	3	8335 + ЛДГ-20		1203	881	5,93
Внесення мінеральних добрив	1	МТЗ-	0,8	1560	807	5,86
	2	82.1 +		1780	973	7,83
	3	МВД-900		1203	881	5,00
Боронування	1	John	1,2	1560	807	6,73
	2	Deere		1780	973	8,97
	3	8335 + ЗБР-24		1203	881	5,63

Таким чином, бачимо, що при вирощуванні картоплі на заданій площі 400 га, через перекриття суміжних проходів загальна паразитна площа склала:

- при лущенні стерні – 22,68 га;
- при внесенні мінеральних добрив – 18,69 га;
- при боронуванні – 21,33 га.

### 3.3. Проектування технологічних процесів з використанням технологій цифрового землеробства

На технологічних операціях «Лущення стерні», «Внесення мінеральних добрив» та «боронування» підвищити фактичну продуктивність агрегатів та зменшити витрати пального достатньо (без зміни агрегатів) забезпечити їх елементами точного землеробства – приладами паралельного водіння. Одним із таких може бути використання монітору «ГеоТрек EVO 8» (рис.3.1). Плануючи технологічну операцію, наприклад «Лущення стерні», в меню курсовказівника

вносимо дані ширини захвату агрегату (20 м), встановлюємо монітор на панель приладів трактора, натискаємо функцію «пряма АВ», якщо край поля рівний і «Крива АВ», якщо край поля має нерівний характер. В робочому положенні, тобто, виконуючи лушення стерні, рухаємося по першому проходу скраю поля. Доїхавши до кінця поля перед здійсненням розвороту, натискаємо функцію «Точка В». Курсовказівник автоматично створить лінії проходу агрегату, по яким далі необхідно рухатись і виконувати роботу. При цьому робота виконується в будь-який час доби, в тумані та інших складних метеорологічних умовах, якщо це не впливає на агротехніку.



Рис. 3.1. Створення ліній паралельного водіння обладнанням ГеоТрек EVO 8.

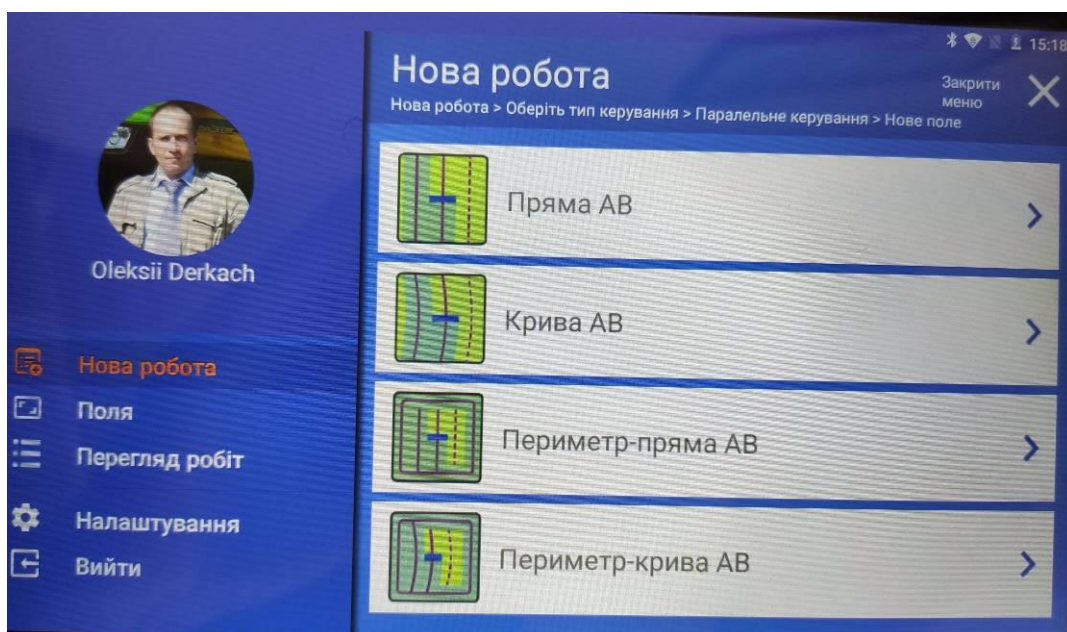


Рис.3.2. Вигляд робочого столу монітору ГеоТрек EVO 8.



Застосування GeoТрек EVO 8 дозволить зменшити перекриття на всіх технологічних операціях максимум до 0,25...0,3 м. Відео процесу створення паралельних ліній водіння можна подивитись, перейшовши за посиланням або викачавши QR-код, наведені нижче:

<https://photos.app.goo.gl/WgppQyW4qQmdRcSCA>



Порівнюємо значення експлуатаційної продуктивності агрегату на лущенні стерні, враховуючи їх фактичну ширину захвату у випадку без застосування курсовказівника і з таким.

Продуктивність традиційного агрегату John Deere 8335 + ЛДГ-20:

$$W_{\text{трад}} = 0.1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T \cdot \tau = 0,1 \cdot 18,95 \cdot 4,4 \cdot 7 \cdot 0,92 = 48,7 \text{ га/зм.}$$

Як впливає величина перекриття на продуктивність, показано в табл. 3.2. Розрахунки проведені в таблицях Microsoft Excel.

Таблиця 3.2. – Вплив величини перекриття на продуктивність агрегату John Deere 8335 + ЛДГ-20

Ширина захвату, м	Величина перекриття, м	Робоча швидкість, м/с	$\tau$	Продуктивність	
				Годинна	Змінна
17	3	4,44	0,92	6,95	48,7
17,2	2,8	4,44	0,92	7,03	49,2
17,4	2,6	4,44	0,92	7,11	49,8
17,6	2,4	4,44	0,92	7,20	50,4
17,8	2,2	4,44	0,92	7,28	50,9
18	2	4,44	0,92	7,36	51,5
18,2	1,8	4,44	0,92	7,44	52,1
18,4	1,6	4,44	0,92	7,52	52,7
18,6	1,4	4,44	0,92	7,61	53,2
18,8	1,2	4,44	0,92	7,69	53,8
19	1	4,44	0,92	7,77	54,4
19,2	0,8	4,44	0,92	7,85	55,0
19,4	0,6	4,44	0,92	7,93	55,5
19,6	0,4	4,44	0,92	8,01	56,1
19,8	0,2	4,44	0,92	8,10	56,7



Як бачимо з табл. 3.2 зменшення смуги перекриття з 1,0 до 0,2 м забезпечує підвищення фактичної продуктивності агрегату з 54 га до майже 57 га/зм або на 5,5 %.

*В План механізованих робіт з вирощування картоплі вносимо агрегат на луцення стерні з підвищеною продуктивністю – 56,7 га/зм.*

Проведемо розрахунки для технологічної операції «Ранньовесняне борошування» і результати наведемо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Вплив величини перекриття на продуктивність агрегату  
John Deere 8335 + ЗБР-24

Ширина захвату, м	Величина перекриття, м	Робоча швидкість м/с	$\tau$	Продуктивність	
				годинна	змінна
21	3	4,17	0,91	7,96	55,7
21,2	2,8	4,17	0,91	8,04	56,3
21,4	2,6	4,17	0,91	8,11	56,8
21,6	2,4	4,17	0,91	8,19	57,3
21,8	2,2	4,17	0,91	8,27	57,9
22	2	4,17	0,91	8,34	58,4
22,2	1,8	4,17	0,91	8,42	58,9
22,4	1,6	4,17	0,91	8,49	59,5
22,6	1,4	4,17	0,91	8,57	60,0
22,8	1,2	4,17	0,91	8,65	60,5
23	1	4,17	0,91	8,72	61,0
23,2	0,8	4,17	0,91	8,80	61,6
23,4	0,6	4,17	0,91	8,87	62,1
23,6	0,4	4,17	0,91	8,95	62,6
23,8	0,2	4,17	0,91	9,02	63,2
24	0	4,17	0,91	9,10	63,7

Аналогічно проведемо розрахунки для технологічної операції «Внесення мінеральних добрив» агрегатом МТЗ-82.1 + МВД-900 і результати наведемо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Вплив величини перекриття на продуктивність агрегату  
МТЗ-82.1 + МВД-900

Ширина захвату, м	Величина перекриття, м	Робоча швидкість м/с	$\tau$	Продуктивність	
				годинна	змінна
16	2	3,33	0,82	4,37	30,6
16,2	1,8	3,33	0,82	4,43	31,0
16,4	1,6	3,33	0,82	4,48	31,4
16,6	1,4	3,33	0,82	4,54	31,8
16,8	1,2	3,33	0,82	4,59	32,1
17	1	3,33	0,82	4,65	32,5
17,2	0,8	3,33	0,82	4,70	32,9
17,4	0,6	3,33	0,82	4,76	33,3
17,6	0,4	3,33	0,82	4,81	33,7
17,8	0,2	3,33	0,82	4,87	34,1
18	0	3,33	0,82	4,92	34,4

Як бачимо з даних, наведених в табл. 3.4, застосування технології паралельного водіння на розкиданні мінеральних добрив забезпечить підвищення фактичної продуктивності на 2 га/зм.

«Нарізання гребенів», «Посадка картоплі», «Міжрядний обробіток», «Підгортання» впровадження систем паралельного водіння та контрольованого ходу технологічного процесу дозволять підвищити робочу швидкість, а отже – і продуктивність агрегатів.

Проведемо відповідні розрахунки для цих технологічних операцій. Агрегати візьмемо з технологічної карти (Додаток 1).

*Нарізання гребенів.* Агрегат ХТЗ-150К + AVR Speed Ridger. Машина AVR Speed Ridger призначена для агрегування з тракторами класу 1,4...2,0. Ми пропонуємо її агрегувати з трактором класу 3,0. Трактор ХТЗ-150К-09 має достатню потужність та тягове зусилля для ефективної роботи на високих швидкостях. Основним стримуючим фактором саме для цього агрегату є точність ведення по паралельних. Впровадження технології паралельного водіння можна підвищити продуктивність агрегату до 10 %. Таким чином, добовий темп робіт агрегату зросте з 26,4 га/добу (Додаток 1) до 33,0 га/добу. Такий приріст продуктивності забезпечується тим, що механізатор є менш навантаженим у процесі роботи, не відволікається на сліди маркерів при нарізанні гребенів.

нів, а орієнтується лише на вказівки монітору, що розташований перед ним. Таким чином, він може швидше реагувати на зміни, а отже, має змогу збільшити робочу швидкість.



Рис.3.5. Машина для нарізання гребенів AVR Speed Ridger. Агрегатується з тракторами класу 1,4 (на легких ґрунтах) та 2,0 (на середніх ґрунтах).

Отримані нові значення продуктивності технологічної операції «Нарізан-ня гребенів» заносимо в План механізованих робіт (Додаток 2).

### **3.4. Створення ліній навігації в цифровій платформі AFS**

Для документації виконаних робіт необхідно зв'язати дані, зібрані моні-тором у полі та власним акаунтом в програмі AFS. Для того, щоб це зробити бажано мати агронавігатор Trimble GFX750 / TMX 2050 або інші моделі. Наві-гатор ГеоТрек EVO 8 може бути використаний у випадку наявної функції для роботи з файлами, що мають розширення Shape.

Лінії паралельного водіння можна спроектувати в програмі AFS, а потім вивантажити завдання в монітор, встановлений на агрегаті і приступити до ви-конання роботи.

*Встановлення ліній паралельного водіння.* Спочатку завантажують програму AFS і обирають у вкладці «Tasks» файл, поле, для якого будуть створюватись лінії навігації. Перед початком роботи необхідно переконатись, що шар «Boundary Layer» (!) буде на вершині. Щоб відрегулювати положення шару користуються стрілочками праворуч, як показано на рис.3.6. Ліворуч, на дереві управління, правою кнопкою миші виділяється «наше» поле і оберається «Add Layer»--> «Create Guidance Lines». Перейдіть в «Line Tool Option» і обираємо «Straight Guidance Line Tool». Тоді лівою кнопкою миші виділяємо на карті точку і починаємо будувати ліній навігації А-В з урахуванням ширини захвату агрегату. Кожній лінії у вікні «Guidance Line» присвоюється власна назва або шифр, щоб розуміти, де і в якій точці у певний момент часу перебуватиме агрегат, коли він працює. Створивши лінію, натискаємо конпку «Ок». Створивши потрібну кількість ліній А-В, натисніть «Save and Close» .

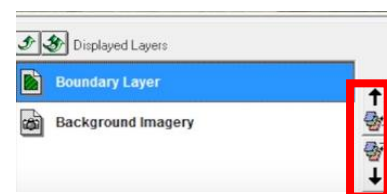


Рис. 3.6. Кнопки регулювання положення шару

### Додавання лінії навігації.

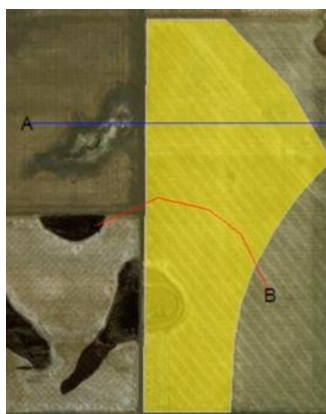



Рис. 3.7. Приклад поля з різними лініями навігації

Для додавання ліній навігації оберають функцію «Edit Layer» , тоді необхідно перейти в «Line Tool Option» і обрати пряму лінію «Straight Guidance Line Tool» або криву «Curved Guidance Line Tool». Лінію навігації можна починати будувати, проте якщо ви обрали криву (рис.3.7), то на фінальній точці вам треба клікнуть правою кнопкою миші і обрати «Finish», також назвіть цю лінію, натисніть «Ок». Клікніть «Save and Close». Досвід роботи з цифровою платформою AFS показав, що доцільно якомога частіше користуватися кнопкою “Save”, бо досить часто трапляються випадки, коли в процесі роботи накопичується багато оперативних даних і оперативна пам'ять ноутбука може протсо не встигнути їх зберегти автоматично.

### Зміщення лінії навігації.

Нерідко бувають випадки, що створені раніше лінії навігації з часом втрачають свою точність і зміщуються. В такому випадку положення на карті і реальне положення агрегату буде відрізнятись. Для того, щоб скоригувати це, необхідно перейти до «Edit Layer», правою кнопкою миші клікніть по лінії яку треба змістити, у вікні завдань оберіть «Create Offset». Налаштувавши «Create Guidance Offset», в «Description» та «New Offset», прописуємо, на скільки градусів треба зміщення (рис. 3.8) , клікніть «Ок». Натисніть «Save and Close»

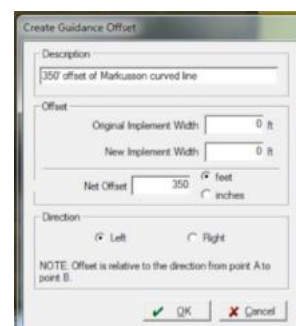
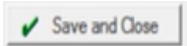


Рис. 3.8. Приклад налаштування «Create Guidance Offset»

### Видалення лінії навігації

У випадку переходу поля в іншу сівозміну, використання інших агрегатів з іншими технологічними параметрами, лінії навігації доцільно видалити. Для цього знову обирають функцію «Edit Layer», правою кнопкою миші клікають по лінії, натискають «Delete». Обовязково закінчують редагування конпкою «Save and Close»  .

### Вивантаження ліній навігації на монітор

Коли лінії навігації створені в програмі AFS, цю інформацію необхідно вивантажити (перенести) в монітор, щоб агрегат міг «розуміти» і «бачити» лінію навігації і рухатися по вказаних координатах. Для того, щоб це зробити, у вікні управління обираємо функцію «Guidance Lines» і натискаємо на кнопку «Export», обираємо папку для зберігання файлу. Папку необхідно обрати в моніторі і завантажити її туди. Далі, вже в полі, вмикається навігатор, завантажуються завдання і перевіряється точність положення агрегату до заданої точки в моніторі. Якщо точки співпадають, то можна починати виконувати технологічну операцію.



### 3.5. Аналіз перспективного плану механізованих робіт

Враховуючи вищевикладене, на основі технологічної карти (Додаток 1) вирощування картоплі традиційними засобами і методами складаємо план механізованих робіт, що включає технологічні операції побудовані на основі цифрових платформ і онлайн програм: AFS і «Агропрофіль», в які інтегровані обладнання – монітори Trimble GFX 750 / TMX 2050 та ГеоТрек EVO 8.

Так як вирощування будь-якої культури від традиційної технології до цифрового землеробства переводиться протягом двох років, то в пропонуємо наступні технологічні операції перевести в цифровий формат. Зауважимо, що першочергово географічні координати поля вносяться в програми (рис. 3.9).

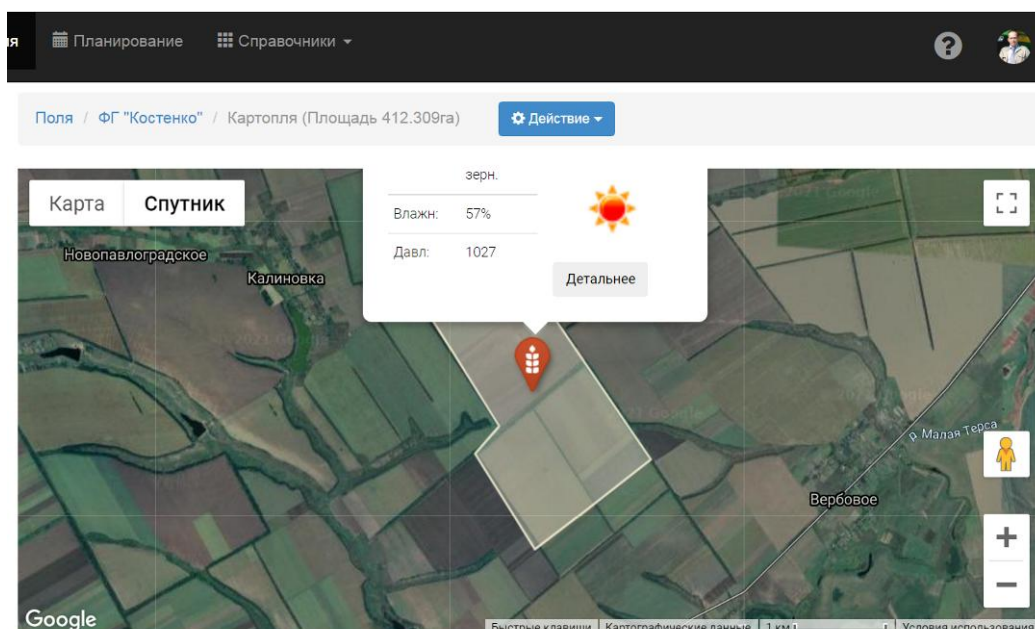


Рис. 3.9. Виділений і внесений в програму «Агропрофіль» масив вирощування картоплі.

Проведення технологічних операцій за допомогою онлайн-програми «Агропрофіль» таких як:

- «Лущення стерні» агрегатом John Deere 8335 + ЛДГ-20;
- «Внесення мінеральних добрив» агрегат – МТЗ-82.1 + МВД-900;
- «Боронування» агрегатом John Deere 8335 + БЗР-24;
- «Міжрядний обробіток 1 і 2» агрегатом МТЗ-82.1 + КРГ-5.6.

Планування, реалізація і контроль технологічних операцій в цифровій платформі *AFS* та з використанням монітори Trimble GFX 750 плануємо для наступних:

- «Нарізання гребенів» агрегатом ХТЗ-150К-09 + AVR Speed Ridger;
- «Підгортання» агрегатом МТЗ-82.1 + КОН-2,8;
- «Обробка проти жука» агрегатом John Deere 4930;
- «Сумісний (хімічний) обробіток» агрегатом John Deere 4930;
- «Розпушування міжрядь» агрегатом МТЗ-82.1 + КРН-4,2;
- «Збирання картоплі» агрегатом AVR Puma 4.0.

Розподіл операцій між цифровими платформами зумовлений тим, що для виконання другої групи операцій («Нарізання гребенів» і т.д.) необхідна більша точність руху агрегату (до 2,5...5 см), яку може забезпечити саме реалізація пакету програм і обладнання *AFS*.

Згідно даних прийнятої технологічної карти, маємо такі показники:

- витрата пального на 1 га вирощування картоплі – 117,89 л,
- витрата пального на 1 т продукції – 6,2 л/т;
- планова урожайність – 18 т/га.

Розрахувавши всі показники технологічної карти на вирощування картоплі (Додаток 1) і плану механізованих робіт, з використанням технологій цифрового землеробства (Додаток 2), отримуємо такі показники машиновикористання (табл 3.5).

Таблиця 3.1. Порівняння деяких показників машиновикористання в традиційній і цифровій технологіях вирощування картоплі

Показник	Технологія		± Ц до П, %
	Прийнята	Цифрова	
Обсяг виконаних робіт, ум.єт.га	1607	1570	-2,3
Щільність механізованих робіт	4,02	3,92	-2,48
Витрата пального на 1 га	119,79	115	-3,99
Витрата пального на 1 т продукції	6,3	6,1	-3,17
Урожайність планова, т/га	18	19	+5,55

## **Висновки по розділу**

Встановлено, що при вирощуванні картоплі на заданій площі 400 га, через перекриття суміжних проходів загальна паразитна площа, яка повторно піддавалася обробітці склала:

- при луценні стерні – 22,68 га;
- при внесенні мінеральних добрив – 18,69 га;
- при боронуванні – 21,33 га.

Проведена технологічними заходами цифровізації зменшення смуги перекриття при луценні стерні агрегатом John Deere 8335 + ЛДГ-20 з 1,0 до 0,2 м забезпечило підвищення фактичної продуктивності агрегату з 54 га до майже 57 га/зм або на 5,5 %.

Застосування технології паралельного водіння на розкиданні мінеральних добрив агрегатом МТЗ-82.1 + МВД-900 забезпечить підвищення фактичної продуктивності на 2 га/зм.

Переведення на цифрові технології вирощування картоплі в перший рік реалізації забезпечить зниження витрати пального у перерахунку на 1 га площі з 119 до 115 л, а в перерахунку на 1 тону вирощеної продукції – з 6,2 до 6,1 л/т. При цьому передбачається збільшення урожайності на 1 тону – з 18 до 19 т/га.



## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДВЗИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1. Загальні положення**

Виробничі системи у галузі сільськогосподарського виробництва є унікальними і ґрунтовані, як правило, на наявності великої кількості стохастичних (випадкових) зв'язків із зовнішнім середовищем і біологічними об'єктами, дії некерованих природно-кліматичних факторів та інших чинників [11]. А тому і кількість небезпечних факторів, які можуть виникати у процесі виробництва, велика. Отже, вирощування, збирання та первинна переробка озимої ярої, повинна супроводжуватися безпечними умовами праці, визначеними Конституцією України, а також правилами зберігання, транспортування та застосування пестицидів у сільськогосподарському виробництві, іншими нормативними актами.

*Охорона праці* визначається як система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці на виробництві [11].

Закон “Про охорону праці” покладає на власників підприємств обов'язки по забезпеченню здорових і безпечних умов праці. Охорону праці необхідно розглядати, прив'язуючись до конкретного виробництва. Усі заходи з охорони праці тісно пов'язані з організацією виробництва, економікою, технічною естетикою і т.д.

### **4.2. Аналіз небезпечних факторів при вирощуванні картоплі**

Із появою високопродуктивної зарубіжної техніки, задіяної на вирощування картоплі, яка працює в технологіях цифрового землеробства, з'являються

нові небезпечні для здоров'я і життя працівників, фактори. Найбільш розповсюджені такі:

- застосування мінеральних добрив та ЗЗР коли техніка працює в режимі «Робота по навігаційних лініях»;
- небезпека знаходження в робочій зоні при посадці картоплі.



Рис.4.1. Небезпечні зони і фактори садінні картоплі: працівники знаходяться в бункері над робочими органами без захисного одягу, страховок.

Також, є фактори безпеки при кожній технологічній операції: приготування розчину ЗЗР (необхідно мати рукавички, респіратори, спецодяг), робота агрегатів у нічний час доби (необхідне достатнє освітлення фар, підвищена увага механізатора).

Певні недоліки в роботі служби з охорони праці можуть бути пов'язані з недостатньою якістю навчання персоналу правилам з охорони праці. Бо, як показує практика, навіть у передових господарствах, які забезпечені сучасною технікою та мають іноземні інвестиції і управління, механізатори іноді порушують правила безпеки праці. При збиранні картоплі відбувається поточне навантаження її в причеп (рис.4.1). При цьому, у випадку коли агрегати рухаються по лініях навігації, механізатори перебувають в кабіні більш як контролери процесу, а не його реалізатори. Насправді, у цьому випадку небезпека виникнення надзвичайних ситуацій зменшується, однак, не слід применшувати небезпеку

виникнення таких через ряд технічних причин: нестійкість сигналів, порушення мережевого зв'язку, інші причини.



Рис.4.1. Збирання картоплі поточним методом: навантаження здійснюється на ходу, а агрегати йдуть по лініях навігації.

Механізатори та допоміжні працівники перебувають тривалий час на полях, а це – відкриті території, що піддаються сильним діям вітрів та сонця. А отже, їх необхідно також споряджувати відповідним одягом, забезпечувати питною водою. Також необхідно неухильно дотримуватися заходів безпеки праці при роботі в полі, бо часто, знаходячись без контролю з боку працівників служби з охорони праці, робітники можуть порушувати правила з ОП (рис.4.2).



Рис.4.2. Порушення безпеки праці при збиранні картоплі: помічник комбайнера знаходиться на підніжці під час робочого процесу, що заборонено. Також в без-

посередній близькості від комбайна знаходиться інша людина, яка не членом екіпажу.

### **4.3. Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників**

Враховуючи матеріал, викладений в п.4.2. необхідно навести уточнені заходи, що забезпечать нормальні умови роботи і забезпечать здоров'я працівників.

Так, при виконанні збиральних робіт, на полі скупчується різноманітна техніка: самохідні комбайни, трактори з причепами, група протипожежного чергування. Тому в цьому випадку доцільно організувати тимчасові майданчики перебування допоміжних агрегатів, автомобілі повинні рухатись виключно по краю поля із швидкістю до 10 км/год. На всіх одиницях техніки повинні бути вказані небезпечні місця механізмів відповідними знаками. Наприклад, за картоплезбиральним комбайном мінімальна відстань знаходження людини повинна бути не менше 10 м. Про це інформують відповідні знаки, встановлені на облицюванні комбайнів. На автомобілях встановлюються попереджувальні знаки «Не стояти під кузовом».

Перед і під час збирання урожаю на краях полів встановлюються знаки з написами «Не палити». Під час проведення збиральних робіт необхідно на полі мати черговий трактор з плугом або дисковим ґрунтообробним знаряддям та ємність із водою. Так як збирання також проводиться у темний час доби, необхідно дотримуватись швидкісного режиму, мати достатнє освітлення. Контроль виробничого процесу збирання здійснюється за допомогою цифрових технологій. Всі параметри збирання, а це місцезнаходження комбайна, урожайність, робоча швидкість, кількість пального в баку та його поточна витрата, інші технічні параметри комбайна – виводяться на екран монітора (рис. 4.3). Контроль виведених на екран параметрів дозволяє також уникнути виникненню непередбачених ситуацій, які б могли призвести до травмування працівників. Наприклад, може перегрітися підшипник внаслідок видалення мастила із зони тертя, інші моменти і т. д.

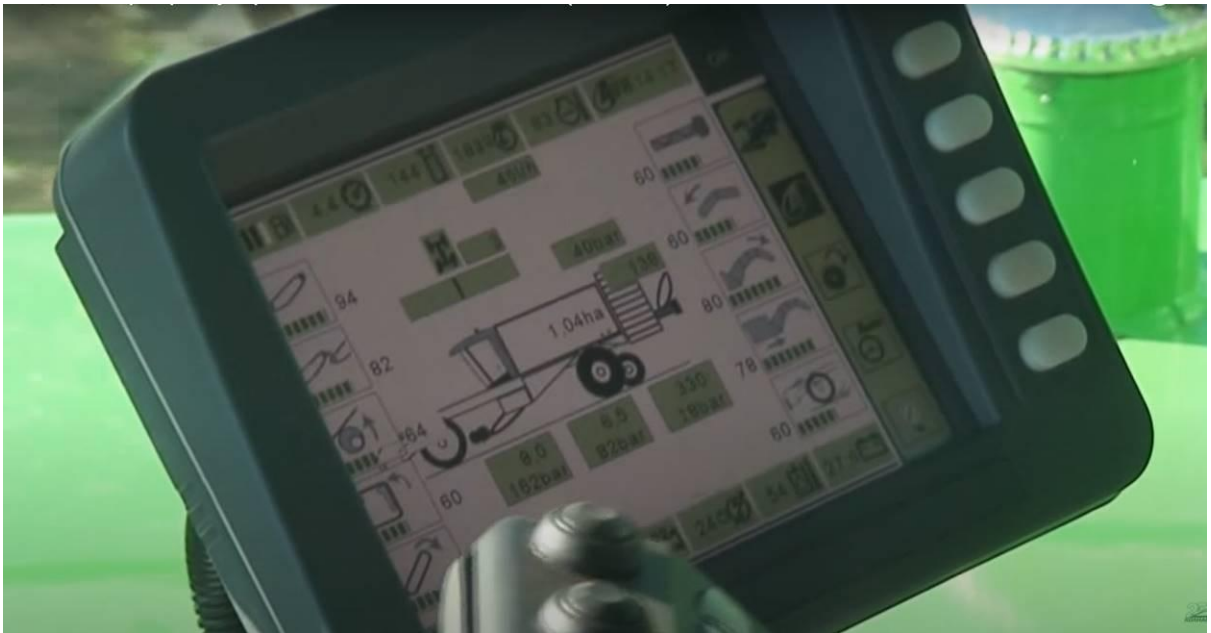


Рис.4.3. Контроль параметрів збирання.

Однак, комбайн, працюючи в темний час доби може зупинитися, лише натрапивши фізично на перешкоду. Завчасну зупинку ТЦЗ на даний момент не здійснюють. Таким чином, оператору необхідно бути максимально уважним в цей період.

#### **4.4. Правила безпечного виконання робіт при роботі з обладнанням, інтегрованим в систему AFS**

З метою збереження життя і здоров'я працівників під час вирощування картоплі із застосуванням ТЦЗ, необхідно особливу увагу приділяти роботі на полях техніки, оснащеної системами автоматичного водіння (підкерувальними механізмами), іншими системами дистанційного управління і контролю. Тому, в даному випадку мають бути розроблені додаткові правила безпечного виконання робіт. Наведемо основні з них.

а) кожна одиниця техніки повинна бути закріплена за механізатором, який несе повну відповідальність за її технічний стан, у тому числі і за протипожежний стан та підтримував умови безпеки праці на робочому місці;

б) якщо на техніку встановлюється додатковий «апгрейд» - антена Trimble Navi 900, монітор GFX 750 / TMX 2050 або інші, підрулюючі пристрої – необ-



хідно проводити навчання механізаторів з експлуатації техніки з цими приладами і проводити заняття разом з дилерами;

в) періодично і постійно проводити кваліфіковане навчання робітників з питань охорони праці, ознайомити їх з правилами поведінки при нестандартних та надзвичайних ситуаціях, навчити діяти в таких ситуаціях;

г) систематично проводити перевірку знань після всіх інструктажів;

д) наряд-допуск надавати на виконання небезпечних робіт;

е) систематично проводити інструктажі з охорони праці, а для найнятих робітників звернути особливу вагу на вступних і на первинних інструктажах.

ж) звертати увагу, що у цифрових програмах інтегрованих в загальну систему AFS є жовтий та червоний рівень безпеки, який попереджає про виникнення несправностей, небезпек – механізатор, інженер повинні реагувати на них.

Пам'ятати, що про поточний технічний стан машини, яка працює в технології AFS постійно ведеться запис показників, режимів експлуатації за якими можна визначити причину виникнення небезпечної ситуації (наприклад, не реагування механізатора на перегрів двигуна, про який система сповіщає).

Виконання перелічених вимог дозволить забезпечити належний стан охорони праці при застосуванні технології AFS, зменшити кількість нещасних випадків або запобігти їх взагалі.

До роботи не допускаються співробітники, які не пройшли відповідного інструктажу: вступного, первинного на робочому місці і т.д. Також, не допускаються до роботи працівники у нетверезому стані. Облік інструктажів ведеться в журналах реєстрації інструктажів з охорони праці (вступних та на робочому місці). Проте, неповна відповідальність самих робітників іноді призводить до непередбачуваних наслідків, не дивлячись на значне докладання зусиль керівництва.

#### **4.5. Розробка вимог безпеки праці при настанні надзвичайної ситуації**

Так як у дипломній роботі особлива увага приділена технологічним процесам при вирощуванні картоплі, розробимо заходи безпеки праці при збиранні цієї культури.

*Вимоги безпеки праці перед початком роботи агрегатів.*

Під час експлуатації машин і агрегатів необхідно виконувати всі вимоги безпеки, вказані у „Правилах техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах”. В нашому випадку спеціалізованою машиною є картоплезбиральний комбайн AVR Puma 4.

Дослідженнями встановлено, що значна кількість травм відбувається при проведенні робіт, пов'язаних з ремонтом та технічним обслуговуванням техніки, внесенні добрив, використанні пестицидів, збирання врожаю в темний період доби. Таким чином, необхідно в цей час забезпечити територію роботи світлом, на техніці має працювати звукова сигналізація заднього ходу.

1. Не допускати до роботи осіб без посвідчення тракториста-машиніста і таких, що не пройшли інструктаж з охорони праці, про що повинен бути зроблений відповідний запис у реєстраційному журналі.
2. Перевірити комплектність та справність агрегатів.
3. Перед початком руху агрегату, впевнитися у відсутності поблизу сторонніх осіб та подати звуковий сигнал.

*Вимоги безпеки праці під час проведення робіт.*

1. Під час руху агрегату механізатор повинен знаходитися на сидінні в кабіні трактора чи комбайна. Категорично забороняється знаходитися на агрегаті стороннім особам, крім помічника комбайнера. Слідкувати за відсутністю сторонніх осіб у зоні роботи агрегатів і на полі, де проводяться роботи.
2. Категорично забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів і робочих органів машини при увімкненому двигуні.

3. Забороняється проводити будь-які роботи під машиною, якщо під її колеса не поставлені гальмівні башмаки. Під навісні машини обов'язково встановлювати жорсткі упори.

4. Не розпочинати роботу картоплезбиральних комбайнів без захисних щитків, та які знаходяться у несправному стані.

5. В кабіні комбайна, трактора, автомобіля повинна знаходитися укомплектована аптечка, слідкувати за її поповненням.

6. При поворотах і розворотах швидкість руху машини необхідно зменшувати до 3...5 км / год.

7. Перегін машин по дорогах загального користування необхідно проводити у відповідності з Правилами дорожнього руху.

#### *Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях*

У разі виникнення пожежі необхідно викликати пожежну охорону, сповістити керівника робіт у взяти участь у ліквідації осередку загорання.

Не під'їжджати на небезпечну відстань до агрегату, що загорівся іншими транспортними засобами, крім спецмашин.

У випадку травмування працівника слід надати йому невідкладну допомогу та викликати лікаря. Якщо це неможливо, необхідно терміново доставити керівника до медичного закладу.

#### *Вимоги безпеки праці після виконання робіт*

1. Встановити агрегати на краю поля.  
2. Очистити машини від залишків технологічного матеріалу.  
3. На території машинного двору машини остаточно очищуються від бруду методом миття або пневматичним способом.

4. Встановити машину на спеціально призначеному місці.  
5. Пересвідчитися у відсутності пошкоджень вузлів і агрегатів, підтікань рідин і т.д.

6. При постановці на зберігання агрегату, зняти деталі, позначені в технологічній карті та передати їх на зберігання в склад.



**Висновки по розділу.** Проведений аналіз шкідливих факторів при вирощуванні картоплі із застосуванням техніки, що працює в системі технологій цифрового землеробства показали небезпеки, що виникають як у процесі роботи обладнання, так і при порушенні правил безпеки праці самими працівниками. На основі цього розроблені додаткові заходи з поліпшення умов та безпеки праці на картоплезбиральних комбайнах, що працюють із застосуванням технології AFS, що повинно унеможливити або знизити до мінімуму виникнення небезпечних ситуацій.

## 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

### 5.1. Суть економічного ефекту

Підвищення ефективності використання МТП при впровадженні технологій цифрового землеробства відбувається за рахунок більш повного використання потенційних технологічних параметрів МТА в конкретних виробничих умовах. Так, у Розділі 3 ми розраховали, наскільки можна підвищити фактичну продуктивність агрегатів та зменшити витрату пального. Відтак, скорочуються агротехнічні терміни виконання технологічних операцій, а якість і кількість продукції – зростає.

Технології цифрового землеробства були впроваджені на таких операціях (див. Додаток 2):

- «Лущення стерні» агрегатом John Deere 8335 + ЛДГ-20;
- «Боронування» (ранньовесняне) агрегатом John Deere 8335 + ЗБР-24;
- «Внесення мінеральних добрив» агрегатом МТЗ-82.1 + МВД-900;
- «Нарізання гребенів» агрегатом ХТЗ-150К-09 + AVR Speed Ridger;
- «Підгортання» агрегатом МТЗ-82.1 + КОН-2,8;
- «Обробка проти жука» агрегатом John Deere 4930;
- «Сумісний (хімічний) обробіток» агрегатом John Deere 4930;
- «Розпушування міжрядь» агрегатом МТЗ-82.1 + КРН-4,2;
- «Збирання картоплі» агрегатом AVR Puma 4.0.

Проведемо розрахунки експлуатаційних витрат на цих операціях і визначимо економічний ефект від застосування вказаних агрегатів в технологіях цифрового землеробства. Отримані дані зведемо у вигляді таблиць.

## 5.2. Розрахунок економічної ефективності

### 5.2.1. Луцання стерні .

Проводиться для двох варіантів роботи ґрунтообробних агрегатів: з різним перекриттям, продуктивністю і витратою пального. Виконується агрегатом John Deere 8335 + ЛДГ-20.

Продуктивність агрегатів визначимо за фактичними показниками обробленої площі протягом зміни.

Витрату палива також можна визначити емпірично. Підтвердити отримані дані можна за формулою:

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_n \cdot T_n + Q_3 \cdot T_3, \quad (5.1)$$

де  $Q_p T_p$ ;  $Q_x T_x$ ;  $Q_n T_n$ ;  $Q_3 T_3$  – витрати палива (кг/год) і витрати часу (год) протягом зміни відповідно до основної роботи, при холостих поворотах, переїздах і зупинках.

Питомі експлуатаційні витрати орного агрегату розраховують за рівнянням:

$$C_{нит} = C_m + C_M + C_{нмм} + C_{зн} \quad (5.2)$$

де  $C_m, C_M$  - сума витрат на реновацію, капітальний і поточний ремонт, технічне обслуговування, зберігання, заміну шин трактора (ці дані беремо з табл.7.1 [28]), грн./га;

$C_{нмм}$  - вартість паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{зн}$  - оплата праці персоналу, який обслуговує агрегат, грн./га.

Суму витрат на реновацію, кап. ремонт і т.д. для тракторів знаходимо за формулою:

$$C_m = \left[ \frac{B_m \cdot \alpha_{рм} \cdot g_{за}}{100 \cdot G_H^{пik}} + \frac{\sum C_M^H \cdot g_{за}}{1000} \right] \cdot K_i, \quad (5.3)$$

де  $B_m \cdot \alpha_{рм}$  - балансова вартість трактора (грн.) та норма відрахувань, %. та норма відрахувань – 10%;

$\sum C_M^H$  - питомі нормативні витрати на капітальний, поточний ремонт, технічне обслуговування, зберігання, заміну шин, грн./т палива, з урахуванням сучасних цін складе близько 11591 грн. Цю цифру приймаємо за табл. 7.1 [28].

$G_H^{pik}, g_{zod}$  - нормативне річне завантаження палива (кг). 7000 л використаного пального;

$K_i$  - коефіцієнт індексації цін, який враховує інфляцію. Так як ціни приймаємо реальні, то  $K_i$  приймаємо 1.

Проведемо розрахунки для *серійного агрегату*.

Для трактора John Deere 8335 витрати на реновацію, ремонт та технічне обслуговування для даного виду робіт складуть:

$$C_m = \left[ \frac{3051000 \cdot 10 \cdot 2,2}{100 \cdot 7000} + 1 \frac{1591 \cdot 2,2}{1000} \right] \cdot 1 = 120,55 \text{ грн/га}$$

Вартість паливо-мастильних матеріалів знайдемо за формулою:

$$C_{пмм} = C_k \cdot G_{zod} = 31,0 \cdot 2,2 = 68,2 \text{ грн/га} \quad (5.4)$$

де  $C_k$  - комплексна ціна дизельного пального, грн.

Оплату праці обслуговуючого персоналу розраховуємо за формулою:

$$C_{zn} = \frac{1,49(K_{нк} \cdot m_{мех} \cdot f_{мех} + m_{дон} \cdot f_{дон}) \cdot 1,02 \cdot K_3}{W_{зм}}, \quad (5.5)$$

де 1,49 і 1,02 – коефіцієнти, які беруть до уваги при нарахуванні оплати праці;  $K_{нк}$  - коефіцієнт, який передбачає класність механізаторів. Приймаємо коефіцієнт 1,2 для трактористів-машиністів першого класу;

$m_{мех}$  і  $m_{дон}$  - кількість трактористів-машиністів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

$f_{мех}$  і  $f_{дон}$  - оплата праці за змінну норму (тарифні ставки) виробітку відповідно трактористам-машиністам і допоміжним працівникам, грн./зм. Приймаємо з табл.7.2 [28] або з даних підприємства;

$K_3$  - коефіцієнт збільшення оплати праці за рахунок інфляції, приймаємо  $K_3=1$ , так як розрахунки беремо на поточний час.

Оплата праці механізаторів, що працюють на серійному орному агрегаті:

$$C_{змс} = \frac{1,49 \cdot (1,2 \cdot 1 \cdot 500) \cdot 1,02 \cdot 1}{52} = 16,84 \text{ грн/га}$$

Експлуатаційні витрати при використанні ґрунтообробного агрегату ЛДГ-20, що працює за традиційною технологією обробітку, знайдемо за формулою:

$$C_{сгм} = \left[ \frac{B_M \cdot \alpha_p}{100 \cdot n_{зм}^M \cdot W_{зм}} + \frac{\sum C_{ТО}}{W_{зм}} \right] \cdot 1 = \left[ \frac{277000 \cdot 12,5}{100 \cdot 43 \cdot 52} + \frac{215 + 31 + 19}{52} \right] \cdot 1 = 20,58 \text{ грн/га.}$$

Розраховуємо загальні експлуатаційні витрати:

$$C_{нум} = 120,55 + 68,2 + 16,84 + 20,58 = 226,17 \text{ грн/га}$$

Величину капітальних вкладень при експлуатації серійного агрегату визначимо за наступною формулою:

$$K_p = \frac{B_m \cdot \alpha_{рм} \cdot G_{га}}{100 \cdot G_{рік}} + \frac{B_m \cdot n}{n_{зм} \cdot W_{зм}} = \frac{3051000}{100 \cdot 7000} + \frac{277000 \cdot 1}{43 \cdot 52} = 128,24 \text{ грн/га} \quad (5.6)$$

Приведені витрати:

$$P_г^p = C_{нум} + E \cdot K = 226,17 + 0,15 \cdot 128,24 = 245,41 \text{ грн/га}$$

де  $E = 0,15$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Аналогічно проведемо розрахунки для агрегату John Deere 8335 + ЛДГ-20, який працює в системі ТЦЗ.

Експлуатаційні витрати на даному виді робіт складуть для трактора :

$$C_m = \left[ \frac{3051000 \cdot 10 \cdot 2}{100 \cdot 7000} + \frac{1591 \cdot 2}{1000} \right] \cdot 1 = 90,35 \text{ грн/га.}$$

Вартість паливо-мастильних матеріалів знайдемо за формулою:

$$C_{нмм} = C_{\kappa} \cdot G_{год} = 31 \cdot 2 = 62 \text{ грн/га.}$$

Оплата праці механізатора, що працює на агрегаті з диференційованим обробітком ґрунту:

$$C_{змс} = \frac{1,49 \cdot (1,2 \cdot 1 \cdot 500) \cdot 1,02 \cdot 1}{56,7} = 14,95 \text{ грн/га}$$

Експлуатаційні витрати агрегату знайдемо за формулою:

$$C_{сгм} = \left[ \frac{B_M \cdot \alpha_p}{100 \cdot n_{зм}^M \cdot W_{зм}} + \frac{\sum C_{ТО}}{W_{зм}} \right] \cdot 1 = \left[ \frac{277000 \cdot 12,5}{100 \cdot 43 \cdot 56,7} + \frac{215 + 31 + 19}{56,7} \right] \cdot 1 = 18,16 \text{ грн/га.}$$

Тоді, загальні експлуатаційні витрати агрегату, що працює в ТЦЗ складуть:

$$C_{num}^e = 90,35 + 62,0 + 14,95 + 18,16 = 185,46 \text{ грн/га},$$

Величину капітальних вкладень визначимо за формулою (5.7):

$$K_p = \frac{B_m \cdot \alpha_{pm} \cdot g_{za}}{100 \cdot G_{pik}} + \frac{B_m \cdot n}{n_{zm} \cdot W_{zm}} = \frac{3051000 \cdot 10 \cdot 2,0}{100 \cdot 7000} + \frac{277000 \cdot 1}{43 \cdot 56,7} = 200,78 \text{ грн/га}$$

Приведені витрати на один га при експлуатації МТА в технології ЦЗ:

$$P_g^p = C_{num} + E \cdot K = 185,46 + 0,15 \cdot 200,78 = 215,57 \text{ грн/га}$$

Отримані дані для цього агрегату занесемо в табл. 5.1 окремо.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники агрегату John Deere 8335 + ЛДГ-20 на луценні стерні за традиційною технологією та ТЦЗ

По агрегату John Deere 8335 + ЛДГ-20				
Параметр	Розмірність	Серійний	ТЦЗ	ТЦЗ до С, %
Витрати на реновацію, ремонт та технічне обслуговування	грн/га	120,55	90,35	-25,05
Витрати пального	грн/га	68,2	62	-9,09
Експлуатаційні витрати агрегату	грн/га	226,17	185,46	-17,99
Величину капітальних вкладень	грн/га	128,24	200,78	56,56
Приведені витрати на один га	грн/га	245,41	215,57	-12,15

### 5.2.2. Боронування.

Виконується агрегатом John Deere 8335 + ЗБР-24.

При використанні технології «Агропрофіль» економіка технологічної операції проявляється у зменшенні перекриття суміжних проходів. За рахунок цього збільшується продуктивність агрегату, а витрати пального – зменшуються.

Розраховуємо 5.1 – 5.5 експлуатаційні показники агрегату John Deere 8335 + ЗБР-24 за формулами Результати заносимо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Техніко-економічні показники агрегату John Deere 8335 + ЗБР-24 на боронуванні за традиційною технологією та ТЦЗ

По агрегату John Deere 8335 + ЗБР-24				
Параметр	Розмірність	Серійний	ТЦЗ	ТЦЗ до С, %
Витрати на реновацію, ремонт та технічне обслуговування	грн/га	112,42	99,85	-11,18
Витрати пального	грн/га	24,8	23,25	-6,25
Експлуатаційні витрати агрегату	грн/га	216,37	175,66	-18,81
Величину капітальних вкладень	грн/га	218,45	202,25	-7,41
Приведені витрати на один га	грн/га	235,21	209,97	-10,73

Таким чином, розраховано, що при застосуванні монітору ГеоТрек EVO 8 агрегат John Deere 8335 + ЗБР-24 експлуатаційні показники зменшаться на 18,81%. Решта показників затратної частини також зменшаться, а якість робіт при цьому буде високою.

### 5.2.3. «Внесення мінеральних добрив»

Виконується агрегатом МТЗ-82.1 + МВД-900, оснащеним монітором ГеоТрек EVO 8. Розраховані за формулами 5.1 – 5.5 результати заносимо в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Техніко-економічні показники агрегату МТЗ-82.1 + МВД-900 на розкиданні мінеральних добрив за традиційною технологією та ТЦЗ

По агрегату МТЗ-82.1 + МВД-900				
Параметр	Розмірність	Серійний	ТЦЗ	ТЦЗ до С, %
Витрати на реновацію, ремонт та технічне обслуговування	грн/га	92,23	89,85	-2,58
Витрати пального	грн/га	29,8	24,8	-16,77
Експлуатаційні витрати агрегату	грн/га	116,37	95,66	-17,79
Величину капітальних вкладень	грн/га	118,45	102,25	-13,67
Приведені витрати на один га	грн/га	125,21	114,97	-8,17

Результати для решти технологічних операцій наводимо в Додатках.

**Висновки по розділу.** З даних, наведених в табл.5.1-5.3 бачимо, що при застосуванні технологій цифрового землеробства показники машиновикористання покращуються. Так, згідно даних, наведених в технологічних картах зменшено обсяг механізованих робіт на 5,98 % за незмінних показників якості обробітку і підвищенні урожайності на одну тонну з гектара; зменшено щільність механізованих робіт з 4,02 до 3,92 ум.ет.га / га, а економія пального склала 3,2%.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз використання машинно-тракторних агрегатів показав, що широкозахватні агрегати втрачають темп робіт через значні перекриття. Агрегати, які працюють на нарізанні гребенів та збиранні картоплі застосуванням технологій цифрового землеробства могли б підвищити робочу швидкість і, тим самим, підвищити продуктивність, а строки виконання технологічних операцій – скоротити.

2. Показано, що онлайн-сервіси на прикладі «Агропрофіль» доцільно застосовувати на початку впровадження технологій точного (але не цифрового) землеробства, без застосування глибокої цифровізації виробництва. У той час як цифрові платформи, типу AFS, Stopwise та, АгроОнлайн можуть використовуватись як інструмент для адміністрування виробничих процесів з різними функціональними можливостями. Найбільший спектр обладнання надає компанія Trimble.

3. Встановлено, що при вирощуванні картоплі на заданій площі 400 га, через перекриття суміжних проходів загальна паразитна площа, яка повторно піддавалася обробітці складала:

- при луценні стерні – 22,68 га;
- при внесенні мінеральних добрив – 18,69 га;
- при боронуванні – 21,33 га.

Проведена технологічними заходами цифровізації зменшення смуги перекриття при луценні стерні агрегатом John Deere 8335 + ЛДГ-20 з 1,0 до 0,2 м забезпечило підвищення фактичної продуктивності агрегату з 54 га до майже 57 за/зм або на 5,5 %.

Застосування технології паралельного водіння на розкиданні мінеральних добрив агрегатом МТЗ-82.1 + МВД-900 забезпечить підвищення фактичної продуктивності на 2 га/зм.

Переведення на цифрові технології вирощування картоплі в перший рік реалізації забезпечить зниження витрати пального у перерахунку на 1 га площі з 119 до 115 л, а в перерахунку на 1 тону вирощеної продукції – з 6,2 до 6,1 л/т. При цьому передбачається збільшення урожайності на 1 тону – з 18 до 19 т/га.

4. Проведений аналіз шкідливих факторів при вирощуванні картоплі із застосуванням техніки, що працює в системі технологій цифрового землеробства показали небезпеки, що виникають як у процесі роботи обладнання, так і при порушенні правил безпеки праці самими працівниками. На основі цього розроблені додаткові заходи з поліпшення умов та безпеки праці на картоплезибиральних комбайнах, що працюють із застосуванням технології AFS, що повинно унеможливити або знизити до мінімуму виникнення небезпечних ситуацій.

5. З даних, наведених в табл.5.1-5.3 бачимо, що при застосуванні технологій цифрового землеробства показники машиновикористання покращуються. Так, згідно даних, наведених в технологічних картах зменшено обсяг механізованих робіт на 5,98 % за незмінних показників якості обробітку і підвищенні урожайності на одну тону з гектара; зменшено щільність механізованих робіт з 4,02 до 3,92 ум.ет.га / га, а економія пального склала 3,2%.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Інфоіндустрія. Ваш путівник по у світі агроіндустрії. Режим доступу: <https://infoindustria.com.ua/tehnologiya-viroshhuvannya-kartopli-v-ukra%D1%97ni-potrebu%D1%94-kardinalnih-zmin/>. Останнє звернення 19.10.2021 р.
2. Вирощування картоплі: витрати, окупність, доходи. [Електронне джерело]. Режим доступу: [https://bankchart.com.ua/biznes/rozvitok\\_biznesu/statti/viroschuvannya\\_kartopli\\_vitrati\\_okupnist\\_dohodi](https://bankchart.com.ua/biznes/rozvitok_biznesu/statti/viroschuvannya_kartopli_vitrati_okupnist_dohodi). Останнє звернення: 19.10.2021 р.
3. Технологія вирощування насінневої картоплі. / Агроном. Інтернет-журнал [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-vyroshhuvannya-nasinnyevoyi-kartopli/> . Останнє звернення 24.12.2021 р.
4. Картоплесаджальні машини / Агробізнес сьогодні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/12522-kartoplesadzhalni-mashyny.html>. Останнє звернення 24.10.2021 р.
5. Сучасні картоплесаджальні машини в Україні / Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/mehanizaciya-viroshchuvannya-kartopli>. Останнє звернення 24.10.2021 р.
6. Кобець А.С., Ільченко В.Ю., Бутенко В.Г. та ін. Дипломне проектування з машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник / За ред. А.С. Кобця. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2007. – 288 с.

7. Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Мельник В.П., Карасьов П.І., Кухаренко П.М., Ільченко А.В. Практикум з використання машин у рослинництві / Дніпропетровський держагроуніверситет. – Дніпропетровськ, 2002. – 212с.

8. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, А.С. Лімонт та ін.; за ред. В.Ю. Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288с.

9. Україна увійде до топ-5 світових експортерів зерна – прогноз. Економічна правда. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/news/2020/07/31/663556/>. Дата останнього звернення: 07.11.2020 р.

10. Особливості догляду за посівами картоплі / Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-doglyadu-za-posivami-kartopli>. Останнє звернення: 24.10.2021 р.

11. Сайт компанії «ГеоМетр Україна. Система паралельного водіння ГеоТрек Експлорер Plus GM Smart M. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://shop.gpsgeometer.com/ua/products/sistema-parallelnogo-vozhdeniya-kursoukazatel-geotrek-eksplorер-plus-gm-smart-2-10-gts>. Дата останнього звернення: 08.11.2021 р.

12. Прибутковість виробництва зерна за 2019 рік впала майже втричі. Український клуб аграрного бізнесу. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://ucab.ua/ua/pres\\_sluzhba/novosti/pributkovist\\_virobnitstva\\_zerna\\_za\\_2019\\_rik\\_vpala\\_mayzhe\\_vtrichi](http://ucab.ua/ua/pres_sluzhba/novosti/pributkovist_virobnitstva_zerna_za_2019_rik_vpala_mayzhe_vtrichi). Дата останнього звернення: 07.11.2021р.

13. Машини для технології Strip-till. Агробізнес сьогодні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9965-mashyny-dlia-tekhnohii-striptill.html>. Дата останнього звернення: 07.11.2021 р.

14. Пивовар П.В. Методологічні основи аналізу економічної ефективності використання машинно-тракторного парку / П.В. Пивовар // Вісн. ЖНА-ЕУ (економічні науки) – 2010. № 2 (27). – с. 42-51.

15. Аналіз використання машинно-тракторного парку. Економіка підприємств. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://osvita.ua/vnz/reports/econom\\_pidpr/22302/](https://osvita.ua/vnz/reports/econom_pidpr/22302/). Дата останнього звернення: 08.11.2020 р.

16. Руденко М.В. Вплив цифрових технологій на аграрне виробництво: методичний аспект / Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. Том 30 (69). № 6, 2019 р., с. 30 – 37.

DOI: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-6-28>

17. John Deere. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.deere.ua/uk/index.html>. Дата останнього звернення: 01.12.2019 р.

18. Деркач, О. Цифрові технології у землеробстві: проблеми та перспективи / О. Деркач // Пропозиція. – 2019. – № 10. – С. 158–161. – Електрон. версія.

19. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку, норми виробітку та витрати пального на збиранні сільськогосподарських культур / В.В. Вітвіцький, Н.М. Семененко, І.В. Лобастовий та ін.; за ред. В.В. Вітвіцького. – К.: УкрНДСагропром. Кн.2, 1997. – 274с.

20. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку, норми виробітку та витрати пального на основний обробіток ґрунту / В.В. Вітвіцький, Н.М. Семененко, І.В. Лобастовий та ін.; За ред. В.В. Вітвіцького. – К.: УкрНДСагропром. Кн.4, 1996. – 655с.

21. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку, норми виробітку та витрати пального на основний обробіток ґрунту / В.В. Вітвіцький, Н.М. Семененко, І.В. Лобастовий та ін.; За ред. В.В. Вітвіцького. – К.: УкрНДСагропром. Кн.3, 1996. – 480с.

22. Технологія Topsoil-Mapper. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.topsoil-mapper.com/>. Дата останнього звернення 07.11.2021 р.

23. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. За ред. С.Д. Лехмана. К.: Урожай, 1990, с. – 396.

## Додатки

Додаток 1

Технологічна карта вирощування картоплі на площі 400 га																																												
№	Операції	Агротех вим	Од. Виміру	Обсяг роботи	Сроки виконання		True, Robot за добу	Склад агрегату			Виробіток		Поприбуток для виконання роботи		Витрати палива		Затрати праці, люд-год/га		К-сть нормо-роботи, у.е.га																									
					календ	місяц		трактор	зітка	С.-С. М.	за год	за ам.	за добу	агрегат	трактор	доп.прац.	За	На		На	На	на																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																					
1	Луцання	6-8см	га	400,0	18-30.07	5	7	John Deere 8345	ЛДГ-20		1	7,4	52	52	1,5	1	2,2	880	0,13	53,85	7,69		228,57																					
2	Навант мін добр	0,45	т/га	40,0	05-18.08	5	7	Manitou			1	20	140	140	1,0	1	0,18	7,2	0,05	2		0,29																						
3	Внес мін добр	6	мм	400,0	05-18.08	5	7	MT3-82.1			1	4,8	16,1	33,6	3,0	3	2,11	844	0,63	250	11,90		41,71																					
4	Луцання	10-12см	га	400,0	07-17.08	5	7	John Deere 8345	ЛДГ-20		1	11	79,6	79,6	1,0	3	2,7	1080	0,26	105,5	5,03		228,57																					
5	Оранка	27-30	га	400,0	20.09-10.10	15	7	John Deere 8345	John Deere 3310		1	6,9	16,4	48,3	1,0	3	18,5	7400	0,43	173,9	8,28		228,57																					
6	Боронування	4-5см	га	400,0	28.03-06.04	5	7	John Deere 8345	СП-16	БЗР-24	18	8,7	61	61	2,0	2	0,8	320	0,23	91,8	6,56		228,57																					
7	Навант азот добр	5	т	40,0	05.04-15.04	5	7	MT3-82.1	Manitou		1	20	140	140	1,0	1	0,18	7,2	0,05	2		0,29																						
8	Внесення азот добр	6	т	400,0	05.04-15.04	5	7	MT3-82.1	МВД-900		1	2,3	16,1	32,1	1,0	1	2,11	844	0,43	173,9	24,84		41,71																					
9	Нарізка гребні	10-12см	га	400,0	05.04-15.04	8	21	ХТ3-150К	AVR Speed Ridger		1	1,3	8,8	26,4	2,0	2	19,6	7840	1,59	636,4	45,45		94,29																					
10	Навант мін добр	0,1	т	40,0	15.04-03.05	7	7	ГАЗ-3309	Manitou		1	20	140	140	1,0	1	0,18	7,2	0,05	2		0,29																						
11	Переві зав'язи у саджалки	6	мм	40,0	15.04-03.05	7	7	ГАЗ-3309			1	3,8	26,6	26,6	1,0	1	0,68	27,2	0,26	10,53	1,50																							
12	Навант бульби	3	т	133	15.04-03.05	7	7	Manitou			1	20	140	140	1,0	1	0,18	24	0,05	6,667	0,95																							
13	Посадка картоплі	6-8 см	га	210,0	15.04-03.05	7	14	John Deere 8345RT	Grimme GL34		1	1,6	11	22	2,0	2	12	2520	2,55	534,5	19,09		120,00																					
14	Мікроб оброб до сход	10-12см	га	400,0	25.04-10.05	8	7	MT3-82.1	КРН-4,2		1	2	13,7	13,7	4,0	4	2,74	1096	2,04	817,5	29,20		41,71																					
15	Мікр після сход	12-14см	га	400,0	05-18.06	8	7	MT3-82.1	КРН-4,2		1	2	13,7	13,7	4,0	4	2,74	1096	2,04	817,5	29,20		41,71																					
16	Підсорняння	12-14см	га	400,0	16-22.07	7	7	MT3-82.1	КОН-2,8		1	1,7	12	12	4,0	4	3,65	1460	2,33	933,3	33,33		41,71																					
17	Переві води	6мм	мм	40,0	01-08.06	5	7	ЮМ3-6	ВР-3		1	5	35	35	1,0	1	0,67	26,8	0,20	8		1,14																						
18	Переві інсєкт	0,3	т	0,4	01-08.06	5	7	ЮМ3-6	2ПТС-4		1	12	82,7	82,7	1,0	1	0,21	0,084	0,08	0,034	0,00																							
19	Оброб проти жука	200	л	400,0	01-08.06	5	7	John Deere 4930			1	31	220	220	3,0	3	1,04	416	0,10	38,18	1,82																							
20	Переві фунг і інс	1,1	л	0,8	15-25.06	3	7	ЮМ3-6	2ПТС-4		1	12	82,7	82,7	1,0	1	0,21	0,168	0,08	0,068	0,01																							
21	Переві води	6	мм	40,0	15-25.06	3	7	ЮМ3-6	ВР-3		1	5	35	35	1,0	1	0,083	3,32	0,20	8		1,14																						
22	Сумісний обробіт	400	га	400,0	15-25.06	3	7	John Deere 4930			1	31	220	220	0,6	5	1,04	416	0,16	63,64	1,82																							
23	Розпул мікробіт	12-16см	га	400,0	27.08-07.09	7	7	MT3-80	КРН-4,2		1	2	13,7	13,7	5,0	5	2,74	1096	2,55	1022	29,20		41,71																					
24	Збирання картоплі	18 т/га	т	400	01-30.09	20	14	AVR Пшпа 4.0			1	0,4	2,65	5,3	4,0	4	33,8	13520	10,57	4226	150,94		228,57																					
25	Переві картоплі до сев	18т/га	т	7200	01-30.09	20	14	DAF	ГЕК-817		1	10	73	146	3,0	3	0,97	6984	0,29	2071	98,63		1607																					
Всього																					На 1 га	47915	###																					
																					Шільність механізованих робіт	30,12																						
																					на 1 т урожаю	6,30																						



План механізованих робіт при вирощуванні картоплі на площі 400 га

№	Операції	Агротех вим	Об'єм роботи	Строки виконання		True Robot з	Склад агрегату			К-сть с.-г.м.	Виробіток			Порядок для виконання роботи		Витрати палива			Затрати праці, люд-год/га			Обсяг роботи, у.е.га																					
				календ.	True Time		трактор	зілтка	с.-г. м.		за год	за м.	за добу	агрегат	тракторів	доп.прац.	за нормод	На весь обсяг	На одиниць	На весь обсяг	К-сть нормо-роботи, змін																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																				
1	Луцценья	6-8см	га	400,0	18-30,07	5	7	John Deere 8345	ЛДГ-20		1	8,1	56,7	56,7	1,4	1	1	2	800	0,09	36	7,05	228,57																				
2	Навант мін доб	0,45 м/га	м/га	40,0	05-18,08	5	7	Manitou			1	20	140	140	1,0	1	1	0,18	7,2	0,05	2	0,29																					
3	Внес мін добр	6 км	км	400,0	05-18,08	5	7	MTS-82.1	МБД-900		1	4,8	16,1	33,6	3,0	3	3	1,1	440	0,63	250	11,90	41,71																				
4	Луцценья	10-12см	га	400,0	07-17,08	5	7	John Deere 8345	ЛДГ-20		1	7,1	49,6	56,7	1,4	3	3	2,4	960	0,42	169,4	8,06	228,57																				
5	Оранка	27-30 га	га	400,0	20,09-10,10	15	7	John Deere 8345	John Deere 3310		1	2,3	16,4	16,4	1,0	3	3	18,5	7400	1,28	512,2	24,39	228,57																				
6	Боронування	4-5см	га	400,0	28,03-06,04	5	7	John Deere 8345	СР-16	БЗР-24	18	8,7	61	63,2	2,0	2	2	0,75	300	0,23	91,8	6,56	228,57																				
7	Навант азот добр	5 м	м	40,0	05,04-15,04	5	7	Manitou			1	20	140	140	1,0	1	1	0,18	7,2	0,05	2,0	0,29																					
8	Внесення азот доб	6 м	м	40,0	05,04-15,04	5	7	MTS-82.1	МБД-900		1	4,9	34,1	34,1	1,0	1	1	0,8	32	0,21	8,2	1,17	4,17																				
9	Нарізання гребніе	10-12см	га	400,0	05,04-15,04	8	21	XTS-150K	AVR Speed Ridger		3	1,6	11	33	2,0	2	2	19,2	7680	1,27	509,1	36,36	94,29																				
10	Навант мін доб	0,1 м	м	40,0	15,04-03,05	7	7	Manitou			1	20	140	140	1,0	1	1	0,18	7,2	0,05	2,0	0,29																					
11	Перее і завант у саджалки	6 км	км	40,0	15,04-03,05	7	7	ГАЗ-3309			1	3,8	26,6	26,6	1,0	1	1	0,68	27,2	0,26	10,5	1,50																					
12	Навант бульб	3 м	м	133	15,04-03,05	7	7	Manitou			1	20	140	140	1,0	1	1	0,18	7,2	0,05	6,7	0,95																					
13	Посадка картоплі	6-8 см	га	210,0	15,04-03,05	7	14	John Deere 8345RT		Grimme GL34	1	1,6	11	22	2,0	2	2	12	2820	2,55	534,5	19,09	120,00																				
14	Міхрід оброб до стод	10-12см	га	400,0	25,04-10,05	8	7	MTS-82.1			1	2	13,7	15,07	4,0	4	4	2,6	1040	2,04	817,5	29,20	41,71																				
15	Міхр після стод	12-14см	га	400,0	05-18,06	8	7	MTS-82.1		КРН-4,2	1	2	13,7	15,07	4,0	4	4	2,6	1040	2,04	817,5	29,20	41,71																				
16	Підворпання	12-14см	га	400,0	16-22,07	7	7	MTS-82.1		КОН-2,8	1	1,7	12	14	4,0	4	4	3,3	1320	2,33	933,3	33,33	41,71																				
17	Перее води	6км	км	40,0	01-08,06	5	7	ЮМ3-6		ВР-3	1	5	35	35	1,0	1	1	0,67	26,8	0,20	8,0	1,14																					
18	Перее ісеєт	0,3 м	м	0,4	01-08,06	5	7	ЮМ3-6		2ПТС-4	1	12	82,7	82,7	1,0	1	1	0,21	0,084	0,08	0,0	0,00																					
19	Оброб проти жука	200 л	л	400,0	01-08,06	5	7	John Deere 4930			1	31	220	220	1,0	3	3	1,04	416	0,10	38,2	1,82																					
20	Перее фунг і інс	1,1 л	л	0,8	15-25,06	3	7	ЮМ3-6		2ПТС-4	1	12	82,7	82,7	1,0	1	1	0,21	0,168	0,08	0,1	0,01																					
21	Перее води	6 км	км	40,0	15-25,06	3	7	ЮМ3-6		ВР-3	1	5	35	35	1,0	1	1	0,083	3,32	0,20	8,0	1,14																					
22	Сумісний обробіт	400 га	га	400,0	15-25,06	3	7	John Deere 4930			1	31	220	220	1,0	5	5	1,04	416	0,16	63,6	1,82																					
23	Розпул міхрідь	12-16см	га	400,0	27,08-07,09	7	7	MTS-80		КРН-4,2	1	2	13,7	13,7	5,0	5	5	2,5	1000	2,55	1021,9	29,20	41,71																				
24	Збирання картоплі	18 м/га	м	400	01-30,09	20	14	AVR Puma 4.0			1	0,4	2,65	5,3	4,0	4	4	33,8	13920	10,57	4226,4	150,94	228,57																				
25	Перее картоплі до сток	19м/га	м	7600	01-30,09	20	14	DAF		ГБК-817	1	10	73	146	3,0	3	3	0,97	7372	0,29	2186,3	104,11																					
Всього																																											
																			На 1 га	115,90		30,64																					
																			Щільність механізованих робіт			3,92																					
																			на 1 т урожаю			6,10																					

Міністерство освіти і науки України  
Національна академія педагогічних наук України  
Національна академія наук вищої освіти України  
Українська Асоціація досконалості та якості  
Українська технологічна академія  
Українська інженерна академія  
Факультет механіки і техніки Університету Чорногорії  
DAAAM International Vienna  
Academy of Professional Studies Šumadija - Kragujevac (Serbia)  
Факультет інженерної механіки університета Штрессмайера (Хорватія)  
Університет Апейрона (Боснія і Герцеговина)  
Зеленогурський університет (Польща)  
Інститут проблем штучного інтелекту (Україна)  
Міжнародний університет безперервної інноваційної освіти, Краматорськ, (Україна)  
ГО «Юнацький технопарк», Краматорськ, (Україна)  
Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, (Україна)



ПРОГРАМА  
XIII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«Сучасна освіта –  
доступність, якість, визнання».**

16-18 листопада 2021 року  
м. Краматорськ, Україна

Оргкомітет запрошує Вас взяти участь у роботі XIII Міжнародної науково-методичної конференції «Сучасна освіта – доступність, якість, визнання».

Конференція відбудеться 16-18 листопада 2021 р. у м.Краматорськ на базі Донбаської державної машинобудівної академії (Україна) **на основі використання платформи ZOOM**. Робочі мови конференції - українська, англійська, російська.

Голова оргкомітету д.т.н., проф. Ковалевський Сергій Вадимович.

### ПРОГРАМА РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

**15 листопада 2021 р.**

**Он-лайн реєстрація учасників:** з 9.00-16.00,  
ZOOM: <https://us02web.zoom.us/j/2692437570>, (або через моб. +380504780394)

### Он-лайн робота конференції 16-18 листопада

Он-лайн робота конференції	Дата, час.	Посилання
<b><u>ПЛЕНАРНА ЧАСТИНА</u></b>	16.11.2021, 9.00-13.00	<a href="https://us02web.zoom.us/j/2692437570">https://us02web.zoom.us/j/2692437570</a>
<b><u>СЕКЦІЯ 1.</u></b> СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. ІНКЛЮЗИВНА ОСВІТА.	16.11.2021, 13.00-15.00	<a href="https://us02web.zoom.us/j/2692437570">https://us02web.zoom.us/j/2692437570</a>
<b><u>СЕКЦІЯ 2.</u></b> МОДЕРНІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ТА ЗМІСТУ ОСВІТИ.	16.11.2021, 15.00-17.00	<a href="https://us02web.zoom.us/j/2692437570">https://us02web.zoom.us/j/2692437570</a>
<b><u>СЕКЦІЯ 3.</u></b> ПРОБЛЕМИ ЕФЕКТИВНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ.	17.11.2021, 9.00-12.00	<a href="https://us02web.zoom.us/j/2692437570">https://us02web.zoom.us/j/2692437570</a>
<b><u>СЕКЦІЯ 4.</u></b> ДОСВІД І ПРОБЛЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.	17.11.2021, 12.00-14.00	<a href="https://us02web.zoom.us/j/2692437570">https://us02web.zoom.us/j/2692437570</a>
<b><u>СЕКЦІЯ 5.</u></b> ІННОВАЦІЙНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У НАВЧАННІ.	17.11.2021, 14.00-18.00	<a href="https://us02web.zoom.us/j/2692437570">https://us02web.zoom.us/j/2692437570</a>
<b><u>СЕКЦІЯ 6.</u></b> ПІДГОТОВКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ ФАХІВЦІВ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ І ОРГАНІЗАЦІЙ	18.11.2021, 9.00-11.00	<a href="https://us02web.zoom.us/j/2692437570">https://us02web.zoom.us/j/2692437570</a>
<b><u>СЕКЦІЯ 7.</u></b> ДОСВІД І ПРОБЛЕМИ ШКІЛЬНОЇ ТА ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ.	18.11.2021, 11.00-14.00	<a href="https://us02web.zoom.us/j/2692437570">https://us02web.zoom.us/j/2692437570</a>
<b><u>СЕКЦІЯ 8.</u></b> ПРОБЛЕМИ ТА ДОСВІД ВИКЛАДАННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ	18.11.2021, 14.00-17.00	<a href="https://us02web.zoom.us/j/2692437570">https://us02web.zoom.us/j/2692437570</a>

### ПЕРЕЛІК ДОПОВІДЕЙ І СЕКЦІЙ (II-пленарна частина)

	Секція
<b>Вukricieva O.</b> (Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine) REVIEW OF THE INTERNATIONAL CONTEXT OF THE INTERDISCIPLINARY STUDY OF STANDARDIZATION	<b>2</b>



ВИКЛАДАННІ МЕДИЧНОЇ БІОЛОГІЇ	
<b>Астахов В.М., Дмитришин І.С., Лаврищев О.С., Аврамов Є.О.</b> (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ GRAN-2d ПІД ЧАС ЗАНЯТЬ З МАТЕМАТИКИ В ОСНОВНІЙ ТА СТАРШІЙ ШКОЛІ	7
<b>Болотіна Є.В.</b> (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ	II
<b>Вайнагій А.С., Ісаншина Г.Ю.</b> (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ВИМОГ ТА КОМПЕТЕНЦІЙ ПРОФЕСІЙНОГО БУХГАЛТЕРА В БІЗНЕСІ	3
<b>Васильєва Є.Г.</b> (Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна) ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У НАВЧАННІ	5
<b>Василюк Т.Г., Шимко І. М.</b> (Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, Україна) ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МАГІСТРІВ ДЛЯ РОБОТИ З ДІТЬМИ ТА МОЛОДДЮ	7
<b>Гасв Є.О.</b> (Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна) ВИНИКНЕННЯ КОРУПЦІЙНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ	II
<b>Гасв Є.О.</b> (Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна) МЕТОД "ВЛАСНИХ ВІДКРИТТІВ СТУДЕНТІВ" В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ	II
<b>Гітис В.Б., Ляхов Б.А.</b> (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ ПОПОВНЕННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ ФОНДІВ	5
<b>Голуб О.В.</b> (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ІНКЛЮЗИВНОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ДІТЕЙ З РОЗЛАДАМИ АУТИСТИЧНОГО СПЕКТРУ	1
<b>Гущин О.В., Олійник С.Ю.</b> (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна) ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ У МАЛИХ АКАДЕМІЧНИХ ГРУПАХ	3
<b>Дем'яненко А.Г., Гурідова В.О., Ключник Д.В.</b> (Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна) ТЕНДЕНЦІЇ, ПРОБЛЕМИ, НОВАЦІЇ, РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СУЧАСНОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ	II
<b>Дем'яненко А.Г., Гурідова В.О., Ключник Д.В.</b> (Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна) ІНЖЕНЕРНА ОСВІТА В УКРАЇНІ – ДОСВІД МИНУЛОГО, СЬОГОДЕННЯ, МАЙБУТНЄ	II
<b>Деркач О.Д., Головченко В.В., Каніболодський В.Ю., Сергієнко О.В.</b> (Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна) ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗЕМЛЕРОБСТВІ	5
<b>Дмитришин І. С., Діхтенко І. Р., Сулейманов М. Д., Ільчов Д. С., Діхтенко С.І.</b> (Донбаська Державна Машинобудівна Академія, м. Краматорськ, Україна), (Андріївський заклад загальної середньої освіти I-III ступенів відділу освіти, культури, туризму молоді та спорту Андріївської сільської ради	7

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку**

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ ПРИ  
ВИРОЩУВАННІ КАРТОПЛІ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ  
ЦИФРОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

**Виконав:** студент 2 курсу, гр. МГМз-1-20  
Каніболодський Владислав Юрійович

**Керівник:** к.т.н., PhD, доцент  
Деркач Олексій Дмитрович

Дніпро - 2021

1

**Метою** роботи було розробка технологічних заходів, направлених на підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні картоплі.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

дати аналіз сучасних телематичних систем, що застосовуються в технологіях цифрового землеробства та можуть бути застосовані при вирощуванні картоплі;

розробити заходи і технічні рекомендації щодо впровадження технологій цифрового землеробства у вирощування картоплі;

розробити технологічну карту вирощування картоплі з елементами цифрового землеробства;

навести економічну ефективність техніки при використанні в технології цифрового землеробства при вирощуванні картоплі.

## МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

Для ефективного вирощування картоплі застосовуються інтенсивні (або індустріальні) технології, які складаються з наступних механізованих процесів:

- Внесення мінеральних добрив;
- Підготовка ґрунту;
- Підготовка насіннєвих бульб до садіння;
- Садіння картоплі;
- Догляд за посівами картоплі;
- Збирання;
- Післязбиральна обробка картоплі;
- Закладання картоплі на зберігання.

## ОСНОВНІ НЕДОЛІКИ ПО СУТІ ПИТАННЯ

- велика енергоємність окремих технологічних процесів;
- нераціональне використання ресурсів, зокрема, мінеральних добрив;
- **недостатня ефективність використання техніки через значні перекриття суміжних проходів, однорідний за глибиною обробіток ґрунту, втомлюваність механізаторів на складних технологічних процесах, що потребують підвищеної уваги.**

3

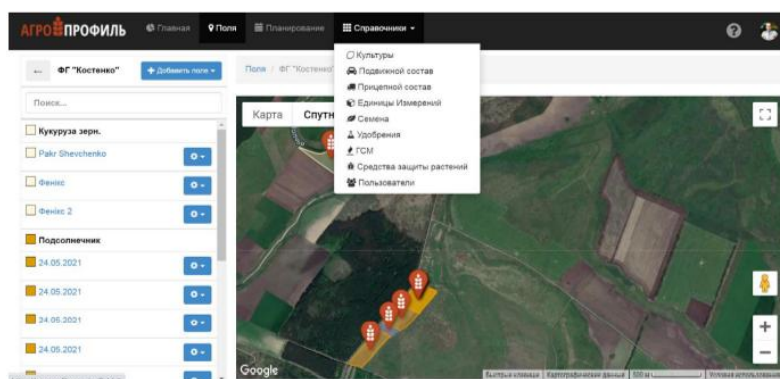
## ОБЛАДНАННЯ І МЕТОДИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЦИФРОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА



Комплект системи паралельного водіння «Геотрек експлорер Plus Gm Smart M.



ДИСПЛЕЙ TRIMBLE TMX-2050



4

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### Програма досліджень

На основі зібраних і проаналізованих у Розділах 1 і 2 даних, розробили програму досліджень, що включала такі етапи:

- аналіз існуючої технологічної карти вирощування картоплі;
- розробка технологічних заходів впровадження ТЦЗ та побудова технологічної карти з використанням ТЦЗ;
- розробка заходів з охорони праці при впровадженні ТЦЗ на вирощуванні картоплі;
- економічне обґрунтування роботи.

Поле № 1 – площа 126 га, довжина – 1560 м, ширина – 807 м.

Поле № 2 – площа 168 га, довжина – 1780 м, ширина – 973 м.

Поле № 3 – 106 га, довжина – 1203 м, ширина – 881 м.

Технологічна операція	№ поля	Агрегат	Перекриття, м	Довжина поля, м	Ширина поля, м	Паразитна площа, га
Лущення стерні	1	John	1,05	1560	807	7,04
	2	Deere		1780	973	9,71
	3	8335 + ЛДГ-20		1203	881	5,93
Внесення мінеральних добрив	1	МТЗ-	0,8	1560	807	5,86
	2	82.1 +		1780	973	7,83
	3	МВД-900		1203	881	5,00
Боронування	1	John	1,2	1560	807	6,73
	2	Deere		1780	973	8,97
	3	8335 + ЗБР-24		1203	881	5,63

5

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА



Таблиця 3.2. – Вплив величини перекриття на продуктивність агрегату

John Deere 8335 + ЛДГ-20

Ширина захвату, м	Величина перекриття, м	Робоча швидкість, м/с	$\tau$	Продуктивність	
				Годинна	Змінна
17	3	4,44	0,92	6,95	48,7
17,2	2,8	4,44	0,92	7,03	49,2
17,4	2,6	4,44	0,92	7,11	49,8
17,6	2,4	4,44	0,92	7,20	50,4
17,8	2,2	4,44	0,92	7,28	50,9
18	2	4,44	0,92	7,36	51,5
18,2	1,8	4,44	0,92	7,44	52,1
18,4	1,6	4,44	0,92	7,52	52,7
18,6	1,4	4,44	0,92	7,61	53,2
18,8	1,2	4,44	0,92	7,69	53,8
19	1	4,44	0,92	7,77	54,4
19,2	0,8	4,44	0,92	7,85	55,0
19,4	0,6	4,44	0,92	7,93	55,5
19,6	0,4	4,44	0,92	8,01	56,1
19,8	0,2	4,44	0,92	8,10	56,7

6



## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Таблиця 3.1. Порівняння деяких показників машиновикористання в традиційній і цифровій технологіях вирощування картоплі

Показник	Технологія		± Ц до П, %
	Прийнята	Цифрова	
Обсяг виконаних робіт, ум.ет.га	1607	1570	-2,3
Щільність механізованих робіт	4,02	3,92	-2,48
Витрата пального на 1 га	119,79	115	-3,99
Витрата пального на 1 т продукції	6,3	6,1	-3,17
Урожайність планова, т/га	18	19	+5,55

Переведення на цифрові технології вирощування картоплі в перший рік реалізації забезпечить зниження витрати пального у перерахунку на 1 га площі з 119 до 115 л, а в перерахунку на 1 тонну вирощеної продукції – з 6,2 до 6,1 л/т. При цьому передбачається збільшення урожайності на 1 тонну – з 18 до 19 т/га.

7

## ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДВЗИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### Розробка вимог безпеки праці при настанні надзвичайної ситуації

Так як у дипломній роботі особлива увага приділена технологічним процесам при вирощуванні картоплі, розробимо заходи безпеки праці при збиранні цієї культури.

*Вимоги безпеки праці перед початком роботи агрегатів.*

Під час експлуатації машин і агрегатів необхідно виконувати всі вимоги безпеки, вказані у „Правилах техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах”. В нашому випадку спеціалізованою машиною є картоплезбиральний комбайн AVR Puma 4.

Дослідженнями встановлено, що значна кількість травм відбувається при проведенні робіт, пов'язаних з ремонтом та технічним обслуговуванням техніки, внесенні добрив, використанні пестицидів, збирання врожаю в темний період доби. Таким чином, необхідно в цей час забезпечити територію роботи світлом, на техніці має працювати звукова сигналізація заднього ходу.

1. Не допускати до роботи осіб без посвідчення тракториста-машиніста і таких, що не пройшли інструктаж з охорони праці, про що повинен бути зроблений відповідний запис у реєстраційному журналі.
2. Перевірити комплектність та справність агрегатів.
3. Перед початком руху агрегату, впевнитися у відсутності поблизу сторонніх осіб та подати звуковий сигнал.

*Вимоги безпеки праці під час проведення робіт.*

1. Під час руху агрегату механізатор повинен знаходитися на сидінні в кабіні трактора чи комбайна. Категорично забороняється знаходитися на агрегаті стороннім особам, крім помічника комбайнера. Слідкувати за відсутністю сторонніх осіб у зоні роботи агрегатів і на полі, де проводяться роботи.
2. Категорично забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів і робочих органів машини при увімкненому двигуні.
3. Забороняється проводити будь-які роботи під машиною, якщо під її колеса не поставлені гальмівні башмаки. Під навісні машини обов'язково встановлювати жорсткі упори.
4. Не розпочинати роботу картоплезбиральних комбайнів без захисних щитків, та які знаходяться у несправному стані.
5. В кабіні комбайна, трактора, автомобіля повинна знаходитися укомплектована аптечка, слідкувати за її поповненням.
6. При поворотах і розворотах швидкість руху машини необхідно зменшувати до 3...5 км / год.
7. Перегін машин по дорогах загального користування необхідно проводити у відповідності з Правилами дорожнього руху.

*Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях*

У разі виникнення пожежі необхідно викликати пожежну охорону, сповістити керівника робіт у взяти участь у ліквідації осередку загорання.

Не під'їжджати на небезпечну відстань до агрегату, що загорівся іншими транспортними засобами, крім спецмашин.

У випадку травмування працівника слід надати йому невідкладну допомогу та викликати лікаря. Якщо це неможливо, необхідно терміново доставити керівника до медичного закладу.

*Вимоги безпеки праці після виконання робіт*

1. Встановити агрегати на краю поля.
2. Очистити машини від залишків технологічного матеріалу.
3. На території машинного двору машини остаточно очищуються від бруду методом миття або пневматичним способом.
4. Встановити машину на спеціально призначеному місці.
5. Перевідитися у відсутності пошкоджень вузлів і агрегатів, підтіканих рідин і т.д.
6. При постановці на зберігання агрегату, зняти деталі, позначені в технологічній карті та передати їх на зберігання в склад.

9



Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники агрегату John Deere 8335 + ЛДГ-20  
на лущенні стерні за традиційною технологією та ТЦЗ

По агрегату John Deere 8335 + ЛДГ-20				
Параметр	Розмірність	Серійний	ТЦЗ	ТЦЗ до С, %
Витрати на рено- вацію, ремонт та технічне обслуго- вування	грн/га	120,55	90,35	-25,05
Витрати пального	грн/га	68,2	62	-9,09
Експлуатаційні ви- трати агрегату	грн/га	226,17	185,46	-17,99
Величину капіта- льних вкладень	грн/га	128,24	200,78	56,56
Приведені витрати на один га	грн/га	245,41	215,57	-12,15

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз використання машинно-тракторних агрегатів показав, що широкозахватні агрегати втрачають темп робіт через значні перекриття. Агрегати, які працюють на нарізаних гребенів та збиранні картоплі застосуванням технологій цифрового землеробства могли б підвищити робочу швидкість і, тим самим, підвищити продуктивність, а строки виконання технологічних операцій – скоротити.
2. Показано, що онлайн-сервіси на прикладі «Агропрофіль» доцільно застосовувати на початку впровадження технологій точного (але не цифрового) землеробства, без застосування глибокої цифровізації виробництва. У той час як цифрові платформи, типу AFS, Cropwise та, АгроОнлайн можуть використовуватись як інструмент для адміністрування виробничих процесів з різними функціональними можливостями. Найбільший спектр обладнання надає компанія Trimble.
3. Встановлено, що при вирощуванні картоплі на заданій площі 400 га, через перекриття суміжних проходів загальна паразитна площа, яка повторно піддавалася обробітці складала:
  - при луценні стерні – 22,68 га;
  - при внесенні мінеральних добрив – 18,69 га;
  - при боронуванні – 21,33 га.

Проведена технологічними заходами цифровізації зменшення смуги перекриття при луценні стерні агрегатом John Deere 8335 + ЛДГ-20 з 1,0 до 0,2 м забезпечило підвищення фактичної продуктивності агрегату з 54 га до майже 57 за/зм або на 5,5 %.

Застосування технології паралельного водіння на розкиданні мінеральних добрив агрегатом МТЗ-82.1 + МВД-900 забезпечить підвищення фактичної продуктивності на 2 га/зм.

Переведення на цифрові технології вирощування картоплі в перший рік реалізації забезпечить зниження витрати пального у перерахунку на 1 га площі з 119 до 115 л, а в перерахунку на 1 тону вищої продукції – з 6,2 до 6,1 л/т. При цьому передбачається збільшення урожайності на 1 тону – з 18 до 19 т/га.

1. Проведений аналіз шкідливих факторів при вирощуванні картоплі із застосуванням техніки, що працює в системі технологій цифрового землеробства показали небезпеки, що виникають як у процесі роботи обладнання, так і при порушенні правил безпеки праці самими працівниками. На основі цього розроблені додаткові заходи з поліпшення умов та безпеки праці на картоплезбиральних комбайнах, що працюють із застосуванням технології AFS, що повинно унеможливити або знизити до мінімуму виникнення небезпечних ситуацій.
2. З даних, наведених в табл.5.1-5.3 бачимо, що при застосуванні технологій цифрового землеробства показники машиновикористання покращуються. Так, згідно даних, наведених в технологічних картах зменшено обсяг механізованих робіт на 5,98 % за незмінних показників якості обробітці і підвищенні урожайності на одну тону з гектара; зменшено щільність механізованих робіт з 4,02 до 3,92 ум.ет.га / га, а економія пального складала 3,2%.<sup>12</sup>